

TRANSMISSIONSTAL FOR HULSTENSVÆGGE AF 20 CM BETONBLOKSTEN

Coefficients of heat transmission for walls of 20 cm hollow concrete blocks

Civilingeniør O. G. Posselt

Offentliggjort i „INGENIØREN”, 1960, nr. 7

BLOKSTENSUDVALGET KØBENHAVN 1960

I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG

LABORATORIET FOR BYGNINGSTEKNIK

I henhold til lov nr. 212 af 11. juni 1954 har boligministeriet af midlerne til teknisk-videnskabelig forskning- og forsøgsvirksomhed stillet 100.000 kr. til rådighed for Dansk Ingeniørforening til brug for et udvalg vedrørende *BYGGERIETS RATIONALISERING*,

Denne publikation er en del af udvalgets arbejde.

Arbejdet har været fordelt på nedenstående udvalg:

Hovedudvalg:

Arkitekt *Ph. Arclander*, M.A.A.
Civilingeniør *Aage Jespersen*.
Arkitekt *Eske Kristensen*, M.A.A.
Civilingeniør *P. E. Malmstrøm* (formand).
Civilingeniør *Johs. F. Munch-Petersen*.
Civilingeniør *E. C. Pedersen*.
Professor, civilingeniør, dr. techn. *B. J. Rambøll*.
Civilingeniør *W. R. Simonsen*.
Civilingeniør *Vagn Ussing*.
Civilingeniør *J. N. M. Wærum*.

Bloktensudvalget:

Afdelingsingeniør, cand. polyt. *Jens Johansen* (formand).
Civilingeniør *Poul R. Andersen*.
Civilingeniør *Ingvard Christensen* (sekretær).
Kontorchef ingeniør *Holger Hansen*.
Civilingeniør *Arno Jensen*.
Civilingeniør *Folmer Jørgensen*.
Civilingeniør, dr. techn. *Erik V. Meyer*.
Betonvarefabrikant *Jens Rasmussen*.
Målinger udføres på Teknologisk Institut.

Facadeelementer:

Undersøgelsen forestås af docent, civilingeniør *Vagn Korsgaard*.
Målinger udføres på Danmarks tekniske Højskole.

Montageteknik:

Undersøgelsen forestås af Hovedudvalget.

Vindforsøg:

Undersøgelsen udføres i samarbejde med Akademiet for de tekniske videnskaber og Statens Byggeforskningsinstitut og forestås af professor, civilingeniør, dr. techn. *B. J. Rambøll*.
Målinger udføres på Danmarks tekniske Højskole.

Transmissionstal for hulstensvægge af 20 cm betonbloksten

Af civilingeniør O. G. Posselt

SÆRTRYK ☆ „INGENIØREN” NR. 7 ☆ 1. APRIL 1960

P. HANSENS BOGTRYKKERI — KØBENHAVN

Transmissionstal for hulstensvægge af 20 cm betonbloksten

Af civilingeniør O. G. Posselt

Målinger foretaget for DIF's Blokstensudvalg på Teknologisk Institut's Varmetekniske Laboratorium

ABSTRACT

In a recommendation for Standard Concrete Blocks which has been formulated by the Concrete Block Committee of the Danish Institution of Civil Engineers, will be found an instruction for »A method calculating from their »unit weight« under laboratory conditions, the k-value of rendered 20 cm walls of concrete blocks.« (k in kcal/m²h°C).

This instruction is based on the measurements of the heat-resistance of a limited number of types of concrete block walls, carried out by the Committee at the Heat Laboratory of the Technological Institute in Copenhagen, to obtain among others information as to how the compressive strength in relation to the unit weight influences the heat insulation capacity.

In the article is mentioned the method of measurement and the results obtained (Table 5). The heat-resistance, converted into transmission values, are given in the diagram, fig. 4., fixed in relation to the so called »unit weight« of the blocks, which the Committee found in practice to be the most applicable parameter.

The »unit weight« of the concrete block types used and the total weight of the erected test walls, including the rendering on both sides, is given in Tables 1 and 2, and finally, in fig. 5. will be found the diagram which the Committee suggests as a basis for an interim use for calculating k in kcal/m²h°C of arbitrary types of rendered 20 cm. concrete blocks for exterior walls.

69.022:691.32:697.133

Da hulbloksten i overvejende grad anvendes som ydervægge, har det for det af Dansk Ingeniørforening nedsatte udvalg til fastsættelse af normer for betonbloksten været nødvendigt at inddrage spørgsmålet om blokstensvægges varmeisoleringssevne i udvalgsarbejdet, og da der ikke findes godkendte regler for dennes beregning, fandt udvalget det nødvendigt at iværksætte forsøg, bl. a. for at få oplyst, hvorledes trykstyrken vil influere på varmeisoleringssevnen.

