

# TEGEL

ORGAN FÖR SVERIGES TEGELINDUSTRIFÖRENING

Redaktionskommitté: Kapten H. STRÖM - Civilingenjör E. FALKE - Ingenjör K. WRÅKE

Redaktör och ansvarig utgivare: Civilingenjör R. ELGENSTIERNA

Redaktionsombud: Ingenjör S. HENNINGSSON, Heby - Ingenjör K. WRÅKE, Malmö

Redaktion och expedition: ENGELBREKTSGATAN 29, STOCKHOLM, Tel. 10 80 51

Atergivande av text och bilder ur denna tidskrift tillåtet med angivande av källan  
Tryckeri AB Thule, Stockholm 1954

## Nr 5 — 1954

ÅRGÅNG 44

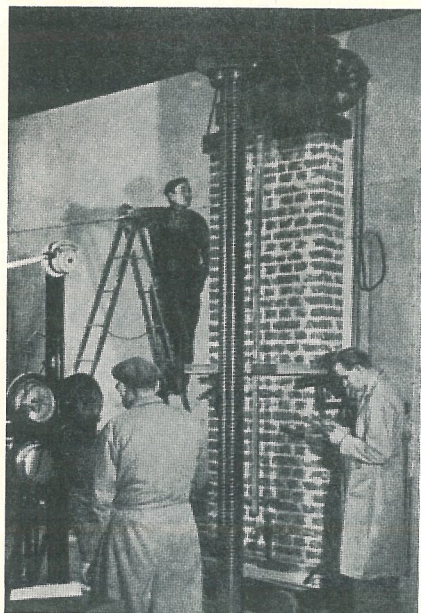
### INNEHÅLL

De bygger sin egen skola

O. Kellerman

Provningar av tegelmurverk

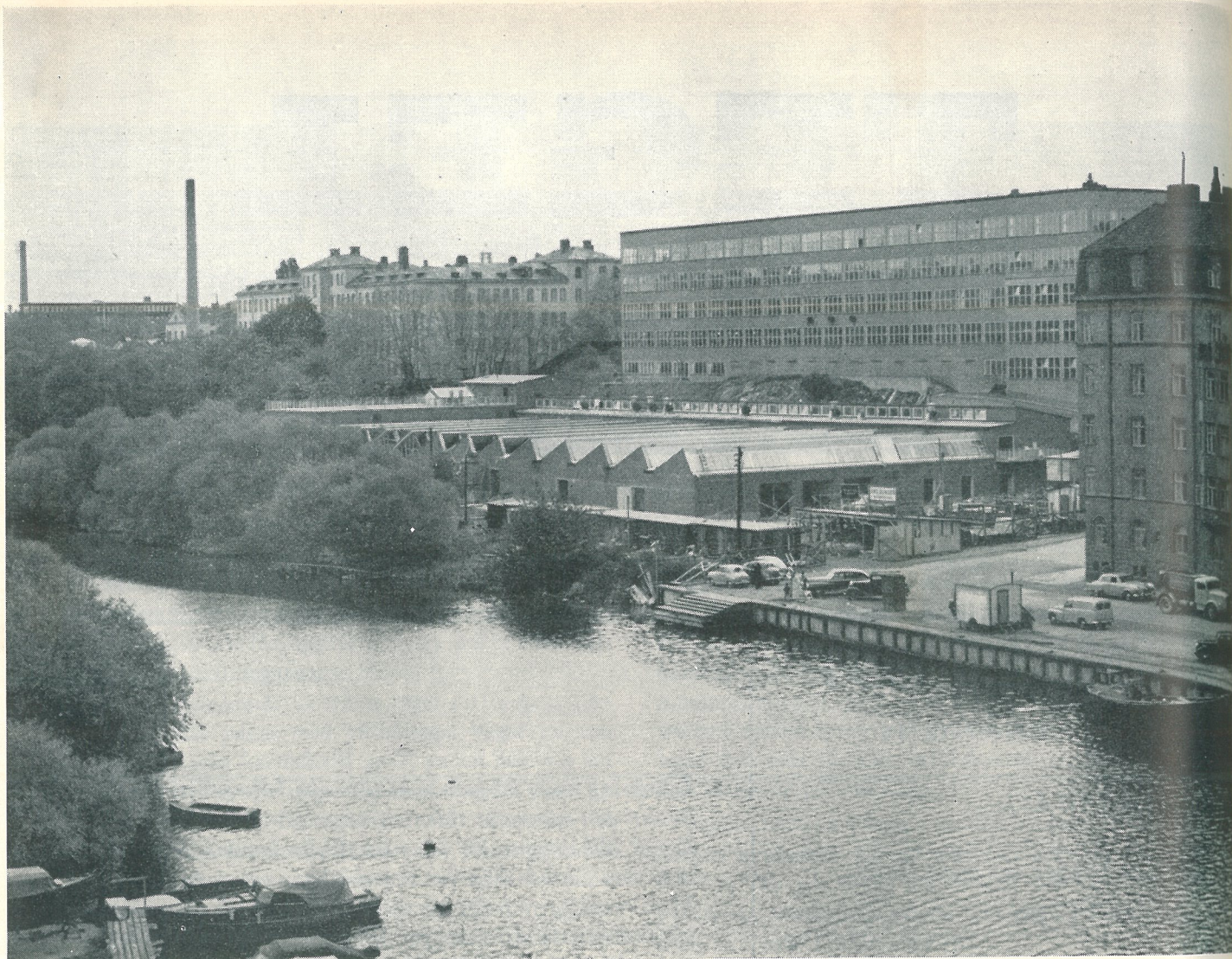
L. E. Nevander



På omslaget: Provning av tegelmurverk  
Foto: Sweden Illustrated, Gösta Nordin

Omkring 1940 började man tillverka håltegel i Sverige. Under den närmaste tiden därefter provtillverkades ett flertal olika typer för att man skulle komma fram till dem som passade bäst för svenska leror och som gav det bästa resultatet i fråga om värmeisolering och murverks-hållfasthet. Såväl Sveriges Tegelindustriförening som flera olika tegelbruk lät då utföra åtskilliga provningar av värmeisolering och murverks-hållfasthet för väggar av håltegel. Värmeisoleringsproven kom att ligga till grund för de värmeledningstal som finns angivna i 1950 års anvisningar till byggnadsstadgan. Provningarna av murverks-hållfastheten lämnade emellertid inte några entydiga resultat — vissa prov gav hållfastheter som låg under motsvarande för fulltegel och vissa låg avsevärt över. Detta torde till största delen ha berott på att murbruket varit av mycket skiftande beskaffenhet. Vid vissa prov torde således en stark hydraulisk kalk ha använts. Det var därför svårt att ange några generella tillåtna påkänningar för håltegelväggar.

Så småningom begränsades antalet håltegeltyper till i huvudsak två — 19-håltegel och 78-håltegel. Allt eftersom produktionen av håltegel ökade blev behovet av normer för detta tegel allt större. Svenska Teknologföreningen och Sveriges Tegelindustriförening tillsatte då en kommitté för att revidera tegelnormerna och framför allt få dessa att omfatta håltegel. Kommittén fann efter granskning av det föreliggande materialet att det var nödvändigt att utföra ytterligare murverksprovningar. För dessa provningar lämnas en redogörelse i detta nummer.



# DE BYGGER SIN EGEN SKOLA

av Olle Kellerman

*I över ett år har eleverna vid Stockholms Stads Lärlings- och Yrkesskolors avdelning för murare haft ett ovanligt ämne på sitt schema. De har nämligen fått sin praktiska utbildning genom att bygga sin egen skola! Och att det varit en sällsynt gedigen utbildning, det kan man se av resultatet som nu ligger i det närmaste invigningsklart vid Kungsholmsstrand, alldeles intill kanalen och S:t Eriksbron. Det vackert djuproda fasadteget avtecknar sig fördelaktigt mot yrkesskolornas stora grå komplex litet längre upp på Inedalsgatan, och det nya inslaget i stadsbilden kommer säkert att bli tacksamt emottaget av stockholmarna.*

Den nya skolbyggnaden blir dock inte helt och hållet murarelevernas egen, utan de får finna sig i att dela med sig av utrymmet åt timmermansskolan, cementarskolan, målarskolan, svetsarskolan och den nya sjömansskolan. Men alldeles säkert kommer de att känna sig speciellt hemma i dessa lokaler. Sedan i mitten av december förra året har ett 35-tal av de unga murarlärlingarna varit sysselsatta i denna ovanliga undervisningsform. När det varit som mest arbetsamt har man kunnat finna 28 elever i arbete runtom i lokalerna, men nu på sluttampen har man bara haft sysselsättning för 6—7 stycken. Resten har fått flytta ut på olika byggen runtom i staden för att få praktik. Men ingenstans har de fått en så allsidig an-



*Några av murarskolans lärlingar instrueras i fasadmurningens finesser av läraren Allan Jonsson*



*Stor omsorg har nedlagts av murarskolans elever för att få fram ett klanderfritt 10-skifts munkförband i fasaderna. Här Stockholms Stads Lärlings- och Yrkeskolors sydöstra fasadhörn*

vändning för sina kunskaper som när de byggt på sin egen skola.

