



# Forblad

**Murværk af teglsten og klinkerbetonsten**

**Ernst Ishøy**

**Tidsskrifter**

**Arkitekten 1941, Ugehæfte**

**1941**

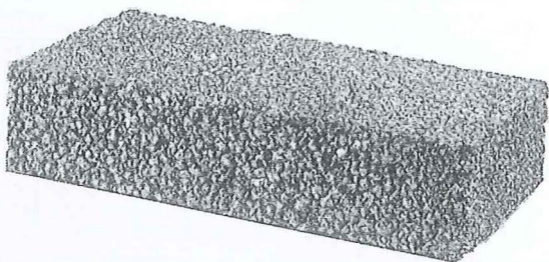
# Murværk

## af Teglsten og Klinkerbetonsten

Af Civilingeniør Ernst Ishøy

Civilingeniør Ernst Ishøy redegør i den følgende Artikel for sit Forslag til Udnyttelse af Klinkerbeton, som i Konkurrencen om Krisebyggeri fik største Præmie i Gruppe II, Kr. 2000.

Den herskende Brændselsmangel og de meget høje Brændselspriser har gjort det klart for os alle, at vore

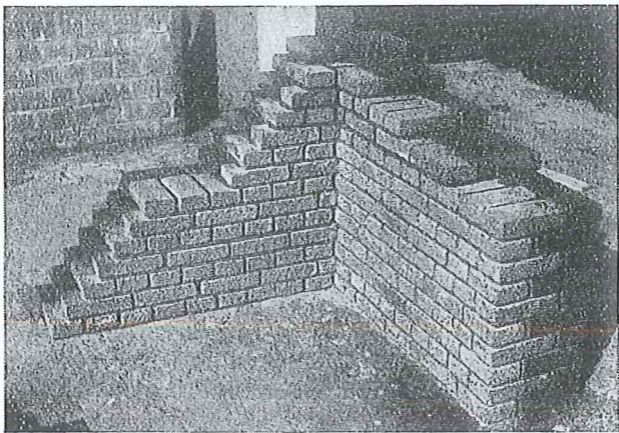


1. Sten af Klinkerbeton i Murstensformat

Boliger bør være bedre isoleret, end det hidtil har været Tilfældet. Da jeg blev opmærksom paa, at der under Krigsperioden var fremkommet usædvanlig store Prisstigninger paa Radiatorer, Kedler og Rør i Forhold til de Prisstigninger, der havde fundet Sted paa Byggematerialer, var den Tanke nærliggende, om det ikke var muligt at skaffe sig en bedre isoleret Bygning uden at Byggesummen forøgedes, derved at Merprisen til de bedre isolerede Mure kunde opvejes af den Besparelse, der indvindes paa Centralvarmeanlægget som Følge af, at Varmetabet blev mindre. I saa Fald kunde man altsaa til Stadighed spare Brændsel uden Bekostning, ja man var vel næsten *pligtig* til at gøre det, navnlig saafremt den bedre isolerede Bygning ikke paa anden Maade blev ringere.

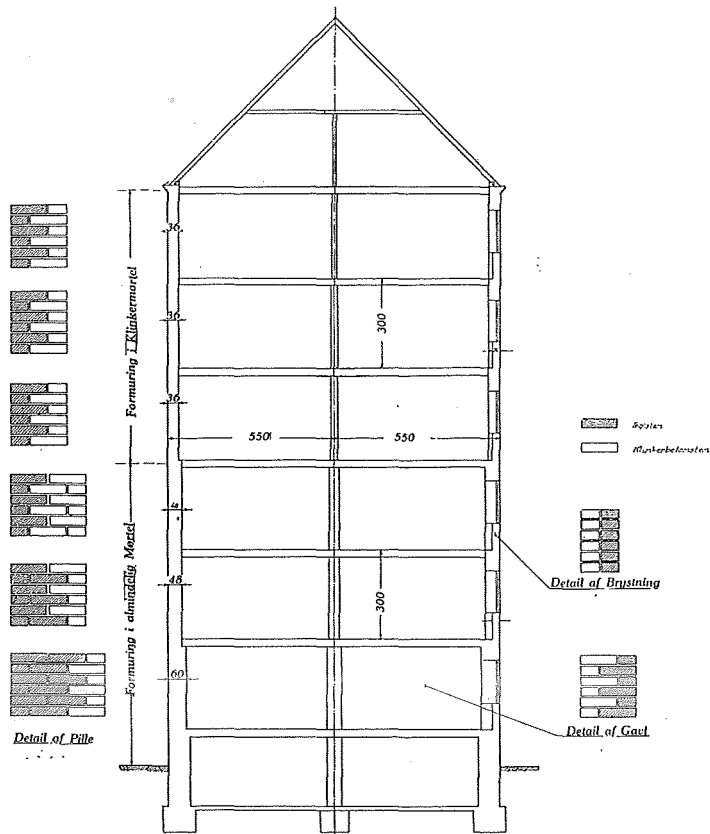
En god isolerende Mur fandt jeg, man kunde faa, ved at anvende en Kombination af Teglsten og Klinkerbetonsten i Normalstens Format, saaledes at Teglsten anvendes i Façaden og Klinkerbetonsten i Bagmuren, muret i Forbandt paa sædvanlig Maade. Klinkerbetonstenen har en væsentlig større Isoleringsevne end Teglsten, og Opmuring paa den sædvanlige, gennemprøvede Maade vilde sikkert ikke medføre praktiske Vanskeligheder. — Klinkerbetonstenens Udseende fremgaar af Fig. 1, og et Eksempel paa Stenenes Anbringelse i Murværket af Fig. 2.

