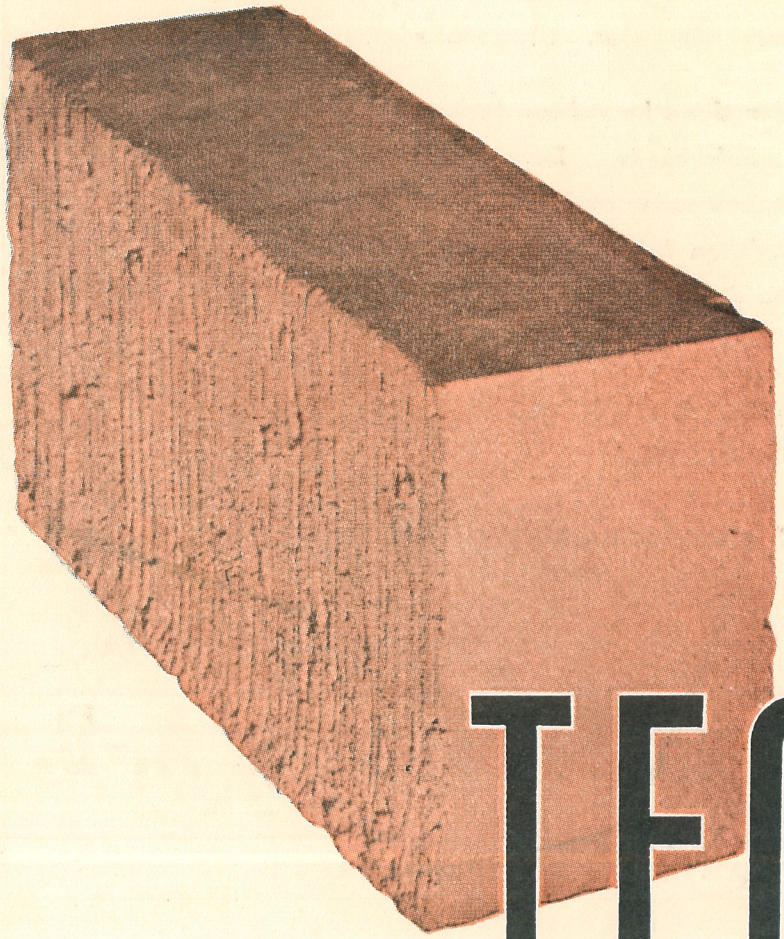
3 **1942 Innehåller: Armerade tegelkonstruktioner.**



TEGEL

10,000 år

tillbaka i tiden torde teglets födelsedag ligga.

Det gamla teglet har sett många medtävlare födas och dö. Överlägset kan det lugnt åse de unga materialens förtvivlade reklamkampanjer. Slutet blir alltid detsamma.

Men under tiden ha många lockats att för hela sitt liv bo i hus av mindervärde. Den som icke önskar bli utsatt för experimentkostnader bör med kritiskt öra lyssna på alla försäljares skyhöga lovord om förträffligheten hos det de sälja. Alla ha de det gemensamt att jämföra sig med tegel och visa för teglet oförmånliga och ofta oriktiga siffror.

Bygg med tegel och Ni undviker alla misstag och förtretligheter för framtiden.

"Teglet är nutidens material för framtiden".

Tegelbrukens Försäljnings A.-B.

STOCKHOLM

UPPLAGA: 5,500 ex. BILAGA: TIDSKRIFTEN BYGGMÄSTAREN.

TEGEL

ORGAN FÖR SVERIGES TEGEL-INDUSTRI-FÖRENING

REDAKTIONSKOMMITTÉ: BRUKSÄGARE GUNNAR WULF, MAJOR CURT CAMITZ OCH DIREKTÖR JOHN BAUNGE.
REDAKTÖR: MAJOR CURT CAMITZ
Exp. och annonskontor: Kungsgat. 32, Sthlm. Tel. 233105.
Redaktion: Norrlandsgatan 11, Stockholm. Tel. 233115.
Eftertryck utan skriftligt tillstånd förbjudet. Copyright.

ARMERADE TEGELKONSTRUKTIONER

Av *Hjalmar Granholm*

§ 1. Inledning jämte historik.

För de flesta svenska byggnadstekniker äro de armerade tegelkonstruktionerna något nytt och ovanligt, på grund av att sådana konstruktioner knappast ha utförts i vårt land[1]. Det förefaller därför mången egendomligt och kanske främmande att utföra en balk av armerat tegel, när balken lika väl kunde göras av betong eller av järn.

Studerar man byggnadskonstens historia, finner man emellertid, att det armerade teglet ingalunda är något nytt, utan att det har varit känt åtminstone sedan hundra år tillbaka, och att det använts här och var i olika slag av konstruktioner med god framgång.

Det armerade teglets historia[2] går tillbaka till början av 1800-talet. Dess teori utvecklades då av engelsmannen *M. I. Brunel,* som en tid var verksam som byggnadschef i New York. Den första tillämpningen i stor skala av den nya konstruktionsprincipen ägde rum, när han använde armerat tegel för att bygga två nedstigningsschakt för Themsentunneln år 1825.

Dessa schakt, armerade med vertikala smidesjärnsbultar, som fästes vid träkransar upptill och nedtill, och med järnringar inlagda i fogarna, tjänstgjorde som sänkbrunnar. De byggdes enligt den öppna metoden, och deras styrka och sammanhållning sattes på allvarliga prov på grund av ojämna sättningar, beroende på varie-

[1] I den svenska tekniska litteraturen ha armerade tegelkonstruktioner tidigare omnämnts av sign. *P. E. H.* Armerat tegelmurverk, *Tegel* 1937, h 4 och av *Hjalmar Granholm,* Armerade tegelkonstruktioner, *Tegel* 1939, h 4.

Av *Henrik Kreüger* ha vissa undersökningar publicerats, som utförts på detta eller på närgränsande problem, t. ex. i uppsatsen Järnklinkerbetong, *Betong* 1918, h. 2. I denna uppsats redogör Kreüger för ett sätt att förstärka betongbalkar genom att mura tryckzonen av högvärdig klinker i stället för att gjuta den av betong på vanligt sätt. De resultat som han kommit till, ha visat, att man på detta sätt kan åstadkomma synnerligen kraftiga balkar. Någon praktisk tillämpning torde dock metoden aldrig ha haft, på grund av att kostnaden för att framställa balkarnas tryckzon av högvärdig klinker ställer sig alltför stor.

[2] Denna historik är i sina huvuddrag hämtad från *The Architectural Forum,* Nov. 1939, Philadelphia, sid. 367 o. följ.

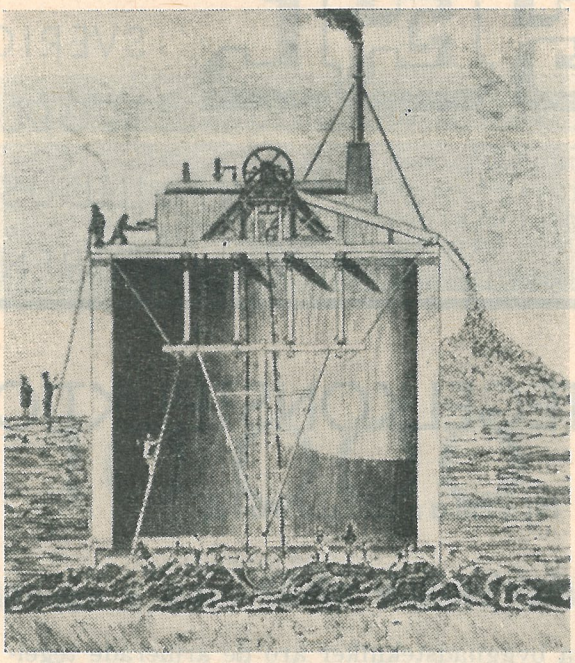


Fig. 1. Sänkbrunn av armerat tegel för Themsentunneln, byggd år 1825.

rande markförhållanden. Sänkbrunnarna förblevo oskadda, och tunneln fullbordades lyckligen.

Uppmuntrad av denna verkligt stora framgång, fortsatte Brunel att utnyttja det armerade teglet och demonstrera hållfastheten hos det nya murverket i en jättestor cantileverkonstruktion, som blev så berömd, att den t. o. m. fick ett särskilt namn, "The Nine Elms Beam".

Resultaten av dessa försök framlades för The Society of Engineers. Detta höga sällskap visade sig emellertid synnerligen skeptiskt. Vissa medlemmar menade, att murverkets överlägsna styrka berodde på att romancement hade använts i bruket, andra vägrade blankt att acceptera teorien att två material med så vitt skilda fysiska egenskaper som tegel och järn skulle kunna samarbeta i en konstruktion.

