

4115

REGLER FOR
BEREGNING AF VARMETAB
FRA BYGNINGER



DANSK INGENIØRFORENING

1. udgave 1953

4. oplag 1959

Eftertryk forbudt

TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN

NR. 55

PRIS: 5.50

Gluk: anden nu værdi for koldirgulæ.

REGLER FOR
BEREGNING AF VARMETAB
FRA BYGNINGER



DANSK INGENIØRFORENING

1. udgave 1953

4. oplag 1959

Eftertryk forbudt

TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN

Indholdsfortegnelse.

	Side
Forord	5
Oversigt over de vigtigste benyttede begreber og betegnelser ...	7
I. Varmetabsberegning	9
§ 1. Grundbegreber og definitioner	9
§ 2. Grundregler for beregningen	10
§ 3. Forudsatte temperaturer	11
§ 4. Arealer	12
§ 5. Beregning af transmissionstal	12
§ 6. Overgangsmodstande, luftmelletrum	13
§ 7. Fugetab ved vinduer og døre	14
§ 8. Tillæg for verdenshjørner og udstråling til himmelrummet	16
§ 9. Mindste regnemæssige fugetab	16
II. Varmeledningstal	17
III. Transmissionstal for forskellige bygningslementer	26
IV. Eksempel og beregningsskema	41

Indholdsfortegnelse.

	Side
Forord	5
Oversigt over de vigtigste benyttede begreber og betegnelser ...	7
I. Varmetabsberegning	9
§ 1. Grundbegreber og definitioner	9
§ 2. Grundregler for beregningen	10
§ 3. Forudsatte temperaturer	11
§ 4. Arealer	12
§ 5. Beregning af transmissionstal	12
§ 6. Overgangsmodstande, luftmelletrum	13
§ 7. Fugetab ved vinduer og døre	14
§ 8. Tillæg for verdenshjørner og udstråling til himmel- rummet	16
§ 9. Mindste regnemæssige fugetab	16
II. Varmeledningstal	17
III. Transmissionstal for forskellige bygningselementer	26
IV. Eksempel og beregningsskema	41

Oversigt over tabellerne.

	Side
Tabel 1. Overgangsmodstande	13
- 2. Luftmellemrum	14
- 3. Fugetallet f	16
- 4. Varmeledningstal for murværk af sten i normalformat	20
- 5. Varmeledningstal for murværk af massive blokke	21
- 6. Varmeledningstal for homogene materialer	22
- 7. Transmissionstal for massive ydermure	27
- 8. Transmissionstal for hulmure	28
- 9. Transmissionstal for ydervægge af jernbeton, isolerede med letbeton	29
- 10. Transmissionstal for ydervægge og vinduesbrystninger	30
- 11. Transmissionstal for andre ydervægge	31
- 12. Transmissionstal for indervægge	32
- 13. Transmissionstal for vinduer	34
- 14. Transmissionstal for specielle vindues- og dørtyper	35
- 15. Transmissionstal for tagkonstruktioner af træ	36
- 16. Transmissionstal for massive tage	37
- 17. Transmissionstal for jernbeton i etageadskillelser	38
- 18. Transmissionstal for hulstensdæk	39
- 19. Transmissionstal for træbjælkelag	40
Beregningskema	42

Forord

Dansk Ingeniørforening nedsatte den 15. april 1948 et udvalg med følgende sammensætning:

Civilingeniør H. Peschardt-Hansen (formand),
civilingeniør, dr. techn. P. Becher,
civilingeniør, dr. techn. N. F. Bisgaard,
overingeniør, cand. polyt. J. C. Buus,
civilingeniør Poul J. Hellegaard,
civilingeniør H. P. Knudsen,
civilingeniør, dr. phil Poul W. Marke (sekretær),
civilingeniør O. G. Posselt.

Den opgave, der var stillet udvalget, var at udforme en varmetabsberegning, der var så enkel som muligt, og som kunne forsvares anvendt ved boligbyggeri og lignende.

Udvalget har fundet det nødvendigt at fremhæve den fare, der kan ligge i udformningen af en standard-beregning, ved at denne i den ene eller anden forbindelse kan blive „lovfæstet“ på en sådan måde, at der ikke åbnes mulighed for anvendelse af beregninger, der afviger fra den, selv når disse i højere grad tager hensyn til foreliggende særlige forhold.

Forholdene ved varmeoverføring er så komplicerede, at det er ganske udelukket ved en simpel standard-beregning at tage hensyn til alle specielle forhold og konstruktioner, der kan forekomme, og udvalget vil derfor meget stærkt fremhæve, at reglerne må anvendes med omtanke, når der er tale om særprægede konstruktioner, og at det er absolut nødvendigt, hvis disse regler på nogen måde lovfæstes, da at åbne mulighed for anvendelse af afvigende beregninger og for sagkyndig bedømmelse af disse.

Ud over disse væsentlige forbehold må det bemærkes, at visse af de anførte talværdier er behæftet med stor usikkerhed. Dette gælder således fugetallene, tillæggene for vind og verdenshjørner og en del af varmeledningstallene.

Oversigt over tabellerne.

	Side
Tabel 1. Overgangsmodstande	13
- 2. Luftmelletrum	14
- 3. Fugetallet f	16
- 4. Varmeledningstal for murværk af sten i normalformat	20
- 5. Varmeledningstal for murværk af massive blokke	21
- 6. Varmeledningstal for homogene materialer	22
- 7. Transmissionstal for massive ydermure	27
- 8. Transmissionstal for hulmure	28
- 9. Transmissionstal for ydervægge af jernbeton, isolerede med letbeton	29
- 10. Transmissionstal for ydervægge og vinduesbrystninger	30
- 11. Transmissionstal for andre ydervægge	31
- 12. Transmissionstal for indervægge	32
- 13. Transmissionstal for vinduer	34
- 14. Transmissionstal for specielle vindues- og dørtypen	35
- 15. Transmissionstal for tagkonstruktioner af træ	36
- 16. Transmissionstal for massive tage	37
- 17. Transmissionstal for jernbeton i etageadskillelser	38
- 18. Transmissionstal for hulstensdæk	39
- 19. Transmissionstal for træbjælkelag	40
Beregningskema	42

Forord

Dansk Ingeniørforening nedsatte den 15. april 1948 et udvalg med følgende sammensætning:

Civilingeniør H. Peschardt-Hansen (formand),
civilingeniør, dr. techn. P. Becher,
civilingeniør, dr. techn. N. F. Bisgaard,
overingeniør, cand. polyt. J. C. Buus,
civilingeniør Poul J. Hellegaard,
civilingeniør H. P. Knudsen,
civilingeniør, dr. phil Poul W. Marke (sekretær),
civilingeniør O. G. Posselt.

Den opgave, der var stillet udvalget, var at udforme en varmetabsberegning, der var så enkel som muligt, og som kunne forsvares anvendt ved boligbyggeri og lignende.

Udvalget har fundet det nødvendigt at fremhæve den fare, der kan ligge i udformningen af en standard-beregning, ved at denne i den ene eller anden forbindelse kan blive „lovfæstet“ på en sådan måde, at der ikke åbnes mulighed for anvendelse af beregninger, der afviger fra den, selv når disse i højere grad tager hensyn til foreliggende særlige forhold.

Forholdene ved varmeoverføring er så komplicerede, at det er ganske udelukket ved en simpel standard-beregning at tage hensyn til alle specielle forhold og konstruktioner, der kan forekomme, og udvalget vil derfor meget stærkt fremhæve, at reglerne må anvendes med omtanke, når der er tale om særprægede konstruktioner, og at det er absolut nødvendigt, hvis disse regler på nogen måde lovfæstes, da at åbne mulighed for anvendelse af afvigende beregninger og for sagkyndig bedømmelse af disse.

Ud over disse væsentlige forbehold må det bemærkes, at visse af de anførte talværdier er behæftet med stor usikkerhed. Dette gælder således fugetallene, tillæggene for vind og verdenshjørner og en del af varmeledningstallene.

I enkelte tilfælde er det foreliggende talmateriale utilfredsstillende, og det stammer for en stor del fra erfaringer og forsøg, der ikke altid uden videre lader sig overføre på forholdene i praksis her i landet.

Udvalget har imidlertid foretrukket at fastsætte nogle værdier, der skønnedes rimelige, selv om muligvis videre undersøgelser kan nødvendiggøre ændringer på visse punkter. Talmaterialet bør derfor revideres med passende mellemrum, ligesom det ved fremkomsten af nye materialer vil være påkrævet at placere disse i forhold til de materialer, der allerede er omtalt i reglerne.

Efter at udvalgets forslag har været fremlagt til kritik og derefter påny gennemgået af udvalget, vedtog Dansk Ingeniørforenings hovedbestyrelse på sit møde den 18. august 1952 at godkende forslaget.

Oversigt over de vigtigste benyttede begreber og betegnelser.

