

Isolations- og Byggematerialer.*)

Af Civilingeniør P. Kerrn-Jespersen.

Jeg har faaet den Opgave at skulle fortælle Dem lidt om Isolations- og Byggematerialer, en Opgave, som naturligvis, saafremt Emnet skulde blot nogenlunde udtømmes, vilde kræve en lang Række Foredrag.

Da jeg har tænkt mig, at det, der særlig maatte interessere Dem, og som ogsaa er det nye paa Byggematerialernes Omraade, er de mange forskellige nye Isolationsmaterialer, der er fremkommet, skal jeg i det væsentlige samle mig om denne Gruppe af Byggematerialer og søge at give Dem en Oversigt over disse forskellige Materialers Fremstilling, Virkemaade og Anvendelsesomraade.

Inden jeg gaar over til at omtale de enkelte Materialer, tror jeg, De vil have Udbytte af en kort Oversigt over Grundprincipperne for Varmetab og Varmeisolering, idet jeg i dette Foredrag udelukkende holder mig til varmeisolerende Byggematerialer — eller Byggematerialers varmeisolerende Egenskaber.

Det Varmetab, der finder Sted gennem en Mur fra et varmt Rum til koldere Omgivelser afhænger af følgende:

1. Vægmateriallets Varmeledningsevne,
2. Vægmateriallets Udstrålingsevne,
3. Luftbevægelserne i og udenfor Rummet,
4. Utætheder i Væggen.

Varmetabet maales i Kilogramkalorier — kg° — idet 1 kg° er den Varmemængde, der medgaar til at opvarme 1 kg Vand 1° Celsius.

*) Foredrag ved Samvirksomheden for landbrugsfagligt Oplysningsarbejdes Kursus paa Landbohøjskolen, 14.—16. Oktober 1940.

Vægmaterialets Varmeledningsevne udtrykkes ved Varmeledningstallet λ — Lambda — det er det Antal kg° , der pr. Time, pr. m^2 gaar gennem en 1 m tyk Væg, naar Temperaturforskellen paa begge Sider af Væggen er 1° .

Har et Materiale $\lambda = 1,0$, vil dette altsaa sige, at der gennem hver m^2 Væg 1,0 m tyk pr. Time vil gaa 1 kg° , saafremt Temperaturforskellen paa begge Sider Væggen er 1° . Er Vægtykkelsen e m, Vægrearealet $F \text{ m}^2$, Temperaturen ude og inde t_u og t_i , vil Varmetabet i T Timer være:

$$V = T \cdot F \cdot \frac{t_u - t_i}{e} \cdot \lambda \text{ Kilogramkalorier.}$$

Det λ , som De vil finde opgivet i ethvert Katalog for de forskellige isolerende Byggematerialer, er altsaa det egentlige Udtryk for disse Materialers Isolationsevne — og jo mindre λ er, desto mindre er Varmeledningsevnen, desto bedre isolerer Materialet.

De forskellige Materialers λ skal vi senere komme til. Her skal først omtales nogle almindelige Grundregler.

Det bedste Isolationsmateriale man har, er det lufttomme Rum, hvor $\lambda = 0$, d. v. s., Varmen kan ikke forplante sig ved Ledning, kun ved Straaling.

Det næstbedste Isolationsmateriale er stillestaaende Luft, der har $\lambda = 0,02$. Derfor er alle porøse Stoffer gode Isolatorer og des bedre jo mere Luft, de indeholder, og jo finere Porerne er, thi med aftagende Porestørrelse aftager Luftcirkulationen i Porerne, og denne fremmer Varmeoverføringen fra Porevæg til Porevæg. Forekommer et og samme Stof i forskellige Porøsitetsgrader, altsaa med forskellig Vægtfylde, er der al Sandsynlighed for, at det letteste isolerer bedst. Kun hvis Letheden skyldes Tilstedeværelsen af meget store Hulrum, kan Forholdet vende sig, idet, som ovenfor nævnt, store Hulrum giver større Luftbevægelse i disse — og det er jo stillestaaende Luft, der isolerer.

Ved den senere Gennemgang af de forskellige Isola-

tionsmaterialer vil De bemærke, at det overalt er denne Egenskab hos stillestaaende Luft, man søger at udnytte.

Et Lag Nøddesten er saaledes mindre isolerende end et Lag Sand. Vægten er praktisk talt ens, men Hulrummene er færre og større ved Nøddestenene end ved Sandet. Faareuld er, paa Grund af sine finere Fibre og mindre Celler, en bedre Isolator end den langt lettere Bomuld.

