

# Beregning af Bygningers Varmetab.

Udarbejdet for H.F.B. af Ingeniør J. Voltelen.

Bygningers Varmetab foregaar dels ved *Varmetransmission* gennem Væggene og dels ved *naturligt Luftskifte*.

Ved Beregning af **Varmetransmissionen** gennem en Væg forekommer følgende Størrelser:

λ, *Varmeledningstallet* for et Materiale, defineret som den Varmemængde (maalt i Kalorier), der i en Time ledes fra den varme til den kolde Side af en Væg paa 1 m<sup>2</sup> af det paagældende Materiale, naar Væggen er 1 m tyk, og Temperaturforskellen mellem Væggens Sider er 1° C. Varmeledningstallet stiger med Temperaturen, men Stigningen vil for de fleste Stoffer være saa ringe indenfor de Temperaturvariationer, Bygninger er underkastet, at man kan regne med en konstant Værdi, f. Eks. angivet for 20° C. Det stiger endvidere med Fugtighedsindholdet, hvilket faar Betydning ved Ydermure.

e, *Væggens Tykkelse* maalt i Meter.

M, *Varmeledningsmodstanden*, Forholdet:  $\frac{e}{\lambda}$

a<sub>1</sub> og a<sub>u</sub>, *Overgangstallene* for henholdsvis Væggens indv. og udv. Side, defineret som den reciproke Værdi af Overgangsmodstanden, som er en Modstand imod Varmens Overgang fra det omgivende Rum til Væggen og fra denne til Rummet. a<sub>1</sub> og a<sub>u</sub> varierer med Overfladens Beskaffenhed, Luftens Fugtighed og Bevægelse samt Luftens og Væggens Temperaturer.

k, *Varmetransmissionstallet* eller *Varmegennemgangstallet*, defineret som den Varmemængde, der i 1 Time trænger gennem 1 m<sup>2</sup> af en Væg fra Rummet paa Væggens ene Side til Rummet paa dens anden Side, naar Temperaturforskellen mellem Rummene er 1° C. Transmissionstallet afhænger saavel af selve Væggens Ledningsmodstand som af Overgangsmodstanden. k vil altsaa variere som Følge af Varmeledningstallenes og Overgangstallenes Variation. Man regner i Almindelighed med en konstant Grundværdi af k for hver Art Væg, og korrigerer saa Grundværdien ved procentiske Tillæg eller Fradrag efter de Forhold, Væggen er underkastet.

F, *Væggens Areal* maalt i m<sup>2</sup>. Ved Beregning af en Inder- eller Ydermurs Areal regnes Bruttohøjde (σ: Etageadskillelsens Tykkelse medregnes). Kantfladerne ved Vindues- og Døraabninger tages i Betragtning (f. Eks. ved i Stedet for Pillens virkelige Bredde at regne med denne + Murens Tykkelse e).

t<sub>1</sub> og t<sub>u</sub>, *Temperaturen* maalt i °C i Rummene paa henholdsvis Væggens indv. og udv. Side. Ved Transmissionberegning for Etageadskillelser kan regnes en Temperatur ved Loftet paa 3° over, og ved Gulvet paa 3° under Rummets Middeltemperatur.

V, den *Varmemængde* maalt i Kalorier (kcal, kg°, WE), som i 1 Time trænger gennem en Væg af Størrelse F m<sup>2</sup> og med Transmissionstallet k fra Rummet paa den ene Side Væggen til Rummet paa den anden Side, naar Temperaturforskellen mellem Rummene er t<sub>1</sub> ÷ t<sub>u</sub> °C.

Udtrykt i Ligning er:

$$V = F \cdot (t_1 \div t_u) \cdot k$$

og:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_u} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \text{osv.},$$

hvor e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub> osv. og λ<sub>1</sub>, λ<sub>2</sub>, λ<sub>3</sub> osv. er henholdsvis Tykkelserne (im) og Varmeledningstallene for de enkelte Lag, hvoraf Væggen bestaar.

Det naturlige Luftskifte foregaar væsentligst gennem Fugerne i Vinduer og Døre og er afhængig af følgende Størrelser:

l, den samlede *Fugelængde* maalt i m mellem Mur og Karm og mellem Karm, Poste og Rammer.

t<sub>1</sub> og t<sub>u</sub>, *Temperaturen* maalt i °C paa henholdsvis Vinduets eller Yderdørens indv. og udv. Side.

β, en *Gennemstrømningskoefficient*, som for Vinduer og Yderdøre af Træ kan gives følgende Værdier:

| Mod Verdenshjørne    | NV—N—Ø—SØ                             | S—V  |
|----------------------|---------------------------------------|------|
| Dobbelte Vinduer β = | 0,30                                  | 0,15 |
| Enkelte — β =        | 0,50                                  | 0,25 |
| Yderdøre β =         | det dobbelte af ovenstaaende Værdier. |      |

For Værelser i Tagetager maa de angivne Værdier mindst fordobles.

For særlig udsatte Værelser maa Værdierne forøges efter Skøn.

For Værelser med Anordninger til kunstig Ventilation maa Værdierne korrigeres efter Skøn.

V, den *Varmemængde* maalt i Kalorier, som i en Time ved naturligt Luftskifte strømmer gennem Fugerne i et Vindu (Yderdør) med samlet *Fugelængde* l m og *Gennemstrømningskoefficient* β, naar Temperaturforskellen paa Vinduets (Yderdørens) Sider er t<sub>1</sub> ÷ t<sub>u</sub> °C.

Udtrykt i Ligning er:

$$V = l \cdot (t_1 \div t_u) \cdot \beta.$$

En noget simplere Bestemmelse af Varmetabet ved naturligt Luftskifte kan opnaas ved at regne dette sammen med Varmetabet ved Transmission, idet Grundværdierne for Vinduernes (Yderdørens) Transmissionstal forøges med et Tillæg (se Side 507 „Varmetransmissionstal, k, for Vinduer“ og „Korrekationer til Varmetransmissionstallene (k)“, Side 508).