Begreb	Betegnelse	Enhed
Varmemængde		kcal
Varmetab, varmestrøm	Q	kcal/h
Transmissionstal	k	kcal/m ² ·h·°C
Transmissionsmodstand	M (= $\frac{1}{k}$)	
Fugetal	f	kcal/m·h·°C
Areal	F	m ²
Fugelængde	L	m
Temperatur	t	°C
Overgangstal	α	kcal/m ² ·h·°C
Overgangsmodstand	m (= $\frac{1}{\alpha}$)	
Varmeledningstal	λ	kcal/m·h·°C
Murtykkelse o. lign.	e	m
Længde	l	m
Rumvægt	γ	kg/m ³
Hastighed	v	m/sec.

I. Varmetabsberegning

§ 1. Grundbegreber og definitioner.

Transmissionstallet, k kcal/m² · h · °C, for en plan væg er den varmemængde, målt i kcal (kilokalorier), som i løbet af 1 time passerer gennem 1 m² af væggen, når temperaturforskellen mellem rummene på de to sider af væggen er 1 °C.

Transmissionsmodstanden, $M = \frac{1}{k}$ for en væg el. lign. er den modstand, varmemstrømmen møder, og er den reciprokke værdi af væggens transmissionstal.

Fugetallet, f kcal/m · h · °C, for en vinduesfuge eller tilsvarende åbning er det varmetab, målt i kcal/h, der forårsages ved luftstrømningen gennem 1 m af fugen, når temperaturforskellen mellem luften på de to sider af vinduet er 1 °C.

Overgangstallet, a kcal/m² · h · °C, for en overflade er den varmemængde, målt i kcal, der i løbet af 1 time afgives af 1 m² af overfladen til det tilgrænsende rum eller modtages fra dette, når forskellen mellem overfladens temperatur og rummets temperatur er 1 °C.

Overgangsmodstanden, $m = \frac{1}{a}$ for en overflade er den reciprokke værdi af overfladens overgangstal.

Varmeledningstallet, λ kcal/m · h · °C, for et materiale er den varmemængde, målt i kcal, der i løbet af 1 time passerer gennem 1 m² af et 1 m tykt lag af materialet, når temperaturforskellen mellem lagets overflader er 1 °C.

Varmeledningsmodstanden for et homogent lag med tykkelse e m og varmeledningstal λ er $\frac{e}{\lambda}$.

For *luftmelletrum* består modstanden dels af overgangsmodstandene for de to flader, der begrænser mellemrummet, dels af modstanden i selve luftlaget. Disse modstande sammenfattes til *et enkelt modstandstal* m_1 , for luftmelletrummet som helhed (tabel 2).

Ved nogle af disse definitioner er forudsat stationære tilstande, og ved den praktiske anvendelse må der gøres visse forudsætninger om vindhastigheder o. lign.

§ 2. Grundregler for beregningen.

Ved beregning af varmetabet fra et rum opdeles hver begrænsningsflade således, at egentlige vægflader, vinduer, vinduesbrystninger o. s. v. behandles hver for sig, og der tages særligt hensyn til de vinduesbrystninger, ud for hvilke der skal anbringes radiator.

Varmetabet hidrører dels fra varmeledning gennem vægge, vinduesruder etc., og denne del kaldes *transmissionstabet*, dels fra luftstrømning gennem fuger ved vinduer o. lign., og denne del kaldes *fugetabet*.

Transmissionstabet pr. time findes af formlen:

$$Q_k = k \cdot F \cdot (t_i - t_u), \quad (1)$$

Fugetabet pr. time af formlen:

$$Q_f = f \cdot L \cdot (t_i - t_u), \quad (2)$$

idet

$$Q_k + Q_f = Q \quad \begin{array}{l} \text{varmetabet i kcal/h} \\ \text{transmissionstallet i kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C} \\ \text{fugetallet i kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{°C} \\ \text{fladens areal i m}^2 \\ \text{fugelængden i m} \\ \text{temperaturen i rummet} \\ \text{den ydre temperatur (evt. temperaturen} \\ \text{i naborummet).} \end{array} \quad (3)$$

Varmetabet beregnes for hver enkelt flade for sig, derefter gives tillæg for verdenshjørner etc., jfr. § 8, og endelig adderes de således korrigerede varmetab for alle de flader, der udgør rummets begrænsning (jfr. dog § 9).

Enhver beregning af varmetab fra en bygning anbefales afsluttet med en udregning af det gennemsnitlige varmebehov pr. m² brutto- etageareal eller pr. m³ totalvolumen.

§ 3. Forudsatte temperaturer.

Ved varmetabsberegningen regnes med følgende temperaturer:

Udvendig temperatur ÷ 15 °C

Indvendig temperatur i opholdsrum

(også soveværelser) almindeligvis + 20 °C

Temperaturen i andre rum fastsættes i hvert enkelt tilfælde.

I uopvarmede rum må temperaturen fastsættes skønsomt og bør i tvivlstilfælde kontrolleres ved efterregning.

Anbringes en *radiator* op ad en ydervæg, regnes temperaturen i mellemrummet til 50 °C, med mindre en nøjagtig beregning af den gennemføres.

Ved den pågældende del af ydervæggen bliver forskellen mellem indvendig og udvendig temperatur således 65 °C.

Temperaturen under loft regnes at være 2° højere end værelsets middeltemperatur og temperaturen ved gulvet 2° lavere.

I et normalt beboelsesrum sættes således temperaturen ved loft og gulv til henholdsvis 22° og 18°.

Såfremt loftshøjden er væsentlig over 3 m, sættes loftstemperaturen 1° højere for hver ekstra meter.

Hvis der i en hall med loftshøjde 6 m skal holdes normal stuetemperatur i opholdszonen, regnes temperaturen ved gulv til 18 °C, ved loft 25 °C, og middeltemperaturen altså 21,5 °C.

Såfremt et rum har mere end een kold vægflade el. lign., gives et tillæg på 3 % til det samlede varmetab for hver ekstra, kold vægflade.

I et hjørneværelse i tagetagen er der normalt 3 kolde vægflader, og tillægget bliver derfor 6 %.

Som kold vægflade regnes:

Ydervægge,

gulv over uopvarmede kældre, portrum, butikker o. lign.,

loft under flade tage, uopvarmede loftsrum etc.,

indervægge til rum, som må forventes at være særlig kolde,

f. eks. trapperum.

Hvor vægge, loft eller gulv ikke kan regnes at være fuldstændig tætte, f. eks. i udnyttede tagetager med trækonstruktioner, gives et ekstra tillæg for utætheder på 10—15 % af værelsets samlede varmetab.

§ 4. Arealer.

Vinduers arealer sættes lig murhullets størrelse.

Vægarealer beregnes som produktet af det indvendige murmål og bruttoetagehøjden (højden fra færdigt gulv til færdigt gulv).

Dog bemærkes følgende:

Ved særlig smalle murpiller forøges pillens bredde med det dobbelte af murtykkelsen som kompensation for varmetabet gennem pillens sider.

Der bør tages hensyn til eventuelle kuldebroer.

§ 5. Beregning af transmissionstal.

Transmissionstallet, k , for en væg el. lign., hvis enkelte lag er parallelle med overfladen, bestemmes af formlen

$$\frac{1}{k} = M = m_i + m_u + m_1 + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots, \quad (4)$$

hvor

- m_i overgangsmodstanden ved væggen inderside,
- m_u overgangsmodstanden ved væggen yderside,
- m_1 modstanden i et eventuelt luftlag i væggen,
- e_1, e_2, \dots tykkelserne, målt i m, af de lag, hvoraf væggen er sammensat,
- $\lambda_1, \lambda_2, \dots$ varmeledningstallene for disse lag.

Eksempler på vægge af anden opbygning, f. eks. hulsten, findes i afsnit III.

For kældervægge imod jord beregnes transmissionstallet for den del, der ligger under jordoverfladen, af formlen

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + 0,4 H, \quad (5)$$

hvor k_1 er transmissionstallet for en fritstående væg af samme art, og H er afstanden fra kældergulv til jordoverflade, målt i m. Ved beregning af varmetabet indføres forskellen mellem temperaturen i kælderen og i det fri over jordoverfladen.

For kældergulve kan modstandstallet, regnet fra gulvets underside og ned i jorden, ansættes til følgende værdier:

$$\begin{aligned} \text{for fugtigt ler} & \dots\dots\dots m_u = 0,75, \\ \text{for tørt sand} & \dots\dots\dots m_u = 1,50. \end{aligned}$$

Såfremt der under gulvet er et velafdrænet slaggelag, kan dette medregnes som varmeisolerende lag. Ved beregningen anvendes det dobbelte af det normale „udvendige“ varmeledningstal, som er angivet side 24, og modstandstallet fra slaggelagets underside sættes til $m_u = 0,75$, hvorefter formel (4) kan anvendes.