Materialerne, hvoraf Klinkerbetonstenene er støbt, er, som det vil være de fleste af Læserne bekendt, Betonklinker i Størrelse 0—7 mm og Cement. Betonklinkerne fremstilles ved at brænde kalkfrit Ler til Sintring ved



2. Eksempel paa Murværk med Anvendelse af Klinkerbeton i Murstensformat

3. Snit i et 6-etages Hus med Angivelse af Dimensioner paa Ydervægge og Konstruktionen af disse med Anvendelse af isolerende Bagmur af Klinkerbeton, 1:250, Detailler 1:50



en Temperatur af 1200—1400° C. i en Roterovn, der arbejder kontinuerligt. Under Sintringen blærer det smeltende Ler stærkt op og der dannes lukkede, vandtætte Celler saa smaa, at mange af dem kun kan ses ved Forstørrelse. Betonklinkernes Vægt er ca. 500 kg/m<sup>3</sup>. De større Klinker, Nøddeklinker 7—30 mm, anvendes til Jernbeton i Stedet for alm. Nøddesten, medens de mindre Klinker anvendes til Støbning af Klinkerbeton med Rumvægt 600—1000 kg/m<sup>3</sup> og til Fremstilling af Mursten af forskellig Størrelse og Bloksten til Smaabyggeri og til Udmuring i Skelethuse. Stenene fremstilles af vibreret og tørstøbt Klinkerbeton i Specialmaskine med Tilførselssiloer for Cement, Betonklinker og Grus. Stenenes Vægt er 800—900 kg/m<sup>3</sup>. Da de er fremstillet af Cement og Betonklinker af rent Ler uden fremmed Iblanding af nogen Art, indeholder de ingen skadelige Stoffer.

Da Stenene er fremstillet i nøjagtige Jernforme og af et meget ensartet Materiale, er de ogsaa ensartede i Struktur og Form, saaledes at det kan forventes, at Styrken af Murværk, opført af saadanne Sten, bliver betydelig mere konstant end alm. Teglstensmure. For at komme til fuld Klarhed over saadanne kombinerede Mures Styrke, bliver der nu paa den tekniske Højskoles Laboratorium for Byggeteknik under Hr. Professor Suensons Ledelse foretaget sammenlignende Trykforsøg med 3 m høje Mure af Tegl og kombinerede Mure af Klinkerbetonsten og Teglsten.

Varmegennemgangstallet ved forskellige Vægtfylder er bestemt af Teknologisk Institut.

Det er en vigtig Egenskab ved Klinkerbetonsten, at de vil kunne opmures med alm. Mørtel ligesom alm.

Teglsten, idet de opsuger mindre af Mørtelens Fugtighed end Teglsten, men tilstrækkeligt til at binde Mørtelen, og en Mur af saadanne Sten vil, selvom den er opmuret ved Vintertid, blive tør. Da Stenene indeholder aktiv Kieselsyre i stor Udstrækning, hvilket gør dem hydraulisk virksomme, indgaar Klinker og Kalken kemisk Forbindelse. Saadanne Kalk-Kieselsyre-Forbindelser har stor Styrke og Holdbarhed, og da Stenene tillige har en ru Overflade, kan Muren forventes at blive meget stærk, medens Pudsen ligefrem vokser fast til Stenene. Klinkerbetonsten fremstilles paa A/S Lemvigh-Müller og Muncks Fabrik i Sydhavnen.