En grovere Bestemmelse kan ogsaa opnaas ved at regne et vist Varmetab ved Luftskifte pr. m<sup>2</sup> (se „Tillæg til Varmetab beregnet ved Transmission“, Side 508).

# VARMETRANSMISSIONSTAL, k for massive Ydermure. (Se Teksten næste Side).

| Murens Art   | Isoleringspladens Varmeledningsmodstand M | k for følgende Murtykkelser (maalt uden Beklædning og Puds) |             |                 |             |                 |             |                 |             |                  |  |
|--|---|---|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|--|
|  |   | 1/2 St. 11 cm   | 1 St. 23 cm | 1 1/2 St. 35 cm | 2 St. 47 cm | 2 1/2 St. 59 cm | 3 St. 71 cm | 3 1/2 St. 83 cm | 4 St. 95 cm | 4 1/2 St. 107 cm |  |
| Massiv Mur af alm. Teglsten med blank Yderside .....   | —   | 2,94  | 1,85        | 1,35            | 1,06        | 0,88            | 0,75        | 0,65            | 0,57        | 0,52             |  |
| samme, men med den inderste 1/2 Sten af Moler .....  | —   | —   | 0,99        | 0,83            | 0,71        | 0,62            | 0,55        | 0,50            | 0,45        | 0,41             |  |
| Massiv Mur af alm. Teglsten med blank Yderside og indvendig beklædt med Isoleringsplade med Varmeledningsmodstand M .....                  | 0,10                                      | 1,85  | 1,35        | 1,06            | 0,88        | 0,75            | 0,65        | 0,57            | 0,52        | 0,47             |  |
|  | 0,15                                      | 1,70  | 1,27        | 1,01            | 0,84        | 0,72            | 0,63        | 0,56            | 0,50        | 0,46             |  |
|  | 0,20                                      | 1,56  | 1,19        | 0,96            | 0,81        | 0,69            | 0,61        | 0,54            | 0,49        | 0,45             |  |
|  | 0,25                                      | 1,45  | 1,12        | 0,92            | 0,77        | 0,67            | 0,59        | 0,53            | 0,48        | 0,44             |  |
|  | 0,30                                      | 1,35  | 1,06        | 0,88            | 0,75        | 0,65            | 0,57        | 0,52            | 0,47        | 0,43             |  |
|  | 0,35                                      | 1,27  | 1,01        | 0,84            | 0,72        | 0,63            | 0,56        | 0,50            | 0,46        | 0,42             |  |
|  | 0,40                                      | 1,19  | 0,96        | 0,81            | 0,69        | 0,61            | 0,54        | 0,49            | 0,45        | 0,41             |  |
|  | 0,45                                      | 1,12  | 0,92        | 0,77            | 0,67        | 0,59            | 0,53        | 0,48            | 0,44        | 0,40             |  |
|  | 0,50                                      | 1,06  | 0,88        | 0,75            | 0,65        | 0,57            | 0,52        | 0,47            | 0,43        | 0,39             |  |
|  | 0,55                                      | 1,01  | 0,84        | 0,72            | 0,63        | 0,56            | 0,50        | 0,46            | 0,42        | 0,39             |  |
| 0,60   | 0,96                                      | 0,81  | 0,69        | 0,61            | 0,54        | 0,49            | 0,45        | 0,41            | 0,38        |                  |  |
| Massiv Mur af alm. Teglsten med pudset eller oliemalet Yderside .....  | —   | 2,38  | 1,61        | 1,22            | 0,98        | 0,82            | 0,70        | 0,62            | 0,55        | 0,49             |  |
| samme, men med den inderste 1/2 Sten af Moler .....  | —   | —   | 0,92        | 0,77            | 0,67        | 0,59            | 0,53        | 0,48            | 0,44        | 0,40             |  |
| Massiv Mur af alm. Teglsten med pudset eller oliemalet Yderside og indvendig beklædt med Isoleringsplade med Varmeledningsmodstand M ..... | 0,10                                      | 1,61  | 1,22        | 0,98            | 0,82        | 0,70            | 0,62        | 0,55            | 0,49        | 0,45             |  |
|  | 0,15                                      | 1,49  | 1,15        | 0,93            | 0,79        | 0,68            | 0,60        | 0,54            | 0,48        | 0,44             |  |
|  | 0,20                                      | 1,39  | 1,09        | 0,89            | 0,76        | 0,66            | 0,58        | 0,52            | 0,47        | 0,43             |  |
|  | 0,25                                      | 1,30  | 1,03        | 0,85            | 0,73        | 0,64            | 0,57        | 0,51            | 0,46        | 0,42             |  |
|  | 0,30                                      | 1,22  | 0,98        | 0,82            | 0,70        | 0,62            | 0,55        | 0,49            | 0,45        | 0,41             |  |
|  | 0,35                                      | 1,15  | 0,93        | 0,79            | 0,68        | 0,60            | 0,54        | 0,48            | 0,44        | 0,40             |  |
|  | 0,40                                      | 1,09  | 0,89        | 0,76            | 0,66        | 0,58            | 0,52        | 0,47            | 0,43        | 0,40             |  |
|  | 0,45                                      | 1,03  | 0,85        | 0,73            | 0,64        | 0,57            | 0,51        | 0,46            | 0,42        | 0,39             |  |
|  | 0,50                                      | 0,98  | 0,82        | 0,70            | 0,62        | 0,55            | 0,49        | 0,45            | 0,41        | 0,38             |  |