I samråd med Teknologisk Instituts Varmeteknisk Afdeling vedtog udvalget en forsøgsplan, der under hensyn til de midler, der kunne stilles til rådighed for forsøgsarbejdet, indskrænkede sig til at omfatte et begrænset antal blokstensvægge i 20 cm tykkelse.

Disse målinger blev udført i årene 1956—58 med økonomisk støtte af Marshall-midlerne i h. t. lov nr. 212 af 11. juni 1954 og af Landsforeningen Dansk Betonvare-Industri.

Senere er der i samråd med civilingeniør H. Dührkop og delvis med økonomisk støtte fra »Kalk- og Teglværksforeningen af 1893« iværksat tilsvarende målinger på to teglstens-ydermure, en 31 cm hulmur og en 1½ stens massiv mur. Disse målinger er igang, men endnu ikke afsluttet.

Formålet med målingerne på blokstensvægge var at danne grundlag for opstilling af enkle beregningsregler eller diagrammer, der kunne gøre det muligt at bestemme k-værdien for en 20 cm tyk væg opført af en given blokstentype, alene ud fra kendskab til blokstens rumvægt.

Ved behandlingen af forsøgsresultaterne enedes man i udvalget om at anvende blokstenenes såkaldte »kasserumvægt« som parameter, idet den enkelte blokstentype karakteriseres ved antallet af hulrækker, således som det fremgår af det afsluttende diagram, fig. 5

i nærværende rapport, hvilket er gengivet efter det normforslag, som udvalget nu har fremlagt til kritik.

Det nævnte diagram er af udvalget fastlagt som et indtil videre anvendeligt grundlag for beregning af k-værdien for 20 cm blokstensvægge, indtil mere omfattende forsøg eventuelt måtte motivere en korrektion.

Om selve forsøgene og de hertil knyttede data skal oplyses følgende:

Det tilstræbtes til målingerne at anvende så forskellige typer som muligt af de i Danmark fabrikerede bloksten, hver af typerne fremstillet i såvel *grusbeton* med rumvægt 1900—2000 kg/m³ som i *klinkerbeton* med rumvægt ca. 900 kg/m³. På et senere tidspunkt blev de samme typer bloksten støbt af en *blandingsbeton* med rumvægt ca. 1500 kg/m³.

Til de indledende forsøg udvalgte man bloksten af typer henholdsvis med få store hulrum, i det følgende betegnet som type I, format ca. 20 × 40 × 20 cm, og med mange smalle hulrum lejret bag hverandre i blokstenens tykkelse, i det følgende betegnet som type II, format 20 × 30 × 20 cm.

Endvidere er forsøgene suppleret ved måling på en blokstensvæg, hvortil er anvendt bloksten af type III, format 20 × 40 × 20 cm; denne blev dog kun støbt af *klinkerbeton* med rumvægt ca. 1000 kg/m³. De tre blokstentyper er vist på diagrammet fig. 4.

De til målingerne anvendte bloksten af grusbeton og af klinkerbeton er udtaget af de respektive betonvarefabrikkers løbende produktion, for type I's vedkommende således, at der er tilstræbt at få blokke af så nær ens vægt som muligt. Typerne II er derimod udtaget mere i flæng af forhåndenværende lager, og det må antages, at blokkene af klinkerbeton er blevet udtaget af partier fra forskellige fabrikationer. De i

tabel 6 anførte spredningsprocenter synes at bekræfte dette forhold.

Alle typerne af bloksten af blandingsbeton er støbt på normal måde på fabrikkerne, men i mindre partier, specielt beregnet til opmuring af prøvevægge til disse målinger.

Efter ankomsten til laboratoriet af de fornødne antal bloksten af hver type, blev hver enkelt blok vejet. Derefter blev de 6 tungeste og de 6 letteste eksemplarer af hver sort fremsendt til trykprøvning i Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontors laboratorium i Ålborg, medens de øvrige bloksten blev anvendt til opmuring af forsøgsvægge i Varmeteknisk Laboratorium som nærmere beskrevet nedenfor.

Middelvægten pr. bloksten var ved modtagelsen for de 3 nævnte betonarter

for type I	henholdsvis	22,6	15,5	og	8,9 kg
for type II	»	15,4	12,7	og	7,7 kg
for type III (klinkerbeton)					12,2 kg

hvilket giver brutto rumvægte, den såkaldte »kasserumvægt«.

for type I	henholdsvis	1380,	970	og	560 kg/m ³
for type II	»	1360,	1115	og	660 kg/m ³
for type III (klinkerbeton)					820 kg/m ³

De vigtigste data for alle 7 anvendte blokstenstyper fremgår iøvrigt af tabel 1, hvor kasserumvægt og rumvægt af massivmaterialet er at forstå som rumvægten med de anførte fugtighedsindhold. Forskellen i beregnet rumvægt og rumvægten af prøvestykke skyldes bl. a., at førstnævnte er middeltal for samtlige bloksten i prøvevæggene, medens der kun er udskåret et enkelt prøvestykke af hver type.