Tegelmurning, fasadtegelmurning, putsning, rabitzarbeten, plattsättning, för- och efterlagning — ja, praktiskt taget allt förekommande inom skräret har de fått syssla med här. Och inga som helst känningar av ”den besvärliga moderna ungdomen” har man haft, intygar den lärare som haft mesta kontakten med pojkarna på arbetsplatsen, *Allan Jonsson*. Till denna skola har kommit unga pojkar, från 18 år och uppåt, från alla upptänkliga landsändar (t. o. m. från Danmark och Finland) och yrkeskategorier, för att lära sig yrkets finesser. Och alla har de kämpat lika väl, trots de olika förutsättningarna; alla har jobbat lika entusiastiskt på sin skola. De kommer alla också att få utnyttja skolan, när de nästa år avslutar sin tvååriga utbildning.

### Murarutbildningen snart 50 år

Murarskolan har funnits i Stockholms stads regi ända sedan 1922, men redan 1905 hade Stockholm aftenutbildning för murare, i Bygg-

mästareföreningens regi. Ända fram till slutet av 40-talet hade man emellertid endast en dagskurs och en aftenkurs. I dag är siffran uppe i hela sex dagsklasser och sex aftenklasser! Sammanlagt går i skolan omkring hundratalet elever och de flesta deltar då i både dags- och kvällskurs. Ursprungligen startades kvällskurserna för att vidareutbilda murare som redan var inne i yrket. Nu börjar nybörjarna i en kvällskurs på hösten och behåller under dagarna sitt gamla jobb — mekaniker, konditor eller vad det nu kan vara. På våren börjar de också i dagskursen, om de under hösten visat anlag för yrket. På detta vis kan man göra en sorts gallring redan i aften-skolan, så att de som inte passar för yrket slipper kasta bort dagarna på en utbildning som visat sig onyttig för dem. Denna skolform är värdefull för både elever och lärare.

### Dryg utbildning

Redan efter två månader i dagsskolans teoretiska utbildning släpps lärlingarna ut på byggen runtom i staden. Men hela tiden följs deras fram-



*Lärarnas instruktion och kontroll skedde i bästa sämja och samförstånd*

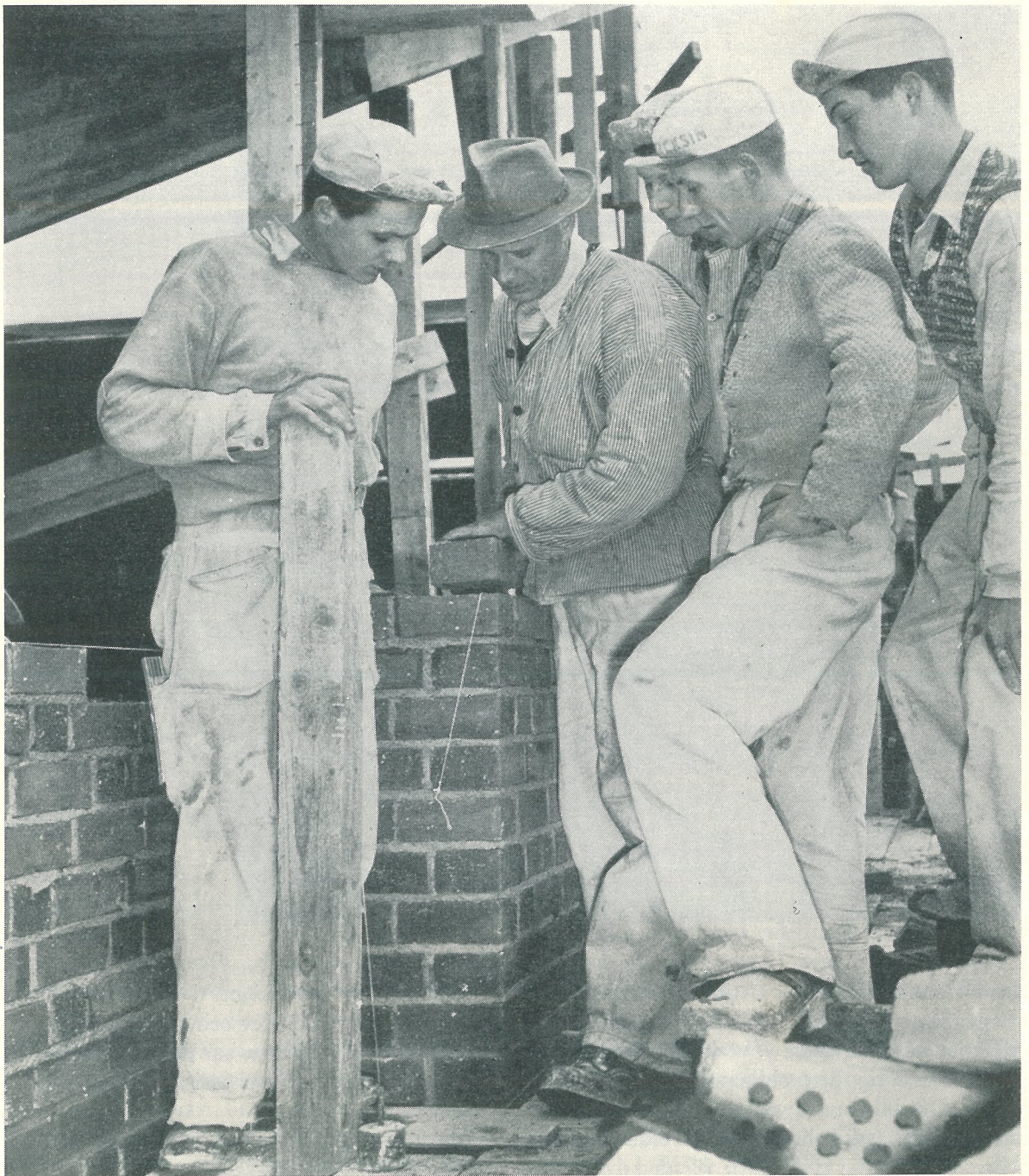
steg av skolans lärare, som tittar till dem två—tre gånger i veckan. Under denna praktik går pojkarna några kvällar i veckan i aftonskolan för att lära sig den obligatoriska teoriutbildningen. Det blir ett drygt jobb för de unga lärlingarna och särskilt bra betald är praktiken inte heller, bara 2:06 i timmen de första 25 praktikveckorna. Men de går alla in med liv och lust för skolan. De får på ett tidigt stadium, kanske tidigare än i någon annan skola, verkligen känna vad yrket kräver av dem. På arbetsplatserna kommer de i kontakt med kolleger och arbetsledare som inte är sena att tala om vad de går för och vad som krävs av dem. Följden blir att murarlärlingarna mycket väl vet vad skolans utbildning kan ge dem och vad den betyder för deras framtid.

I aftonskolan läser eleverna allt från bokföring och yrkeshygien till teknologi och yrkeslagstiftning. De fast anställda lärarna är fyra, med

förste läraren *Ivar Limmér* i spetsen (den senare förresten själv f. d. elev och utexaminerad 1925). Men till kvällskurserna har man ytterligare 8—9 specialister som undervisar i sina egna respektive fack.

### Tre undervisningssystem

Sammanlagt finns det i Sverige 27 murarskolor, men alla är inte upplagda efter samma system som i Stockholm. Den tvååriga utbildningen med det teoretiska omväxlande med praktik på skilda arbetsplatser har bara de största städerna. Det finns emellertid också andra system. De flesta har hela sin utbildning förlagd till centrala verkstadsskolor och låter eleverna helt hålla sig inom skolans hank och stör. I Södertälje och Linköping har man på grund av lokalbrist tvingats att hålla hela sin undervisning ute på byggena, vilket måste bli en ganska stor belastning för både lärare och arbetsgivare.



*Ett fasadhörn gav ofta tillfälle till gemensam samling för instruktion*

Foto: Sweden Illustrated, Gösta Nordin

Stockholms Stads Lärlings- och Yrkesskolors avdelning för murare är inte bara störst i Sverige med sina 12 klasser med 16 elever i varje, utan är också tämligen ensam om att släppa ut sina lärlingar på det praktiska fältet med så kort utbildningstid som två månader bakom sig. Men detta system har sina fördelar och man har idel goda erfarenheter av det. Det omvittnar inte minst de omkring 600 f. d. elever från den stockholmska murarskolan som i dag återfinns på arbetsplatser Sverige runt.