Något senare visade en annan engelsk ingenjör på ett övertygande sätt, att det verkligen var armeringen, som på den tiden utfördes av bandjärn, som var den verkliga förstärkningen i balkarna. Han konstruerade tre balkar, den första med tegel i rent cementbruk och utan armering, den andra i cementbruk men med armering, den tredje armerad på samma sätt som balk nr 2 men i rent kalkbruk. När dessa balkar belastades, fann man, att balk nr 2 var den som bar den största lasten och att armeringsjärnen hade upptagit dragspänningarna. Vidare framgick av provet med balk nr 3, att kalkbruket icke var tillfredsställande för denna typ av murverk.

Med undantag för ett fåtal experiment, såsom en armerad tegelbalk, en replik av The Nine Elms Beam, som provades på byggnadsutställningen i London 1851, föllo de armerade tegelkonstruktionerna i stort sett i glömska ända till 1872, då engelsmannen

Fig. 2. Konsolbalk av armerat tegelmurverk, utförd i Indien.

N. B. Carson härledde ett värde för draghållfastheten hos armerat tegelmurverk på grundval av tidigare försök och utvecklade en formel för konstruktion av tegelbalkar, som han publicerade i sin avhandling *"The Strength of Brickwork"*.

Under de följande fyrtio åren användes armerat tegel i växande omfattning i Europa och i viss utsträckning även i U.S.A. I själva verket var det en tid så vanligt för diverse slag av byggnadsverk, att talesmännen för den armerade betongen hänvisade till de armerade tegelkonstruktionerna som övertygande exempel på möjligheten att kombinera järn och murverk till en samverkande konstruktion.

Det nuvarande livliga intresset för armerat tegel daterar sig från 1923. Detta år publicerade nämligen den engelske ingenjören *A. Brebner* två volymer *"Notes on Reinforced Brickwork"*, varav framgick, att konstruktionssättet i stor utsträckning hade använts i offentliga byggnader och i tjänstemannabostäder i Indien. Han kom till samma slutsatser som man nått i andra länder, att teorien för den armerade betongen kan tillämpas på armerat tegelmurverk.

Sedan 1924 har en stor mängd prov utförts, såväl på arbetsplatser som i laboratorier, på balkar, plattor, pelare och konstruktioner i full storlek. I U.S.A. inrättades 1932 ett särskilt forskningsinstitut för armerat tegel, *"The Reinforced Brick Masonry Research Board"*, som har utarbetat ett utförligt forskningsprogram och lett och koordinerat försöken.

I U.S.A. har armerat tegel använts framför allt på västkusten, där den stora jordbävningen vid Long Beach 1933 och Kaliforniens jordbävningslag i hög grad stimulerat utvecklingen av konstruktionsmetoderna. Bland de nya arbetsmetoder som tillämpats i Kalifornien, var användningen av flytande murbruk den viktigaste. Inom Kalifornien och angränsande områden är detta f. n. den enda metod som användes för att fylla innerfogar, och den börjar nu att tillämpas även i andra delar av landet för såväl vanligt som för armerat tegelmurverk.

Innan denna historik avslutas, må påpekas, att armerat tegel använts i Japan, av litteraturen att döma i ganska stor utsträckning. I Japan har även använts ett specialtegel med urtagningar för vertikala armeringsjärn. Murverk som utförts med detta tegel, och

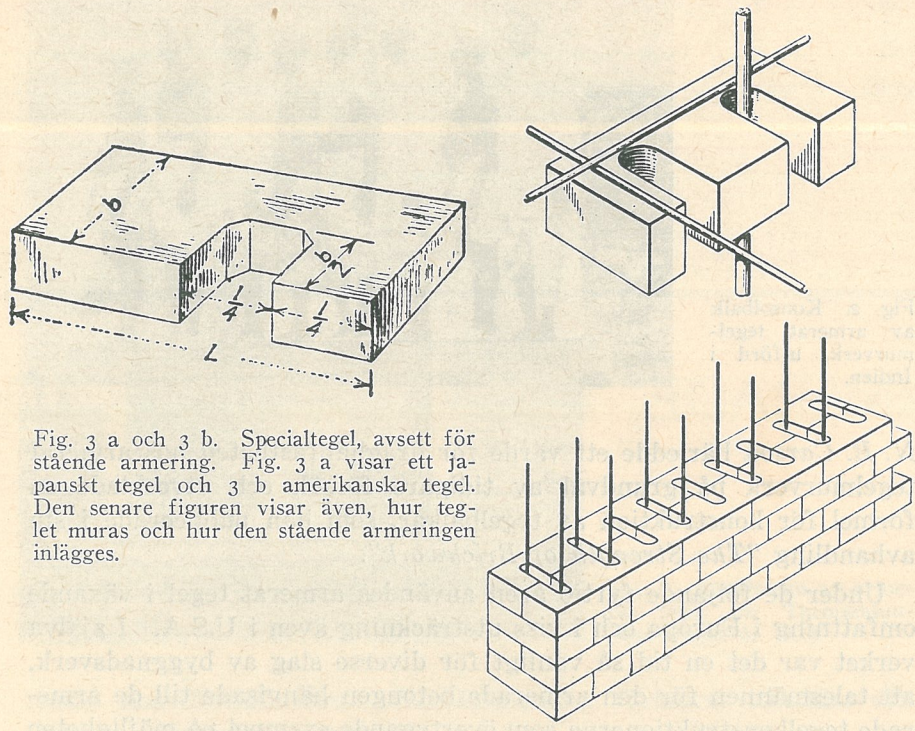


Fig. 3 a och 3 b. Specialtegel, avsett för stående armering. Fig. 3 a visar ett japanskt tegel och 3 b amerikanska tegel. Den senare figuren visar även, hur teglet muras och hur den stående armeringen inlägges.

armerats, har visat sig mycket stabilt. Dylika specialtegel ha även kommit till användning i Förenta Staterna. Fig. 3 visar japanska och amerikanska specialtegel. Liknande erkännanden ges åt det armerade teglet i Nya Zealands byggnadsstadga.

Särskilt anmärkningsvärt är, att man gärna använt armerade tegelkonstruktioner inom de typiska jordbävningsområdena. För återuppbyggandet av den indiska staden Quetta i Belutschistan, som blev nästan fullständigt förstörd av en jordbävning under 1930-talet, användes armerat tegel i mycket stor utsträckning.[1]

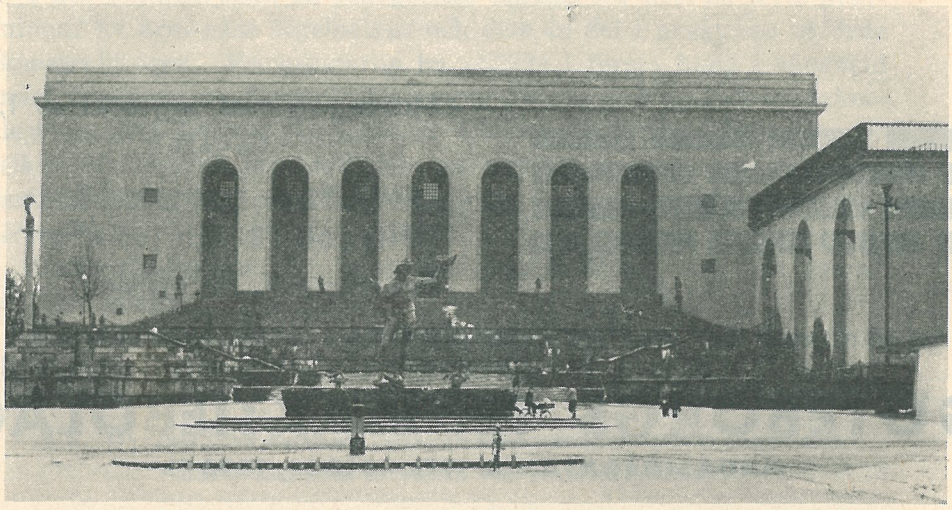
Går man sålunda igenom den tekniska litteraturen, finner man, att armerat tegel använts för ganska många slag av konstruktioner, till exempel för vanliga balkar med överkragande ändar, bjälklagsplattor, pelare och till och med sådana speciella konstruktioner som stödjemurar och kajmurar m. m. Vidare finner man, att en ganska stor mängd provningar utförts, huvudsakligen på sådana konstruktionselement som balkar, plattor och pelare.