Jordens temperatur må skønnes i de enkelte tilfælde; ved dybe kældergulve kan man anslå den til 8 °C.

§ 6. Overgangsmodstande, luftmelletrum.

Tabel 1
Overgangsmodstande.*)

	m_i	m_u	$m_i + m_u$
Ydervægge eller andre flader mod det fri	0,15	0,05	0,20
Indervægge, etageadskillelser etc.	0,15	0,15	0,30
Enkeltvinduer	0,10	0,05	0,15
Dobbeltvinduer og koblede vinduer	0,12	0,05	0,17

Ved de traditionelle former for hule mure med fulde udmuringer regnes ved ståltrådsbindere 30 % af arealet fuldt udmuret, ved faste binderkolonner 40 %.

*) Tabellens værdier kan kun anvendes ved varmetabsberegning, ikke ved bestemmelse af overfladetemperatur, dugpunkt, el. lign., idet der hertil må bruges væsentlig nøjagtigere og mere differentierede værdier (jfr. f. eks. Vagn Korsgård: Enkelte eller dobbelte vinduer i rum med stor tilførsel af vand-damp, som ønskes fjernet. Ingeniøren nr. 25, 1950, side 522—527).

Tabel 2
Luftmelletrum.

	m_1
Når fladerne punktvis rører hinanden (klemt fuger)	0,05
Tykkelse 0,5—1,0 cm	0,10
Tykkelse 1,1—1,9 cm	0,15
Tykkelse mindst 2,0 cm	0,20
Tykkelse mindst 2,0 cm, men noget ventileret (svarende til hulrum i dobbeltvinduer)	0,15

§ 7. Fugetab ved vinduer og døre.

Fugelængden for et vindue måles som summen af de enkelte fugers længder. Ved faste vinduesposter regnes fuger på begge sider, når fløjene på begge sider kan åbnes.

Kalfatringsfugen medregnes med sin halve længde.

For et 2-fags vindue med korsdeling bliver fugelængden således:

$$L = 4(h+b) + \frac{1}{2} \cdot 2(h+b) = 5(h+b). \quad (6)$$

For *døre* anvendes samme fugetal, f , som for tilsvarende vinduer, men fugelængden multipliceres med 2, dog ikke kalfatringsfugen.

For en enkeltfløjet dør bliver fugelængden

$$L = 2 \cdot 2(h+b) + \frac{1}{2} \cdot 2(h+b) = 5(h+b), \quad (7)$$

dersom der også er kalfatringsfuge under dørtrinnet.

Fugetabet afhænger af vindstyrken, og den middelvindstyrke, der skal regnes med, afhænger af rummets beliggenhed, idet der skelnes mellem beliggenhedsklasserne 1, 2, 3 og 4.

1. *Beskyttet beliggenhed*, hvis den lægivende genstand når mere end $\frac{1}{3}$ af afstanden til bygningen op over loftet i det betragtede rum (jfr. fig. 1).

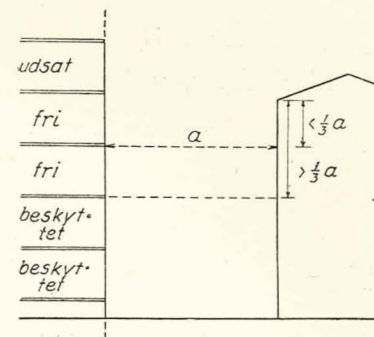


Fig. 1.

2. *Fri beliggenhed*, hvis den lægivende genstand når op over rummets loft, men mindre end $\frac{1}{3}$ af afstanden.
3. *Udsat beliggenhed*, hvis der ingen væsentlige lægivende genstande findes.
4. *Særlig udsat beliggenhed*, hvis huset ligger på en bakketop, direkte ved kyst el. lign.

Som *lægivende* optræder mest husrækker, men også tætte trægrupper og andet kan medregnes. Af opdelingen ses, at beskyttet beliggenhed især optræder i byer ved de nedre etager imod snævre gårde og gader af normal bredde. Fri beliggenhed gælder de øvre etager, huse ved åbne pladser og boulevarder, samt huse, der ligger for enden af en gade. Udsat beliggenhed gælder for huse, der er højere end deres omgivelser, fritliggende landbygninger etc.

Ved *meget høje huse* ligger de øvre etager ganske særlig udsat, og de henregnes derfor altid til klasse 4.

Værdierne af fugetallet for de forskellige vindueskonstruktioner fremgår af tabel 3. Angående døre jfr. ovenfor.

Ved rum med vinduer eller døre i flere ydervægge regnes med fugetab i alle vægge. Bidraget fra den væg, hvor fugetabene er mindst, reduceres dog med 50%. På samme måde behandles hjørnevinduer, men det fremhæves, at ved fremspring og indhug i en facade (karnapper, balkoner etc.) må der ikke foretages reduktion, selv om der forekommer vindueshjørner, idet vindtrykket må påregnes at gøre sig gældende i fuld størrelse over hele facaden incl. indhug o. lign.

Tabel 3

Fugetallet, f , for almindelig, god udførelse af vinduer.

	Beliggenhed			
	1	2	3	4
	Fugetallet f			
Enkeltvinduer	0,4	0,8	1,2	1,7
Koblede vinduer	0,4	0,7	1,1	1,5
Dobbeltvinduer	0,3	0,5	0,8	1,1

For rum med kunstig ventilation kan fugetabene ændres, eftersom der holdes overtryk eller undertryk i rummet.

§ 8. Tillæg for verdenshjørner og udstråling til himmelrummet.

Til fugetabet gives følgende tillæg, svarende til fladens orientering:

Syd, sydvest	0 %
Sydpøst, vest, nordvest	15 %
Nord, nordøst, øst	30 %

Ved flader, som har fri udstråling til himmelrummet (tagflader etc.), gives følgende tillæg til *transmissionstab*:

ved skrå flader	10 %
ved vandrette flader	15 %

Der gives *ikke* tillæg for diskontinuert opvarmning. Den ydre temperatur, -15°C , er sat så lavt, at man heri har fornøden sikkerhed. I de sjældne perioder, hvor så lave temperaturer optræder, må anlægget drives kontinuert.

§ 9. Mindste regnemæssige fugetab.

Hvis fugetabet for et rum er mindre end 10 kcal/m^2 gulvareal, ansættes rummets fugetab til denne værdi af hensyn til det nødvendige luftskifte.

II. Varmeledningstal

Alle byggematerialer forekommer i praksis med et større eller mindre fugtighedsindhold, og da varmeledningstallet vokser stærkt med fugtighedsindholdet, er det nødvendigt at tage hensyn hertil ved varmetabsberegningen. I nedenstående tabeller 4—6 er dette forhold taget i betragtning efter udvalgets bedste skøn.

De i tabellerne anførte varmeledningstal for laboratorietørre materialer kan ikke direkte anvendes, da materialerne som oftest i praksis forekommer med større fugtighedsindhold. De „laboratorietørre“ varmeledningstal, som er mærket med *, er udtaget af målinger på dansk laboratorium, medens værdier uden mærke er baseret på litteraturangivelser.

De „indvendige“ varmeledningstal gælder for materialerne med de fugtighedsindhold, som normalt kan regnes at forekomme i indervægge og i indskud, samt i den inderste del af ydervægge ved opvarmede rum.

De „udvendige“ varmeledningstal gælder for materialerne med de fugtighedsindhold, som normalt kan regnes at forekomme i den yderste del af ydervægge ved opvarmede rum eller i hele væggen tykkelse ved rum med lavere temperatur.

For massive ydervægge af murværk af sten af normalformat regnes med „udvendigt“ varmeledningstal for facadeskifterne, jfr. fig. 2, og med det „indvendige“ for resten af muren. For andre massive homogene ydervægge regnes med middeltallet af det „udvendige“ og det „indvendige“ varmeledningstal.

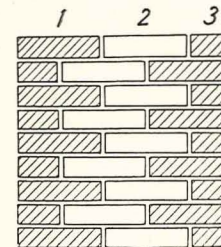


Fig. 2.

1. Facadeskifter.
2. Mellemmur.
3. Bagmur.

For ydervægge, der ikke er homogene, må det i hvert enkelt tilfælde skønmæssigt fastsættes, for hvilke dele der skal anvendes den „udvendige“ værdi og for hvilke den „indvendige“. En vis rettesnor er givet i fodnoterne i afsnit III.

For fyldstoffer, plader etc. skal følgende varmeledningstal anvendes:

Ved etageadskillelser i mellemetager anvendes det „indvendige“ varmeledningstal,

ved etageadskillelser mod det fri anvendes middelværdien af de to varmeledningstal, og

for fyldstoffer i hule ydervægge anvendes det „udvendige“ varmeledningstal. (Angivelsen af et „udvendigt“ varmeledningstal indebærer ikke, at det pågældende materiale er velegnet til fyld i hule ydervægge, specielt ikke, hvis disse er udsat for slagregn).