Af de til laboratoriet fremsendte bloksten blev der opmuret prøvevægge i størrelse ca. 1,5 × 1,6 m, alle opført af samme murer.

Væggene af grusbetonblokke blev efter udvalgets anvisning opmuret af mørtel nr. 0 (2 CM: 1 KM, trykstyrke ca. 130 kg/cm²), mens der ved blokkene såvel

af blandingsbeton som af klinkerbeton blev anvendt mørtel nr. 1 (1 CM: 1 KM, trykstyrke ca. 90 kg/cm²).

Mørtelen blev ved opmuringen lagt i pølser langs blokkenes yder- og indersider, således at der fremkom et ca. 4 cm bredt hulrum i murværkets midte, og efter opmuringen blev væggene pudse i overensstemmelse med instruktion givet af Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor således:

»Udvendig puds udføres på følgende måde:

- 1) Udkast med cementmørtel i blandingsforholdet 1 del Portland cement til 3 dele groft sand. Udkastet skal være så tyndt, at det kun lige dækker, og det skal holdes fugtigt.
- 2) Dagen efter — eller et par dage efter — *kastes* pudslaget på. Pudslaget udføres med bastardmørtel nr. 2, d. v. s. 2 dele fabriksfremstillet kalkmørtel og 1 del cementmørtel 1:3. Pudslaget kastes på ad een gang, afrettes med retholdt og afrives plant. Væggens overflade må, forinden udkast og pudsearbejdet påbegyndes, være rengjort og passende fugtig.

Indvendig puds udføres på følgende måde:

- 1) Udkast som for udvendig puds.
- 2) Dagen efter — eller et par dage efter — *kastes* pudslaget på. Pudslaget udføres med fabriksfremstillet kalkmørtel, der gives en lille cementtilsætning, 1 spadefuld cement pr. hl mørtel. Pudslaget kastes på ad een gang, afrettes med retholdt og derefter med træbrædt. Dagen efter påføres et tyndt lag finpuds, der filttes. Væggens overflade må forinden udkast og pudsearbejdet påbegyndes, være rengjort og passende fugtig.«

Efter opførelsen blev prøvevæggene holdt fugtige de første par uger. Væggene henstod derefter på laboratoriet for hærdning og udtørring i 3 à 4 måneder, inden målingerne blev påbegyndt.

Prøvevæggens dimensioner, vægte pr. m² og rumvægte er angivet i nedenstående tabel 2, hvori tykkelser og vægte gælder prøvevæggene inklusive puds på begge sider.

Tabel 1. Data for de enkelte bloksten.

		Bloktype I af			Bloktype II af			Bloktype III af Klinkerbeton
		Grusbeton	Blanding	Klinker	Grusbeton	Blanding	Klinker	
Højde	cm	20,5	19,9	19,8	19,0	19,5	19,6	19,2
Længde	cm	40,1	40,1	40,1	29,4	29,1	29,4	39,5
Tykkelse	cm	20,0	20,0	20,0	20,2	20,0	20,2	19,5
Facadeareal	cm ²	822	798	794	558	568	575	760
Brutto tværsnitsareal	cm ²	802	800	802	593	585	593	770
Hulrums »	ca. cm ²	303	300	303	173	175	183	155
Netto »	ca. cm ²	499	500	499	420	410	410	615
Lågtykkelse	ca. cm	1,5	1,5	2	1,0	1,0	1,5	3
Kasserumfang	liter	16,4	16,0	15,9	11,3	11,4	11,6	14,8
Kasserumvægt	kg/m ³	1380	970	560	1360	1115	660	820
Blokkenes massivitet i forhold til kasserumfang ca. %		66	65	66	72	72	72	83
<i>De massive bestanddele</i>								
Rumfang	ca. liter	10,8	10,4	10,5	8,15	8,17	8,32	12,3
Middelrumvægt beregnet	ca. kg/m ³	2090	1490	850	1880	1550	920	990
Rumvægt af udskårne prøvestykker	kg/m ³	(1980)	(1500)	(880)	(1710)	(1460)	(945)	(950)
Fugtighedsindhold i vægtprocent		0,8	1,4	1,9	1,2	1,3	2,8	4,3
Bruttotrykstyrke af 6 letteste	kg/cm ²	80,2	70,5	29,9	64,1	46,1	27,0	—
af 6 tungeste		105,1	81,5	39,8	130,7	52,1	71,8	—
Middeltrykstyrke, brutto		92,7	76,5	34,9	97,4	49,1	49,4	34,7

Tabel 2. Data for færdigpudsede prøvevægge.