Det spiller dog ogsaa en Rolle, at Porerne er aabne Porer, d. v. s. staar i aaben Forbindelse med Luften udenfor, eller er lukkede Porer, saaledes at Luften udefra ikke kan trænge ind. Dette er klart, ligesom det ogsaa er klart, at lukkede Porer giver bedre Isolation end aabne Porer. Isolationsmaterialer med aabne Porer forbedres ofte ved en tæt Beklædning, f. Eks. i Form af Puds, Paneler, Tapet etc.

Aabne Porer har desuden den Fejl, at Materialet ved Berøring med Fugtighed opsuger denne stærkt — og det gælder almindeligt, at Varmeledningsevnen (λ) stiger overordentlig stærkt — d. v. s., Isolationsevnen forringes stærkt, naar porøse Stoffers Porer fyldes med Vand.

De ved alle, at en vaad Teglstensmur isolerer væsentlig daarligere end en tør Teglstensmur.

Er Isolationsmaterialet et organisk Produkt, er der desuden den Fare, som meget ofte forekommer, at Stoffet kan raadne.

Som en raa Hovedregel gælder altsaa, at λ — Varmeledningsevnen — vokser med Materialets Rumvægt. Denne Regel gælder dog ikke for Metaller, hvor Varmeledningsevnen følger den elektriske Ledningsevne. Saaledes er f. Eks. Kobbers Varmeledningsevne ($\lambda = 320$) 10 Gange saa stor som Bly's Varmeledningsevne ($\lambda = 30$), medens Rumvægten af Kobber (Vf. = 8,9) er væsentlig mindre end Bly's Rumvægt (Vf. = 11,4).

Endelig skal tilføjes, at Varmeledningsevnen varierer noget med Temperaturen. De senere anførte Tal gælder for de i Husbygningen almindeligt forekommende Temperaturer.

Varmetabet ved Udstraaling fra Overfladen maales ved Straaletallet — C —, som er det Antal kg° , der pr. Time, pr. m^2 , udstraales til Omgivelserne, naar disse er 1° koldere.

For Udstraalingsevnen kan angives følgende raa Hovedregler: Mørke Flader udstraaler kraftigere end lyse Flader, ligesom ru Flader udstraaler kraftigere end glatte Flader. En blank Metal-Tepotte holder saaledes bedre paa Teens Varme end en ru Lerpotte, til Trods for Metallets bedre Varmeledningsevne og ringere Tykkelse.

Glatte, hvidkalkede Vægge og Tage udstraaler altsaa mindre Varme end ru og mørke Vægge. Naar man hvidkalker sit Tag for at modvirke Solstraalevarmen om Sommeren, hjælper man ogsaa mod Udstraalingen om Vinteren. Af samme Grund hvidmales Polarskibe — dog ikke med Blyhvidt, idet Blyhvidt har den Ejendommelighed, at Straalingstallet er lige saa stort som det sorte Sods.

At Luftbevægelserne ved Overfladerne ogsaa har Betydning for Varmetabet, kender De alle. Naar en kold Vind blæser hen over Muroverfladen, „fjernes“ Varmen hurtigere fra Overfladen, end naar det er stille. Stillestaaende Luft langs Overfladen virker jo som en Isolator, og Varmetabet bliver mindre. Indvendigt har det Betydning, om Varmen fra det varme Rum hurtigere eller langsommere tilføres Væggen. Her vil stillestaaende Luft virke paa samme Maade som udvendigt, som isolerende.

Varmetabet paa denne Maade maales ved det saakaldte Overgangstal, hvor man igen skelner mellem Indgangstallet og Udgangstallet. Indgangstallet angiver den Varmemængde, der paa denne Maade tilføres Væggen indefra, medens Udgangstallet angiver den Varmemængde, der paa denne Maade afgives til Omgivelserne udenfor. Disse Tal er naturligvis meget varierende efter Overfladebeskaffenhed og Vindforhold, og de anvendte Tal er rent empiriske.

Endelig er, som nævnt, Utætheder en Kilde — og ofte en meget væsentlig Kilde — til Varmetab, hvad De jo alle kender saa godt, men glem ikke denne Kilde,

naar De staar overfor Isoleringsopgaver. Det nytter kun lidt, at det anvendte Isoleringsmateriale er godt, og af rigtig Tykkelse, saafremt det ikke opsættes eller anbringes rigtigt og saaledes, at alle Fuger mellem Plader eller Sten er helt tætte.