For isoleringsmåtter og for glasuld og rockwool i vandrette lag måles lagtykkelsen i let sammenpresset tilstand, nemlig under belastning med en 20×20 cm plade med vægt 4 kg.

Hvis måtter eller løst materiale sammenpresses i konstruktionen, f. eks. mellem bræddelag, regnes med den faktiske tykkelse, men med 10 % større varmeledningstal.

For glasuld og rockwool i lodrette hulrum regnes med den faktiske tykkelse (hulrummets bredde).

Varmeledningstallet ændrer sig praktisk talt ikke ved sammentrykning, men de i tabel 6 anførte varmeledningstal for isoleringsmåtter og for glasuld og rockwool, løst, i vandrette lag, er reduceret med 10 % som korrektion for, at man ved den angivne måling kommer til en lagtykkelse, der er mindre end den virkelige.

Denne reduktion skal ikke foretages, når måtten sammenpresses i konstruktionen, og tabellens varmeledningstal forøges derfor i dette tilfælde med 10 %.

For glasuld og rockwool i lodrette hulrum kendes ligeledes den effektive tykkelse, og tabel 6 angiver derfor ca. 10 % større varmeledningstal end for de samme materialer i vandrette lag.

Vandrette lag af kornformede eller granulerede materialer, som ikke overdækkes med gulvbrædder el. lign., bør afdækkes på anden måde, f. eks. med svært papir.

Kornformede eller granulerede materialer bør ikke anvendes i mindre lagtykkelser end det dobbelte af den gennemsnitlige kornstørrelse.

Hvis en væg indeholder lag, som kan regnes damptætte, må der tages specielt hensyn til faren for fortætning af vanddamp indefra i de lag, der ligger på den „varme“ side af det damptætte lag, og det kan eventuelt være påkrævet at anvende varmeledningstal, som er betydelig større end angivet i efterfølgende tabeller.

Ved tage med damptæt afdækning må man være opmærksom på faren for fortætning af vanddamp i det isolerende lag, idet isolerings- evnen herved kan nedsættes overordentlig stærkt. Særlig stor bliver risikoen herfor, hvis konstruktionen indeholder uventilerede luftmellemrum eller på indersiden har lag, der er vanskeligt gennemtrængelige for vanddamp.

Ved materialer som skumbeton, gasbeton og siporex, anvendt i plader uden tæt lag af jernbeton, lydabsorberende beklædning el. lign. på undersiden, vil der erfaringsmæssigt næppe opstå vanskeligheder af denne art, når luftfugtigheden i det tilsluttede rum ikke er større end normalt i beboelsesrum.

Ved større rumfugtighed og ved andre konstruktioner kan det være nødvendigt at udføre en effektiv ventilation af det isolerende lag.

Ved tage med damptæt afdækning og uden ventilerede hulrum må ikke anvendes mindre varmeledningstal end det „udvendige“ for alle tagets lag.

For luft i fuldstændig ro er varmeledningstallet ca. 0,021 kcal/m·h·°C. I praksis vil luften dog aldrig være i ro, og her anvendes de i tabel 2 angivne værdier for luftlags modstandstal.

Forskellen mellem kurverne på fig. 3 (side 21) skyldes dels varierende fugtighedsindhold, dels — for de opmurede materialer — fugernes indflydelse, idet der her er regnet med 10 % fugeareal.

Kurverne 1 og 3 anvendes på opmurede blokke, hvad enten disse danner en selvstændig væg eller er opmuret som isolation på f. eks. en væg af jernbeton. Angående anvendelse af indvendig eller udvendig værdi, se side 18.

Kurverne 2 og 4 anvendes dels på blokke eller plader, opsat i forskallingen med knasfuger, dels på plader, udstøbt på stedet.

Den rumvægt, der skal anvendes ved aflæsningen af varmeledningstallet, er letbetonens „tørre“ rumvægt, uden hensyn til indflydelsen af eventuelle fuger.

En tabel over forskellige materials varmeyde findes i: M. Hottinger: „Die spezifische Wärme“, Schweizerische Blätter für Heizung und Lüftung, nr. 1, 1947, side 1—13.

Tabel 4

Varmeledningstal for murværk af sten i normalformat,
23 × 11 × 5,5 cm, opmuret i kalkmørtel.

Murstenenes art	Betegnelse ¹⁾	Murstenene i laboratorietilstand		Murværk fremstillet af murstenene			
		Rumvægt kg/m ³	λ ved +10 °C kcal/m-h.°C	"Tør" rumvægt incl. fugemat. kg/m ³	Varmeledningstal λ kcal/m-h.°C anvendelig i praksis		Yderste halvsten i hulmur
				Indvendig	Udvendig		
Teglsten, klinkbrændte	T/2000	2000	0,8	1930	1,0	1,2	—
" tunge facadest.	T/1800	1800	0,60*	1780	0,65	0,76	0,82
" flammede	T/1700	1700	0,52*	1700	0,55	0,65	0,70
Lette teglsten	T/1600	1600	0,40*	1620	0,46	0,55	0,58
" "	T/1400	1400	0,35*	1470	0,42	0,48	0,50
" "	T/1200	1200	0,30*	1300	0,38	—	—
Molersten	Mo/800	800	0,16*	1000	0,28	—	—
Klinkerbetonmursten	Kl/800	800	0,22*	1000	0,30	0,4	—
"	Kl/600	600	0,15*	850	0,25	0,35	—
Slaggebetonmursten		1200	0,35*	1300	0,45	0,55	—
Kalksandsten		1950	0,85*	1900	1,0	1,2	—
"		1800	0,75*	1780	0,75	0,9	—
Mangehulsten ²⁾ med 78 huller 0,8 × 0,8 cm Teglmassens rumvægt:		Brutto-rumvægt kg/m ³					
1800 kg/m ³	Ma/1800	1450	0,40	1500	0,46	0,55	0,58
1600 "	Ma/1600	1250	0,35	1350	0,42	0,48	0,50
1400 "	Ma/1400	1150	0,30*	1270	0,38	0,43	0,44
1200 "	Ma/1200	960	0,25	1120	0,3	—	—

¹⁾ I tabellerne over transmissionstal for specielle bygningslementer anvendes følgende betegnelser:

- T massive teglsten
- Ma mangehulsten
- Mo molersten
- Kl klinkerbetonmursten

Tallet efter skråstregen betegner rumvægten af det rene materiale, for mangehulstenene af teglmaterialet, altså af en massiv sten af samme materiale.

²⁾ De anførte λ-værdier anvendes, som om stenen var massiv. — Mangehulsten af anden type med over 50 huller kan behandles tilsvarende, idet der interpoleres efter stenens bruttorumvægt.

Tabel 5

Varmeledningstal for murværk af massive blokke,
ca. 25 × 50 cm, opmuret i bastardmørtel.

Blokkenes art	Blokkene i laboratorietilstand		Murværk fremstillet af blokkene		
	Rumvægt kg/m ³	λ ved +10 °C kcal/m-h.°C	"Tør" rumvægt incl. fugemat. kg/m ³	Varmeledningstal, λ, anvendelig i praksis kcal/m-h.°C	
				indvendig	udvendig
Slaggebeton	1400	0,40	1450	0,5	0,6
"	1150	0,30*	1230	0,45	0,55
Letbetonblokke ¹⁾	1200	0,34*	1270	} se fig. 3 kurve 3	} se fig. 3 kurve 1
"	1000	0,26*	1100		
"	700	0,15*	830		
"	500	0,10*	650		
"	300	0,07*	470		
Natursten, tætte	2400-3000	—	—	—	3
" porøse	ca. 2300	—	—	—	1,4
Molerplader				0,20	

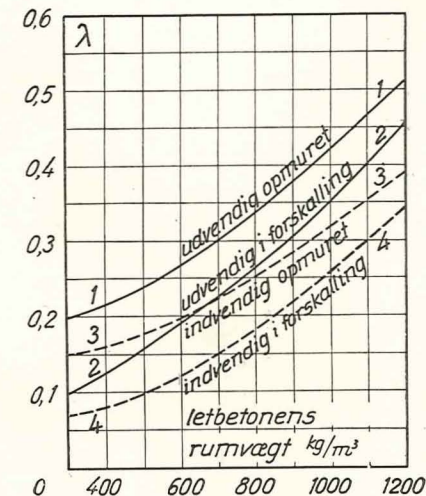


Fig. 3.
Varmeledningstal for letbeton
i blokke eller plader.

1. Opmuret udvendig.
2. Opsat i forskalling udvendig.
3. Opmuret indvendig.
4. Opsat i forskalling indvendig.

¹⁾ Med letbeton menes her alle arter af letbeton: gasbeton, cellebeton, siporex, klinkerbeton o. s. v.

Tabel 6

Varmeledningstal for homogene materialer.