Blokstenstype	I			II			III	
	28 sten i 7 skifter			44 sten i 8 skifter			32 sten i 8 skifter	
Prøvevæggene opført af Materiale	Grusbeton	Blanding	Klinker	Grusbeton	Blanding	Klinker	Klinkerbeton	
Totalhøjde	cm	149,0	148,6	144,0	158,2	161,9	159,7	161,0
Totalbredde	cm	159,6	160,0	160,2	164,7	162,5	164,2	163,0
Tykkelse incl. puds	cm	22,2	22,0	22,1	21,9	21,9	21,9	21,5
Totalvægt	kg	745	564	379	795	688	477	533
Vægt pr. m ²	kg/m ²	313	235	164	305	262	182	203
Middelrumvægt af pudset væg	kg/m ³	1415	1080	745	1400	1195	830	940

Fugtindholdet i prøvevæggene blev ikke direkte målt, men det blev bestemt for enkelte blokke, der havde været anbragt i laboratoriet og havde indstillet sig efter samme fugtforhold som prøvevæggene, (se tabel 1). De herved fundne fugtindhold omfatter ikke pudslag og fugemørtel.

Målingerne blev foretaget i et væg-varmestrømsapparat som beskrevet i tidsskriftet VARME nr. 5/1954.

Væggene blev ophængt i apparatet således, at varmen fra apparatets varmeflade blev transmitteret gennem et tæt aflukket 20 mm luftlag til væggenes varmeside og fra væggenes koldeside gennem et andet 20 mm luftlag til apparatets køleflade, se side 76—77 i VARME nr. 5/1954. Væggens overfladetemperaturer og temperaturfaldet blev målt ved hjælp af 10 par termoelementer af kobber og konstantan, der var fastkittede til væggenes overflader og placeret jævnt fordelt over det 1 m² store målefelt, som nærmere omtalt nedenfor.

Varmestrømmen gennem væggene blev målt ved hjælp af varmestrømsmålere såvel før som efter passagen gennem væggen, og varmestrømsmålerens udvisende blev kontrolleret ved måling af den til apparatets målefelt tilførte elektriske effekt.

Når der under stationære temperaturforhold måles en varmestrøm q kcal/m²h, og middeltemperaturerne på væggenes to overflader samtidig er henholdsvis t_1 og t_2 °C, haves

$$\text{væggens varmemodstand } m_s = \frac{t_1 - t_2}{q} \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal,}$$

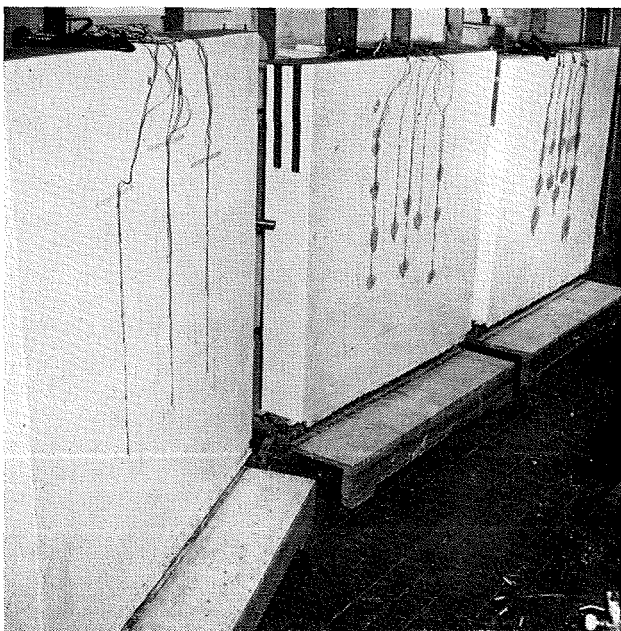


Fig. 1. Prøvevægge med påmonterede termoelementer.

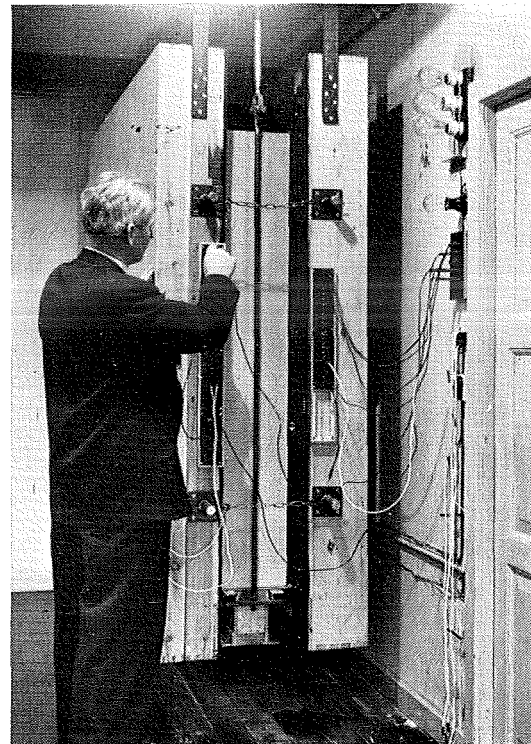


Fig. 2. Prøvevæg ophængt i måleapparatet, før dette lukkes til.