Vi ha därför faktiskt ett ganska omfångsrikt försöksmaterial att bygga på, som medger oss att ange någorlunda fixa och bestämda riktlinjer för konstruktionernas beräkning och praktiska utförande. Vad som saknas, är främst erfarenheten av armerade tegelkon-

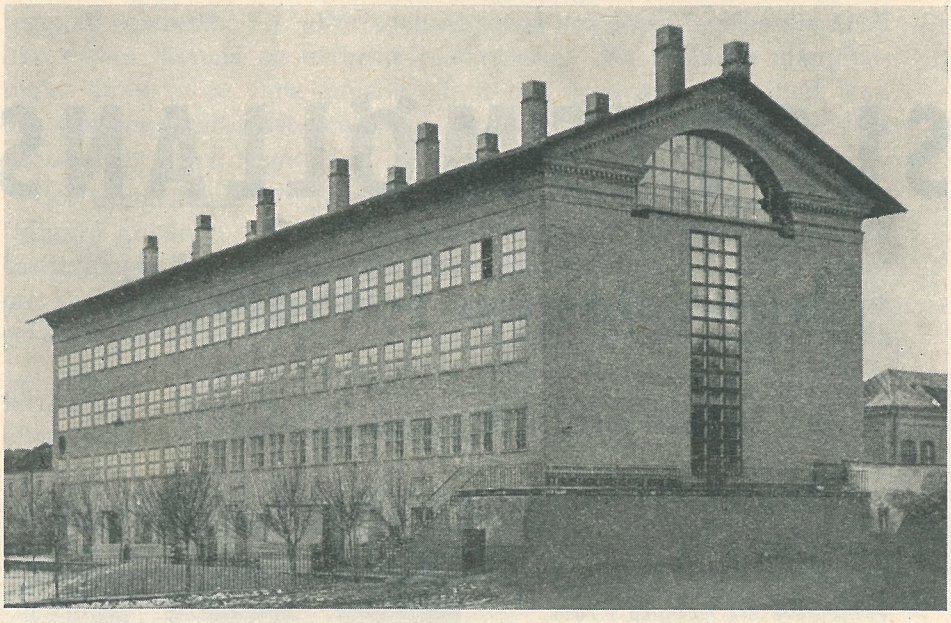
[1] För ytterligare detaljer angående det armerade teglets historia och utveckling intill krigsutbrottet 1939 hänvisas till följande arbeten:
James H. Hansen, Developments in Reinforced Brick Masonry. Proc. Am. Soc. Civ. Eng. March 1933.
C. W. Hamann and L. W. Burridge, Reinforced Brickwork The Structural Engineer, London 1939.

LOMMA HANDSLAGNA FASADTEGEL

I GULT OCH GULGRÖNT



KONSTMUSEET, GÖTEBORG



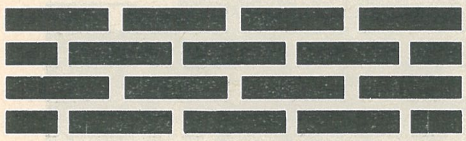
CARL-JOHANS-SKOLAN, GÖTEBORG

A.-B. LOMMA TEGELFABRIK

LOMMA **TEL. 2 o. 4**

TEGELHUSEN BLI ALLTID

EKONOMISKA
BRANDSÄKRA
VARMA . LJUDTÄTA
FUKTFRIA



Murtegel, med volymvikt av 1,4–1,6–1,8
Fasadtegel, gult och rött
Håltegel, 78- och 105-håls
Sperle-sten, för bjälklag

GÖTEBORGS TEGELAKTIEBOLAG

MAGASINSGATAN 3. TEL. 13 13 68, 13 13 48

SLOTTSMÖLLANS

handslagna fasadtegel

är sedan århundraden känt för sin höga kvalité och vackra mörkröda färg.

Wallbergs Fabriks Aktiebolag

Tel. växel 3700 **Halmstad** Tel. växel 3700

struktioner, dels vad beträffar projekteringen och dels vad beträffar utförandet på arbetsplatsen. Emellertid påminner det armerade teglet till sitt verkningssätt så fullständigt om den armerade betongen, att vi ha god hjälp av teorien för den armerade betongen, när det gäller att beräkna en tegelkonstruktion. Några principiella skillnader finnas icke; det är endast materialkonstanterna som äro andra.

I det följande skall en redogörelse lämnas för dels en serie provningar av armerade tegelbalkar och dels en del i praktiken utförda konstruktioner. Provningarna ha utförts i första hand i samband med ett examensarbete vid *Chalmers Tekniska Högskola* av teknologerna *Stig Larson* och *Lennart Lingfors* år 1940 och senare vid *Chalmers Provningsanstalt* som en fortsättning på de i examensarbetet påbörjade provningarna under ledning av docenten *Olof Hansson.*

Undersökningarna ha bekostats av *AB Mälardalens Tegelbruk* och av *Göteborgs Tegel AB.*

För bearbetningen av försöksresultaten har förf. haft värdefullt bistånd av civilingenjörerna *Stig Larson* och *Anders Johansson.*

§ 2. Översikt av hållfasthetsegenskaperna hos det tegel och murbruk, som använts vid provningarna.

Det tegel som kom till användning vid provningarna, var dels två olika typer av håltegel, s. k. månghåltegel, och dels ett massivt tegel av volymvikt 1,4. För egenskaperna hos dessa tegelsorter skall här nedan lämnas en utförlig redogörelse. Då speciellt månghålteglet ännu torde vara ganska okänt och oprövat i vårt land, kan det vara motiverat att dröja vid denna tegeltyp och diskutera dess egenskaper mera ingående.

Det utmärkande för månghålteglet är, att det till skillnad från tidigare använda håltegel och cementhålstenar är genomdraget av tättliggande fina kanaler. Till utseendet påminner det därför något om en honungskaka (se fig. 4). Det tyska namnet på teglet är också *Wabenziegel (Wabe* = honungskaka). Kanalernas area är ca 1,0 × 1,0 cm, och i de två typer av håltegel som använts, har kanalernas antal varit 78 resp. 105. Tegelformatet var 10″ × 5″ × 4″, eller i cm räknat 25,0 × 12,0 × 10,4.

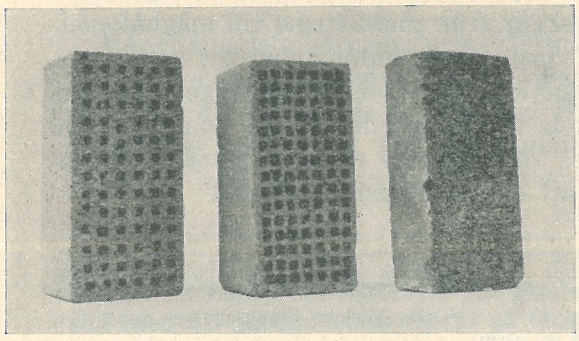


Fig. 4. De använda tegelsorterna. Från vänster synes 78-hålstegel, 105-hålstegel och 1,4-tegel. Kanalerna i hålteglen äro kvadratiska med arean ca 1,0×1,0 cm. I 78-hålsteglet utgöres volymen till 26 % av hål och till 74 % av fast massa. Motsvarande siffror för 105-hålsteglet äro 35 % resp. 65 %. Skiljeväggarna mellan kanalerna ha en tjocklek av 0,7 à 0,8 cm för 78-hålsteglet och ca 0,5 cm för 105-hålsteglet.

I Tyskland har man sedan någon tid tillbaka erfarenhet av detta slags tegel, och det kan därför vara motiverat att här redogöra något för de tyska erfarenheterna.[1]

Det synes närmast ha varit knappheten på råmaterial och kravet på ökning av tillverkningskapaciteten hos tegelindustrien, som ursprungligen gjorde, att man i Tyskland på allvar började uppmärksamma månghålteglet. Tack vare de många kanalerna bli hålteglen nämligen snabbare genombrända, och fabrikerna kunna öka kapaciteten hos ugnar och torkanordningar.

Utformandet av kanalerna är dels en råmaterial- och framställningsfråga, dels en byggnadsteknisk fråga. Beträffande deras antal och storlek gjorde man dem i början på grund av tillverkningsskäl relativt stora och med tjocka skiljeväggar. Allt eftersom man vann större erfarenhet och kunde tillämpa bättre framställningsmetoder, gjorde man skiljeväggarna tunnare och tunnare för att få teglet lättare och bättre värmeisolerande. Ju större hålarean är i förhållande till totala tegelarean, desto lättare och mer värmeisolerande blir teglet.

När man för att göra teglet lättare fortsatte att öka kanalernas storlek, blev emellertid följden den, att bruket vid murningen lätt trängde in i de stora hålen och försämrade väggens egenskaper. Detta föranledde tegelfabrikanterna att i stället göra kanalerna små men talrika. På så sätt kom man fram till de båda typer med 78 resp. 105 hål på ytan 5″ × 10″, vilka nu normerats och blivit de vanligaste. Kanalerna skola normenligt utföras med ungefär 11,5 × 11,5 mm tvärsnitt.