Materiale	Laboratorietilstand		Varmeledningstal, λ , anvendelig i praksis kcal/m-h. $^{\circ}$ C	
	rumvægt kg/m ³	λ ved + 10 $^{\circ}$ C kcal/m-h. $^{\circ}$ C	indvendig	udvendig
<i>Materialer i store plader eller blokke med knasfuger uden mørtel eller udstøbt på ste- det.</i>				
Jernbeton	2400	1,1	1,4	1,8
Beton	2000-2300	0,7	1,2	1,4
Slaggebeton	1400	0,40*	0,45	0,55
"	1150	0,30*	0,4	0,5
Letbeton ¹⁾	1200	0,34*	} se fig. 3 kurve 4	} se fig. 3 kurve 2
"	1000	0,26*		
"	700	0,15*		
"	500	0,10*		
"	300	0,07*		
Molerbeton	900	0,18*	0,25	0,35
"	800	0,14*	0,2	0,3
<i>Puds og mørtel</i>				
Cementmørtel	2000-2200	0,7-0,8	1,0	1,2
Bastarmørtel	1800		0,8	1,0
Kalkmørtel	1700	0,4	0,6	0,8
Gibs	1000-1500	0,36	0,45	—
Isolermørtel	400	0,062*	0,12	—
Rør og kalkpuds			0,3	—
<i>Træ</i>				
Nåletræ, vinkelret på fibre	600	0,09	0,13	0,16
" parallelt med fibre	600		0,25	
Hårde træsorter, vinkelret på fibre	800	0,15	0,19	0,21
Hårde træsorter, parallelt med fibre	800		0,4	

¹⁾ Med letbeton menes her alle arter af letbeton: gasbeton, cellebeton, siporex, klinkerbeton o. s. v.

Tabel 6, fortsat.

Materiale	Laboratorietilstand		Varmeledningstal, λ , anvendelig i praksis kcal/m-h. $^{\circ}$ C	
	rumvægt kg/m ³	λ ved + 10 $^{\circ}$ C kcal/m-h. $^{\circ}$ C	indvendig	udvendig
<i>Isoleringsplader med træ som hovedbestanddel</i>				
Træfiberplader, hårde	1000	0,12	0,12	0,15
" halvårde	600	0,066*	0,07	0,08
" bløde	450	0,054*	0,055	0,065
" bløde	350	0,045*	0,045	0,055
" bløde	250	0,038*	0,04	0,045
Træuldbetonplader ²⁾ 2,5 cm	420-550	0,086*	0,10	0,12
" 3,5 cm	400-500	0,08*	0,085	0,10
" 5 cm	350-470	0,075*	0,08	0,09
" 7,5 cm	300-450	0,07*	0,075	0,08
" 10 cm	280-435	0,065*	0,07	0,075
Durisolplader	600	0,09	0,10	0,12
Kramforsplader	60	0,034	0,035	—
<i>Isoleringsmåtter og -plader</i>				
Asbestpap	1100	0,25	0,25	—
Filt	180	0,032	0,035	—
Glasuldmåtter i papir ell. stof	60-80	0,030-0,035*	0,032	0,036
Halmplader	340	0,073*	0,08	—
Halmplader	250	0,061*	0,07	—
Isoflex	11	0,046*	0,05	—
<i>Flamingsg</i> 20		0,028	~ 0,03	
Kork, vægplader	145	0,034*	0,04	—
" kølerumsplader	135	0,033*	0,035	0,04
" højekspanderede plader	110	0,032*	0,035	0,04
Rockwoolmåtter i papir ell. stof	140	0,030-0,035*	0,032	0,036
Rockwool-Batts	60-80		0,035	0,04
Tangmåtter i papir	150	0,035	0,035	0,04
Tørvemåtter i papir, Danfiber	80	0,034*	0,04	—
Wellit	60	0,035	0,04	—

²⁾ Ved træuldbeton og andre plader af lignende struktur fradrages 0,5 cm af tykkelsen for hver side, der er pudset, opsat i mørtel eller støbt fast i beton. Varmeledningstallet for disse 0,5 cm omregnes som for puds, mørtel eller beton.

Tabel 6, fortsat.

Materiale	Laboratorietilstand		Varmeledningstal, λ , anvendelig i praksis kcal/m.h. $^{\circ}$ C	
	rumvægt kg/m ³	λ ved + 10 $^{\circ}$ C kcal/m.h. $^{\circ}$ C	indvendig	udvendig
<i>Fyldstoffer I:</i>				
Aluminiumsfolier, glatte m. 1 cm mellemrum	4	0,03	0,04	—
" krøllede	3	0,035	0,045	—
Asbest, hårdt stoppet, tørt	700	0,2	0,2	—
Betonklinker, løse 10—20 mm	ca. 230	0,07	0,07	0,09
" løse 3—10 mm	ca. 310	0,072*	0,075	0,09
" løse 0—3 mm	ca. 400	0,085*	0,09	0,12
Celgrus	210	0,051*	0,06	0,09
Durisolskærver	400	0,065*	0,08	—
Glasuld i vandrette lag	60	0,03-0,035*	0,032	0,036
" i lodrette hulrum	60	0,03-0,035*	0,035	0,04
Korksmuld, 1—5 mm	50-120	0,03	0,035	—
Moler, brændt og knust				
5—10 mm	ca. 440	0,077*	} 0,08	—
2—5 mm	ca. 450	0,072*		
0—1 mm	ca. 530	0,082*		
Rockwool i vandrette lag	150	0,03-0,035*	0,032	0,036
" lodrette hulrum	150	0,03-0,035*	0,035	0,04
Vermiculite	60-100	0,051*	0,055	0,06
<i>Fyldstoffer II:</i>				
Aske	700-800	0,13	0,20	0,25
Kutterspåner (maskinhøvl-spånere i lukkede hulrum)	100-150	0,05	0,06	0,09
Jord, omkring og under bygn.	1500-2000	—	—	2
Ler, stampet	1700	0,4	0,6	0,8
Sand i vægge og som indskud	1600-1900	0,28	0,3	0,6
Savsmuld	200	0,06	0,07	0,11
Singels	1850	0,32	0,4	0,5
Slagger i vægge og som indskud	800	—	0,12	0,18
Tørvesmuld	150-200	0,04	0,06	—

Tabel 6, fortsat.

Materiale	Laboratorietilstand		Varmeledningstal, λ , anvendelig i praksis kcal/m.h. $^{\circ}$ C	
	rumvægt kg/m ³	λ ved + 10 $^{\circ}$ C kcal/m.h. $^{\circ}$ C	indvendig	udvendig
<i>Diverse materialer og stoffer</i>				
Asbestcementplader	1850	0,25*	0,35	0,45
Fliser, glaserede	2000		0,9	—
Glas	2500			0,7
Gulv- og vægpap	600		0,06	0,07
Gummi, vulkaniseret	1000		0,12-0,25	—
Kieselguhr med lertilsætning	600		0,09	—
Kivronplader	750	0,12*	0,12	—
Linoleum	1200		0,15	—
Linotol, Magnesit o. lign.	1350		0,3	—
Porcelæn	2300		0,9	—
Skiifer	2700			1,7
Støbeasfalt	1700	0,52*		0,6
Tagpap	1100			0,15
Terrazzo	2200		1,0	—
Træbrolægning	1100		0,4	0,5
Aluminium	2700			180
Jern og stål	7850			ca. 50
Kobber	8720			ca. 330
Messing	8700			ca. 100
Zink	7200			95
Vand, stillestående	1000			0,5
Is ved 0 $^{\circ}$ C	900			1,9
Sne ved 0 $^{\circ}$ C	100			0,04
" " 0 $^{\circ}$ C	300			0,20

Transmissionstal for massive ydermure, fugede udvendig
og med puds på indersiden.

III. Transmissionstal for forskellige bygningselementer

De efterfølgende tabeller omfatter langt fra alle i praksis forekommende konstruktioner, men indeholder transmissionstallene for nogle af de vigtigste.

De forskellige konstruktioner er ikke altid så veldefinerede, at transmissionstallet lader sig bestemme nøjagtigt. Tabellernes værdier skulle svare til almindeligt anvendte udformninger.

For mange konstruktioner, hvor transmissionstallet ikke findes i tabellerne, kan det udregnes på simpel måde ud fra transmissionstallet for en analog konstruktion, idet man først udregner modstandstallet (den reciprokke værdi til k) for denne og så korrigerer dette for forskellene mellem de to konstruktioner.

Ganske særligt gælder dette for etageadskillelser og massive tage, udført af hulsten. Tabellerne indeholder kun transmissionstal for selve det rå hulstendæk, men da disse transmissionstal altid skal indgå i videre regninger, er også modstandstallet, $\frac{1}{k}$ anført.

I visse tilfælde, f. eks. ved hulstendæk, foreligger der ikke nogen tilfredsstillende beregningsmåde, men da dækkene altid må isoleres særskilt, spiller transmissionstallet for det rå dæk ikke særlig stor rolle, og udvalget har valgt kun at angive omtrentlige værdier for de forskellige hovedtyper af hulstendæk.