gældende for vægmaterialets middeltemperatur

$$t_m = \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

For alle materialer, respektive materialekombinationer, aftager modstandstallet m_s med stigende t_m . I det temperaturområde, som en ydermur normalt vil være udsat for, kan der regnes med en lineær afhængighed.

På hver af de 7 undersøgte blokstensmure er der foretaget 3 à 4 målinger ved middeltemperaturer i området fra ca. 9°C til ca. 27°C, med temperaturfald igennem prøvevæggene fra ca. 5°C til ca. 26°C. Data for hver enkelt måling er anført i tabellerne 3 a, b og c, hvori de enkelte kolonner indeholder følgende værdier:

- Kolonne 1. Målt middeltemperatur på forsøgsvæggens varme side t_1 °C.
- » 2. Målt middeltemperatur på forsøgsvæggens kolde side t_2 °C.
- » 3. Temperaturfaldet gennem forsøgsvæggen $t_1 - t_2$ °C.
- » 4. Forsøgsvæggens middeltemperatur t_m °C.
- » 5. Varmestrømmen gennem forsøgsvæggen q kcal/m²h.
- » 6. Forsøgsvæggens varmemodstand m_s m²h°C/kcal.

Tabel 3 a.

Blokttype I	1	2	3	4	5	6
	t_1 °C	t_2 °C	t_1-t_2 °C	t_m °C	q kcal m ² h	m_s m ² h°C kcal
Grus- beton	11,9	7,5	4,4	9,7	16,6	0,265
	15,9	11,4	4,5	13,6	17,7	0,254
	21,9	15,4	6,5	18,6	25,9	0,251
Blandings- beton	13,4	7,8	5,6	10,6	15,1	0,371
	20,4	10,9	9,5	15,7	26,8	0,354
	25,2	12,8	12,4	19,0	36,8	0,337
	29,8	14,6	15,2	22,3	44,8	0,339
Klinker- beton	13,2	4,8	8,4	9,0	13,4	0,628
	19,4	10,6	8,8	15,0	15,1	0,582
	26,1	13,6	12,5	19,8	22,2	0,563
	31,2	11,1	20,1*)	21,1	36,4	0,554

Tabel 3 b.

Blokttype II	1	2	3	4	5	6
	t_1 °C	t_2 °C	t_1-t_2 °C	t_m °C	q kcal m ² h	m_s m ² h°C kcal
Grus- beton	13,5	7,2	6,3	10,3	13,0	0,484
	22,5	13,1	9,4	17,8	20,4	0,461
	29,4	18,0	11,4	23,7	25,4	0,449
Blandings- beton	15,5	7,1	8,4	11,3	13,0	0,647
	23,9	9,4	14,5	16,7	23,3	0,622
	24,8	9,8	15,0	17,3	24,0	0,625
	40,3	13,8	26,5*)	27,0	44,0	0,602
Klinker- beton	17,1	4,8	12,3	10,9	12,2	1,01
	22,5	5,7	16,8	14,1	17,1	0,983
	32,3	16,1	16,2	24,2	17,8	0,912

Tabel 3 c.

Blokttype III	1	2	3	4	5	6
	t_1 °C	t_2 °C	t_1-t_2 °C	t_m °C	q kcal m ² h	m_s m ² h°C kcal
Klinker- beton	15,25	5,85	9,40	10,55	13,75	0,684
	22,30	8,75	13,55	15,50	20,50	0,662
	29,70	10,60	19,10*)	20,15	30,00	0,637

De fundne modstandstal m_s (kolonne 6) er i fig. 3 afsat som funktion af prøvevæggenes middeltemperatur t_m (kolonne 4), og heraf kan aflæses de i tabel 4 anførte værdier af m_s gældende for $t_m = 10^\circ\text{C}$.

*) De 3 med dobbeltcirkler afmærkede målepunkter på diagram fig. 3 er gældende for temperaturfald igennem væggen (t_1-t_2), der har været væsentligt større end ved de øvrige målinger, nemlig henholdsvis 20,1 — 26,5 og 19,1°C. Da der ved de fleste andre målinger har været temperaturfald imellem ca. 5 og ca. 15°C, viser de dobbeltmærkede punkters placering, at der ved større temperaturdifferenser næppe vil forekomme væsentligt forøget varmeoverførsel ved konvektion.