När man studerar tegeltillverkningens utvecklingshistoria, får man det intrycket, att det just är den materialbesparing, som man uppnår med månghåltegel, som i många fall har varit avgörande för tegeltillverkaren, när han beslutat sig för att övergå till månghåltegel. Materialbesparingen är faktiskt en ganska väsentlig sak. Om vi t. ex. undersöka materialåtgången för ett 105-hålstegel, som synes vara den oftast förekommande typen, finna vi, att 65 % av bruttovolymen är fast tegelmassa och att 35 % är kanaler. Detta innebär för en fabrik med en årsproduktion på t. ex. en million massivtegel, att den med samma materialmängd kan framställa icke mindre än 1,54 millioner månghåltegel.

Förutom dessa fördelar i fråga om materialbesparing har man även att ta hänsyn till att kapaciteten hos torkanordningar och ugnar kan ökas, när man övergår från massivtegel till måghåltegel. Erfarenheten har nämligen visat, att torkningstiden för teglet kan avkortas ungefärligen i proportion till materialbesparingen, emedan de materialmängder, som skola torkas och det vatten, som skall avdunsta, är så mycket mindre. Man stegrar alltså effekten hos torkningsanordningarna genom att öka omloppshastigheten.

[1] En utförlig redogörelse för månghålteglets framställning och egenskaper återfinnes i ett arbete av *A. Zacharias* Die Ziegeleitechnik in modernen Fabrikbetrieben, Kempten 1941. En del uppgifter om olika slag av håltegel och speciellt om månghåltegel lämnas även i en kort uppsats av *G. Pfister,* Welche Eigenschaften weist der Lochziegel auf? Die Bauzeitung, h 21, 1940.

Motsvarande produktionsstegring kan man även åstadkomma i brännugnarna, emedan genombränningen av teglet försiggår bättre och snabbare. Elden bränner igenom teglet icke utifrån och inåt som hos det massiva teglet, utan månghålteglet blir genombränt inifrån och utåt. Besparingen av brännmaterial motsvarar också ungefär besparingen i tegelmassa.

Därjämte har det visat sig, — och detta är mycket viktigt — att bränningen blir mycket jämnare och fullständigare än för det massiva teglet, vilket medför gynnsammare hållfasthetssiffror. På grund av den hårda pressning, som är nödvändig för formningen av månghålteglet, blir även teglet fullkomligt fritt från "struktur", vilket i hög grad förbättrar hållfastheten och medför en större jämnhet i fabrikationen.

Enligt provningar utförda vid olika tyska materialprovningsanstalter på i marknaden förekommande 105-hålstegel, ligger hållfastheten normalt mellan ca 200 och upp till 300 à 350 kg/cm², räknat på bruttoytan. Volymvikten varierar mellan gränserna 1,12 och 1,28 med ett medelvärde vid ca 1,20. Omräknas denna volymvikt till den fasta tegelmassan, erhåller man en volymvikt av 1,72 à 1,97, i medeltal ca 1,85. Grundmaterialet för det tyska månghålteglet är sålunda icke sågspånstegel utan vanligt tungt oblandat lertegel.

Enligt de gällande tyska bestämmelserna tillåtas ganska höga påkänningar på murar och pelare av månghåltegel. Bestämmelserna medge följande påkänningar:

för 25 cm murar $\sigma_{till} = 15$ kg/cm²

„ 38 „ „ „ $\sigma_{till} = 17$ „

För pelare skall den tillåtna påkänningen reduceras med hänsyn till pelarens slankhetstal.

Murningen skall utföras i kalkcementbruk 1:1:4, och teglets tryckhållfasthet längs kanalerna skall uppgå till minst 150 kg/cm². Den tillåtna påkänningen på en mur av massivtegel är enligt tyska bestämmelser

$\sigma_{till} = 10$ kg/cm², när murningen utföres med kalkbruk

och $\sigma_{till} = 14$ „ „ „ „ „ „ kalkcementbruk

Månghålteglets värmeisoleringsförmåga har även visat sig väsentligt bättre än det massiva teglets. På grundval av provningar som utförts vid *Institut für Schall- und Wärmeforschung* vid Tekniska Högskolan i Stuttgart, har man funnit, att en murad vägg av 105-hålstegel med en volymvikt hos grundmaterialet av ca 1,8 har en värmeledningsförmåga $\lambda = 0{,}43 \frac{\text{kal}}{\text{m h °C.}}$ Detta λ-värde är beräknat som ett genomsnittsvärde för en 1-stens månghåltegelvägg, putsad med 1,5 cm kalkcementputs på båda sidor. Väggens fuktighets-

halt vid provningen uppgick till 0,9 volymprocent. Denna provning visar, att månghålteglets värmeisoleringsförmåga är väsentligt bättre än värmeisoleringsförmågan hos det massiva teglet. Enligt beräkningar, utförda genom samma institut, behövs det en 49 cm tjock vägg av massivt tegel för att åstadkomma samma värmeisoleringsförmåga som hos den provade 28 cm tjocka månghåltegelväggen.

Om man jämför det funna λ-värdet 0,43 med motsvarande värden för sågspånstegel, finner man, att λ-värdet för väggar av 1,6-tegel anges till 0,49 och för väggar av 1,4-tegel till 0,40. Det tyska 105-hålsteglet, vars bruttovolymvikt uppgår till ca 1,2, ligger sålunda i värmeisoleringsförmåga någonstans mellan 1,4- och 1,6-teglet, men når icke ned till det högporösa 1,2- teglets gynnsamma λ-värde, som anges till 0,33.

F. n. pågå vid *Statens Provningsanstalt* undersökningar, vilkas syfte är att bestämma värmeisoleringsförmågan hos murverk, uppförda av det svenska månghålteglet.

Det kan även nämnas, att man i Estland under de sista åren före kriget använt ett liknande månghåltegel. Enligt tillgängliga uppgifter har detta tegel volymvikten 1,2 och hållfastheten parallellt med kanalerna 200 à 300 kg/cm² och tvärs för kanalerna 100 kg/cm². Detta tegel synes ha fått stor användning och påstås rent av vara på väg att tränga ut det massiva teglet.

Det hittills tillverkade svenska månghålteglet framställes med grundmaterial av 1,6-tegel och får därför en mycket gynnsam volymvikt. För 105-hålsteglet blir volymvikten teoretiskt lika med 1,04 och för 78-hålsteglet lika med 1,18. Murverk utfört av 105-hålstegel har visat sig ha en genomsnittlig volymvikt av 1,25 à 1,30.

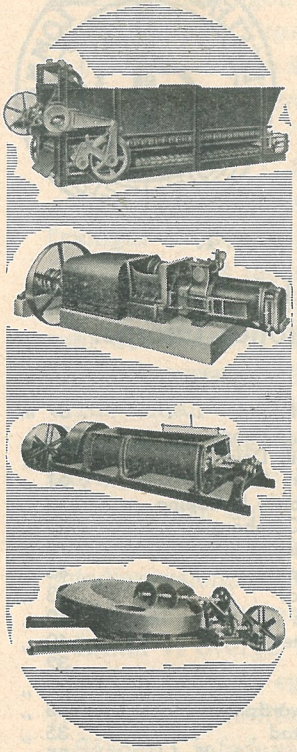
Tryckhållfastheten hos de svenska månghålteglen ligger vid ca 150 resp. 200 kg/cm² för 105-håls- och 78-hålsteglen.

Det använda månghålteglets hållfasthetsegenskaper framgå av

Tabell 1.

Volymvikt och tryckhållfasthet hos de använda tegelsorterna. De angivna värdena äro medelvärden av 10 prov, utom för månghålteglet tvärs för kanalerna, där hållfasthetsvärdena äro medelvärden av 20 prov.

Tegeltyp		Medel-volym-vikt	Medel-håll-fasthet kg/cm²	Spridning	
				högst	lägst
78-hålstegel	längs med kanalerna	1,18	210	174	233
	tvärs för „		94	81	122
105-hålstegel	längs med kanalerna	0,99	150	123	187
	tvärs för „		55	32	68
V.T. 1,4 **(Värnamo tegelbruk)**		1,38	159	101	267
T.T. 1,4 **(Tenggrenstorps tegelbruk)**		1,46	157	94	193

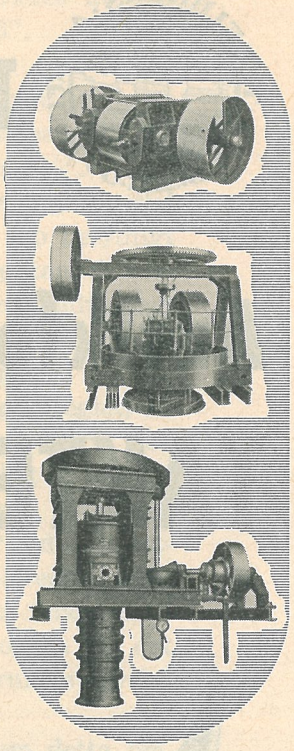


RAUPACH
TEGELBRUKS-MASKINER

Vi leverera alla maskiner och tillbehör för tillverkning av

Murtegel - Taktegel - Lerrör
Chamotte-tegel - Stengods
Silikategel m. m.