|  | 0,55                                      | 0,93  | 0,79        | 0,68            | 0,60        | 0,54            | 0,48        | 0,44            | 0,40        | 0,37             |  |
| 0,60   | 0,89                                      | 0,76  | 0,66        | 0,58            | 0,52        | 0,47            | 0,43        | 0,40            | 0,37        |                  |  |
| Massiv Mur af Kalksandsten med blank Yderside .....  | —   | 2,94  | 2,04        | 1,56            | 1,27        | 1,06            | 0,92        | 0,81            | 0,72        | 0,65             |  |
| samme, men med den inderste 1/2 Sten af Moler .....  | —   | —   | 0,99        | 0,86            | 0,76        | 0,69            | 0,62        | 0,57            | 0,52        | 0,49             |  |
| Massiv Mur af Kalksandsten med blank Yderside og indvendig beklædt med Isoleringsplade med Varmeledningsmodstand M .....                   | 0,10                                      | 1,85  | 1,45        | 1,19            | 1,01        | 0,88            | 0,78        | 0,69            | 0,63        | 0,57             |  |
|  | 0,15                                      | 1,70  | 1,35        | 1,12            | 0,96        | 0,84            | 0,75        | 0,67            | 0,61        | 0,56             |  |
|  | 0,20                                      | 1,56  | 1,27        | 1,06            | 0,92        | 0,81            | 0,72        | 0,65            | 0,59        | 0,54             |  |
|  | 0,25                                      | 1,45  | 1,19        | 1,01            | 0,88        | 0,78            | 0,69        | 0,63            | 0,57        | 0,53             |  |
|  | 0,30                                      | 1,35  | 1,12        | 0,96            | 0,84        | 0,75            | 0,67        | 0,61            | 0,56        | 0,52             |  |
|  | 0,35                                      | 1,27  | 1,06        | 0,92            | 0,81        | 0,72            | 0,65        | 0,59            | 0,54        | 0,50             |  |
|  | 0,40                                      | 1,19  | 1,01        | 0,88            | 0,78        | 0,69            | 0,63        | 0,57            | 0,53        | 0,49             |  |
|  | 0,45                                      | 1,12  | 0,96        | 0,84            | 0,75        | 0,67            | 0,61        | 0,56            | 0,52        | 0,48             |  |
|  | 0,50                                      | 1,06  | 0,92        | 0,81            | 0,72        | 0,65            | 0,59        | 0,54            | 0,50        | 0,47             |  |
|  | 0,55                                      | 1,01  | 0,88        | 0,78            | 0,69        | 0,63            | 0,57        | 0,53            | 0,49        | 0,46             |  |
| 0,60   | 0,96                                      | 0,84  | 0,75        | 0,67            | 0,61        | 0,56            | 0,52        | 0,48            | 0,45        |                  |  |
| Massiv Mur af Kalksandsten med pudset eller oliemalet Yderside .....   | —   | 2,70  | 1,92        | 1,49            | 1,22        | 1,03            | 0,89        | 0,79            | 0,70        | 0,64             |  |
| samme, men med den inderste 1/2 Sten af Moler .....  | —   | —   | 0,96        | 0,84            | 0,75        | 0,67            | 0,61        | 0,56            | 0,52        | 0,48             |  |
| Massiv Mur af Kalksandsten med pudset eller oliemalet Yderside og indvendig beklædt med Isoleringsplade med Varmeledningsmodstand M .....  | 0,10                                      | 1,75  | 1,39        | 1,15            | 0,98        | 0,85            | 0,76        | 0,68            | 0,62        | 0,56             |  |
|  | 0,15                                      | 1,61  | 1,30        | 1,09            | 0,94        | 0,82            | 0,73        | 0,66            | 0,60        | 0,55             |  |
|  | 0,20                                      | 1,49  | 1,22        | 1,03            | 0,89        | 0,79            | 0,70        | 0,64            | 0,58        | 0,53             |  |
|  | 0,25                                      | 1,39  | 1,15        | 0,98            | 0,85        | 0,76            | 0,68        | 0,62            | 0,56        | 0,52             |  |
|  | 0,30                                      | 1,30  | 1,09        | 0,94            | 0,82        | 0,73            | 0,66        | 0,60            | 0,55        | 0,51             |  |
|  | 0,35                                      | 1,22  | 1,03        | 0,89            | 0,79        | 0,70            | 0,64        | 0,58            | 0,53        | 0,49             |  |
|  | 0,40                                      | 1,15  | 0,98        | 0,85            | 0,76        | 0,68            | 0,62        | 0,56            | 0,52        | 0,48             |  |
|  | 0,45                                      | 1,09  | 0,94        | 0,82            | 0,73        | 0,66            | 0,60        | 0,55            | 0,51        | 0,47             |  |
|  | 0,50                                      | 1,03  | 0,89        | 0,79            | 0,70        | 0,64            | 0,58        | 0,53            | 0,49        | 0,46             |  |
|  | 0,55                                      | 0,98  | 0,85        | 0,76            | 0,68        | 0,62            | 0,56        | 0,52            | 0,48        | 0,45             |  |
| 0,60   | 0,94                                      | 0,82  | 0,73        | 0,66            | 0,60        | 0,55            | 0,51        | 0,47            | 0,44        |                  |  |