### Daglig kontakt med facket

Verksamheten vid murarskolan, som hela tiden står i nästan daglig kontakt med Byggnadsindustriförbundet och Byggmästareföreningen, kommer genom den nya skolan att kunna utvecklas ännu mera. De nya lokalerna blir mer än dubbelt så stora, mycket ljusare och modernare än de föregående, och alla tecken pekar på att byggnadsindustrin kommer att få mycken glädje av detta nybygge. Inte bara genom sitt vackra exempel på vad gott hantverk kan uträtta.

# PROVNINGAR AV TEGELMURVERK

*Redogörelse för nya murverksprovningar och inventering av  
tidigare utförda svenska provningar*

Av civilingenjör Lars Erik Nevander

## Provningsprogram

Då det fanns ett stort antal murverksprovningar med fulltegel beslöts att anordna provningen som en jämförelse mellan fulltegel och de två förhärskande håltegelarterna — 19-hålstegel och 78-hålstegel. Detta var även lämpligt ur den synpunkten att det fanns relativt få provningar av fulltegel med större hållfasthet. Medeltryckhållfastheten har nämligen stigit, dels beroende på förbättrade tillverkningsmetoder, dels beroende på att man i och med övergång till håltegelframställning i hög grad frångått tillverkningen av de porösare sågspånsmagrade tegelarterna. Den ökade fasadtegelproduktionen har även bidragit härtill.

Programmet avsåg därför provning av tre olika tryckhållfasthetsklasser, nämligen 200, 300 och 400 kg/cm<sup>2</sup>. Av varje tryckhållfasthetsklass skulle provas dels fulltegel, dels 19-hålstegel och dels 78-hålstegel, vilket alltså innebar att 9 olika tegelarter skulle provas. För varje tegelart skulle provas 3 pelare murade i kalkbruk och 2 pelare murade i kalkcementbruk. Det ansågs att kalkcementbruket skulle ge ett jämnare resultat, och att man därför kunde nöja sig med färre prov med detta bruk. Programmet omfattade således 45 tegelpelare.

## Provningen

Provningarna har utförts vid Statens Provningsanstalt i Stockholm under ledning av arkitekt SAR Moje Bergström. Närmast ansvarig för provningarnas genomförande har varit ingenjör Sten Ekström. En utförligare redogörelse för provningsresultaten samt en viss bearbetning av dessa kan erhållas från Sveriges Tegelindustriförning för dem som närmare vill studera provningen i detalj.

## Beteckningar

- T* Tryckhållfasthet för tegel, medeltal. Kg/cm<sup>2</sup>  
*B* Böjhållfasthet för tegel, medeltal. Kg/cm<sup>2</sup>  
*M* Murverks hållfasthet. Kg/cm<sup>2</sup>  
 $\gamma_n$  Nettovolymvikt. Kg/dm<sup>3</sup>  
 $\gamma_{br}$  Bruttovolymvikt. Kg/dm<sup>3</sup>  
*K* Kalkbruk  
*KC* Kalkcementbruk  
*F-000* Fulltegel med angiven tryckhållfasthet  
*19-000* 19-hålstegel med angiven tryckhållfasthet  
*78-000* 78-hålstegel med angiven tryckhållfasthet

## I diagram:

- × Fulltegel. Murverk av d:o i kalkbruk
- 19-hålstegel. Murverk av d:o i kalkbruk
- 78-hålstegel. Murverk av d:o i kalkbruk
- ⊗ Murverk av fulltegel i kalkcementbruk
- Murverk av 19-hålstegel i kalkcementbruk
- Murverk av 78-hålstegel i kalkcementbruk

## Teglet

Det använda teglet var av format 6,5 × 25, dvs. med nominella måtten 25 × 12 × 6,5 cm. 19-hålsteglet var vinkelrätt mot byggytan genomdraget av 19 runda hål, fördelade på 3 rader med 6, 7 resp. 6 hål i vardera raden. 78-hålsteglet var vinkelrätt mot byggytan genomdraget av 78 fyrkanthål fördelade på 6 rader med 13 hål i varje rad.

För de olika tegelarterna provades följande egenskaper:

- Tryckhållfasthet
- Böjhållfasthet
- Bruttovolymvikt
- Nettovolymvikt
- Måttavvikelser

Varje provning utfördes på 30 tegelstenar, då erfarenheten visat att provning av 10 tegelstenar icke lämnar ett för vetenskapligt bruk tillräck-

Tabell 1. Teglets viktigaste egenskaper

Tegelsort	Bruttovolymvikt kg/dm <sup>3</sup>	Nettovolymvikt kg/dm <sup>3</sup>	Tryckhållfasthet		Böjhållfasthet kg/cm <sup>2</sup>
			Medeltal kg/cm <sup>2</sup>	Medeltal av de 15 lägsta värdena i en serie om 30 stenar kg/cm <sup>2</sup>	
F-194	1,54	1,57	194	148	62
F-315	1,67	1,69	315	273	58
F-506	1,84	1,88	506	433	72
19-189	1,43	1,74	189	154	19
19-313	1,50	1,79	313	274	29
19-437	1,56	1,87	437	358	47
78-209	1,14	1,60	209	163	33
78-360	1,29	1,67	360	309	33
78-435	1,38	1,72	435	361	53
78-630	1,40	1,82	630	549	—

ligt säkerställt resultat ur statistisk synpunkt. Teglets viktigaste egenskaper finnes i tabell 1.

För tegelsort 78—630 avbröts provningen, enär tryckhållfastheten ansågs väl hög. Provingarna är därför här ofullständiga.

Det kan vara intressant att undersöka sambandet mellan volymvikt och tryckhållfasthet. Detta framgår av fig. 1. Av vänstra diagrammet framgår tydligt att man för samma bruttovolymvikt (stenvikt) får en avsevärt mycket större tryckhållfasthet för hålteglén och att 78-hålstegel ger större tryckhållfasthet än 19-hålstegel. För samma nettovolymvikt (tegelmassans volymvikt) ger 78-hålsteglet den största tryckhållfastheten, därefter fullteglet och sist 19-hålsteglet. Detta

diagram ger intryck av att vara allmängiltigt, då punkterna praktiskt taget ligger på räta linjer, fastän teglet har kommit från olika bruk. Då antalet undersökta tegelsorter är relativt ringa är detta emellertid ej helt säkert.

Sambandet mellan tegelsorternas tryckhållfasthet och böjhållfasthet framgår av fig. 2. Mest markant är här att fullteglets böjhållfasthet ligger avsevärt över hålteglés. Skillnaden är större än vad man ur teoretisk synpunkt med hänsyn till hålens tvärsnittsminskande effekt skulle vänta sig. Huruvida detta beror på spänningskoncentrationer runt hålen eller på inre spänningar i hålteglén eller på andra orsaker har inte kunnat konstateras.

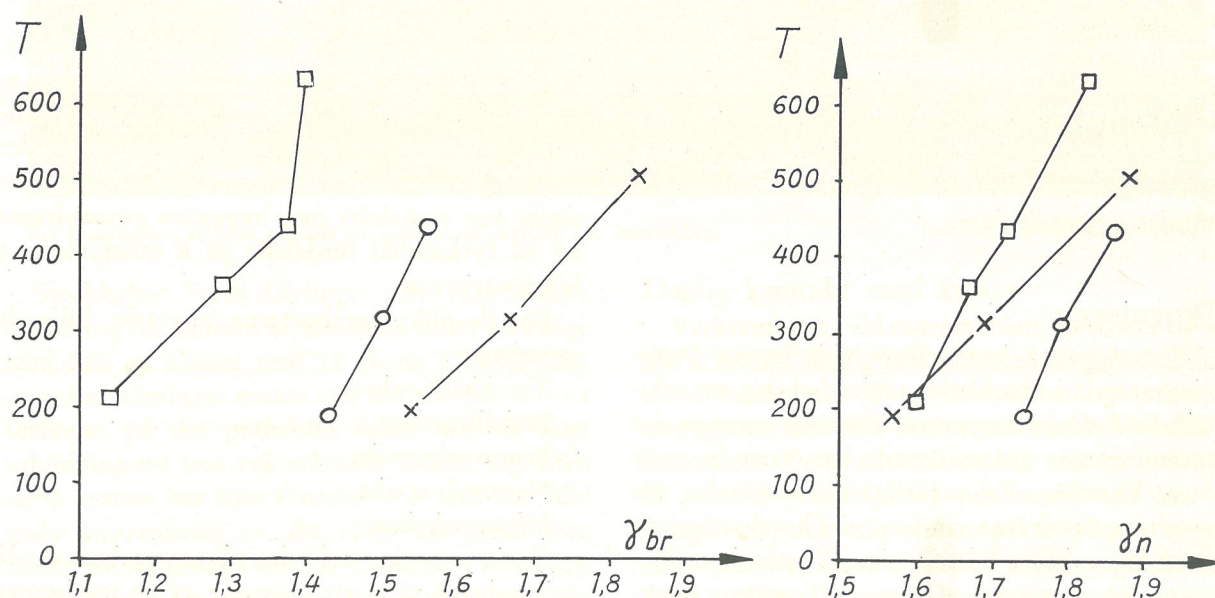


Fig. 1. Samband mellan teglets tryckhållfasthet ( $T$ ) och bruttovolymvikt ( $\gamma_{br}$ ) resp. nettovolymvikt ( $\gamma_n$ )