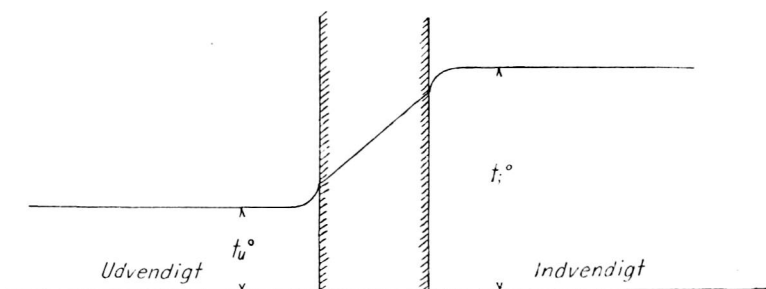


Fig. 1.

Hosstaaende Figur viser en typisk Temperaturkurve for Varmegennemgangen gennem en Væg, naar Temperaturen indvendig er t_i og udvendig t_u . De lægger Mærke til, at der er jævnt Temperaturfald gennem selve Væggen — under Forudsætning af, at Materialet er homogent — medens der er uregelmæssige Overgange ved begge Vægoverflader. Disse uregelmæssige Overgange skyldes — og er afhængige af — de tidligere omtalte Varmetab ved Straaling og Luftbevægelser. Luften er altsaa, hvad De alle kender, koldere i umiddelbar Nærhed af Væggen end inde i selve Rummet — og varmere udvendig i umiddelbar Nærhed af Væggen end længere borte.

Efter denne Oversigt over de Grundprincipper, der gælder for Varmeisoleringsproblemet, skal jeg gaa over til en Gennemgang af en Række Isolationsmaterialer, der finder Anvendelse i Byggeindustrien, idet jeg vil dele disse Materialer i to Hovedgrupper:

- A. Uorganiske Materialer,
- B. Organiske Materialer.

Molersten er det ældste danske Byggemateriale med særlig isolerende Egenskaber. Molersten fremstilles af „Moler“ (Diatomé kisel), som det forekommer i store Aflejringer paa Mors og Fur. Ved Rensning, Maling, Æltning, Formning og Brænding i Ringovne, eventuelt med Tilsætning af organiske og uorganiske Stoffer, fremstilles en lang Række Produkter af forskellig Kvalitet og Form, alt efter Anvendelsesmaaden.

Til Bygningsbrug fremstilles massive Sten af almindelig Murstensformat, hule Skillerumssten af forskellig Tykkelse og specielle Hvælvingssten og Hulsten til Lofter.

Rumvægten for Bygningsstenene er ca. 800 kg pr. m³, $\lambda = 0,18$ i tør Tilstand.

Da Materialet er stærkt vandsugende og ikke frostbestandigt, egner Molerstenene sig ikke til udvendigt Murværk. Paa Grund af den gode Isolationsevne samtidig med god Styrke, idet Molerstenenes Trykstyrke svarer til almindelige Teglsten, er Molerstenene derimod meget velegnede til indvendigt Brug og til Bagmuring i Facademure og finder her stor Anvendelse. Da Molerstenene er stærkt vandsugende, maa man imidlertid altid være opmærksom paa, at de ved Bagmuringen har en tilstrækkelig Beskyttelse mod Slagregn eller anden Fugtighed. Fabrikanten angiver selv, at Bagmurværket ved massive Mure skal være beskyttet med mindst 1 Stens fuget Murværk eller $\frac{1}{2}$ Stens Murværk med Puds. I hule 1 Stens Mure — to halve Sten med Traadbindere — kan den bageste halve Sten godt være af Moler, naar Formuren opføres med fyldte Fuger, og Binderne lægges saaledes, at de hælder fremsæfter og eventuelt er asfalterede. Ved Aabninger maa man passe at have den samme Beskyttelse mod Fugtighed i Falsene. Evnen til at opsuge Fugtighed udnyttes ofte, selvom Isolationsevnen derved nedsættes noget, ved Anvendelsen i Rum med høj Fugtighedsgrad, f. Eks. i Stalde, for at undgaa Dugvand og Dryp fra Lofterne.

Da almindelig Teglstensmurværk har $\lambda = \text{ca. } 0,75$ vil det forstaaes, at det er en betydelig Forbedring af Væggens Isolationsevne, saafremt man til Bagmuring anvender Molersten.

Klinkerbeton er et helt nyt Materiale. Det fremstilles af Cement, Sand og saakaldte Betonklinker, eventuelt af Cement og Betonklinker alene, uden Tilsætning af Sand. Betonklinker er Sten fremstillede af kalkfrit Ler ved Cintring i en Roterovn ved høj Temperatur. Betonklinkerne er meget porøse, haarde og frostfaste, og derfor et glimrende Tilslag til Betonstøbning.