## VARMETRANSMISSIONSTAL, *k* for massive Ydermure, (fortsat).

| Murens Art  | Isoleringspladens Varmeledningstand <i>M</i> | k for følgende Murtykkelser (maalt uden Beklædning og Puds) |       |       |       |       |       |       |        |        |
|---|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|   |  | 30 cm   | 40 cm | 50 cm | 60 cm | 70 cm | 80 cm | 90 cm | 100 cm | 110 cm |
| Betonnur.....   | —  | 1,93  | 1,61  | 1,39  | 1,22  | 1,09  | 0,98  | 0,89  | 0,82   | 0,76   |
| Betonnur indvendig beklædt med Isoleringsplade med Varmeledningstand <i>M</i> ..... | 0,10   | 1,39  | 1,22  | 1,09  | 0,98  | 0,89  | 0,82  | 0,76  | 0,71   | 0,66   |
|   | 0,15   | 1,30  | 1,15  | 1,03  | 0,94  | 0,86  | 0,79  | 0,73  | 0,68   | 0,64   |
|   | 0,20   | 1,22  | 1,09  | 0,98  | 0,89  | 0,82  | 0,76  | 0,71  | 0,66   | 0,62   |
|   | 0,25   | 1,15  | 1,03  | 0,94  | 0,86  | 0,79  | 0,73  | 0,68  | 0,64   | 0,60   |
|   | 0,30   | 1,09  | 0,98  | 0,89  | 0,82  | 0,76  | 0,71  | 0,66  | 0,62   | 0,58   |
|   | 0,35   | 1,03  | 0,94  | 0,86  | 0,79  | 0,73  | 0,68  | 0,64  | 0,60   | 0,57   |
|   | 0,40   | 0,98  | 0,89  | 0,82  | 0,76  | 0,71  | 0,66  | 0,62  | 0,58   | 0,55   |
|   | 0,45   | 0,94  | 0,86  | 0,79  | 0,73  | 0,68  | 0,64  | 0,60  | 0,57   | 0,54   |
|   | 0,50   | 0,89  | 0,82  | 0,76  | 0,71  | 0,66  | 0,62  | 0,58  | 0,55   | 0,52   |
|   | 0,55   | 0,86  | 0,79  | 0,73  | 0,68  | 0,64  | 0,60  | 0,57  | 0,54   | 0,51   |
| 0,60  | 0,82   | 0,76  | 0,71  | 0,66  | 0,62  | 0,58  | 0,55  | 0,52  | 0,50   |        |

## VARMETRANSMISSIONSTAL, *k* for hule Ydermure.

| Murens Art   | Isoleringspladens Varmeledningstand <i>M</i> | Teglsten       |                               | Kalksandsten   |                               |
|--|--|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|
|  |  | blank Yderside | pudset el. ollemalet Yderside | blank Yderside | pudset el. ollemalet Yderside |
| 31 el. 36 cm Hulmur med 7 el. 12 cm Hulrum*).....  | —  | 1,29           | 1,17                          | 1,41           | 1,35                          |
| samme, men med den inderste 1/2 St. af Moler.....  | —  | 0,84           | 0,79                          | 0,86           | 0,83                          |
| 31 eller 36 cm Hulmur med 7 eller 12 cm Hulrum og indvendig beklædt med Isoleringsplade med Varmeledningstand <i>M</i> ..... | 0,10   | 1,03           | 0,93                          | 1,08           | 1,06                          |
|  | 0,15   | 0,98           | 0,89                          | 1,05           | 1,01                          |
|  | 0,20   | 0,93           | 0,85                          | 1,02           | 0,96                          |
|  | 0,25   | 0,89           | 0,81                          | 1,01           | 0,92                          |
|  | 0,30   | 0,85           | 0,78                          | 0,99           | 0,88                          |
|  | 0,35   | 0,81           | 0,76                          | 0,97           | 0,84                          |
|  | 0,40   | 0,79           | 0,73                          | 0,95           | 0,80                          |
|  | 0,45   | 0,75           | 0,70                          | 0,94           | 0,77                          |
|  | 0,50   | 0,73           | 0,68                          | 0,93           | 0,75                          |
|  | 0,55   | 0,71           | 0,66                          | 0,92           | 0,72                          |
| 0,60   | 0,68   | 0,63           | 0,91                          | 0,69           |                               |

\*) Tallene er beregnet under Forudsætning af, at 20% af Muren er fuldt udmuret (langs Vinduer, Døre m.m.).

## VARMELEDNINGSMODSTAND, *M* for Isoleringsplader. $M = \frac{\text{Pladetykkelse } e \text{ (Meter)}}{\text{Varmeledningstal } \lambda}$

(Til Bestemmelse af Indgangstal for Tabellen over Varmetransmissionstal, *k*).

| Isoleringsplade af                    | Tykkelse cm | <i>M</i> anvendes ved paasømmede Plader | <i>M</i> ÷ 0,10 anvendes ved paakittede Plader |
|---------------------------------------|-------------|---|--|
| Arkimaatten ( $\lambda = 0,025$ ) ... | 1,0         | 0,40                                    | —  |
|                                       | 1,6         | 0,64                                    | —  |
|                                       | 2,2         | 0,88                                    | —  |
| Celotex ( $\lambda = 0,041$ ).....    | 1,2         | 0,29                                    | 0,19   |
|                                       | 1,0         | 0,29                                    | 0,19   |
|                                       | 1,5         | 0,43                                    | 0,33   |
| Expanderet Kork ( $\lambda = 0,035$ ) | 2,0         | 0,57                                    | 0,47   |
|                                       | 3,0         | 0,86                                    | 0,76   |
|                                       | 1,0         | 0,22                                    | 0,12   |
| Halmit ( $\lambda = 0,046$ ).....     | 1,5         | 0,33                                    | 0,23   |
|                                       | 2,5         | 0,31                                    | 0,21   |
| Heraklith ( $\lambda = 0,080$ ).....  | 3,5         | 0,44                                    | 0,34   |
|                                       | 1,3         | 0,35                                    | 0,25   |
| Masonit ( $\lambda = 0,037$ ).....    | 1,1         | 0,30                                    | 0,20   |
| Sphagnimaatten ( $\lambda = 0,03$ ).. | 2,0         | 0,67                                    | —  |
|                                       | 2,0         | 0,54                                    | 0,44   |
|                                       | 2,5         | 0,68                                    | 0,58   |
| Torfoleum ( $\lambda = 0,037$ ).....  | 3,0         | 0,81                                    | 0,71   |

### Forklaring til Tabellerne over Ydermures Transmissionstal.

Tabellerne tilsigter særlig at give en direkte Sammenligning mellem forskellige Ydermurskonstruktioner med Hensyn til deres Varmeisoleringssevne. Varmetransmissionstallet *k* giver et Udtryk for Murens Isoleringssevne, som er større, jo mindre *k* er. Af Tabellen læses direkte Varmeledningstallet for en massiv Mur og for en Mur med Bagmur af Molersten. Vil man finde *k* for en Mur beklædt med Isoleringsplader, opsøger man i Tabellen „Varmeledningstande“ (nedenfor) den paagældende Plades Varmeledningstand *M*. Derefter kan man i Tabellen her udføre den Værdi af *M*, der ligger nærmest ved Isoleringspladens, finde *k* for den isolerede Mur.