De ti par termoelementer, der var fastklæbet på overfladerne, se fig. 1, var fordelt over det 1 m² store målefelt således, at hvert par så vidt muligt dækker 1/10 af målefeltet, og der har på alle prøvevæggene været anbragt:

Tabel 4.

Målte modstandstal m_s ved $t_m = 10^\circ\text{C}$.

Blokttype	Grus- beton	Blandings- beton	Klinker- beton
I	0,265	0,372	0,620
II	0,483	0,648	1,016
III	—	—	0,688

3 termoelementer ud for fuger, 3 ud for ribber og 4 udfor hulrummene mellem ribberne.

Det transmitterende ribbe-, låg- og fugeareal for: Prøvemuren af bloksten type I var ca. 38 %, » » » type II » » 37 %, » » » type III » » 48 %.

I forhold til disse arealer er der placeret relativt for mange termoelementer ud for fuger og ribber, idet 6 termoelementer ud for hulrum og 4 ud for ribber + fuger havde været en mere passende fordeling. Det vil derfor være rimeligt at indføre en korrektion for dette forhold. Tænkes 2 par termoelementer flyttet fra ribbe eller fuge til en placering ud for hulrum, ville disse ved den nye placering have udvist en større temperaturforskul. Et nærmere studium af de enkelte temperaturdifferenser viser, at minimumsdifferenserne (ud for ribber og fuger) er fra 8—14 % mindre end maksimumsdifferenserne (ud for hulrum), alt efter størrelsesordenen af modstandstallet m_s . Dette betyder, at de i tabel 4 anførte værdier forøges med ca. 2 %, hvorved fås de i første kolonne i tabel 5 anførte modstandstal m_s .

Ud fra disse værdier er dannet prøvevæggenes samlede transmissionsmodstande $M = m_s + m_i + m_w$, idet

Varmemodstand m_s i m²h°C/kcal D.I.F. Blokstensudvalg for forsøgsvægge af hulbloksten. Rumvægte incl. puds på begge sider. (Blokkenes kasserumvægte i parentes).

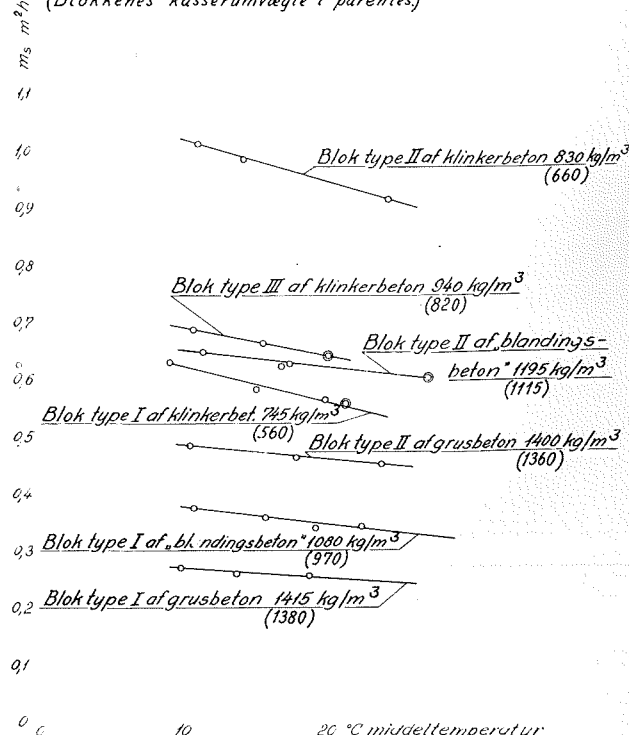


Fig. 3.

overflademodstandene $m_i + m_u$ for en ydermur regnes konstant = 0,2 ifølge Dansk Ingeniørforenings »Regler for beregning af varmetab fra bygninger«.

Tabel 5.

Bloktypen	Korrigerede modstandstal:		Transmissionstal:		Usikkerhed på k.
	m_s	M. $\frac{m^2h^{\circ}C}{kcal}$	k: $\frac{kcal}{m^2h^{\circ}C}$		
Bloktypen I af grusbeton	0,27	0,47	2,12		± 3 %
Bloktypen I af blandingsbeton	0,38	0,58	1,72		± 3,3 %
Bloktypen I af klinkerbeton	0,64	0,84	1,19		± 4 %
Bloktypen II af grusbeton	0,49	0,69	1,45		± 3,5 %
Bloktypen II af blandingsbeton	0,66	0,86	1,16		± 4 %
Bloktypen II af klinkerbeton	1,03	1,23	0,81		± 4,2 %
Bloktypen III af klinkerbeton	0,70	0,90	1,11		± 4 %

Disse transmissionstal er på diagrammet fig. 4 afsat i relation til de respektive bloktypers kasserumvægte, som disse er konstateret på laboratoriet før væggenes opmuring ved at beregne middelrumvægten af samtlige anvendte bloksten af hver type (jfr. tabel 1).