RICHARD RAUPACH
Maschinenfabrik Görlitz
G. m. b. H.
Görlitz 45 (Deutschland)



Tenggrenstorps Tegelbruk

VÄNERSBORG **Tel. 1251, växel**

1,4 TEGEL

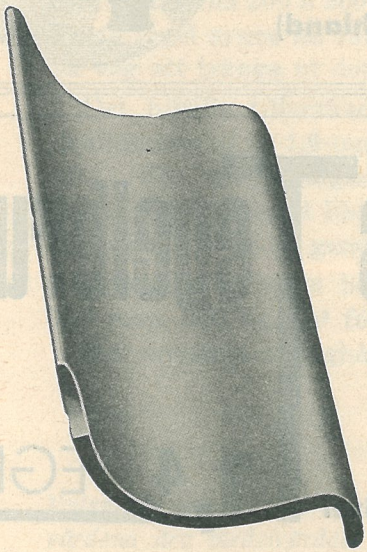
MÅNGHÅLSTEGEL
LÅGT VÄRMEGENOMGÅNGSTAL
HÖG TRYCKHÅLLFASTHET

TILLVERKNINGSKAPACITET:

DIV. MURTEGEL 5.000.000
TAKTEGEL 3.000.000
DRÄNERINGSRÖR . . . 1.500.000

1-kup

Antikformat TAKTEGEL



Sala Tegelbruks AB.

Sala.

Ordertel. 718.

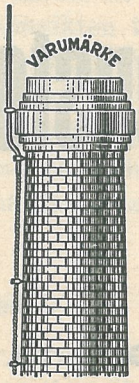
A.-B. Lomma Tegel-fabrik

Lomma. Tel. 2 & 4.

Vi uppföra fabriksskorstenar.
Reparationer utföras.

Bland byggda skorstenar märkas:

Halla A/B, Kotka, Finland	87 m.
Örebro Pappersbruk, Örebro	75 „
A/B Mölnbacka Trysil, Deje	65 „
Svenska Sockerfabriks A/B, Arlöv	61 „
Lidköpings Sockerfabrik, Lidköping	50 „
Adolf Bratt & C:o, Göteborg	50 „
Fengersfors A/B, Tösse	50 „
Munksjö A/B, Jönköping	45 „
A/B Papyros, Mölndal	43 „
Sandvikens Järnverks A/B, Sandviken	40 „
Surte Glasbruk, Surte	40 „
„ „ „	32 „
„ „ „	32 „
Malmöhus Läns Sjukvårdsinrättningar, Lund	38 „
Länslasarettet, Karlstad	35 „
Karlshamns Elektricitetsverk, Karlshamn	35 „
Statens Järnvägar, Boden	30 „



N. LUNDGREN

GÄVLE

Tel.-adr.: **Skorsten** Tel. 151, 152

Järnarmerade

Skorstenar

enl. egna patenter

Över 1,600 st. (50,000 m.) byggda

Ägare av Uppsala Norra Tegelbruk, Uppsala

Firman grundad 1869.

Bland byggda skorstenar märkas:

Falconbridge Nikkelverk A/S, Kristiansand, Norge, syrafast skorsten	1	st. á	116 m.
Ljusnans Sulfatfabrik, Marmaverken	1	„	106 „
Uddeholms A.-B., Sulfatfabriken, Skoghall	1	„	103 „
Östrands Sulfatfabrik, Östrand	1	„	103 „
Korsnäs Sågv. A.-B., Sulfatfabriken, Gävle	1	„	102 „
Örebro Pappersbruks A.-B., Örebro	1	„	101 „

Åskledare, vattencisterner etc. uppsättas.
Reparationer, om- och påbyggnader under drift. Flyghinderbelysningar.
Eld- och syrafasta arbeten.
Ångpanne-, ugns- och andra industriella inmurningar.

Erfaren arbetarstam, i vilken yrket gått i arv i fyra generationer inom firman.

sammanställningen i tabell 1. Månghålteglet levererades av *AB Nabbensbergs Tegelbruk* och var märkt med "NB 1,6".

I tabell 1 anges även hållfastheten hos 1,4-teglet.

Av 1,4-teglet användes två olika fabrikat, dels tegel från *Värnamo Tegelbruk, märkt* "VT 1,4", dels tegel från *Tenggrenstorps Tegelbruk,* märkt "TT 1,4". Tegelformatet var 10″ × 5″ × 2½″.

Vid en jämförelse mellan det massiva teglet och månghålteglet framgår tydligt, att hålteglets hållfasthetsegenskaper äro betydligt överlägsna det massiva teglets. För belastning på byggytan, d. v. s. längs med kanalerna, ger 105-hålsteglet ungefär samma hållfasthet som det massiva teglet, medan 78-hålsteglet är betydligt starkare än det massiva teglet, trots att detta är avsevärt tyngre.

En annan egenskap som ytterligare utmärker månghålteglet, är den ganska ringa hållfasthetsspridningen eller med andra ord, den stora jämnheten i hållfasthetssiffrorna. Denna jämnhet är så påfallande, att det finns anledning att något utförligare diskutera den. I nästa paragraf skall jag därför uppehålla mig vid hållfasthetsdispersionen hos tegel i allmänhet och hos månghåltegel i synnerhet och diskutera den praktiska betydelsen av detta fenomen.

Innan vi övergå härtill, skall jag i detta kapitel redogöra för det använda brukets egenskaper. Av tabell 2 framgår brukets tryck-, drag- och böjhållfasthet.

Såsom i inledningen nämndes, hade pionjärerna inom detta område påvisat, att bruk utan riklig cementinblandning icke var användbart för armerade konstruktioner. Att så verkligen är fallet

Tabell 2.

Tryck-, drag- och böjhållfasthet för olika typer av murbruk. De angivna siffrorna äro medelvärden av 10 prov. Provkropparna för tryck- och dragprov äro i allmänhet av samma typ som användes för betongprovningar, böjprovkropparna äro prismor 2 × 2 × 10 cm. Ålder vid provningen 28 dygn.

Bruk	Hållfasthet i kg/cm² för			Anm.
	tryck	dragn.	böjn.	
Cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3 (A-cement: kalk: sand)	312	32,9	62,3	
Kalkcementbruk nr 1 (A), 4 % $Ca(OH)_2$	120	24,5	—	
Kalkcementbruk nr 1 (A), 7 % $Ca(OH)_2$	120	24,9	50,6	
Kalkcementbruk nr 2 (A), 7 % $Ca(OH)_2$	60,8	10,9	24,2	
Kalkcementbruk nr 2 (A), 7 % $Ca(OH)_2$	36,1	8,8	19,2	
Kalkbruk 7 % $Ca(OH)_2$	11,7	3,7	7,3	
Kalkcementbruk nr 1 (A), 6 % $Ca(OH)_2$	167	18,6	56,6	Tryckprov å prismor med tryckyta = 4 cm²
Kalkcementbruk nr 1 (E), 6 % $Ca(OH)_2$	118	17,3	45,8	

framgår med full tydlighet redan av hållfasthetsvärdena i tabell 2, varav man ser, att t. ex. draghållfastheten för det rena kalkbruket är mycket lägre än hos de cementrika brukssorterna. Ännu tydligare framgår detta av de detaljprov på t. ex. järnets vidhäftning vid murbruket och brukets vidhäftning vid teglet, som senare skola beskrivas i § 4.

De brukssorter, som sålunda undersökts, äro därför framför allt ett cementrikt bruk i blandning 1 : ⅓ : 3 (A-cement : kalk : sand), men även bruk av typerna kalkcementbruk nr 1 och nr 2 enligt K. Byggnadsstyrelsens allmänna bestämmelser ha studerats.[1] Cementet har varit dels A-cement och dels E-cement.

Emellertid har halten av kalciumhydrat icke uppgått till de i normerna angivna 8,0 viktsprocenten, utan hållits något lägre, i ett prov så låg som 4,0 %. Anledningen härtill var, att denna låga kalkhalt bättre ansågs motsvara förhållandena i Göteborg, där dylika extremt låga kalkhalter enligt uppgift äro att anse som ganska normala.

§ 3. Hållfasthetsdispersionen hos månghåltegel och massivt tegel.