Tabellen er beregnet for en Vindstyrke paa 1 m/sek, og under Forudsætning af, at Murene ikke kan solbeskinnes. Der forudsættes 1 cm Puds indvendig, men det indvendige Puds er uden større Indflydelse paa Værdien af *k* (fra 1 til 4%), saaledes at Tabellen med tilstrækkelig Nøjagtighed ogsaa kan gælde for Mure uden indvendig Puds. (Se iøvrigt »Korrektioner til Varmetransmissionstallene« (*k*), Side 508).

Denne Tabel er beregnet som en Port til Tabellen „Varmetransmissionstal *k* for Ydermure“ (Side 505 og 506), idet man herfra skaffer sig de Værdier for Varmemodstanden *M*, som skal bruges i disse Tabeller.

Ved paasømmede Plader findes mellem Pladen og Muren en Overgangsmodstand af Størrelse 0,10. Denne er medregnet i Tabellen over *k*. Er Pladerne kittet paa med Mortel, Asfalt el. lign. bortfalder denne Overgangsmodstand, hvorfor man fra det udregnede *M* maa subtrahere 0,10, inden man gaar ind i Tabellen over *k*, som gjort i *M*-Tabellens højre Kolonne.

I Tabellen er kun medtaget *M* for Plader med kendte Gangbarmaal, men man kan hurtigt selv udregne *M* for ethvert foreliggende Plademateriale, naar man kender baade Varmeledningstallet  $\lambda$  og Pladens Tykkelse, idet *M* er udtrykt ved Formlen

$$M = \frac{\text{Pladetykkelse } e \text{ (Meter)}}{\text{Varmeledningstal } \lambda}$$

## VARMETRANSMISSIONSTAL, *k* for Skillerum.

| Væg af   | k for følgende Murtykkelser (maalt uden Puds) |                 |             |                 |             |                 |             |                 |             |                  |
|--|---|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|
|  | 1/2 St. 11 cm                                 | 3/4 St. 16,5 cm | 1 St. 23 cm | 1 1/2 St. 35 cm | 2 St. 47 cm | 2 1/2 St. 59 cm | 3 St. 71 cm | 3 1/2 St. 83 cm | 4 St. 95 cm | 4 1/2 St. 107 cm |
| Alm. Teglsten med Puds paa begge Sider                                 | 1,74  | 1,45            | 1,19        | 0,90            | 0,73        | 0,61            | 0,53        | 0,46            | 0,41        | 0,37             |
| Kalksandsten med Puds paa begge Sider                                  | 1,99  | 1,69            | 1,43        | 1,11            | 0,91        | 0,77            | 0,67        | 0,59            | 0,53        | 0,48             |
| k for følgende Vægtykkelser (maalt uden Puds eller Rør)                |   |                 |             |                 |             |                 |             |                 |             |                  |
|  | 2 cm  | 2,5 cm          | 3 cm        | 4 cm            | 5 cm        | 6 cm            | 7 cm        | 8 cm            | 9 cm        | 10 cm            |
| Slaggebeton.....   | —   | —               | —           | —               | 2,1         | 2,0             | 1,8         | 1,7             | —           | —                |
| Rabitz.....  | —   | —               | —           | 3,0             | —           | 2,8             | —           | 2,6             | —           | 2,4              |
| Beton med Jernindlæg.....  | —   | —               | —           | —               | —           | 3,1             | —           | 3,0             | —           | 2,8              |
| 1 Lag Brædder, upudset.....  | 2,20  | 2,02            | 1,87        | 1,62            | 1,43        | —               | —           | —               | —           | —                |
| 2 Lag Brædder, upudset.....  | —   | —               | 1,57        | 1,39            | 1,25        | —               | —           | —               | —           | —                |
| 1 Lag Brædder, røret og pudset paa den ene Side.....                   | 2,10  | 1,94            | 1,79        | 1,56            | 1,38        | —               | —           | —               | —           | —                |
| 2 Lag Brædder, røret og pudset paa den ene Side.....                   | —   | —               | 1,52        | 1,35            | 1,22        | —               | —           | —               | —           | —                |
| 2 Lag Brædder, med Pappellemlæg, røret og pudset paa den ene Side..... | —   | —               | 1,17        | 1,07            | 0,98        | —               | —           | —               | —           | —                |
| 1 Lag Brædder, røret og pudset paa begge Sider.....                    | 2,02  | 1,86            | 1,73        | 1,51            | 1,34        | —               | —           | —               | —           | —                |
| 2 Lag Brædder, røret og pudset paa begge Sider.....                    | —   | —               | 1,47        | 1,35            | 1,18        | —               | —           | —               | —           | —                |
| 2 Lag Brædder med Pappellemlæg, røret og pudset paa begge Sider.....   | —   | —               | 1,14        | 1,04            | 0,96        | —               | —           | —               | —           | —                |