Ved at variere Blandingsforholdet mellem Cementen, Sandet og Betonklinkerne — eventuelt som nævnt ved Udeladelse af Sandet — kan fremstilles Klinkerbeton af meget varierende Vægt, Styrke og Isolationsevne.

λ opgives for Klinkerbeton med Vægt 500 kg pr. m^3 at være = 0,095, med Vægt 800 kg pr. m^3 at være = 0,16, med Vægt 1000 kg pr. m^3 at være = 0,20.

Klinkerbeton af Vægt 1800 kg pr. m^3 anvendes til Støbning af Beton- og Jernbetonkonstruktioner. Da λ for denne Blanding er = 0,55, og λ for almindelig Jernbeton er = 1,30, ses, at Anvendelsen af Klinkerbeton, f. Eks. til Staldlofter, giver en væsentlig bedre Isolation end almindelig Beton.

Klinkerbeton af Vægt 850 kg pr. m^3 anvendes til Støbning af Bloksten til Opmuring af Ydermure og Skillerum. Endvidere fremstilles hule Bloksten, hvorved Isolationsevnen yderligere forøges, til Anvendelse ved Opførelsen af Ydermure i een Etages Bygninger.

Betonklinkerne er som nævnt frostfaste, hvorfor de forskellige Klinkerbetonsten er frostfaste og kan anvendes til Facademurværk. Da Stenene imidlertid er meget porøse, uden dog at være stærkt vandsugende, maa det foreløbig anbefales kun at anvende Stenene i Facademurværk, naar dette pudses med en stærk, tæt Puds.

Produktionen af Klinkerbetonmaterialer er endnu i sin Vorden, men paa Grund af Materialets gode Egenskaber

og store Variationsmuligheder i Anvendelsen, er der sikkert her skabt et Byggemateriale med isolerende Egenskaber, der har gode Fremtidsmuligheder.

Gasbeton er ogsaa et forholdsvis nyt Materiale. Det fremstilles af finmalet Sand, Cement, Kalk og en lille Del Metalpulver, der tilvejebringer Porositeten.

Gasbetonen anvendes til Fremstilling af Bygningssten af forskellig Størrelse, armerede Gasbetonplader og armerede Gasbetonbjælker. Efter Fremstillingen fremmes Hærdning og Svind ved, at Hærdningen foregaar under et Damptryk paa 9 Atm. og ved en Temperatur af ca. 180° C. — heraf Navnet damphærdet Gasbeton.

Materialet kan fremstilles med forskellig Rumvægt — fra 500 kg/m^3 til 800 kg/m^3 og λ varierer tilsvarende fra 0,09 til 0,155. Rumvægten af Standardprodukterne er 700— 800 kg/m^3 , og Gasbeton-Murværk isolerer altsaa ca. 4 Gange saa godt som almindeligt Murværk.

Bygningsstenene, der fremstilles som Bloksten 25×50 cm i forskellig Tykkelse, er vel anvendelige til Ydermure, idet de er frostfaste og saaledes ikke behøver at pudses eller beskyttes paa anden Maade. Gasbetonstenene er desuden sømfaste, bearbejdelige med Sav, kun lidt vand-sugende og rumbestandige, saaledes at ogsaa her er et Materiale med gode Fremtidsmuligheder indenfor Byggematerialerne.

De lettere Gasbetonsten anvendes til udvendig og indvendig Isolering af Ydervægge af Beton og Murværk og Tage. Gasbeton faas kun i færdigstøbte Elementer, kan ikke udstøbes paa Stedet som Klinkerbeton, Cellebeton og Betocel, paa Grund af den særlige Fremstillingsmaade.

Ved Opmuring af Ydervægge af Blokstenene er det vigtigt, at alle Stødfuger er godt udfyldte, ellers vil Slagregn gaa igennem. Dette gælder forøvrigt ogsaa Murværk af andre Materialer i Blokstensformat.

Cellebeton fremstilles ved Tilvejebringelsen af lukkede Porer i almindelig Cementmørtel. Det celledannende Stof er her en speciel Sæbeblanding, der oppiskes

med Cementmørtelen, saaledes at hver lille Sæbeboble dækkes med en tynd Hinde af Mørtelen. Naar denne porøse skumlignende Masse afbinder, indeholder den utallige, indbyrdes adskilte luftfyldte Celler, hvorpaa Cellebetonens, ligesom de andre omtalte Materialers, isolerende Egenskaber beror.

Ved en Variation af Blandingen af Cement og Sand, eventuelt ved Udeladelse af Sandet, fremstilles en lang Række forskellige Produkter med Rumvægt varierende fra 300 kg/m^3 til 1200 kg/m^3 og λ tilsvarende varierende fra $\lambda = 0,05$ til $\lambda = 0,29$.