For de på basis af de udførte målinger beregnede værdier af prøvevæggens modstandstal m_s må der regnes med fejlkilder, hidrørende fra usikkerheder på:

- 1) de anvendte el-måleinstrumenter,
- 2 og 3) justeringen af termoelementer og varmestrømsmålere,
- 4) de 10 par overfladetermoelementers visning,
- 5) uensartet hærkning af prøvevæggene samt
- 6) eventuelt ikke helt stationære varmeforhold i måleperioderne.

Den resulterende usikkerhed som de konstaterede modstandstal m_s må anses for at være behæftet med bliver herefter

$$\pm \sqrt{0,3^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2,5^2 + 3^2} \sim \text{ca.} \pm 5 \%$$

Transmissionstallene k, der er de reciproke værdier af de målte modstandstal m_s + det faste tillæg 0,2 for overflademodstande, vil som følge af denne konstante faktor være behæftet med mindre procentisk usikkerhed end m_s .

I sidste kolonne i tabel 5 er anført de usikkerheder på k, som fremkommer under hensyn til nævnte forhold. Disse usikkerheder gælder kun selve transmissionsbestemmelsen, og inkluderer ikke noget bidrag fra definitionsubestemtheden af blokstenenes rumvægte, som i det foregående er anvendt til karakterisering af bloksten inden for hver type og bl. a. benyttet som abscisse i diagrammet fig. 4 (kasserumvægten).

For prøvevæggens vedkommende er disse rumvægte som tidligere nævnt bestemt ved vejning og opmåling af hver enkelt af de til laboratoriet indsendte bloksten. Efter frasortering af de 6 letteste og de 6 tungeste af hver type, er resten anvendt til opbygning af prøvevæggene (jfr. tabel 2). Vægten af den tungeste og den letteste bloksten af disse og de procentiske afvigelser fra middelvægten er anført i tabel 6 for hver af bloktyperne I, II og III.

Tabel 6.

Bloktypen	Antal	Middelvægt af alle	Vægt af enkeltblok		Afvigelser fra middelvægt af alle	
			tungeste	letteste		
I	44	22,6	23,2	22,1	+ 7,8 %	- 3,7 %
I	44	15,5	16,05	15,1	+ 2,7 %	- 3,1 %
I	44	8,9	9,1	8,75	+ 13 %	- 13 %
II	70	15,36	16,55	14,8	+ 1,9 %	- 1,4 %
II	70	12,7	13,1	12,35	+ 2,6 %	- 2,1 %
II	70	7,66	8,7	6,65	+ 3,5 %	- 2,6 %
III	48	12,17	12,4	12,0	+ 2,2 %	- 1,7 %

Vedrørende de i tabel 6 anførte spredningsprocenter henvises til oplysningerne side 230 om forskellige forhold ved udtagningen af de til prøverne anvendte partier bloksten, idet bemærkes, at en eventuel kontrol af rumvægten ved vejning af et begrænset antal af et større parti bloksten, f. eks. på et lager eller en byggeplads, vil være behæftet med betydelig større usikkerhed, når en sådan stikprøvekontrol skal regnes at gælde for hele partiet. For den færdig opmurede blokstensmur tilkommer yderligere en usikkerhed, hidrørende fra fugematerialet og arbejdets udførelse.

Til belysning af forholdet anføres eksempelvis, at hvis der for en blokstensmur af type II af blokke med kasserumvægt 1100 kg/m^3 skal regnes med $\pm 10 \%$ vægtspredning, viser diagrammet fig. 4, at murens transmissionstal vil ligge imellem 1,08 og $1,28 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$.

De i det ovenstående omtalte målinger på 3 typer blokstensvægge er i blokstensudvalget underkastet en bearbejdelse, som er resulteret i anvisning på en frem-

Pudsede forsøgsvægge af hulbloksten.

D.I.F.

Transmissionstal k i kcal/m²h^oC

Blokstensudvalg.

ved middeltemperatur 10°C

som funktion af blokstenenes rumvægt

(kasserumvægten) i laboratorietør tilstand.