## VARMETRANSMISSIONSTAL, *k* for Etageadskillelser, Tage, Vinduer, Døre.

| Etageadskillelse af:   | k for følgende Tykkelser (maalt uden Puds) |       |       |       |       |       |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 10 cm                                      | 12 cm | 14 cm | 16 cm | 18 cm | 20 cm |
| Jern og Beton med Puds.....  | 2,45                                       | 2,34  | 2,23  | 2,13  | 2,05  | 1,97  |
| Jern og Beton med Puds og Linoleum.....  | 1,96                                       | 1,89  | 1,82  | 1,75  | 1,69  | 1,64  |
| <b>k</b>   |  |       |       |       |       |       |
| Betongulv direkte paa Jord, 15 cm tykt.....  | 1,5  |       |       |       |       |       |
| Betongulv direkte paa Jord, 15 cm tykt, med 2 cm Asfalt.....                         | 1,0  |       |       |       |       |       |
| Træbjælkelag med Bræddegulv.....   | 1,80                                       |       |       |       |       |       |
| Træbjælkelag med Bræddegulv, Forskalling og Puds paa Undersiden.....                 | 1,00                                       |       |       |       |       |       |
| Træbjælkelag med Bræddegulv, Indskud og Ler, Puds paa Indskuddet.....                | 0,85                                       |       |       |       |       |       |
| Træbjælkelag med Bræddegulv, Indskud og Ler, Forskalling og Puds paa Undersiden..... | 0,65                                       |       |       |       |       |       |
| <b>Tag af:</b>   |  |       |       |       |       |       |
| Tagpap, Skifer el. lign. paa 2,5 cm Forskalling.....                                 | 3,0  |       |       |       |       |       |
| Zink eller Kobber paa 2,5 cm Forskalling.....  | 3,2  |       |       |       |       |       |
| Teglsten paa Lægter med tættede Fuger.....   | 5,5  |       |       |       |       |       |
| Teglsten paa Lægter, forskallet, røret og pudset inden for Spærene.....              | 1,5  |       |       |       |       |       |
| Armeret Beton, 8 cm tykt med Tagpap.....   | 3,5  |       |       |       |       |       |
| <b>Vinduer, Døre</b>   |  |       |       |       |       |       |
| <b>k</b>   |  |       |       |       |       |       |
| Enkelt Vindue af Træ (70% Glasareal).....  | 4,8  |       |       |       |       |       |
| Enkelt Vindue af Træ med dobbelt Lag Glas (70% Glasareal).....                       | 3,0  |       |       |       |       |       |
| Dobbelt Vindue af Træ (70% Glasareal).....   | 2,4  |       |       |       |       |       |
| Butiksvindue med Spejlglas.....  | 5,5  |       |       |       |       |       |
| Støbejernsvindue.....  | 5,5  |       |       |       |       |       |
| Støbejernsvindue med dobbelt Lag Glas.....   | 3,5  |       |       |       |       |       |
| Yderdør af Træ.....  | 3,0  |       |       |       |       |       |
| Enkelt Yderdør af Træ med Glas.....  | 5,0  |       |       |       |       |       |
| Dobbelt Yderdør af Træ med Glas.....   | 2,5  |       |       |       |       |       |
| Inderdør af Træ.....   | 2,0  |       |       |       |       |       |
| Inderdør af Træ med Glas.....  | 3,0  |       |       |       |       |       |

## KORREKTIONER

til Varmetransmissionstallene (k).

| Tillæg til k for Vind ved Ydermure og Tage   | % af k <sup>2</sup> |
|--|---------------------|
| For nedre Etager mod snævre Gaarde.....  | 0—2                 |
| For nedre Etager mod større Gaarde.....  | 3—4                 |
| For øvre Etager mod snævre Gaarde.....   | 3—4                 |
| For Facader mod snævre Gader.....  | 5—6                 |
| For øvre Etager mod større Gaarde.....   | 5—6                 |
| For fritliggende Facader mod aabne Pladser, Havne eller i Byens Udkanter.....  | 7                   |
| For Bygninger paa Landet.....  | 7                   |
| Fradrag fra k for Sol ved Ydermure, der kan solbeskinnes ved Vintersolhverv  | % af k              |
| For Væg mod Syd.....   | 15                  |
| For Væg mod Sydøst og Sydvest.....   | 10                  |
| For Væg mod Øst og Vest.....   | 5                   |
| Tillæg til k for Udstråling til Himmelummet  | % af k <sup>2</sup> |
| For flade Tage (incl. Vindtillæg).....   | 9                   |
| Tillæg til k for naturligt Luftsift  | % af k              |
| Dersom man ikke beregner Varmetabet ved naturligt Luftsift for sig, maa man til Transmissionstallene for Vinduer og Yderværelse tillægge (for alm. Vinduer af Træ med Fuge-længde ca. 8 m/m <sup>2</sup> ) |                     |
| For enkelte Vinduer { mod NV—N—Ø—SØ<br>{ mod SV.....   | 80<br>40            |
| For dobbelte Vinduer { mod NV—N—Ø—SØ<br>{ mod SV.....  | 100<br>50           |

## TILLÆG til Varmetabet beregnet ved Transmission.

| Tillæg for naturlig Luftsift naar Varmetabet ved Luftsift ikke er beregnet paa anden Maade | Kal/m <sup>3</sup>     |
|--|------------------------|
| For Værelser med 1 Ydermur.....  | 4                      |
| For Værelser med 2 Ydermure (Hjørneværelser).....  | 6                      |
| For Tagværelser.....   | 8                      |
| Tillæg for lodret Luftsift   | % af Varmetabet        |
| For Værelser i Stueetage.....  | 10                     |
| For Rum mere end 4 m høje (undt. Trapperum) pr. m udover de 4.....                         | 2 1/2<br>ialt højst 20 |
| Tillæg for varierende Drift  | % af Varmetabet        |
| For Anlæg med uafbrudt Drift, men uden Pasning om Natten.....                              | 10—20                  |
| For Anlæg, der kun er i Drift 13—15 Timer pr. Døgn.....                                    | 15—25                  |
| For Anlæg, der kun er i Drift 9—12 Timer pr. Døgn.....                                     | 20—30                  |
| For Anlæg, der kun er i Drift lejlighedsvis.....   | 30—50                  |