Som egentlige Bygningssten anvendes Cellebeton ikke meget — Trykstyrkerne er for smaa, og Stenene er noget vandsugende og ikke frostbestandige — derimod anvendes Cellebeton i Blokke og Plader meget til Isolering af Vægge og Lofter. Ogsaa som færdigstøbte armerede Plader til Tagbelægninger finder Materialet Anvendelse, og endelig — og dette er formentlig Hovedanvendelsesmaaden — som udstøbt paa Stedet til Isolering af Tage, Gulve, Varmerør i Kanaler o. lign.

Da der skal specielle Maskiner og Mandskab til Fabrikationen, kan kun Firmaet, der har Produktionsretten, udføre Udstøbninger paa Stedet.

Materialet maa altid beskyttes med et Pudslag el. lign., saavel for mekanisk Paavirkning (Stød) som mod Opsugning af Fugtighed.

Bimsbeton er et Materiale, der anvendes en Del i Udlandet, navnlig i Tyskland, og som ogsaa for nogle Aar siden fik en Del Udbredelse her i Landet. Paa Grund af Valutavanskeligheder — Raamaterialet Bims indførtes fra Tyskland — har Materialet ikke været anvendt ret meget i de senere Aar, men Forholdene kan jo ændre sig, saa jeg skal kort omtale Materialet. Det bestaar af en Blanding af Cement, Grus og Bims, hvor Bims er vulkansk Aske, der findes i naturlige Aflejringer forskellige Steder bl. a. i Tyskland. Asken er let og porøs og derfor et godt Tilslag til Letbetoner. Egenskaber og Anvendelses-

maade ligger nær Klinkerbetonen, idet Bimsmaterialet erstatter Betonklinkerne. Dog opnaas langt fra de samme Styrker m. v. med Bims som med Betonklinker, saaledes at Materialet ikke kan sidestilles med Klinkerbetonen.

Savsmuldbeton skal omtales, fordi det, uden at være noget særlig godt Isolationsmateriale, dog er en Maade, hvorpaa man, naar Savsmuld kan fremskaffes billigt, kan forbedre Isolationsevnen af Betongulve paa Jord, Underlag for Trægulve paa Jord etc.

Metoden er simpelthen den at tilsætte Savsmuld til Betonblandingen i passende Omfang. Sædvanligvis blandes saadan Beton kun af Cement, Sand og Savsmuld — uden Sten — men Sten kan i og for sig godt tilsættes.

Ved Variationer i Tilsætningsforholdet ændres Rumvægt, Isolationsevne og Styrke.

En særlig Form for Savsmuldbeton — Termotex — har været fremme paa Byggemarkedet. Termotex var mineraliseret Savsmuld, altsaa Savsmuld behandlet med Kemikalier for at modvirke Evnen til at raadne. Imidlertid viste der sig Vanskeligheder derved, at det var vanskeligt at neutralisere disse Kemikaliers skadelige Virkninger i andre Henseender, saaledes at Materialet foreløbig ikke har vundet nogen større Udbredelse herhjemme.

Slaggebeton kan anvendes, hvor porøse Slagger forefindes, som en Forbedring af almindelig Beton, hvor der stilles Krav om Isolering fremfor Styrke.

Betocel er en Letbeton, der minder overordentlig meget om Cellebeton. Forskellen er i Hovedsagen den, at medens en Sæbeemulsion er det celledannende Stof ved Cellebetonen, er det en Asfaltemulsion, der er det celledannende Stof ved Betocel.

Rumvægten kan varieres fra 300 kg/m^3 til 1200 kg/m^3 , og λ varierer tilsvarende fra $\lambda = 0,06$ til $\lambda = 0,18$, altsaa noget højere end Cellebetonen for de lette Produkter, men lavere for de tungere Produkter.

Anvendelsesomraade og Anvendelsesmaader for Betocel er omtrent som for Cellebetonen. Betocel har dog den

Fordel, at det ikke kræver særlige Maskiner eller særlig uddannet Mandskab, men kan tilberedes af enhver dygtig Haandværker paa en almindelig Betonblandemaskine.

En særlig Gruppe indenfor de uorganiske Isolationsmaterialer danner Glasuld- og Rochwoll-Produkterne, som er opbyggede efter helt andre Principper end de foranævnte Betonisolationsmaterialer.

I lang Tid har man udnyttet fintraadede Stoffers store Isolationsevne, f. Eks. Uld, Bomuld, Kapoc o. s. v. Disse Stoffer har dog forskellige mindre gode Egenskaber, som umuliggør deres Anvendelse paa bred Basis. Saaledes lider de Skade bl. a. ved Fugtighed, idet de ved længere Tids Paavirkning raadner, og yderligere rummer de en stor Brandfare.