Ved kældervægge imod jord skal dybden under jorden indregnes efter formelen side 6, og også her er derfor værdien af $\frac{1}{k}$ anført.

Facade skifter	Mellem- og bagmur:	Tykkelser angivet uden puds							
		1½ ¹⁾ sten 11 cm	2 ²⁾ sten 23 cm	1½ ³⁾ sten 35 cm	2 sten 47 cm	2½ sten 59 cm	3 sten 71 cm	3½ sten 83 cm	4 sten 95 cm
T/1800	T/1800	2,79	1,88	1,40	1,11	0,92	0,79	0,69	0,61
	do. m. bagmur af Ma/1200 ell. K1/800	—	—	0,97	0,82	0,71			
	do. m. bagmur af Mo/800	—	—	0,93	0,80	0,69			
	do. m. bagmur af K1/600	—	—	0,87	0,75	0,66			
	T/1600 ell. Ma/1800	—	—	1,21	0,92	0,74			
	T/1400 ell. Ma/1600	—	—	1,16	0,87	0,70			
	T/1200 ell. Ma/1400	—	—	1,10	0,82	0,65			
T/1600 eller Ma/1800	T/1600 ell. Ma/1800	2,42	1,53	1,09	0,85	0,70			
	T/1400 ell. Ma/1600	—	—	1,06	0,81	0,66			
	T/1200 ell. Ma/1400	—	—	1,00	0,76	0,61			
T/1400 eller Ma/1600	T/1400 ell. Ma/1600	2,27	1,40	1,00	0,78	0,64			
	T/1200 ell. Ma/1400	—	—	0,96	0,74	0,60			
Ma/1400	T/1200 ell. Ma/1400	2,14	1,30	0,92	0,71	0,58			

1) Da denne mur i reglen isoleres indvendig, er her regnet med „udvendig“ værdi for varmeledningstallet.

2) Der er regnet med 17 cm facadedel og 6 cm bagmurdell.

3) Ved 1½ stens mur optræder kun facadeskifter og bagmur.

Tabel 8

Transmissionstal for hulmure, fugede udvendig
og med puds indvendig.

Formur	Bagmur	Tykkelser exclusive puds					
		30 cm hul mur ¹⁾ med ståltråds- bindere		35 cm hul mur med faste bin- derkolonner 40% udmuret	35 cm hul mur med ståltråds- bindere		
		30% udmuret	10% udmuret		30% udmuret	10% udmuret	
T/1800	T/1800 do. udfyldt ²⁾	1,44 0,96	1,41 0,79	1,39 0,87	1,39 0,78	1,39 0,60	
	T/1600 eller Ma/1800	1,29	1,28	1,25	1,25	1,26	
	T/1400 eller Ma/1600	1,25	1,24	1,20	1,21	1,22	
	T/1200 eller Ma/1400	1,21	1,20	1,15	1,16	1,18	
	Ma/1200 Kl/800	1,09	1,09	1,04	1,05	1,08	
	Mo/800	1,06	1,06	1,01	1,02	1,05	
	Ml/600	1,00	1,01	0,95	0,97	1,00	
	T/1600 eller Ma/1800	T/1600 eller Ma/1800 do. udfyldt ²⁾	1,20 0,82	1,19 0,71	1,14 0,72	1,15 0,66	1,17 0,54
	T/1400 eller Ma/1600	1,16	1,15	1,11	1,12	1,15	
	T/1200 eller Ma/1400	1,12	1,12	1,08	1,09	1,11	
Ma/1200 eller Kl/800	1,02	1,03	0,97	0,99	1,02		
Mo/800 Kl/600	0,99 0,95	1,00 0,96	0,95 0,90	0,96 0,91	0,99 0,94		
T/1400 eller Ma/1600	T/1400 eller Ma/1600	1,12	1,11	1,07	1,08	1,10	
Ma/1400	Ma/1400	1,05	1,05	1,00	1,01	1,04	

¹⁾ For den massive del regnes: 15 cm facadedel og 15 cm bagmurdel.

²⁾ Hulrummet udfyldt med 10—20 mm løse betonklinker.

Tabel 9

Transmissionstal for ydervægge af jernbeton,
isolerede med letbeton med puds.¹⁾

Letbeton		10 cm jernbeton isoleret				15 cm jernbeton isoleret			
Rumvægt kg/m ³	Tykkelse cm	indvendig		udvendig		indvendig		udvendig	
		blok- kene opsat i for- skallin- gen	op- muret efter støb- nin- gen	blok- kene opsat i for- skallin- gen	op- muret efter støb- nin- gen	blok- kene opsat i for- skallin- gen	op- muret efter støb- nin- gen	blok- kene opsat i for- skallin- gen	op- muret efter støb- nin- gen
600	7,5	1,11	1,54	1,47	1,77	1,08	1,48	1,39	1,67
	10	0,90	1,29	1,23	1,52	0,88	1,25	1,18	1,44
	15	0,66	0,98	0,93	1,19	0,64	0,95	0,90	1,14
	20	0,51	0,78	0,75	0,97	0,51	0,77	0,73	0,94
500	7,5	0,98	1,44	1,33	1,67	0,95	1,39	1,27	1,58
	10	0,78	1,20	1,10	1,42	0,77	1,17	1,06	1,35
	15	0,56	0,90	0,81	1,10	0,55	0,88	0,79	1,06
	20	0,44	0,72	0,65	0,89	0,43	0,71	0,64	0,87
400	7,5	0,83	1,35	1,16	1,59	0,81	1,30	1,11	1,51
	10	0,66	1,11	0,95	1,35	0,64	1,08	0,92	1,29
	15	0,47	0,83	0,69	1,03	0,46	0,81	0,68	1,00
	20	0,36	0,66	0,55	0,84	0,36	0,64	0,54	0,81
300	7,5	0,75	1,29	0,96	1,51	0,74	1,25	0,93	1,43
	10	0,59	1,06	0,78	1,27	0,58	1,03	0,76	1,23
	15	0,41	0,78	0,56	0,97	0,41	0,77	0,55	0,93
	20	0,32	0,62	0,44	0,78	0,32	0,61	0,43	0,76

¹⁾ Ved vægge, som er isolerede på indersiden, er der regnet med udvendigt varmeledningstal for jernbeton og med indvendigt for letbeton, omvendt ved vægge isolerede på ydersiden.

Tabel 10

Transmissionstal for ydervægge og vinduesbrystninger med blank eller fuget yderside og puds på indersiden.

Materiale	Tykkelse	Isoleret med træuldplader					Isoleret med korkplader			
		2,5 cm	5 cm	7,5 cm	10 cm	15 cm	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm
T/1800	½ sten	1,87	1,13	0,80	0,60	0,42	1,16	0,73	0,54	0,42
	1 sten	1,44	0,96	0,71	0,55	0,39	0,98	0,66	0,49	0,40
	1½ sten	1,18	0,83	0,64	0,50	0,37	0,85	0,60	0,46	0,37
T/1600 eller Ma/1800	½ sten	1,69	1,06	0,77	0,58	0,41	1,09	0,70	0,52	0,41
	1 sten	1,25	0,87	0,66	0,52	0,38	0,89	0,61	0,47	0,38
	1½ sten	0,97	0,73	0,57	0,46	0,35	0,74	0,54	0,42	0,35
T/1400 eller Ma/1600	½ sten	1,62	1,03	0,75	0,57	0,41	1,05	0,69	0,51	0,41
	1 sten	1,15	0,82	0,63	0,50	0,37	0,83	0,59	0,45	0,37
	1½ sten	0,89	0,68	0,54	0,44	0,34	0,69	0,51	0,41	0,34
Jern- beton	10 cm	2,31	1,28	0,87	0,64	0,44	1,29	0,78	0,56	0,44
	15 cm	2,17	1,23	0,85	0,63	0,43	1,25	0,77	0,55	0,43
	20 cm	2,04	1,19	0,83	0,63	0,43	1,20	0,75	0,55	0,43

Ved murværk er isoleringen påregnet opsat i mortel, ved jernbeton opsat i forskallingen.

Tabel 11

Transmissionstal for andre ydervægge.