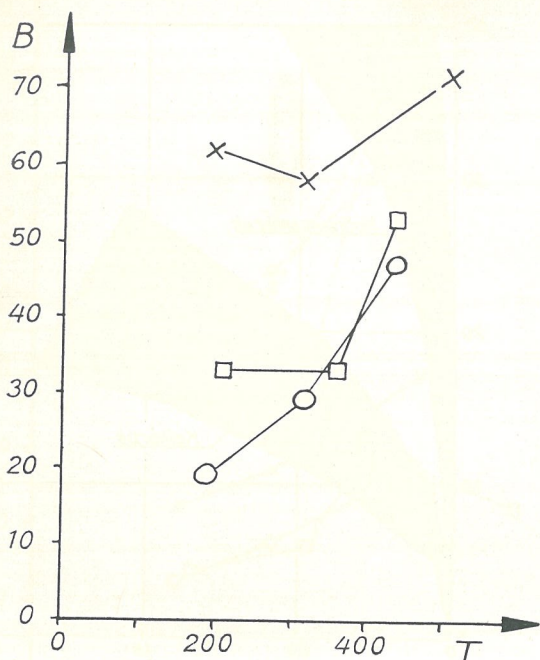


Fig. 2. Samband mellan böjhållfasthet (B) och tryckhållfasthet (T)

### Murbruket

För det använda murbruket har följande undersökningar utförts:

Kemisk analys av i bruket ingående kalk

Siktanalys av i bruket ingående sand

Tryckhållfasthet

Böjdraghållfasthet för kalkcementbruk

Till murpelarna användes dels kalkbruk, dels kalkcementbruk. Med hänsyn till den kritik som riktats mot de i anvisningarna till byggnadsstadgan angivna blandningsproportionerna gjordes båda bruksorterna något magrare än vad som anges där.

Kalkbruket bereddes av 1 viktdel puderkalk och 9 viktdelar sand. Detta motsvarar ungefär volymproportionerna 1 : 4,5. Vatten tillsattes i sådan mängd, 2,2—2,4 viktdelar, att konsistensen vid mätning med Mo-mätare var ca 16 Mo. Bruket aktiverades under 4 min.

Kalkcementbruket bereddes av 1 viktdel puderkalk, 1 viktdel standardportlandcement och 13 viktdelar sand. Detta motsvarar ungefär beteckningen KC 21/4,5. För att få ovannämnda konsistens erfordrades ca 3 viktdelar vatten.

Kalken utgjordes av Kronkalk, tillverkad av AB Karta-Oaxens Kalkbruk. Enligt verkställda analyser innehöll kalken 85—86 % fri  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Kalken är att betrakta som en ren luftkalk utan några hydrauliska egenskaper.

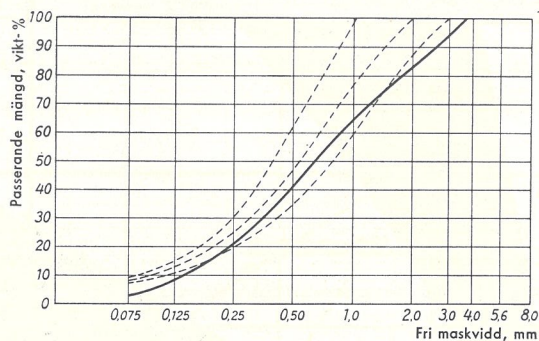


Fig. 3. Siktcurva för använd sand

Den till murbruket använda sanden utgjordes av 50 % grovsand och 50 % finsand. Fig. 3 visar siktcurvan för den sammansatta sanden.

Av murbruket till varje pelare tillverkades 2 serier om vardera 6 cylindrar  $5 \times 5$  cm i enlighet med kalkbestämnelserna. Den ena serien lagrades i konditioneringskammare med 40 % relativ luftfuktighet och  $+20^\circ$  temperatur. Den andra serien lagrades vid murpelarna.

Av kalkcementbruk tillverkades dessutom prismor  $4 \times 4 \times 16$  cm för bestämning av böjdraghållfastheten. Efter 3 dygn i fuktskåp placerades prismorna i konditioneringskammaren.

Samtliga provkroppar som lagrades i konditioneringskammaren vattenlagrades vart 7:e dygn under 5 min.

Alla bruksprover provtrycktes samtidigt med murpelarna vid 56 dygns ålder.

De erhållna resultaten framgår av sammanställningen över murverksproven, tabell 2. Brukets tryckhållfasthet var i medeltal för kalkbruk 8,1 resp. 14,8  $\text{kg}/\text{cm}^2$  vid lagring vid pelaren resp. i konditioneringskammaren och för kalkcementbruk 18,0 resp. 26,5  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

### Murpelare

För murpelarna bestämdes:

Fuktkvot hos tegel vid murning

Luftfuktighet och lufttemperatur under lagringen

Pelarnas dimensioner

Tjocklek hos stöt- och liggfogar

Last och sammantryckning vid 1:a, 5:e och 10:e spricka

Last och sammantryckning vid brott

Pelarnas sammantryckning, utvidgning och utböjning vid olika belastningar

Brottyp och brottorsak

Pelarna murades i kryssförband, 1-sten tjocka och 4-sten breda med dimensionerna höjd ca 300 cm, bredd ca 105 cm och tjocklek ca 25 cm.