## TEMPERATUR-FORUDSÆTNINGER

| Udvendige Temperaturer  | °C           |
|---|--------------|
| Bygninger i Byer.....   | ±6° til ±10° |
| Sygehuse el. lign. i Byer.....  | ±12°         |
| Bygninger paa Landet.....   | ±15°         |
| Indvendige Temperaturer   | °C           |
| Uopvarmede Rum:<br>Værelser, som kun undtagelsesvis eller slet ikke opvarmes..... | 0°           |
| Portrum, Vestibuler, Trapperum i Stueetage.....                                   | ±5°          |
| Trapperum i højere Etager.....  | 0°           |
| Tagrum.....   | ±5°          |
| Kælderrum med Varmefordelingsrør... ..  | ±5°          |
| Kælderrum uden Varmefordelingsrør... ..   | 0°           |
| Jord under Kældergulv.....  | +5°          |
| Jord udenfor Kældermur.....   | 0°           |
| Tilstødende Nabobygninger som er opvarmede.....                                   | +5°          |
| Opvarmede Rum:<br>Opholdsstuer, Kontorlokaler, Skolestuer, Sygestuer.....         | 20°          |
| Soveværelser.....   | 5—20°        |
| Pigeværelser.....   | 20°          |
| Badeværelser med Bruse.....   | 12°          |
| Badeværelser med Kar.....   | 25°          |
| Køkkener.....   | 5—15°        |
| Korridorer.....   | 15°          |
| Forstuer.....   | 10°          |
| Gymnastiksale.....  | 10°          |
| Kirker.....   | 10—15°       |
| Butiker, Restaurationer, Forsamlingshuse, Teatre m. m.....                        | 15—20°       |

Forklaring til „Korrekationer“, „Tillæg“ og „Temperaturforudsætninger“.

Tillæggene til k for Vind og Udstråling til Himmelummet skal være procentisk større, jo større k er. Dette opnaas ved at beregne Tillægget som en vis Procentdel af k<sup>2</sup>.

Tillægget til Varmetabet for varierende Drift gives ved Anlæg, der i nogle af Døgnets Timer gaar med formindsket Varmeproduktion, for at Anlægget i de øvrige Timer kan være i Stand til at dække det derved fremkomne Varmeunderskud. Tillægget er afhængig af denne Perodes Længde, af den procentiske Varmeproduktionsformindskelse i Perioden og af Bygningens Massivitet. Ved Anlæg, der kun lejlighedsvis er i Drift, er den Hastighed, hvormed man ønsker Bygningen opvarmet, bestemmende for Tillægget. Eksempelvis kan anføres, at ved en Varmeproduktionsformindskelse paa 25% i Timer i Døgn, andrager Tillægget 22% for almindelige 4—5 Etages Boligkomplekser og 10% for meget lette Bygninger som Væksthuse og lignende. Tillægget kan udelades, dersom man ved Transmissionsberegningen i Stedet for de i Tabel over Temperaturforudsætninger anførte Ydertemperaturer, regner med en Ydertemperatur t<sub>u</sub> bestemt ved Formlen:

$$t'_u = t_u \div (t_1 \div t_u) \frac{P}{100}$$

hvor t<sub>u</sub> er de i Tabellen angivne Ydertemperaturer, t<sub>1</sub> er Indertemperaturen og P det procentiske Tillæg for varierende Drift.

For større Rum, der er noget lunere beliggende end Bygningens øvrige Rum, bliver det beregnede Varmetab let for lille, hvorfor man der bør give et mindre Tillæg efter Skøn (ca. 10%). Varmetabet for mindre eller letbyggede Rum kan analogt gives et lignende Fradrag.

## VARMELEDNINGSTAL λ

(kg°/m · Time · °C.)

(Se tillige Tabellen Side 397 ff.)

Hvor intet er anført, om Temperaturen, gælder Værdierne for omkring 20° C og kan med tilstrækkelig Nøjagtighed regnes uforanderlige indenfor de Temperaturvariationer, Bygninger almindeligt er underkastet. De anførte Værdier er Middelværdier, og hvor der er angivet to, er det Grænseværdier.

Varmedningstallet for porøse Stoffer kan variere meget stærkt med Fugtighedsindholdet, hvorfor man ved Opgivelser for saadanne Stoffer maa paase, at Tallet er opgivet for normalt Fugtighedsindhold. Ligeledes kan Tallet for Isoleringplader o. lign. variere lidt for de forskellige Fabrikater. Ældre Opgivelser kan paa Grund af Forsøgenes Unøjagtighed være upaalidelige.

| Materiale   | Rumvægt γ kg/m <sup>3</sup> | Varmedningstal λ kg°/m Time °C |
|---|-----------------------------|--------------------------------|
| Asbest.....   | 702                         | 0,20                           |
| Asbest.....   | 576                         | 0,14                           |
| Asbest.....   | 470                         | 0,13                           |
| Asbestcementskifer.....                               | 1783                        | 0,19                           |
| Asfalt.....   | 2120                        | 0,6                            |
| Asfaltkorkplader (Raakork).....                       | 228                         | 0,045                          |
| Asfaltkorkplader (Raakork).....                       | 300                         | 0,050                          |
| Asfaltkorkplader (Raakork).....                       | 200                         | 0,061                          |
| Beton (se endv. Cementmørtel, Slaggebeton m. m.)..... | 1600                        | 0,72                           |
| Beton 1:2:2.....                                      | 2180                        | 0,65                           |
| Beton 1:2:5.....                                      | ..                          | 0,77                           |
| Beton 1:3:5.....                                      | ..                          | 0,53                           |
| Bly.....  | 11,3                        | 30                             |
| Cementmørtel, sandfri.....                            | 2000                        | 0,78                           |
| Cementmørtel 1:5.....                                 | 1900                        | 1,20                           |
| Egetræ ⊥ Fiber.....                                   | 825                         | 0,18                           |
| Egetræ ≠ Fiber.....                                   | 825                         | 0,35                           |
| Filt.....   | ..                          | 0,035                          |
| Fyrretræ ⊥ Fiber.....                                 | 550                         | 0,14                           |
| Fyrretræ ≠ Fiber.....                                 | 550                         | 0,30                           |
| Gibs, støbt lufttørret.....                           | ..                          | 0,5                            |
| Gibs (Murgibs), tørret.....                           | 1250                        | 0,40                           |
| Gibsplader med Korksmuld.....                         | 685                         | 0,25                           |
| Glas.....   | ..                          | 0,35—0,9                       |
| Glasuld, filtret.....                                 | 410                         | 0,06                           |
| Glasuld, glat.....                                    | 220                         | 0,04                           |
| Granit.....   | ..                          | 2,5—3,5                        |
| Grantræ ⊥ Fiber.....                                  | 500                         | 0,10                           |
| Grantræ ≠ Fiber.....                                  | 500                         | 0,17                           |
| Gummi se Kautsjuk.....                                | ..                          | ..                             |
| Høvlsplaaner.....                                     | 140                         | 0,05                           |
| Ikassten.....   | 350                         | 0,07                           |
| Ildfaste Sten, let brændte.....                       | ..                          | 0,39                           |
| Ildfaste Sten, haardt brændte.....                    | ..                          | 0,70                           |
| Jern, se Staal.....                                   | ..                          | ..                             |
| Jord, fugtig.....                                     | ..                          | 2,0                            |
| Kalkpuds, se Puds.....                                | ..                          | ..                             |
| Kalksten, finkornet.....                              | ..                          | 2,0                            |
| Kalksten.....   | 1980                        | 0,80                           |
| Kalksten.....   | 1660                        | 0,58                           |
| Kalksandsten af fint Sand.....                        | 1660                        | 0,60                           |
| Kalksandsten af groft Sand.....                       | 1990                        | 0,80                           |
| Kautsjuk.....   | 1100                        | 0,15                           |
| Kiselgur, løst og tørt.....                           | 250—350                     | 0,55                           |
| Kiselgursten.....                                     | 295                         | 0,07                           |
| Kiselgursten.....                                     | 750                         | 0,12                           |
| Klinker.....  | ..                          | 0,85                           |