I föregående paragraf påpekades i samband med diskussionen av hållfasthetsvärdena i tabell 1, att speciellt månghålteglet gav ganska jämna värden. Det är ganska självklart, att en jämn produkt är att anse som mera pålitlig än en ojämn produkt, som ibland kan uppvisa mycket goda värden, men som omedelbart efteråt kan överraska med dåliga resultat. Denna egenskap hos hållfastheten brukar man benämna *hållfasthetsdispersionen* eller *hållfasthetsspridningen.*

Då dispersionen är en ur såväl teoretisk som praktisk synpunkt intressant företeelse, kan det vara motiverat, att jag här något utförligare uppehåller mig härvid. Detta kan vara så mycket mer berättigat, som dispersionen hos tegel över huvud taget icke allvarligt studerats. En utförlig undersökning av dispersionen och dess konsekvenser kan i detta arbete icke bli tal om, då det skulle leda för långt på sidan om ämnet. Sannolikt är dock, att ett konsekvent studium av denna företeelse skulle reda upp en del aktuella hållfasthetsproblem av generell betydelse, icke blott för tegelbyggnader utan för hela byggnadstekniken.

---

[1] Benämningarna kalkcementbruk nr 1, 2 och 3 äro i överensstämmelse med *K. Byggnadsstyrelsens Allmänna bestämmelser angående materialier och arbete,* Stockholm 1933.

I dessa bestämmelser anges (se sid. 63), att "kalkcementbruk beredes av nyberett kalkbruk, till vilket sättes en blandning av 1 del cement och 3 delar sand, väl blandat i torrt tillstånd i följande volymproportioner:

nr 1 = 1 del cementbruk på 1 del kalkbruk
„ 2 = „ „ „ 2 delar „
„ 3 = „ „ „ 3 „ „

Angående kalkbrukets sammansättning ange bestämmelserna följande föreskrifter.

"Kalkbruk beredes av nysläckt kalk, sand och vatten i lämpliga proportioner, beroende på sandens och kalkens beskaffenhet, men i regel av en del släckt kalk på tre delar sand. Kalktillsatsen skall dock under alla omständigheter vara så riklig, att det färdiga bruket håller *minst 8 viktsprocent kalkhydrat för murbruk och 9 viktsprocent för putsbruk* enligt prov med bruksprovare av godkänd modell."

Teorien för hållfasthetsdispersionen bygger på den klassiska hasardspelsteorien. För att ge läsaren en antydan om den problemställning som möter oss, skall jag inledningsvis ställa upp ett enkelt hasardspelsproblem.[1]

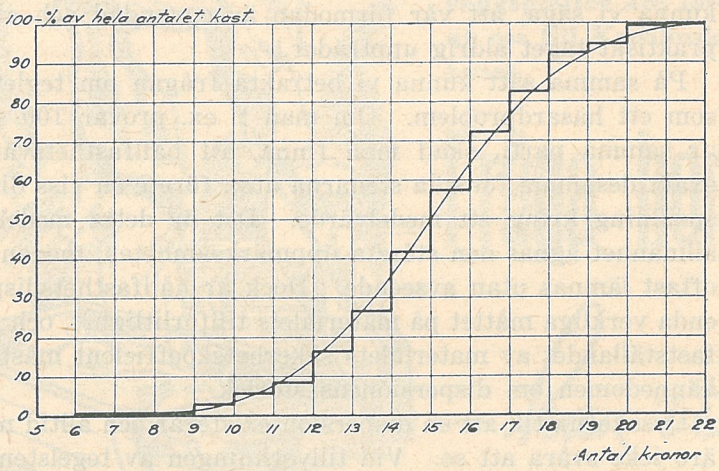


Fig. 5. Fördelningskurva erhållen vid spelet krona och klave med 133 kast med 30 mynt samtidigt. Fördelningskurvans ordinator ange det antal kast, som givit ett antal kronor lika med eller mindre än abskissvärdet. Den kontinuerliga kurvan anger en teoretiskt beräknad, utjämnad (och ungefärlig) fördelning (och motsvarar den s. k. Gauss-kurvan).

Den exakta, beräknade kurvan är i likhet med den empiriska en trappstegskurva, i vilken höjden på varje trappsteg är proportionell emot koefficienten $\binom{n}{\nu}$, där n är lika med antalet mynt, alltså 30 i detta fall, och där ν är lika med antalet kronor, som visa sig i varje kast. ν varierar sålunda mellan 0 och 30. För $\nu = 15$ har uttrycket $\binom{n}{\nu}$ sitt största värde, i detta fall $1{,}551 \cdot 10^8$. Sannolikheten för att 15 mynt av 30 skola visa krona blir då $\frac{1}{2^{30}} \cdot \binom{30}{15} = 14{,}5\ \%$. Sannolikheten för att ett enda mynt av 30 skall visa krona, är $\frac{1}{2^{30}} \cdot \binom{30}{1} = 2{,}80 \cdot 10^{-8}$, således försvinnande liten. Den beräknade trappstegskurvan (som ej är utritad i figuren) ligger mycket nära den empiriska kurvan. Koefficienterna $\binom{n}{\nu}$, som uppträda vid behandlingen av detta problem, äro ingenting annat än de vanliga binomialkoeffecienterna, och sannolikheten av krona eller klave kan därför sägas vara binomialt fördelad.

Gauss-kurvan utgör gränsvärdet för trappstegskurvan, när n går mot oändligheten.

Om man singlar slant, vad är då sannolikheten för krona eller klave? Även den, som icke alls studerat sannolikhetskalkyl, kan utan vidare besvara denna fråga och säga, att sannolikheten för krona är lika stor som för klave, d. v. s. lika med ½. Svårare blir problemet, ifall man utvidgar det till att gälla ett kast med flera mynt samtidigt och frågar sig, om man vid ett kast med t. ex. 100 mynt samtidigt har någon rimlig anledning att förmoda, att icke mer än t. ex. 10 eller 20 mynt skola visa krona. Det normala antalet mynt, som borde visa krona är 50, men att man skall erhålla just

[1] Den typ av sannolikhetsproblem, som är av praktisk betydelse för detta fall, är utförligt behandlad i den matematiska litteraturen. En detaljerad framställning av spelet krona och klave återfinnes t. ex. i ett arbete av *Emile Borel,* Eléments de la théorie des probabilités, Paris 1924. Det förnämsta arbetet på svenskt språk är skrivet av *H. Cramér,* Sannolikhetskalkylen och några av dess användningar, Sthlm 1927.

detta normalvärde, är föga sannolikt, utan avvikelser åt ena eller andra hållet uppträda så gott som alltid. Hasardspelsteorien ger svar på denna fråga och upplyser om sannolikheten för att avvikelsen skall bli så stor, som vi förutsatt. Om denna sannolikhet uppgår till exempelvis en tusendel eller en tiotusendel eller är ännu mindre, kunna vi säga, att vår förmodan är ogrundad och att företeelsen praktiskt taget aldrig uppträder.[1]

På samma sätt kunna vi betrakta frågan om teglets hållfasthet som ett hasardproblem. Om man t. ex. provar 100 st tegelstenar ur samma parti, skall man finna, att hållfasthetsvärdena ej äro exakt desamma för alla stenarna utan förete en viss dispersion eller spridning kring ett medelvärde. Det är detta medelvärde, som i allmänhet ägnas den största uppmärksamheten, medan dispersionen oftast lämnas utan avseende. Dock är hållfasthetsdispersionen det enda verkliga måttet på materialets tillförlitlighet, och det rationella fastställandet av materialets säkerhetskoefficient måste grundas på kännedomen om dispersionens storlek.

Orsakerna till att en dispersion existerar och alltid måste existera äro icke svåra att se. Vid tillverkningen av tegelstenen har slumpen tusen möjligheter att spela in; bränningen kan bli olika kraftig, råmaterialet kan bli ojämnt proportionerat o. s. v., varigenom resultatet lätt kan förryckas åt ena eller andra hållet.