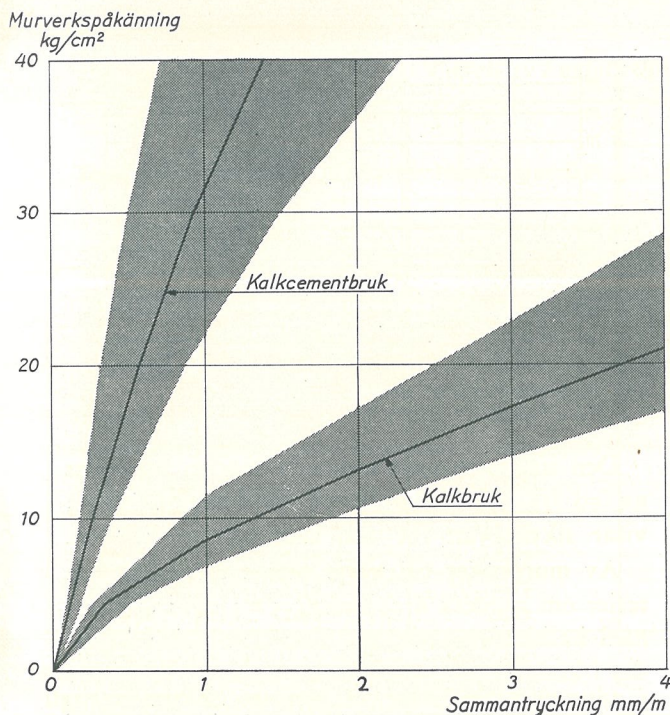


Fig. 5. Medelvärde och variationsvidd för pelarnas sammantryckning

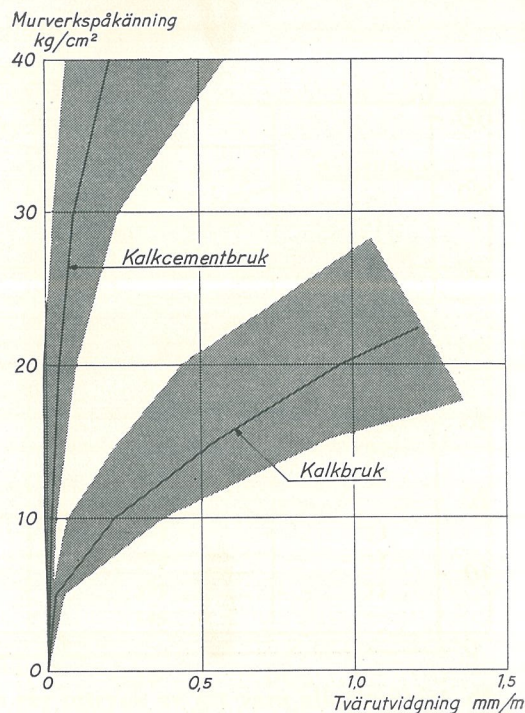


Fig. 6. Medelvärde och variationsvidd för pelarnas tvärutvidgning

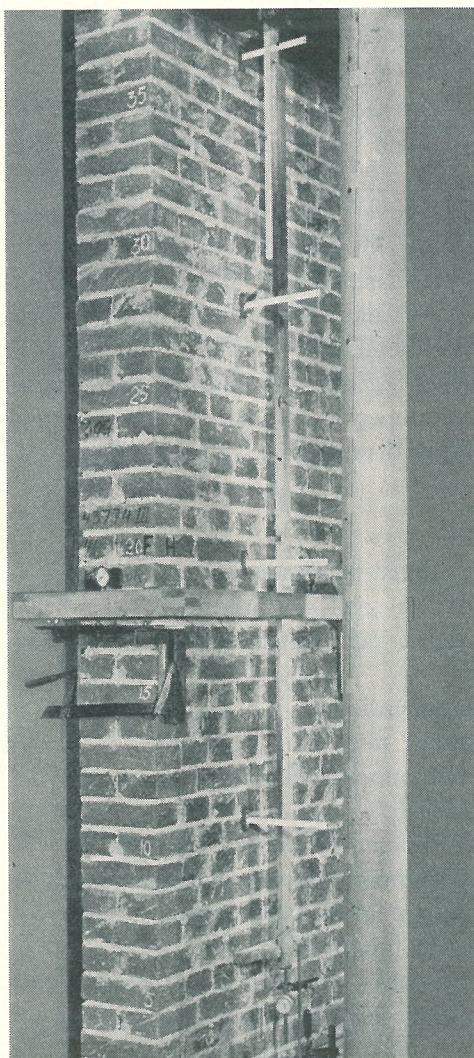


Fig. 4. Murpelare monterad i tryckpressen med anordningar för mätning av sammantryckning, tvärutvidgning och utböjning

Provtryckningen utfördes vid 56 dygns ålder (8 veckor). Denna ålder har valts emedan man knappast behöver räkna med att ett murverk blir fullt belastat tidigare i praktiken.

Provnigen utfördes i en hydraulisk tryckpress. Pressens övre tryckplatta var försedd med en sfärisk led, den undre tryckplattan var fast. Pelarna placerades centriskt i pressen.

Belastningen påfördes stegvis till brott utan avlastning. Vid varje steg ökades lasten under 4 min, varefter avläsning av deformationer omedelbart gjordes. Lasten hölls sedan konstant och 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> min efter lastökningens början gjordes en ny avläsning vid samma last. Efter 9 min började nästa lastökning, osv. Belastningsökningen var ca 5 kg/cm<sup>2</sup> vid varje laststeg.

Vid provtryckningen uppmättes pelarnas sammantryckning på en mätlängd av ca 3 m på vardera sidan av pelarna, deras tvärutvidgning vinkelrätt mot tryckriktningen vid pelarnas halva höjd på en mätlängd av ca 105 cm samt deras utböjning i sidled på 5 ställen utefter höjden. Mätanordningarna framgår av fig. 4.

Resultaten av sammantryckningsmätningarna är sammanställda i fig. 5. Det visar sig att skillnaden i deformation mellan pelare murade i kalkbruk och i kalkcementbruk är avsevärd. Där- emot är variationerna inom varje brukssort täm-

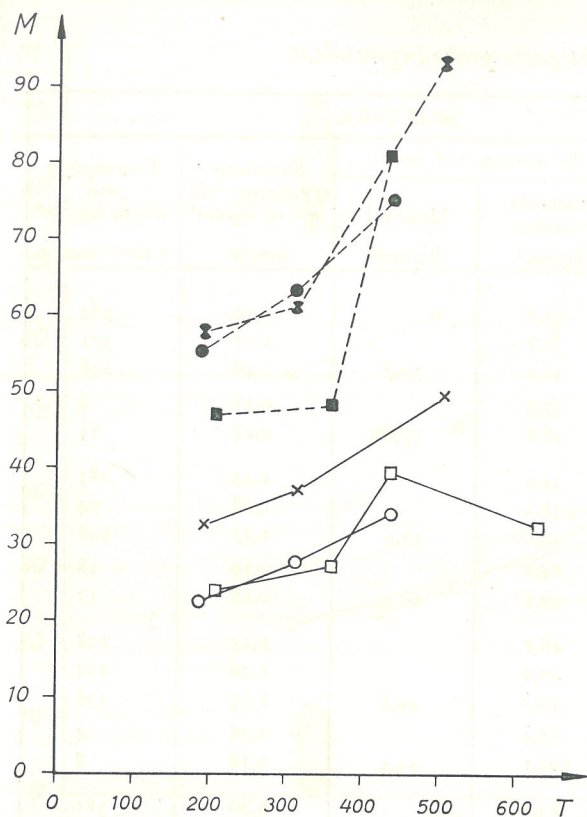


Fig. 7. Samband mellan murverkshållfasthet (M) och teglets tryckhållfasthet (T)

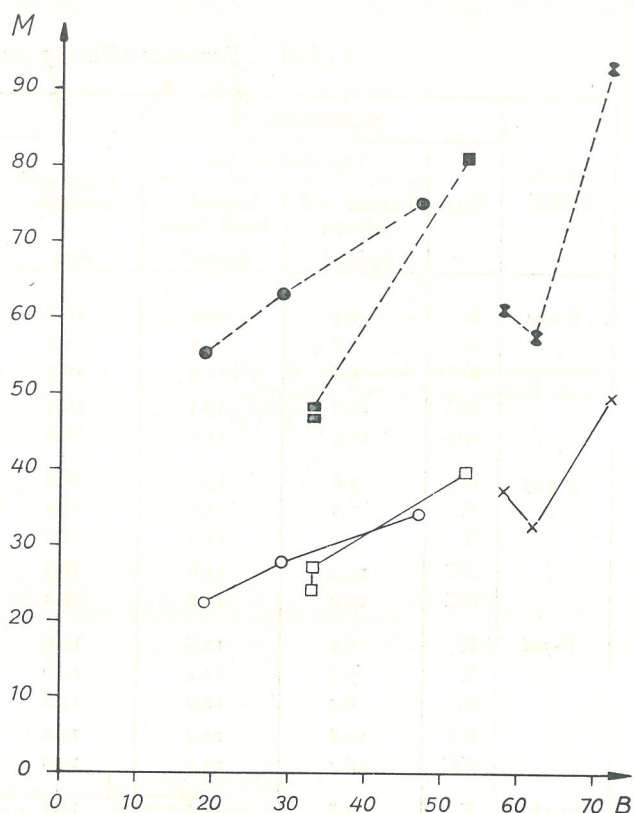


Fig. 8. Samband mellan murverkshållfasthet (M) och teglets böjhållfasthet (B)

ligen små, vilket tyder på att det är murbruket som är avgörande för hoptryckningens storlek. Man kan spåra en svag tendens att starkare tegel ger mindre deformationer, och denna tendens är — som sig bör — mest markant för kalkcementbruk. Medelkurvan svarar mot en elasticitetsmodul (sekantmodul) av 35 000 kg/cm<sup>2</sup> för kalkcementbruk vid  $\sigma = 20$  kg/cm<sup>2</sup> och 7 600 kg/cm<sup>2</sup> för kalkbruk vid  $\sigma = 10$  kg/cm<sup>2</sup>.

För pelarnas tvärutvidgning (fig. 6) är skillnaden mellan kalkbruk och kalkcementbruk ännu större. Av kurvan framgår att det tycks "hända" något med kalkbruket efter en belastning av 5 kg/cm<sup>2</sup>. Detta värde motsvarar ungefär kalkbrukets hållfasthet, och bruket torde därefter ge upphov till stora dragspänningar i stenarna med stor tvärutvidgning som följd. För kalkcementbruket kan man inte se någon sådan utpräglad knäck på kurvan.

Pelarnas utböjning mättes för att kontrollera att belastningen var centrisk och för att få kontroll på att inget oförutsett inträffade under provningen. Då den största utböjningen på mitten vid brott endast var ca 3 mm kan man förutsätta att lasten varit fullt centrisk vid samtliga prov.

De viktigaste resultaten är sammanställda i tabell 2.

Då teglets hållfasthet brukar bestämma de tillåtna påkänningarna är det av särskilt intresse att studera sambandet mellan teglets och murverkets hållfasthet. I fig. 7 är murverkshållfastheten avsett som funktion av teglets tryckhållfasthet i medeltal. Som framgår av figuren är för kalkbruk murverk av fulltegel starkare än murverk av håltegel, och någon tydlig skillnad mellan 19-håltegel och 78-håltegel kan inte konstateras. För kalkcementbruk däremot tycks fulltegel och 19-håltegel ge ungefär samma murverkshållfasthet, medan 78-håltegel synes vara svagare. Då figuren ej visar några entydiga samband är det emellertid svårt att dra några säkra slutsatser.