Det fremgaar af ovenstaaende, at dette Materiale synes at være vel egnet til Ydermur i et alm. Etagehus. Mit Forslag gaar ud paa at anvende saadanne Sten i Etagehuse med Murtykkelser efter Byggeloven og saaledes at de bageste  $\frac{3}{4}$  Sten (skiftevis en halv og en hel Sten, se Fig. 2) i alle bærende Mure blev erstattet med Klinkerbetonsten.

Et Snit i et 6-Etages Hus fremgaar af Fig. 3. Paa 2. Sal er angivet Isolering med  $\frac{5}{4}$  Sten Klinkerbeton. Det er maaske tvivlsomt, om det vil kunne betale sig at isolere saa stærkt, naar Brændslets Pris gaar ned, da Varmeisoleringen med  $\frac{3}{4}$  Sten er meget god og „k“ kun bliver relativ lidt bedre under Hensyn til Prisforøgelsen for den sidste halve Sten. — Brystningerne er tænkt udført af  $2 \times \frac{1}{2}$  Sten med Staaltraadsbindere, da det er af Betydning at skaffe Plads til Radiatorerne, og Murtykkelsen indskrænkes derfor paa dette Sted. Gavlene isoleres med  $\frac{3}{4}$  Sten ligesom Façademurene. Trappemurene er foreslaaet opført helt

af Klinkermurværk i de øverste Etager saa langt ned som Trykpaavirkningen paa Muren tillader. Det viste sig ved Undersøgelsen, at det var særdeles fordelagtigt paa dette Sted at erstatte Teglstensmure med Mure af Klinkerbetonsten. Idet jeg har forudsat  $\lambda = 0,17$  for Klinkerbetonstenen,  $\lambda = 0,75$  for Murværk i Ydermur,  $\lambda = 0,60$  for Murværk i Idermur,  $\lambda = 0,60$  for Puds paa Indersiden, Fugetykkelse 1 cm og Pudslag 1 cm, har jeg gennemregnet Transmissionskoefficienterne  $k$  for de forskellige Arter af Mure efter samme Beregningsformel og fandt de i nedenstaaende Skema angivne Resultater.

	Tegl	Sammensat	Kombineret Mur		Forbedret Isolering
			alm. Mørtel	Klinker mørtel	
Ydermur:					%
1 1/2 Sten	1,47		0,820	—	45
1 1/2 —	1,47	3/4 St.T. + 3/4 St. Kl.	—	0,738	50
2 —	1,19	3/4 St.T. + 5/4 St. Kl.	0,596	—	50
2 —	1,19	5/4 St.T. + 3/4 St. Kl.	0,722	—	40
2 1/2 —	1,00	7/4 St.T. + 3/4 St. Kl.	0,640	—	36
1 —	1,95	1/2 St.T. + 1/2 St. Kl.	—	1,014	48
1 —	1,95		1,123	—	42
Idermur:					
3/4 Sten 15 cm	1,75		—	—	52
1 —	1,42		—	—	54

Klinkermørtel er en Mørtel, der er sammensat ligesom alm. Kalkmørtel, men Halvdelen af Sandet er erstattet med Klinkersand. Dens Vægt er ca. 1300 kg/m<sup>3</sup> i Stedet for 1800 kg/m<sup>3</sup> for alm. Mørtel. Den heraf følgende Isolering er saa stor, at det utvivlsomt vil kunne betale sig selvom Mørtelen bliver 1 Kr. dyrere pr. hl. Det ses af Tabellen, at Isoleringen overalt er meget stærkt forbedret. Jeg har derefter foretaget en økonomisk Sammenligning imellem de ovenfor anførte Teglstensmure og de kombinerede Mure, idet jeg gik ud fra følgende Forudsætninger og Priser:

Flammede Sten koster 60 Kr. pr. Tusind

Klinkerbetonsten — 96 — —

Klinkermørtelen 1,00 Kr. dyrere pr. hl end alm. Mørtel, Arbejdslønnen ved Opmuring med de to Slags Sten den samme.

Anlægsudgiften til Centralvarmeanlægget i et Etagehus er nogenlunde proportional med det samlede Varmetab pr. Time og kan idag regnes til 16 Øre pr. VE/Time.

Brændselsforbrug og Brændselsbesparelse er udregnet paa Grundlag af Varmegradstimerne d. v. s. Produktet af det aarlige Antal Opvarmningstimer og den gennemsnitlige Temperaturdifferens mellem Udetemperatur og Rumtemperatur. (Udetemperaturen under + 10°). Dette Tal kan for Københavns Vedkommende regnes til 85000. 1 kg Kul regnes at give 4900 VE. Et Eksempel paa Beregningsmaaden skal angives her: 1 m<sup>2</sup> 1 1/2 Stens Mur bestaaende af 3/4 Sten Tegl og 3/4 Sten Klinker, formuret i Klinkermørtel:

Fradrag i Anlægssum til Varmeanlægget

$(1,47 - 0,82) 35^\circ \times 0,16 \dots \dots \dots$	$= 3,64$	Kr./m <sup>2</sup>
Merpris paa Sten $94 \times 0,036 \dots \dots \dots$	$= 3,38$	—
	<hr/>	
Besparelse . . . . .	0,26	Kr./m <sup>2</sup>

Saaframt der anvendes Klinkermørtel bliver Muren 1,20 Kr. dyrere pr. m<sup>2</sup>.