## VARMELEDNINGSTAL λ (fortsat)

(kg°/m · Time · °C.)

| Materiale   | Rumvægt γ kg/m <sup>3</sup> | Varmedningstal λ kg°/m Time °C |
|---|-----------------------------|--------------------------------|
| Kobber.....   | ..                          | 320                            |
| Korksmuld.....  | ..                          | 0,16                           |
| Kokkslagge.....   | ..                          | 0,12                           |
| Korkmentolinoleum.....  | 535                         | 0,069                          |
| Korkplader, naturfarvede (se endvidere Asfaltkorkplader og Expanscoplader)..... | 200                         | 0,040                          |
| Korksmuld, raa, Kornstørrelse 3—5 mm.....                                       | 85                          | 0,042                          |
| Korksmuld, raa, Kornstørrelse 1—3 mm.....                                       | 161                         | 0,041                          |
| Korksmuld, expanderede, Kornstørrelse 3—5 mm.....                               | 45                          | 0,033                          |
| Korksmuld, expanderede, Kornstørrelse 1—2 mm.....                               | 48                          | 0,029                          |
| Ler, stampet, 6 Rumfang % Vand.....   | 1900                        | 0,60                           |
| Linoleum.....   | 1180                        | 0,16                           |
| Luft, absolut stillestaende.....  | ..                          | 0,02                           |
| Magnesitsten.....   | ..                          | 4,30                           |
| Marmor.....   | 2700                        | 2,2—2,8                        |
| Moler, højporøst.....   | ..                          | 0,07                           |
| Molersten.....  | ..                          | 0,17—0,23                      |
| Mursten, se Teglsten.....   | ..                          | ..                             |
| Murværk af Kalksandsten i Indermur.....   | ..                          | 0,6                            |
| Murværk af Kalksandsten i Ydermur.....  | ..                          | 0,8—1,0                        |
| Murværk af Teglsten i Indermur.....   | ..                          | 0,35—0,50                      |
| Murværk af Teglsten i Ydermur.....  | ..                          | 0,6—1,0                        |
| Papir og Pap.....   | ..                          | 0,04                           |
| Puds.....   | 1800                        | 0,5—0,6                        |
| Sand, tørt.....   | ..                          | 0,3                            |
| Sand, 7% Vand.....  | ..                          | 1,0                            |
| Sandsten, naturlige (se endvidere Kalksandsten).....                            | ..                          | 1,1—1,3                        |
| Savsmuld.....   | 200                         | 0,05—0,06                      |
| Skalmuringsten.....   | ..                          | 0,76                           |
| Skifer.....   | ..                          | 0,29                           |
| Slaggebeton.....  | 871                         | 0,25                           |
| Slaggeuld.....  | 420                         | 0,07                           |
| Staal og Jern.....  | ..                          | 40—50                          |
| Stentøj.....  | ..                          | 0,30—0,40                      |
| Svømmesten.....   | 630                         | 0,13                           |
| Tagpap.....   | ..                          | 0,12                           |
| Tagrør.....   | 75                          | 0,04                           |
| Teaktræ ⊥ Fiber.....  | 600—650                     | 0,15                           |
| Teaktræ ≠ Fiber.....  | 600—650                     | 0,33                           |
| Teglsten, haandstrøgne.....   | 1536                        | 0,34                           |
| Teglsten, maskinformede.....  | 1672                        | 0,45                           |
| Teglstensmur, se Murværk af Teglsten.....                                       | ..                          | ..                             |
| Torfoleumplader.....  | 280                         | 0,050                          |
| Tørveplader.....  | 280                         | 0,055                          |
| Tørveplader.....  | 371                         | 0,062                          |
| Tørveplader.....  | 728                         | 0,095                          |
| Tørveplader.....  | 830                         | 0,142                          |
| Tørvesmuld, normalt fugtigt.....  | 190                         | 0,060                          |
| Vand.....   | 1000                        | 0,51                           |
| Zink.....   | ..                          | 95                             |

## OVERGANGSTAL α

|  |                     |
|--|---------------------|
| Ydervægges udvendige Overflader (for Vindstyrke 1 m/sek.)..... | a <sub>u</sub> = 13 |
| Enkelte Vinduers indvendige Overflader... ..                   | a <sub>i</sub> = 11 |
| Dobbelte Vinduers indvendige Overflader... ..                  | a <sub>i</sub> = 9  |
| Alle andre Overflader mod Bygningers Indre                     | a <sub>i</sub> = 7  |