Man brukar anse att åtminstone för kalkbruk är de av murbruket förorsakade dragspänningarna i tegelstenarna avgörande för murverkets hållfasthet. Man skulle därför kunna tänka sig att sambandet mellan teglets draghållfasthet och murverkshållfastheten skulle vara bättre. I fig. 8 är murverkshållfastheten uppritad som funktion av teglets böjdraghållfasthet. För kalkbruk är värdena för alla tre tegelsorterna något sånär orienterade efter en rät linje. Sambandet är emellertid inte helt tillfredsställande inom varje tegeltyp. För kalkcementbruk kan man inte spåra något samband.

Tabell 2. Sammanställning av viktigaste provningsresultat

TEGEL-SORT	MURBRUK			MURVERK				
	Sort	Tryckhållfasthet		Liggfogstjocklek mm	Belastning vid brott		Sammantryckning vid $\sigma = 10 \text{ kg/cm}^2$ mm/m	Tvärtöjning vid $\sigma = 10 \text{ kg/cm}^2$ $\times 10^{-3} \text{ mm/m}$
		Lagrad vid pelaren kg/cm <sup>2</sup>	Lagrad i kond. kam. kg/cm <sup>2</sup>		Enskilda värden kg/cm <sup>2</sup>	Medeltal kg/cm <sup>2</sup>		
F-194	K	8,4	15,7	16,2	32,7		1,53	364
	K	8,7	16,2	16,3	32,7		1,51	371
	K	8,3	14,3	16,3	32,3	32,7	1,46	298
	KC	18,8	30,3	16,4	57,0		0,23	4
	KC	16,3	25,4	16,4	58,6	57,8	0,24	15
F-315	K	5,6	13,3	16,2	34,2		1,43	285
	K	7,2	14,6	15,9	38,3		1,08	74
	K	5,9	14,0	15,7	39,2	37,2	1,27	148
	KC	14,0	23,6	16,3	62,8		0,30	18
	KC	17,9	24,6	16,2	59,6	61,2	0,26	17
F-506	K	8,1	12,8	14,0	48,7		1,15	208
	K	7,5	12,4	15,0	49,5		1,26	254
	K	8,5	12,0	13,8	50,7	49,6	1,55	336
	KC	15,8	19,4	14,2	86,4		0,16	4
	KC	16,4	23,2	14,0	100,1	93,3	0,18	8
19-189	K	7,8	14,2	13,5	23,5		1,76	385
	K	8,0	13,8	14,0	21,2		1,58	294
	K	7,8	14,2	13,9	22,9	22,5	1,52	294
	KC	20,7	30,6	14,0	57,7		0,32	14
	KC	19,1	28,0	14,5	52,9	55,3	0,37	29
19-313	K	7,1	16,9	14,0	26,0		1,19	144
	K	8,3	13,6	13,5	26,4		1,24	215
	K	7,6	15,6	13,5	30,9	27,8	1,17	205
	KC	16,1	27,4	14,2	68,5		0,18	12
	KC	17,9	27,1	14,2	58,1	63,3	0,23	—11
19-437	K	7,7	13,6	13,2	33,3		1,27	211
	K	8,0	15,7	14,0	32,7		1,20	149
	K	7,8	15,3	13,5	36,3	34,1	1,20	210
	KC	15,8	27,2	13,5	77,8		0,17	12
	KC	18,7	29,0	14,0	72,3	75,1	0,20	13
78-209	K	7,1	11,7	14,0	23,3		1,46	210
	K	7,8	14,7	13,8	25,5		1,53	210
	K	7,2	15,2	14,0	23,1	24,0	1,80	247
	KC	22,2	26,5	14,5	46,6		0,46	16
	KC	20,8	26,8	14,5	47,5	47,1	0,25	23
78-360	K	8,2	12,0	13,5	28,0		1,11	58
	K	8,0	11,9	13,7	27,8		1,21	169
	K	7,8	12,0	13,8	25,7	27,2	1,18	214
	KC	17,9	26,0	14,4	49,2		0,28	20
	KC	19,8	26,3	14,4	47,4	48,3	0,35	15
78-435	K	10,8	17,3	13,6	39,1		0,99	126
	K	9,8	13,7	13,6	41,6		0,91	170
	K	9,6	19,3	13,7	37,8	39,5	0,54	70
	KC	18,5	29,1	13,6	78,3		0,16	18
	KC	16,5	25,9	13,7	83,7	81,0	0,22	19
78-630	K	10,4	20,4	16,4	32,2		—	—
	K	10,0	21,6	16,9	32,1	32,2	—	—

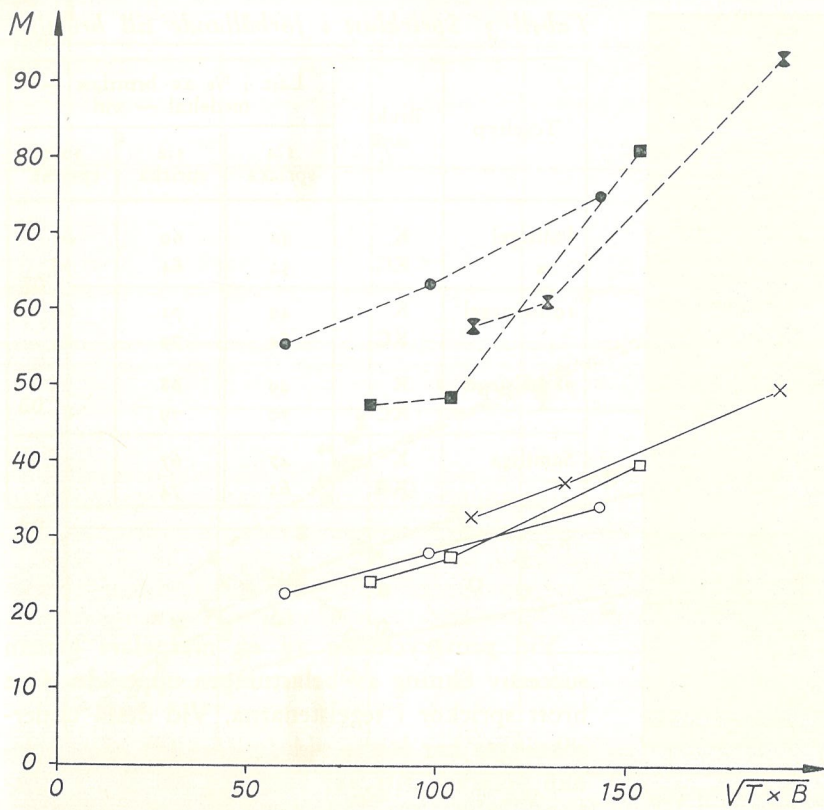


Fig. 9. Samband mellan murverkes-hållfasthet ( $M$ ) och tegelhållfastheten ( $\sqrt{T \times B}$ )