	Tykkelser exclusive puds							
	cm	23	35	47	59	71	83	95
Grovbeton mod jord med puds på indersiden	k	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1
Værdier for den fritstående væg ¹⁾	l k	0,38	0,47	0,56	0,63	0,73	0,81	0,90
Letbeton, opmuret i bastardmørtel af blokke, med puds på begge sider	cm	10	15	20	25	30		
	Rumvægt 800 " 600	k k	1,73 1,52	1,33 1,15	1,08 0,92	0,91 0,77	0,79 0,65	
Træbindingsværk med ½ stens murudfyldning, med forskalling, rør og puds på indersiden								k
							total tykkelse 14 cm " " 16 cm	1,5 1,1
Kvistflunker af 2 lag brædder med rør og puds, beklædt med zink eller tagpap								1,8
	— do — med 2,5 cm mineraluldsmåtte mellem bræddelagene							0,85
	— do — med 5 cm måtte							0,55
	— do — med 2 stk. 5 cm måtter							0,33
Træskelet med udvendig beklædning af 1" falsede eller notede brædder, forskalling, rør og puds på indersiden								1,3
	— do — isoleret med 2,5 cm tangmåtte el. lign.							0,8
	— do — isoleret med 5 cm tangmåtte el. lign.							0,60
	— do — isoleret med 10 cm tangmåtte el. lign.							0,45

¹⁾ Til anvendelse i formel 5. P. g. a. fugt i væggen er der regnet med „udvendigt“ varmeledningstal for grovbeton.

Tabel 12

Transmissionstal for indervægge.

Bræddeskillevægge:

	Med rør og puds på 1 side	Med rør og puds på begge sider
Enkelt bræddeskillevæg	2,0	1,6
Dobbelt	1,5	1,3
” ” med mellemlag af pap	1,4	1,3
” ” med 2,5 cm mineral- uldsmåtte udv.	0,8	—
” ” med 5 cm mineralulds- måtte udv.	0,55	—
” ” 2 × 5 cm måtter udv.	0,35	—
Tredobbelt bræddeskillevæg med 2 mellem- lag af pap	1,0	0,9

Støbte og udkastede skillevægge med puds på begge sider:

Rabitz af bastardmørtel, tykkelse excl. puds 5 cm:	k = 2,5
Monier, ” ” ” 5 ”:	k = 2,7
” ” ” 8 ”:	k = 2,5

Pladeskillevægge med puds på begge sider:

Tykkelse excl. puds cm	Slaggebeton 1150 kg/m ³	Letbeton ¹⁾		Træuld- beton	Moler
		800 kg/m ³	600 kg/m ³		
5	2,2	1,67	1,37		1,70
6	2,1	1,54	1,25		1,51
6,5					
7,5		1,38	1,11	0,90	1,40
8	1,9				
10		1,17	0,92	0,69	1,19
12				0,81	
12,5		1,02			
15		0,91	0,70		

¹⁾ Inclusive 5 % fuger.

Skillevægge af træskelet med plader på begge sider:

Beklædning på begge sider af:	Uden puds	Med puds på begge sider
10—12 mm pudsplader	1,8	
2,5 cm træuldbeton		0,99
3,5 cm træuldbeton		0,76
5 cm halmplader	0,56	
12 mm bløde træfiberplader	0,93	0,88

Murede skillevægge med puds på begge sider:

Murværk af	½ sten	¾ sten	1 sten	1½ sten	2 sten	2½ sten	3 sten
Moler T/1800	1,38 2,0	1,77	1,46	1,15	0,95	0,81	0,71

Tabel 13

Transmissionstal for vinduer.

	Transmissionstal	
	Glasareal	Træareal
Enkeltvinduer	6,5	2,5
Koblede vinduer	3,1	1,6
Dobbeltvinduer	3,1	1,2

Stålvinduer regnes at have 100 % glasareal, d. v. s. glasareal som muråbningen.

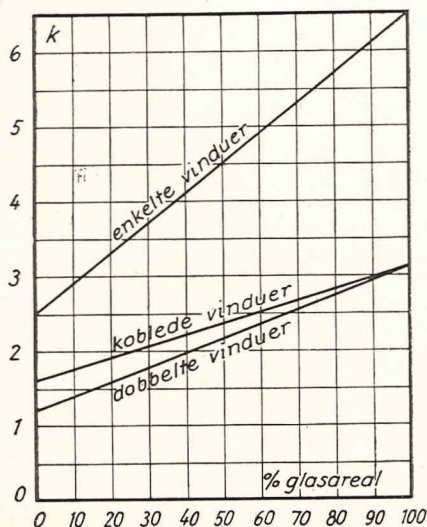


Fig. 4.

k-værdiens afhængighed af glasarealet.

Tabel 14

Transmissionstal for specielle vindues- og dørtyper.

(Se fig. 4 og 5).

Type	Fuge- længde ¹⁾	Glas- areal % ca.	Træ- areal % ca.	Transmissionstal			
				enkelt	koblet	dobbelt	
<i>Trævinduer</i>	Type a	5(h+b)	60	40	4,9	2,5	2,3
	” b	7h+5b	60	40	4,9	2,5	2,3
	” c	5h+3b	70	30	5,3	2,7	2,5
	Type d	5h+3b	65	35	5,1	2,6	2,4
	” e	3(h+b)	70	30	5,3	2,7	2,5
	” f	$3h + \frac{3}{2}b$	75	25	5,5	2,7	2,6
<i>Stålvinduer</i>				6,5	3,1	3,1	
<i>Døre af 3,5 cm møbel- plade el. lign.</i>	Type a	5(h+b)	0	100	2,5	1,6	1,2
	” b	”	10	90	2,9	1,8	1,4
	” c	”	25	75	3,5	2,0	1,7
	Type d	”	40	60	4,1	2,2	2,0
	” e	”	55	45	4,7	2,4	2,2

Det fremhæves, at de anførte *k*-værdier kun vedrører transmissionstab. Fugetabet beregnes ved hjælp af fugetallene i tabel 3.

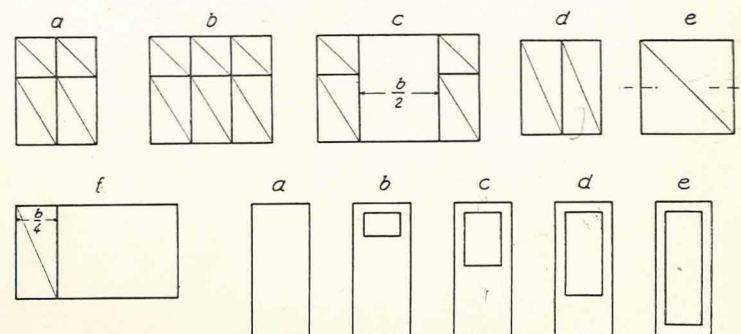


Fig. 5.

Vindues- og dørtyper.

¹⁾ incl. kalfatringsfugen, regnet med halv længde. For døre er fugelængden multipliceret med 2, dog ikke kalfatringsfugen (jfr. side 14).

Tabel 15

Transmissionstal for tagkonstruktioner af træ.

	Tagkonstruktion:	k
1.	Tegl, uden understrygning, bølgeblik el. lign. på lægter og spær	10
2.	Tegl, med understrøgne fuger på lægter og spær	5
3.	Tegl, på lægter og spær med $\frac{3}{4}$ " forskalling og rør og puds	1,8
4.	Som 3, men med dobbelt forskalling med pap imellem	1,3
5.	Som 3, men med 25 mm måtte på forskallingen	0,8
6.	Som 5, men med 5 cm måtte	0,55
7.	Som 5, men med 2 x 5 cm måtter	0,35
8.	Tegl på lægter og spær med 5 cm træuldbeton og puds	1,2
9.	Som 8, men med 10 cm træuldbeton	0,65
10.	Som 8, men med 15 cm træuldbeton	0,45
11.	Tagpap på 1" brædder og spær	2,6

Tabel 16

Transmissionstal for massive tage.¹⁾

	k
1. 8 cm jernbeton med 2 lag tagpap	3,6
2. Som 1, isoleret udvendig med letbeton, rumvægt 500 kg/m ³ ²⁾	
a) 5 cm letbeton	1,70
b) 10 - -	1,11
c) 15 - -	8,82
d) 20 - -	0,66
e) 25 - -	0,54
3. Som 1, isolerede indvendig med træuldbetonplader og puds	
a) 5 cm plader	1,30
b) 10 - -	0,65
c) 15 - -	0,45
4. Armerede letbetonplader, 850 kg/m ³ med 2 lag tagpap	
a) 10 cm	1,71
b) 15 -	1,31
c) 20 -	1,06
d) 25 -	0,89

¹⁾ Ventilerede tagkonstruktioner må beregnes specielt under hensyntagen til, hvorledes ventilationen er udført, og hvor effektiv den er.

²⁾ Som omtalt side 19 kan denne konstruktion i visse tilfælde give anledning til fortætning af vanddamp i det isolerende lag. I så fald gælder de her anførte transmissionstal ikke, men transmissionstallet bliver større. I tabellen er regnet med den „udvendige“ værdi for varmeledningstallet.

Tabel 17

Transmissionstal for jernbetonadskillelser.