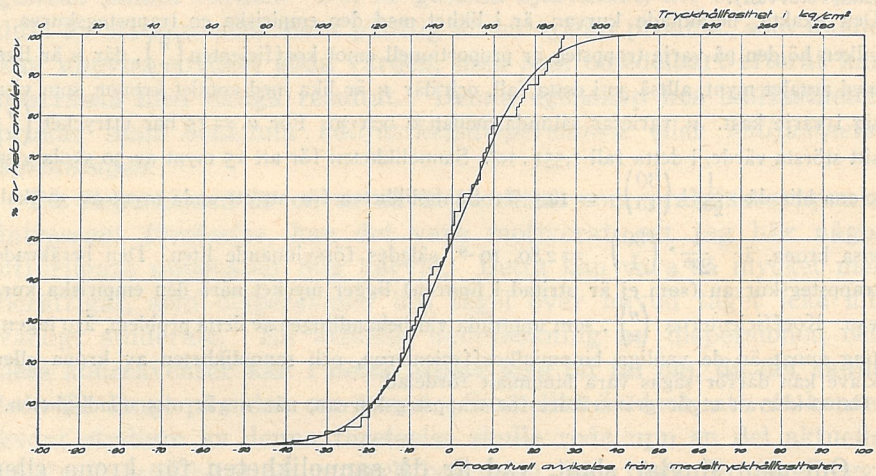
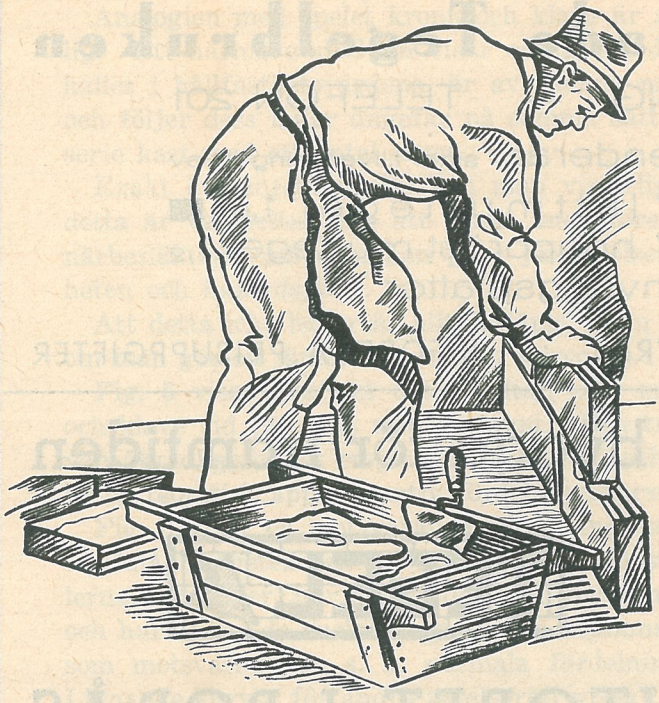


Fig. 6. Dispersionskurva för hållfastheten hos 105-hålstegel parallellt med kanalerna. Trappstegskurvan är konstruerad på grundval av en provserie på 90 hållfasthetsbestämningar och är uppritad såsom en summakurva, där ordinatan anger det antal prov, som givit hållfasthetsvärden mindre eller lika med abskissvärdet. För att få jämförelse mellan dispersionskurvorna för de olika tegelsorterna, oberoende av antal prov och medelhållfasthet ha koordinaterna angivits i procent av antalet prov resp. procentuell avvikelse från medelhållfastheten. Den kontinuerliga linjen utgör den teoretiska dispersionskurvan, beräknad under förutsättning att s. k. normal fördelning föreligger (Gauss-kurvan). Detta antagande utgör givetvis endast en approximation, ty en normal fördelning skulle förutsätta, att en del prov hade hållfastheten noll eller rent av negativ hållfasthet, vilket vore orimligt.

[1] Var gränsen skall dragas mellan de sannolikheter som vi må räkna med, och dem som vi kunna bortse ifrån, är ett praktiskt spörsmål som man icke kan generellt besvara. För att ge ett begrepp om storleksordningen kan nämnas, att den franske matematikern *Borel* räknar med att en händelse, vars sannolikhet är av storleksordningen 10^{-6}, resp. 10^{-20}, resp. 10^{-100}, icke kommer att inträffa under loppet av en människoålder, resp. jordens historia, resp. universums historia.



En siffra som talar:

70,000 kvm. = 560,000 st. högporösa tegelmellanväggsplattor äro levererade av oss till Karolinska Sjukhuset.

Fråga honom

— han vet besked

att VALLA-plattorna äro lätta att hugga och så äro de raka*...

7

goda egenskaper hos våra mellanväggsplattor

1. **Brandsäkra**
2. **Ljudisolerande**
3. **Volymbeständiga**
4. **Spikbara**
5. **Fria från fukt**
6. **Kemiskt neutrala**
7. **Lätta att hugga och bila**

Walla-plattornas många värdefulla egenskaper erkännas av alla byggmästare och byggherrar. De utgöra ett tillförlitligt mellanväggsmaterial, som är brandsäkert, ljudisolerande, fritt från fukt, lättarbetat och volymbeständigt. Tala med en fackman om Wallaplattornas egenskaper. Då får ni veta varför de äro de mest sålda i landet.

* *Vår patenterade tillverkningsmetod gör att våra plattor äro absolut raka.*

Landets största tillverkare av tegelmellanväggsplattor.

TEGELBRUKSAKTIEBOLAGET WALLA — Katrineholm

Postadress: Katrineholm. Telefon: Tegelbolaget.

A.-B. Förenade Tegelbruken

LINKÖPING — TELEFON 201

rekommenderar sina tillverkningar av

3"×5"×10" lättmurtegel 1,6 ■

3"×5"×10" högporöst murtegel 1,2

och mellanväggsplattor

BEGÄR VÅRA BROSCHYRER :-: INFORDRA PRISUPPGIFTER

Ni som skall bygga för framtiden använder

TEGEL

och anlitar

TEGELKONTORET I BORÅS

Tel. Växel 17170

Original HEBY TEGEL

INREGISTRERAT VARUMÄRKE

HEBY TEGELVERK

Specialité:

TAKTEGEL

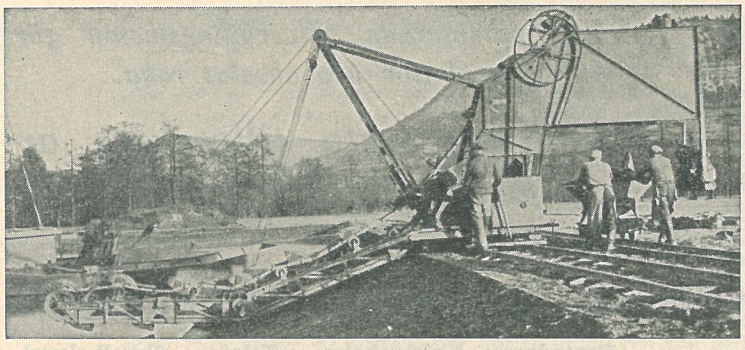
Årstillverkning 10.500.000 st.

HEBY TEGELVERK

SKÖLDBERG & Co.

KOMMANDITBOLAG

Telefon: Heby 18 och 19 Växel



Gräv maskiner

Djup- och Höjdgrävare för Tegelbruk

Räls

Tippvagnar

Diesel-lok

All övrig järnvägsmateriel

CARL STRÖM A.-B. Stockholm C. Tel. Växel 23 54 00

Analogien med spelet krona och klave är sålunda ganska påtaglig. Ett närmare studium visar också, att den dispersion som erhålles i hållfasthetsvärdena, är av samma natur som hasardspelet och följer dess lagar ungefär på samma sätt som resultaten av en serie kast med ett antal mynt.

Exakt överensstämmelse kan man visserligen aldrig uppnå, och detta är väl heller icke att vänta, men företeelserna äro ändå så närbesläktade, att man kan göra jämförelser mellan tegelhållfastheten och hasardspelet.

Att detta icke heller är alltför långt ifrån verkligheten framgår, om man gör en jämförelse mellan kurvorna i fig. 5 och 6.

Fig. 5 visar grafiskt det resultat, som erhållits i spelet krona och klave vid 133 kast med 30 mynt. Den trappstegsliknande kurvan åskådliggör det empiriska resultatet, och den heldragna linjen är en teoretisk approximativ fördelningskurva, Gauss-kurvan.

Fig. 6 visar en motsvarande fördelningskurva, som erhållits för tryckhållfastheten hos 105-hålstegel vid belastning längs med kanalerna. Man ser, hur starkt de båda kurvorna erinra om varandra och huru nära de ansluta sig till den utjämnade fördelningskurvan, som motsvarar den s. k. normala fördelningen av hållfastheten. Liknande kurvor för andra tegelsorter visas i fig. 7—11.

För förståelsen av detta kapitel är det icke alldeles oundgängligt att behärska den matematiska apparat som rör dispersionsteorien, men för den matematiskt skolade läsarens del kan det vara lämpligt att här referera till de matematiska uttrycken för den s. k. normala fördelningsfunktionen och frekvensfunktionen.