Isolationsevnen hos disse Stoffer er, som ved de fleste andre Isolationsmaterialer, ikke bundet til selve Stoffet, men til Stoffets Opbygning. Man har derfor søgt efter et uorganisk Materiale med samme særlige Opbygning som disse Materialer og har fundet det i de nævnte Materialer, Glasuld og Rochwoll.

Glasuld fremstilles af Glas i meget fine Traade saaledes ordnede, at Stoffet faar en uldagtig Karakter, idet Glas, der ellers er et meget skørt Materiale, i den fine Traadform er overordentlig elastisk.

Varmeledningstallet $\lambda = 0,03$, altsaa et fortræffeligt Isolationsmateriale, ligesom Rumvægten er meget lav — ca. 40 kg/m^3 løst, ca. 100 kg/m^3 sammenpresset.

Glasuld fremstilles baade i løs Form, som kan pakkes i Hulrum, hvor man ønsker at isolere, samt i Isolationsmaatter, hvor et Lag Glasuld er indsyet mellem to Lag Papir. Maatterne kan faas i forskellige Tykkelser, og Papiret kan være almindeligt Kreppapir, Tjære eller Asfaltpap med eller uden Traadvævsbeklædning, alt efter Anvendelsesmaaden.

En særlig Form for Glasuldmaatter er de saakaldte „Ebcolit“ puds bærende Glasuldmaatter, hvor den ene Side

af Maatten er beklædt med en Rørvævsmaatte, der direkte kan bære Pudsen.

Glasuldmaatter anvendes til Isolering af Rør, Vægge, Lofter og Gulve, dels ved Indlæggelse i Hulrum — f. Eks. i Bjælkelag eller imellem dobbelte Bræddevægge — eller ved Beklædning af Lofter og Vægge, hvor Materialet jo saa maa pudses med en stærk Puds efter Opsætningen.

Rochwoll minder i hele sin Opbygning, sine Egenskaber, Fabrikationsformer og Anvendelsesomraader meget om Glasuld.

Materialet er imidlertid dannet af smeltet Sten, som ved en Dampstraale spaltes i en fintraadet uldagtig Masse. Isolationsevnen er som Glasuld — $\lambda = 0,03$.

Under Gruppe B — Isoleringsmaterialer af væsentlig organisk Grundmateriale — skal nævnes følgende:

Træbetonplader — Troldekt, Serponit, Træolith, T. P. Plader m. fl. er dannede af en Blanding af mineraliseret Træuld og Cement, formede i Plader under Tryk.

Pladerne anvendes særligt til indvendig Isolering af Murværk og Beton, idet de opsættes i Mørtel eller ved Betonstøbninger opsættes i Forskallingen inden Støbningen.

Pladerne er flammesikre og upaavirkelige af Frost, Svamp og Utøj. De suger noget Vand og maa derfor beskyttes mod Fugtighed, ligesom Molersten med mindst 1 Stens Murværk eller tilsvarende. Pladerne kan bære Puds uden Paasætning af Net, men Net gavner naturligvis. Ofte vil Pudsen, naar den tørrer op, faa en hel Del fine Revner — krakelere. Disse Revner er dog i Almindelighed ikke skadelige og kan udfyldes med en Pensel og Hvidtekalk. Isolationsevnen er god, idet λ ligger omkring 0,06.

Halmasfaltplader fremstilles af hakket Halm blandet med varm Asfalt og presset i Plader. Anvendelsesmaade og Egenskaber er omtrent som for Træbetonpladerne. Dog skal man være forsigtig med Anvendelsen, hvor

Pladerne kan blive udsat for stærk Varme — f. Eks. over Kedelrum, i Tage der bliver stærkt opvarmede af Solen — idet Asfalten kan smelte og Pladerne løsne sig og falde ned, saafremt de ikke paa særlig Maade er fastholdte. Isolationsevnen er god, λ opgives til ca. 0,04.

Korkplader — Expanco, Sorex o. s. v. — fremstilles af Kork eller expanderet Kork med eller uden Til sætning af forskellige Asfaltsorter i en lang Række forskellige Produkter til Isolering, Gulvbeklædning m. v. Isolationspladerne af expanderet Kork har meget stor Isolationsevne — $\lambda = 0,026$, men denne varierer naturligvis med Korkmaterialet og S sammensætningen.

Korkplader fremstilles ogsaa med Pudslag, saaledes at Pudsning efter Opsætning eventuelt kan undgaas. Fugerne mellem Pladerne overklistres med Lærredsstrimler.