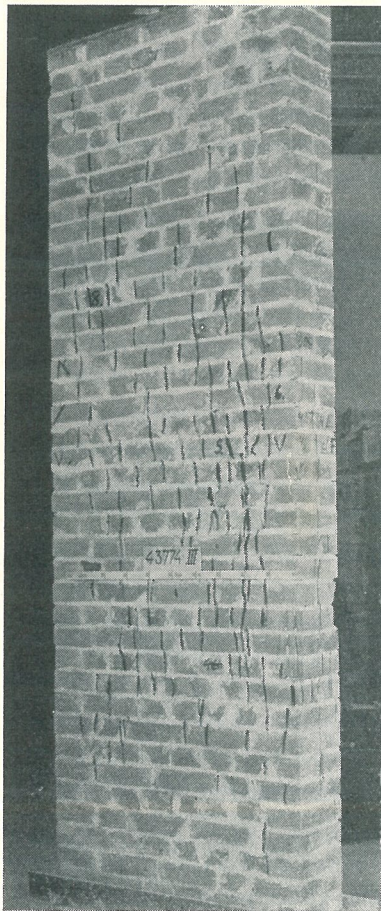


Fig. 10. Pelare av tegelsort 19-313 i kalkbruk efter brott

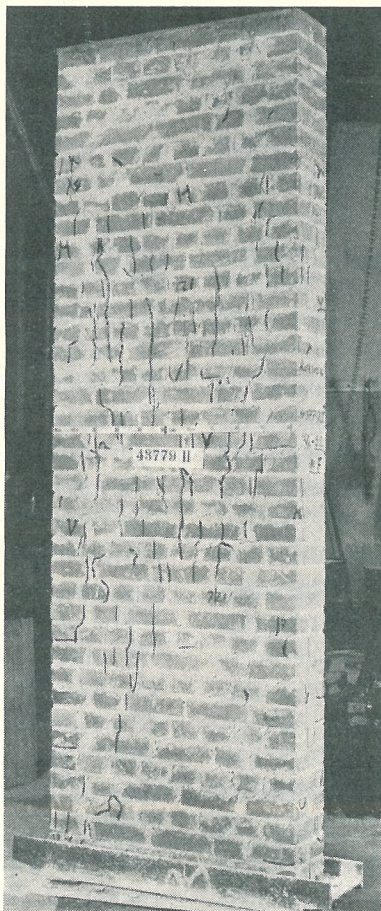


Fig. 11. Pelare av tegelsort F-506 i kalkbruk efter brott

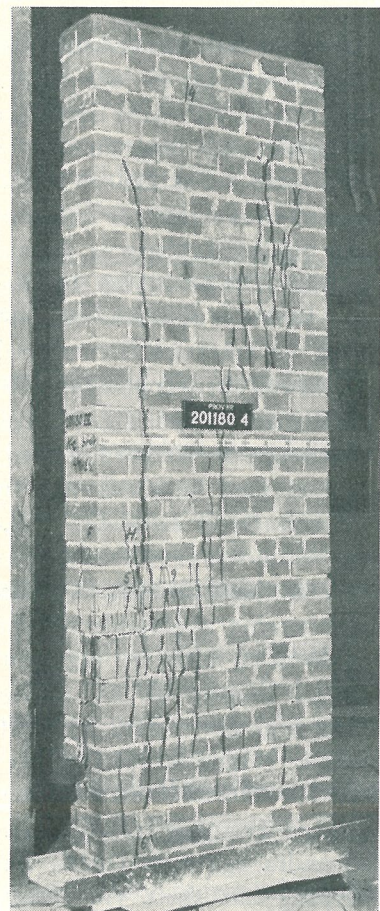


Fig. 12. Pelare av tegelsort 78-435 i kalkcementbruk efter brott

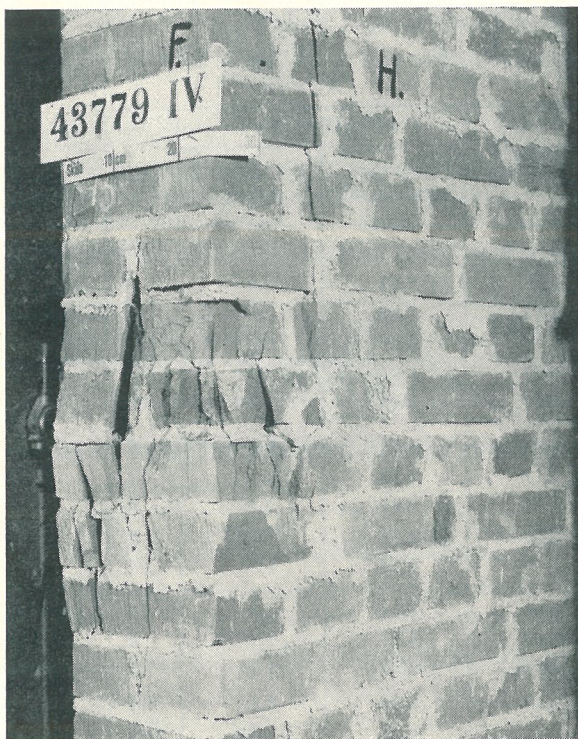


Fig. 13. Lokal krossning. Tegelsort F-506 i kalkcementbruk

Avsätter man murverkshållfastheten som funktion av både tryck- och böjdraghållfasthet för teglet och därvid väljer dessas geometriska medeltal erhåller man diagrammet i fig. 9. Härigenom har till stor del skillnaden mellan de olika tegeltyperna eliminerats för kalkbruk och mellan de olika tegelhållfastheterna är sambandet tämligen rätlinjigt. Det är möjligt att någon mera komplicerad funktion av tryck- och böjhållfasthet skulle kunna ge ett ännu bättre samband. För kalkcementbruk är överensstämmelsen även nu dålig.

När man studerar fig. 7 frågar man sig varför 19-hålstegel är jämbördigt med 78-hålstegel vid murning med kalkbruk men med fulltegel då kalkcementbruk användes. Någon säker förklaring härtill har inte kunnat finnas. Följande hypotes är dock tänkbar. Vid kalkbruk är dragspänningarna avgörande för murverkets styrka, och då hålen minskar dragarean blir murverk av håltegel svagare än av fulltegel. Vid mycket starka bruk bör stenens tryckhållfasthet vara avgörande. Någon skillnad mellan fulltegel och håltegel bör då inte finnas. Någonstans däremellan måste en övergång från den ena brottorsaken till den andra äga rum. Det är tänkbart att denna övergång har skett vid ifrågasvarande kalkcementbruk för 19-hålstegel men ej för 78-hålstegel eftersom hålens form och antal är olika.

Tabell 3. Spricklast i förhållande till brottlast

Tegeltyp	Bruks- sort	Last i % av brottlast — medeltal — vid		
		1:a spricka	5:e spricka	10:e spricka
Fulltegel	K	42	60	64
	KC	52	64	76
19-hålstegel	K	49	72	80
	KC	62	79	84
78-hålstegel	K	49	68	77
	KC	70	79	87
Samtliga	K	47	67	74
	KC	62	74	82

Vid provtryckning av en murpelare genom successiv ökning av belastningen uppträder före brott sprickor i tegelstenarna. Vid dessa undersökningar har lasten vid 1:a, 5:e och 10:e sprickan noterats. Att här redogöra för alla spricklaster skulle föra alltför långt. Då sprickorna endast observerats då lasten hållits konstant dvs. med intervaller på ca 5 kg/cm<sup>2</sup> är de enskilda värdena även tämligen osäkra. I tabell 3 redovisas i stället spricklasten i % av brottlasten i medeltal för de olika tegeltyperna. Som framgår av tabellen inträffar sprickorna i tegelmurverk med kalkcementbruk vid högre last — även i förhållande till brottlasten — än vid kalkbruk. Det förefaller av tabellen som om sprickorna skulle uppträda senare i murverk av håltegel än av fulltegel, men denna skillnad är inte statistiskt säkerställd.

Brottet i tegelpelare murade i kalkbruk yttrar sig i allmänhet i att lasten till slut inte går att öka mer. Sprickor är då tämligen jämnt fördelade över hela ytan, men man kan vanligtvis inte utpeka något ställe där pelaren är särskilt sönder (fig. 10 och 11).

För pelare i kalkcementbruk däremot utbildas vid brott i regel vissa kraftigt spruckna områden. Vid brott sker ofta även en lokal utsprängning av vissa stycken av brottområdet (fig. 12 och 13). Någon gång kan brottet ske rent explosionsartat utan de vanliga förvarningarna.

Man kan inte säkert fastslå att dessa olika brottyper a priori beror på att olika sorters bruk använts. I allmänhet gäller nämligen att ju större brottlasten är desto mer koncentrerat är brottet och desto snabbare sker det.