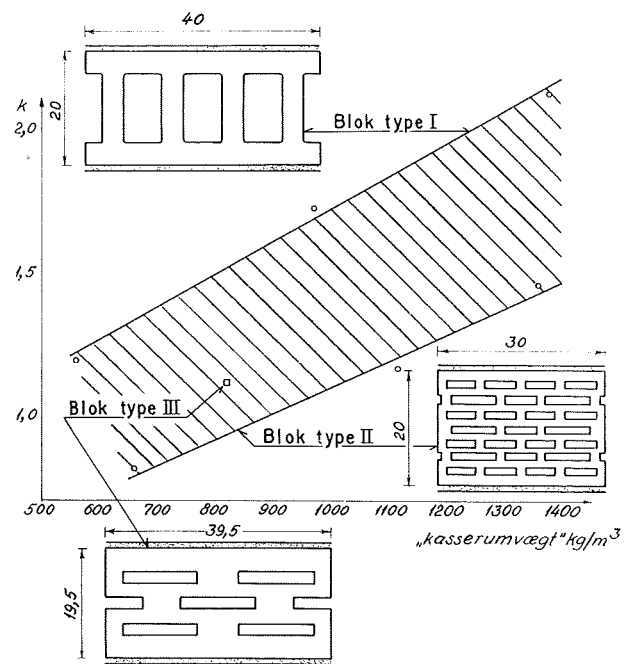


Fig. 4.

gangsmåde til beregning af k-værdien for 20 cm blokstensvægge af vilkårlig type.

Denne bearbejdelse er foretaget af civilingeniør, dr. techn. Erik V. Meyer.

Ved hjælp af ligningen for grænselinierne i diagrammet fig. 4:

$$k = \frac{\gamma}{1080} \left(1 + \frac{0,187}{n}\right) + 0,06 + \frac{0,56}{n}$$

hvor γ er blokstens kasserumsvægt og n er antallet af hulrækker i blokstenen er et til fig. 4 svarende diagram suppleret med mellemliggende linier, som vist i fig. 5, der er et bilag til det nu fremlagte normforslag for bloksten.

Af dette bilag citeres følgende tekststykke:

»Det skal blot her anføres, at de rette linier for henholdsvis 1 hulrække og 7 hulrækker svarer til Teknologisk Instituts udjævnede værdier. Sten med mellemliggende antal hulrækker vil på en eller anden måde placere sig mellem de to linier eller under 7-linien for større antal hulrækker. Tænker man sig nu, at indflydelsen af hver ny hulrække må være aftagende, vil det være naturligt at placere et liniebui således, at de to kendte rækker 1 og 7 anbringes således på diagrammet, at de ligger henholdsvis $\frac{1}{1}$ og $\frac{1}{7}$ over (målt i en ordinat) en tænkt linie for uendelig mange rækker. Linien for n rækker anbringes $\frac{1}{n}$ over uendelig-linien.

Eks.: En mur af sten med 4 rækker huller og en kasserumsvægt på 750 kg/m³.

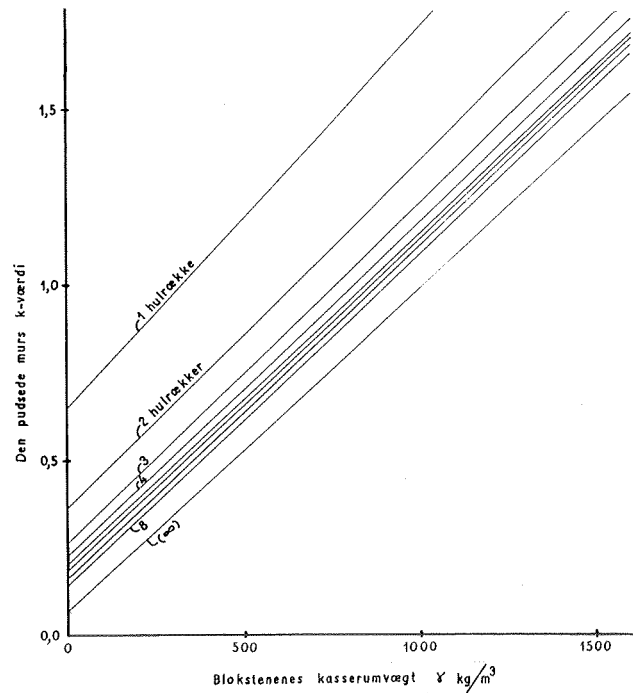


Fig. 5. Transmissionstal k for ydervægge af 20 cm betonbloksten i relation til laboratorietør kasserumsvægt.

Efter diagrammet findes umiddelbart $k = 0,93$.

Efter formlen findes:

$$\begin{aligned} k &= \frac{750}{1080} \left(1 + \frac{0,187}{4}\right) + 0,06 + \frac{0,56}{4} = \\ &= 0,73 + 0,06 + 0,14 = 0,93. \end{aligned}$$

PRIS KR. 6,—.

P. HANSEN'S BOKTRYKKERI
GASVERKSVEJ 6, KØBEN.
9738