Anvendelsesmaader og Anvendelsesomraaderne er omtrent som for Træbetonpladerne. Ogsaa her er det vigtigt at være forsigtig med Fugtighed.

Træfiberplader findes i et Utal af Produkter og Kvaliteter, f. Eks. Danatex, Masonit, Insolit o. s. v., med mere eller mindre Varmeledningsevne. For de bedst isolerende er $\lambda = 0,036$. Pladerne fremstilles ved Sammenpresning af imprægnerede Træfibre.

Pladerne anvendes til indvendig Isolering af Murværk og Beton og opsættes i Asfalt eller sømmes paa Trælistes. De anvendes ofte uden Pudslag, idet Fugerne dækkes med Lærredsstrimler. Ogsaa her er det vigtigt at være forsigtig med Fugtighed.

Tangmattaer — Arkimattaer — fremstilles af præpareret Tang — Bændeltang — indsyet mellem to Lag Papir. Tang betragtes som et uforgængeligt Materiale, kan ikke brænde eller raadne, men har den Fejl, at det suger Fugtighed stærkt og vanskeligt afgiver Fugtigheden igen, saa man maa være meget forsigtig med Fugtighed. Isolationsevnen er stor, $\lambda = 0,026$.

Tørvemattaer og Tørveplader er nyere Produkter, hvor man søger af Tørvefibre at opbygge Isola-

tionsmaterialer paa samme Maade som af Glasuld, Rochwoll og Træfibre. Produkterne er endnu uprøvede, men kan maaske føres frem til gode Resultater. Tørvens Brændbarhed og Evne til at opsuge Fugtighed er dog Mangler, som maa overvindes.

Cocolithplader er fremstillede af Gibs med Co-costrævler. $\lambda = 0,145$. Pladerne er let bearbejdelige og sømfaste.

Pudsplader — P. M. Plader, Kivronplader o. lign. — er Gibsplader med Pap paa begge Sider, saaledes at Pladerne opsættes uden Puds. Isolationsevnen angives ved $\lambda = 0,07$. Pladerne anvendes navnlig ved Opsætning af Skillerum i eksisterende Bygninger, ikke som egentlige Isolationsplader.

Endelig skal nævnes de tynde Isolationsplader Sanisol, Thermopal, Isoflex og lign., som er papirtynde Plader af forskelligt Materiale med aluminiseret Overflade.

Hensigten med disse aluminiserede Plader er ved Indlæggelsen i Hulrum ikke blot at formindske Hulrummernes Størrelse, hvorved Luftbevægelserne jo formindskes og dermed Varmetabet, men ogsaa ved den blanke Overflade at formindske Udstraalingen fra Overflade til Overflade i Hulrummene.

Jeg har helt afholdt mig fra at komme ind paa Priserne for de forskellige Materialer, og hvilke Udførelsesmaader der under Hensyn hertil er at foretrække, da alle Priser i Øjeblikket er i stadig Bevægelse og formentlig endnu i kommende Tider vil være det, saaledes at det er umuligt at give bestemte Retningslinier.

Jeg vil dog gerne lige nævne, at det afgjort under de nuværende vanskelige Brændselsforsyningsforhold og sikkert ogsaa under normale Forhold vil være økonomisk rigtigt at lægge langt større Vægt paa Ydervægges og Tages Isolering, end man hidtil har gjort. De forøgede Byggeudgifter opvejes helt eller delvis af Besparelser i Varmeanlæg, og det aarlige Brændselsforbrug reduceres