	Indre dæk	Dæk mod det fri
1. 10 cm jernbeton, 2 cm afretning, 5 mm linoleum	2,4	3,2
2. Som 1, isoleret på undersiden med træuldbeton og puds ¹⁾		
a) 5 cm træuldbeton	1,06	1,25
b) 7,5 - -	0,76	0,86
c) 10 - -	0,58	0,65
3. 10 cm jernbeton med 1¼" gulv på strøer ²⁾	1,26	1,45
4. Som 3, isoleret med ²⁾ ³⁾ ⁴⁾		
2,5 cm mineraluldsmåtte	0,66	0,70
5 cm mineraluldsmåtte eller løs mineraluld	0,49	0,52
10 cm do.	0,29	0,30
2,5 cm Rockwool Batts	0,69	0,74
5 cm do.	0,52	0,55
10 cm do.	0,31	0,32
5. Som 3, isoleret med vermiculite ²⁾ ³⁾		
5 cm	0,67	0,72
10 -	0,41	0,43
6. Som 3, isoleret med molerskærver ²⁾ ³⁾		
5 cm	0,84	0,91
10 -	0,55	0,59

- 1) Ved dæk mod det fri er træuldbetonen regnet med udvendig værdi, jernbetonen med indvendig.
- 2) Ved dæk mod det fri er der regnet med udvendig værdi for jernbetonen, indvendig værdi iøvrigt.
- 3) For isoleringer til og med 5 cm er der regnet med 2" strøer, for 10 cm isolering med 4" strøer. Ved 5 og 10 cm isolering er der følgelig ikke regnet med luft-mellemrum mellem isolering og gulvbrædder.
- 4) Løs mineraluld bør ikke anvendes i tykkelser under 5 cm.

Tabel 18

Transmissionstal for hulstensdæk.

Transmissionstallene er omtrentlige og gælder for det rå dæk uden overbeton, afretning, puds, isolering, gulv- eller tagbelægning. Tabellen gælder ikke for de dele af dækket, der er fuldt udstøbt, f. eks. skjulte bjælker, vederlag etc.

Hulstensdæk ¹⁾ af	Indre dæk		Dæk mod det fri	
	k	$\frac{1}{k}$ ²⁾	k	$\frac{1}{k}$ ²⁾
Teglblokke eller letbetonblokke 12-1500 kg/m ³ uden vandret mellemribbe ²⁾	2,0	0,50	2,5	0,40
do., men med 1 vandret mellemribbe	1,6	0,62	2,0	0,50
Betonblokke uden vandret mellemribbe	2,3	0,43	3,0	0,33
do., men med 1 vandret mellemribbe	2,0	0,50	2,5	0,40

- 1) Ved beregningerne er forudsat, at den massive del af dækket (lodrette ribber i hulstenene samt betonribber mellem dem) højst repræsenterer ca. 40 % af arealet. Dette er opfyldt for næsten alle gängse dæktyper.
- 2) 16 cm Røselerdæk består af blokke uden mellemribbe vekslede med blokke med mellemribbe. Der regnes derfor med middelværdien af de to transmissionstal.
- 3) Da dækkene i reglen indgår i en sammensat konstruktion, er det i praksis modstandstallet, $\frac{1}{k}$, som indeholder overgangsmodstandene ved begge sider af den samlede etageadskillelse, man har brug for.

Tabel 19

Transmissionstal for træbjælkelag.

Tabellen omfatter følgende træbjælkelag:

A. 1¼" gulvbrædder, 1" indskudsbrædder, ¾" forskalling, rør og puds.

B. 1¼" gulvbrædder, ¾" forskalling, rør og puds.

C. 1" indskudsbrædder, ¾" forskalling, rør og puds.

D. 1" forskalling, rør og puds.

	A		B		C	D
	indre	mod det fri	indre	mod det fri	indre	indre
Intet indskud 5 cm indskudsler	0,70 0,66	0,80 0,75	0,95 0,87	1,10 1,02	1,30 1,20	1,70 1,50
Mineraluldsmåtte eller løs mineraluld						
2,5 cm ¹⁾	0,47	0,53	0,57	0,63	0,66	0,73
5 cm	0,36	0,41	0,41	0,46	0,45	0,48
10 cm ²⁾	0,27	0,31	0,29	0,32	0,31	0,31
Rockwool Batts						
2,5 cm	0,49	0,54	0,59	0,66	0,68	0,77
5 cm	0,38	0,42	0,43	0,48	0,47	0,50
10 cm ²⁾	0,28	0,32	0,30	0,33	0,32	0,33
Vermiculite						
5 cm	0,45	0,50	0,53	0,59	0,61	0,67
10 cm ²⁾	0,34	0,41	0,38	0,42	0,41	0,43
Molerskærver						
5 cm	0,50	0,57	0,60	0,69	0,73	0,82
10 cm ²⁾	0,40	0,49	0,45	0,52	0,51	0,55

1) Løs mineraluld bør ikke anvendes i denne tykkelse.

2) Ved konstruktion A er der regnet med, at 10 cm isolering udfylder mellemrummet mellem indskudsbrædder og gulv, således at der ikke opstår noget luftmellemrum her.

IV. Eksempel og beregningsskema

Nedenfor anføres et eksempel på, hvorledes beregningerne gennemføres, og hvorledes de kan opstilles i skematisk form.

Varmetabet fra rummene 1 og 2, fig. 6, skal bestemmes. Beliggen-

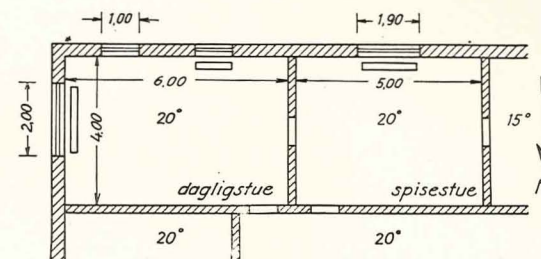


Fig. 6

heden svarer til klasse 2, ydermurene er 35 cm hulmur med ståltrådsbindere af T/1800, udfyldt med 10–20 mm betonklinker, indervæggene er ½ stens mur. De to små sydvinduer er dobbeltvinduer, type a, de andre koblede vinduer, type e. Rumene ligger i stueetagen med normal beboelse ovenpå. Under hjørneværelset er der et koldt kælder-rum (tørrekælder), hvor temperaturen sættes til 0 °C, under det andet fyrrummet, hvor temperaturen sættes til + 15 °C.

Vinduesbrystningerne er ½ stens mur af T/1800, isoleret med 6 cm kork.

Etageadskillelserne er af træ (type A) med 5 cm indskud af løs rockwool under stuen, 5 cm ler under 1. sal.

Ved indervægge tages ikke hensyn til døre etc., men væggene regnes gennemgående.

Udregningen af transmissionstillene, — for så vidt disse ikke direkte kan tages fra tabellerne, — bør anføres på samme skema som selve varmetabsberegningen, f. eks. på forsiden af dette eller på et omslag til det.

Varmetabene for de enkelte flader er afrundet til nærmeste med 5 delelige tal.

Varmetabsberegning for

Ark nr.....

Nr.	Rum			Bygningsdel							Temperatur-differens Δt	k resp. f	F.k. Δt resp. L.f. Δt
	Langde	Bredde	Areal m ²	Betegnelselængde	Betegnelseshøjde	Areal	Antal	Areal-fradrag	F resp. L				
1	Dagligstue	20°											
6	4	24	Ø ₂	KV e	2	1,6	3,2	1		3,2	35	2,7	300
				Fuge						10,8	35	0,7	265
				Brystn.	2	0,8	1,6	1		1,6	65	0,54	55
				YM	4	2,8	11,2		4,8	6,4	35	0,78	175
				DV a	1	1,6	1,6	2		3,2	35	2,3	260
				Fuge	13			2		26	35	0,5	455
				Brystn.	1	0,8	0,8	1		0,8	65	0,54	30
				YM	6	2,8	16,8		4,8	0,8	35	0,54	15
				Loft	6	4	24			12,0	35	0,78	330
				Gulv	6	4	24			24	4	0,66	65
										24	18	0,36	155
													2105
													80
													170
													2015
													120
													2015
													120
2	Spisestue	20°											
4	5	20	S ₂	KV e	1,9	1,6	3,04	1		3,04	35	2,7	290
				Fuge						10,5	35	0,7	260
				Brystn.	1,9	0,8	1,5		4,5	1,5	65	0,54	55
				YM	5	2,8	14			9,5	35	0,78	260
				IV	4	2,8	11,2			11,2	5	2,0	110
				Loft	5	4	20			20	4	0,66	55
				Gulv	5	4	20			20	3	0,36	20
													1050

Tillæg for 2 kolde flader 6 % = 120

Beregnet af.....

t_f =

d. / 19.....

t_r =

Tillæg %	kcal/h	Fradrag	Varmetab kcal/h	pr. m ²	Radiatorberegning					Bemærkninger	
					Middelttemperaturdiff.	R	Varme-flade m ²	Tillæg	Varme-flade m ²		Radiator
30	80	170									0,5(265+80) = ~170
			2135	89							
			1050	53							