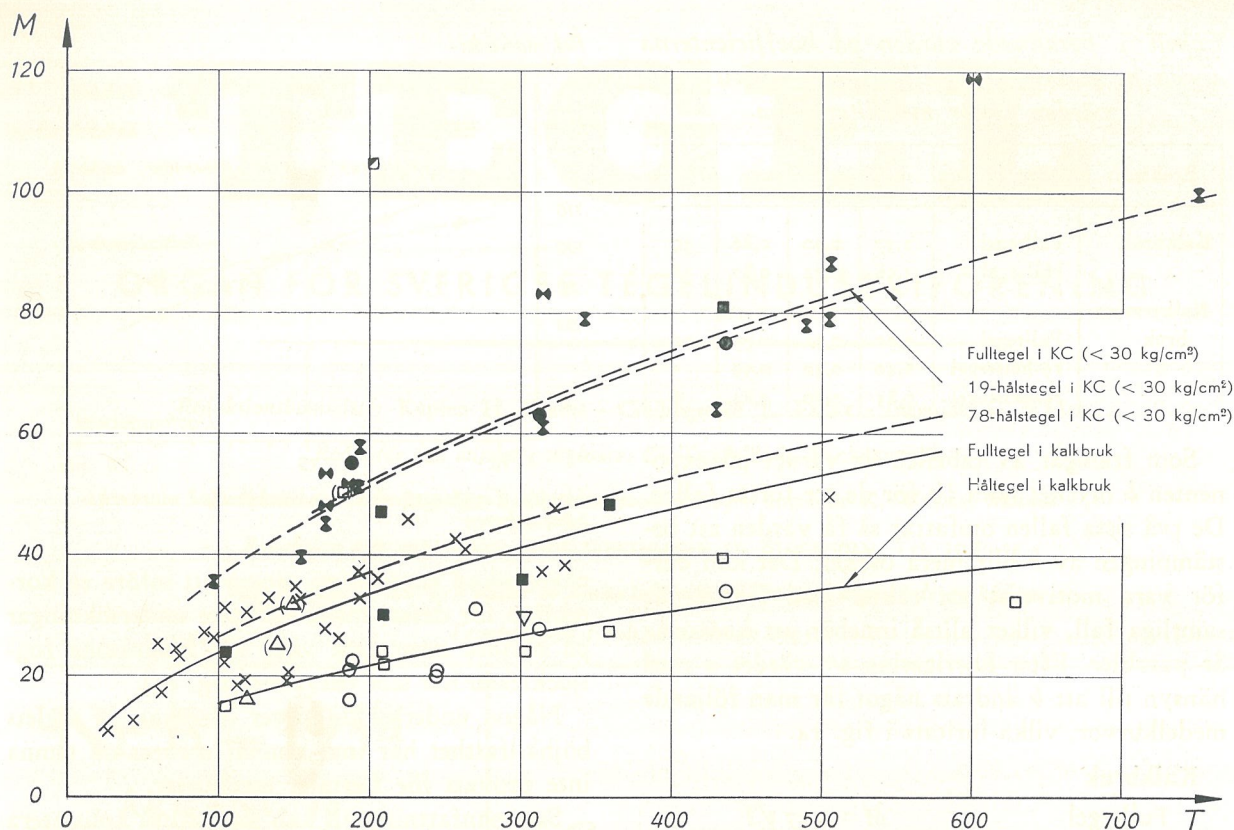


Fig. 14. Sammanställning av utförda murverksprovningar  
Beteckningar utöver tidigare använda:

- ▽ 36-hålstege i kalkbruk
- △ 105-hålstege i kalkbruk
- ◆ Fulltegel i kalkcementbruk (> 30 kg/cm<sup>2</sup>)
- 78-hålstege i kalkcementbruk (> 30 kg/cm<sup>2</sup>)

### Inventering av hittills utförda provningar

I anslutning till dessa tämligen omfattande provningar har utförts en inventering av tidigare i Sverige utförda provningar av våningshöga tegelväggar. Det visar sig då att sammanlagt har — så vitt bekant — fram till den 1/12 1954 provats 289 tegelväggar, varav 166 med fulltegel, 100 med håltegel och 23 väggar med olika tegelsorter i fasad och bakmur. Förutom dessa har en del väggar med tegel i blockformat samt ett stort antal smärre tegelplare provats.

En sammanställning av provningsresultat från centriskt belastade murellare med ca 3 m höjd och med minst 1-stens tjocklek och i övrigt av "normalt" utförande återfinns i fig. 14. Varje punkt i diagrammet motsvarar i regel ett medeltal av flera prov.

De i detta diagram inritade medelkurvorna har beräknats på följande sätt. Kurvorna har förutsatts ha formen

$$M = a \cdot T^b$$

där  $a$  och  $b$  är koefficienter som beror på brukets

egenskaper, fogtjocklek, tegelformat, arbetsutförande m. m. Denna kurva motsvarar en rät linje i ett dubbellogaritmiskt rutnät. Efter logaritmering av utgångsvärdena har därför en rät linje inlagts enligt minsta kvadratmetoden, varigenom  $a$  och  $b$  bestämts. Samtidigt har korrelationen mellan murverkshållfasthet och tegelhållfasthet beräknats.

Erfarenheten visar att murverksprovningar utförda samtidigt och med samma material i allmänhet har gett liten spridning och i varje fall avsevärt mindre spridning än när provningar utförts vid olika tillfällen. Det har därför inte ansetts motiverat att "väga" värdena efter det antal prov som de är medeltal av.

Eftersom man av försöksmaterialet inte kan konstatera någon skillnad mellan olika håltegeltyper murade i kalkbruk har en gemensam medelkurva för dessa beräknats.

Vid denna bearbetning har tre prov uteslutits vilka gett exceptionellt avvikande resultat. Dessa har satts inom parentes i diagrammet. Av provningar med tegel i kalkcementbruk har endast medtagits sådana där brukshållfastheten varit  $\leq 30$  kg/cm<sup>2</sup> (prov lagrade vid pelaren). Detta motsvarar i regel KC 21.

De på detta sätt beräknade värdena på koefficienterna  $a$  och  $b$  samt korrelationskoefficienten  $r$  och antalet värden  $n$  framgår av tabell 4.

Tabell 4. Beräknade värden på koefficienterna  $a$  och  $b$ , korrelationskoefficienten  $r$  samt antal värden  $n$  för medelkurvorna

Brukssort	Tegeltyp	$a$	$b$	$r$	$n$
Kalkbruk	Fulltegel	2,37	0,50	0,86	30
„	Håltegel	1,36	0,52	0,87	18
Kalkcementbruk	Fulltegel	3,30	0,52	0,95	12
„	19-hålstegel	6,40	0,40	0,99	3
„	78-hålstegel	0,85	0,70	0,84	6

Som framgår av tabellen är värdet på exponenten  $b$  mycket nära  $1/2$  för de tre första fallen. De två sista fallen omfattar så få värden att bestämningen av  $b$  blir mera osäker. Det kan därför vara motiverat att räkna med  $b = 1/2$  för samtliga fall, vilket alltså innebär att kurvorna är parabler. Efter korrigering av värdet  $a$  med hänsyn till att  $b$  ändrats något får man följande medelkurvor, vilka inritats i fig. 14.

#### Kalkbruk

$$\text{Fulltegel} \quad M = 2,37 \sqrt{T}$$

$$\text{Håltegel} \quad M = 1,53 \sqrt{T}$$

#### Kalkcementbruk ( $\leq 30 \text{ kg/cm}^2$ )

$$\text{Fulltegel} \quad M = 3,62 \sqrt{T}$$

$$19\text{-hålstegel} \quad M = 3,68 \sqrt{T}$$

$$78\text{-hålstegel} \quad M = 2,62 \sqrt{T}$$

Att brukets hållfasthet inverkar på murverkets styrka torde vara helt klart. Man borde därför få bättre korrelation om man införde en korrektion för brukshållfastheten. Om man antar att denna korrektion har formen av en faktor i ovanstående uttryck och beräknar sambandet mellan murverkhållfasthet, omräknad till en viss tegelhållfasthet, och brukshållfasthet, finner man att korrelationskoefficienten blir låg och i ett fall negativ (vilket senare innebär att större brukshållfasthet ger lägre murverkhållfasthet). Av detta försöksmaterial kan man således inte få fram något samband mellan bruks- och murverkhållfasthet. Att man inte statistiskt kan konstatera något sådant samband innebär inte att ett sådant samband inte finns, utan endast att andra mer eller mindre okända faktorer har större inflytande. En bidragande orsak till det dåliga sambandet är utan tvivel att brukets hållfasthet provats på olika sätt och under olika lagringsbetingelser vid olika tillfällen.

På samma sätt förhåller det sig med fogtjocklek och stenhöjd. Inte heller här kan man påvisa

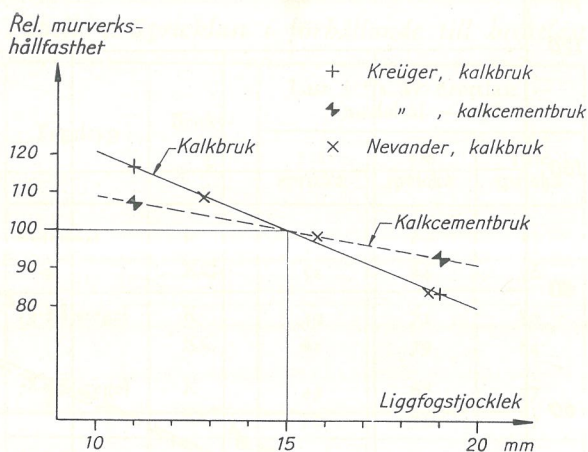


Fig. 15. Liggfogstjocklekens inverkan på murverkhållfastheten

någon ökad korrelation genom att införa en korrektion för dessa, fastän tidigare undersökningar på mindre murpelare visat att åtminstone fogtjockleken har stor betydelse (fig. 15).

Någon undersökning över inverkan av teglets böjhållfasthet har inte kunnat utföras då denna inte provats för flertalet tegelsorter.

Sammanfattningsvis kan man alltså konstatera att spridningen runt medelkurvorna är tämligen stor och att denna till stor del beror på okontrollerade förhållanden. Att därför med ledning av dessa provningar försöka konstruera någon invecklad murverksformel som tar hänsyn till alla inverkanande faktorer torde inte vara möjligt. Man får däremot hoppas att kommande murverksprovningar utförs på likartat sätt och framför allt att alla omständigheter redovisas så noggrant som möjligt.

## RÄTTELSE



I texten till ovanstående fig. i TEGEL 1954, nr 4, sid. 69, skall tillverkarens namn vara ingenjörsfirma Sven Hellsten, Malmö.

Den i annons på omslagets 4:e sida samma nr angivna ark. skall vara John Edvard Österberg, Norrköping.