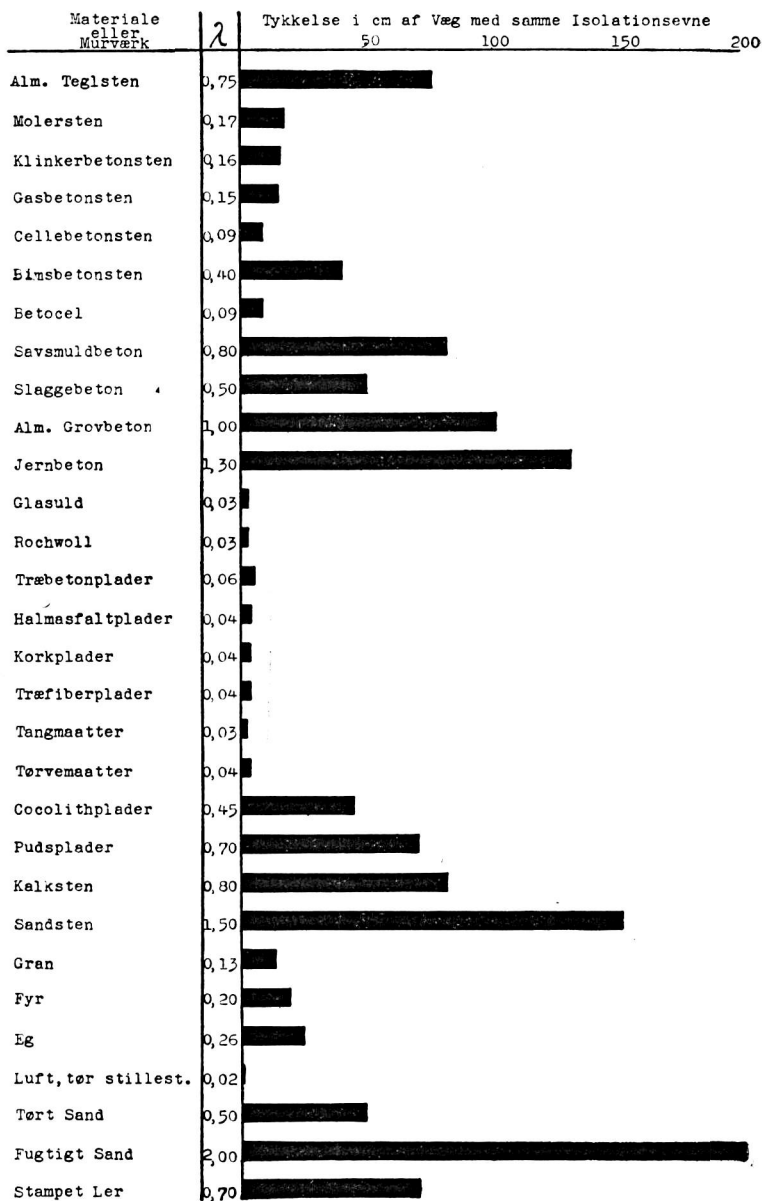


Fig. 2.

betydeligt — alt naturligvis i Forhold til de Foranstaltninger man foretager. Det er min Opfattelse, at Udviklingen af Byggeriet i de kommende Tider vil være i høj Grad præget af netop dette Hensyn.

Omstaaende Skema (Fig. 2) giver en Oversigt over de omtalte Materialer og disses Isoleringsevne, som er grafisk fremstillet, saaledes at man faar samme Varmegennemgang ved de forskellige angivne Vægtykkelser.

Varmegennemgangen gennem en Væg er, som nævnt i Indledningen, bestemt af Varmeledningsevnen af Vægmaterialerne og Udstraalingen og Luftbevægelserne ved Overfladerne samt Utætheder. Ses bort fra Utæthederne udtrykkes Varmegennemgangen ved Varmegennemgangstallet „k“, idet

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_u} + \frac{1}{a_i} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \text{o. s. v.}$$

a_u er Overgangstallet fra Mur til udvendig Luft, a_i er Overgangstallet fra Mur til indvendig Luft, e_1 , e_2 o. s. v. er Tykkelsen i m af Materialerne, λ_1 , λ_2 , o. s. v. er Materialernes Varmeledningstal.

a_u og a_i — Overgangstallene — er som nævnt i Indledningen afhængige dels af Materialernes Overflade og Farve (Udstraaling) dels af Luftbevægelserne. Disse Størrelser sættes almindeligvis til: $a_u = 20$, $a_i = 7$.

For en almindelig $1\frac{1}{2}$ Stens Mur uden Puds bliver her efter Varmegennemgangstallet

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{20} + \frac{1}{7} + \frac{0,35}{0,75} = 0,660; k = 1,50.$$

Isoleres denne Mur indvendigt med et Isolationsmateriale med $\lambda = 0,03$, 3 cm tykt, faas

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{20} + \frac{1}{7} + \frac{0,35}{0,75} + \frac{0,03}{0,03} = 1,660; k = 0,602.$$

Hvilket vil sige, at Varmegennemgangen reduceres 2,5 Gange.

Isoleres en $1\frac{1}{2}$ Stens Mur ved $\frac{1}{2}$ Stens Bagmuring med f. Eks. Molersten faas

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{20} + \frac{1}{7} + \frac{0,24}{0,75} + \frac{0,11}{0,17} = 1,16; k = 0,87.$$

Hvilket vil sige, at Varmegennemgangen reduceres til ca. $\frac{3}{5}$ af den almindelige $1\frac{1}{2}$ Stens Mur.

Saaledes kan man, med Hensyntagen til Bekostningerne, finde den i hvert enkelt Tilfælde bedst passende Vægkonstruktion.