Brændselsbesparelse:

$$\frac{(1,47 - 0,82) \times 85000}{4900} = 11,2 \text{ kg Kul pr. Aar pr. m}^2$$

altsaa en Brændselsbesparelse, som for Tiden kan regnes til 1,00 Kr. pr. m<sup>2</sup> om Aaret og med *normale* Brændselspriser ca. 0,50 Kr. pr. m<sup>2</sup> om Aaret, hvilket kapitaliseret til 5 pCt. svarer til en Værdiforøgelse af Muren paa 10 Kr. pr. m<sup>2</sup> eller ca. 50 pCt. For at faa et samlet Resultat for en større Bebyggelse har jeg beregnet Merprisen til Sten og Klinkermørtel samt Besparelsen i Centralvarmeanlægget for en normal Bebyggelse i to Blokke med 50 2-Værelseslejligheder i hver Blok. Resultatet viste, at Bebyggelsen blev noget billigere, naar der anvendes Klinkerbetonsten i Stedet for Teglsten.

Den aarlige Brændselsbesparelse blev 40 Tons eller 25,3 pCt. af samtlige Brændselsudgifter, hvilket med de nuværende Brændselspriser svarer til 3600 Kr. om Aaret eller gennemsnitlig 36 Kr. om Aaret for en 2 Værelses Lejlighed.

I et Hus, der opvarmes ved Kakkellovne, vil der ganske vist blive en mindre Fordyrelse i Byggeomkostningen, men denne burde kunne ophæves ved, at der installeres Kakkellovne, der svarer til Boligens Isolering, hvad man hidtil ikke har praktiseret. Under alle Omstændigheder faar man den store Brændselsbesparelse, som betyder langt mere.

I Villaer er Besparelsen endnu mere iøjnefaldende, navnlig naar der anvendes Bloksten, der er billigere at anvende og som isolerer bedre end kombinerede Mure.

En god Isolering er utvivlsomt af stor Betydning for Beboernes Sundhed, idet Væggens Indertemperatur bliver højere, hvorved Træk i Nærheden af Ydermuren forsvinder.

Jeg har i de sidste Dage haft den Glæde at faa bekræftet Rigtigheden af ovenstaaende, idet der ved en Bebyggelse i 4 Etager, som skal opføres paa Strandvejen 73 i den nærmeste Fremtid, blev foretaget en ny Varmeberægning af Civilingeniør Eigil B. With, som projekterer Anlægget. Der blev ogsaa indhentet Tilbud paa Varmeanlægget under den Forudsætning, at Bagmuren i Ydermurene paa 1. Sal og 2. Sal blev udført med  $\frac{3}{4}$  Sten Klinkerbetonsten i Stedet for Tegl. Resultatet var:

Besparelse i Varmeanlægget . . . . .	2150	Kr.
Merpris ved Murerarbejdet . . . . .	2000	—
	<hr/>	
Besparelse . . . . .	150	Kr.



Den aarlige Brændselsbesparelse er af Civilingeniør With beregnet til 21,7 Tons, hvilket med de nuværende Brændselspriser bliver ca. 2000 Kr. aarlig.

Det her fremførte Problem har Bud til alle i det danske Samfund, idet det foruden at være til Gavn for Ejeren og Lejeren vil være til Gavn for Landet ved den ikke ubetydelige Brændselsmængde, man til Stadighed vil kunne undgaa at købe i Udlandet, dersom man gik over til at bygge med saadanne isolerende Vægge.

Det er min bestemte Overbevisning, at Myndighederne burde stille Krav om, at en Ydervæg skal have en Transmissionskoefficient  $k$  paa højst 0,8, da et saadant Krav ikke vil fordyre Boligen, men være til stor og varig Gavn for Landet.

Skulde Prisforholdet igen ændre sig, saaledes at det blev som før Krigen, vil Byggesummen maaske blive lidt dyrere med de isolerende Vægge, men det vil alligevel stadig være en god Forretning for Bygherren i Betragtning af Brændselsbesparelsen, og ingen vil derfor ønske at ændre et saadant Forlangende til Bygningens Isolering.