Den normala fördelningsfunktionen (se de heldragna linjerna i fig. 5—11) kan matematiskt uttryckas medelst integralen

$$\Theta(x) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-h^2 x^2} \, dx$$

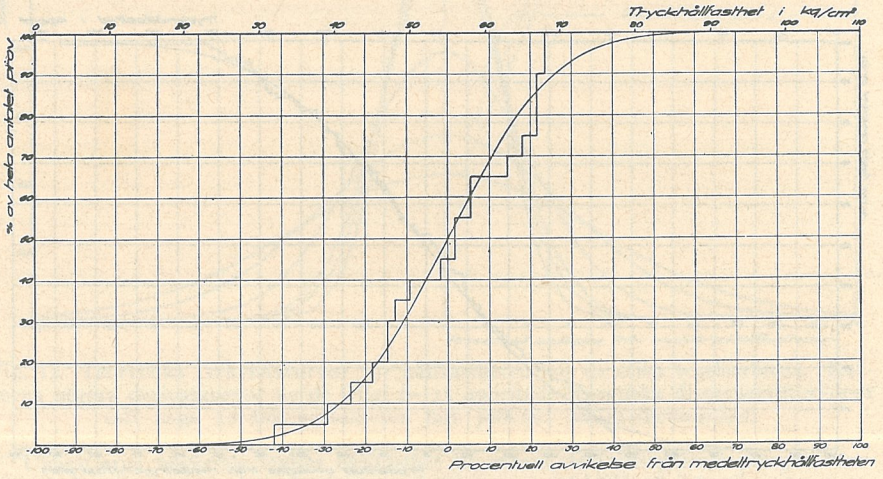


Fig. 7. Dispersionskurva för hållfastheten hos 105-hålsteglet vinkelrätt mot kanalerna ur en provserie på 20 prov.

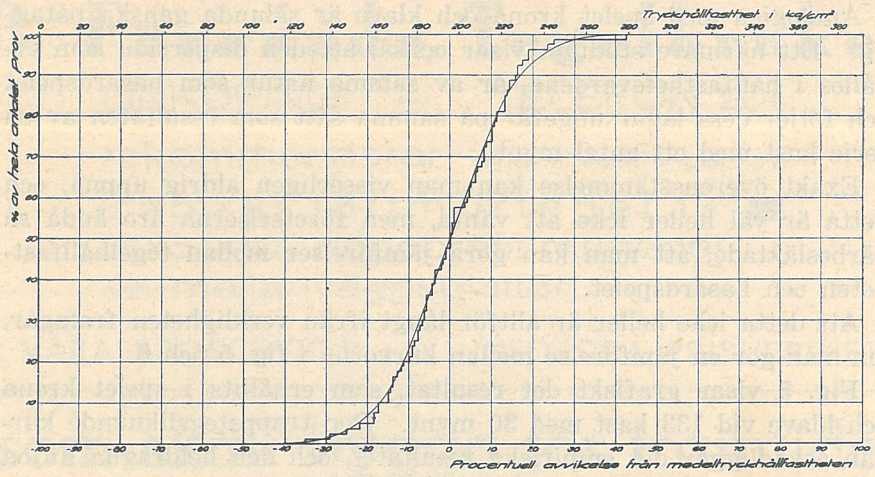


Fig. 8. Dispersionskurva för hållfastheten hos 78-hålstegel parallellt med kanalerna ur en provserie på 80 prov.

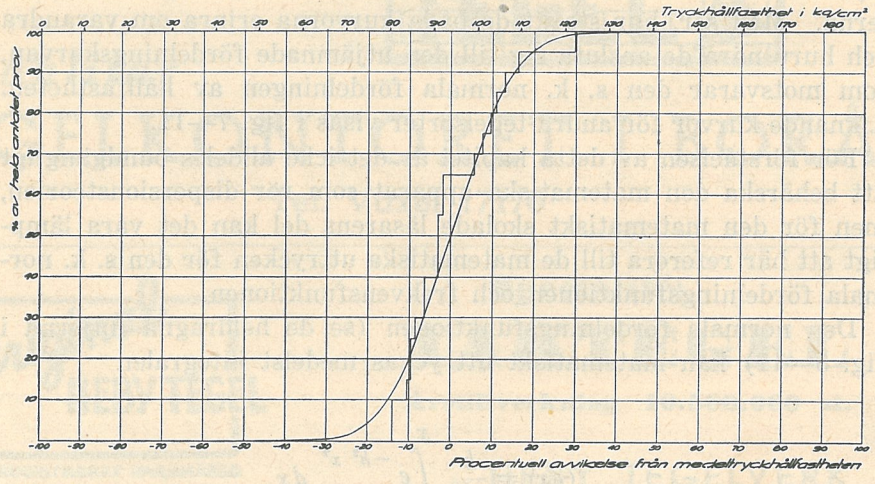


Fig. 9. Dispersionskurva för hållfastheten hos 78-hålstegel vinkelrätt mot kanalerna ur en provserie på 20 prov.

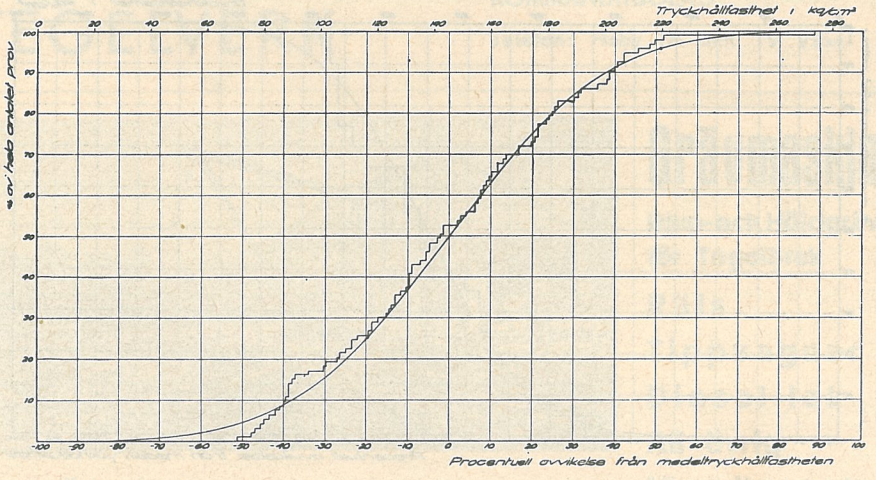


Fig. 10. Dispersionskurva för hållfastheten hos 1,4-tegel från Tenggrenstorps Tegelbruk. 93 prov.

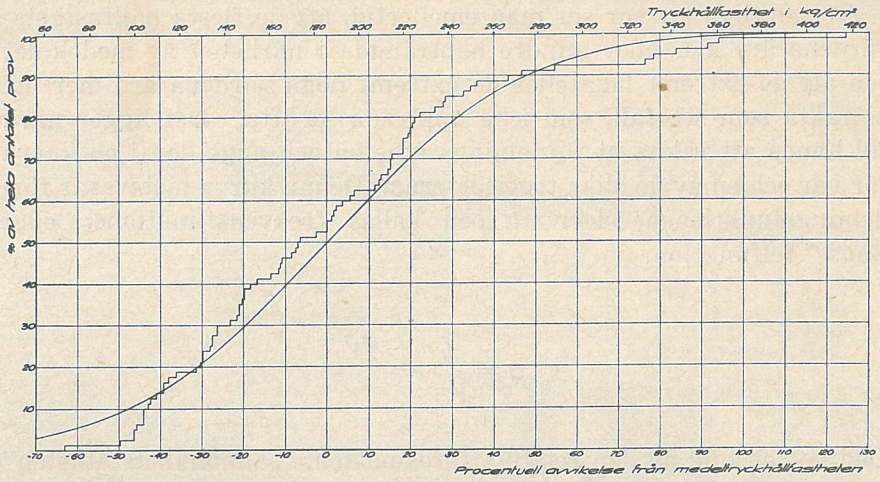


Fig. 11. Dispersionskurva för hållfastheten hos 1,4-tegel från Värnamo Tegelbruk. 80 prov.

Denna funktion anger sannolikheten för att avvikelsen från medelvärdet är (algebraiskt) mindre än x. För x-värden ≥ 0 visar funktionen alltså direkt sannolikheten för att hållfasthetsvärdena skola med mer än beloppet x avvika från medelhållfastheten.

Om vi återvända till fig. 6, finna vi, om vi hålla oss till den utjämnade kurvan, att t. ex. 9 % av hela antalet prov ligger 20 % under medeltalet. Gå vi t. ex. till fig. 10, som anger motsvarande värden för 1,4-tegel[1] finna vi, att 9 % av hela antalet prov ligger icke mindre än 40 % under medeltalet och att 25 % av antalet prov ligger 20 % under medeltalet. Uppskattningsvis kan man därför säga, att teglet enligt fig. 10 uppvisar en dubbelt så stor dispersion som teglet enligt fig. 6.

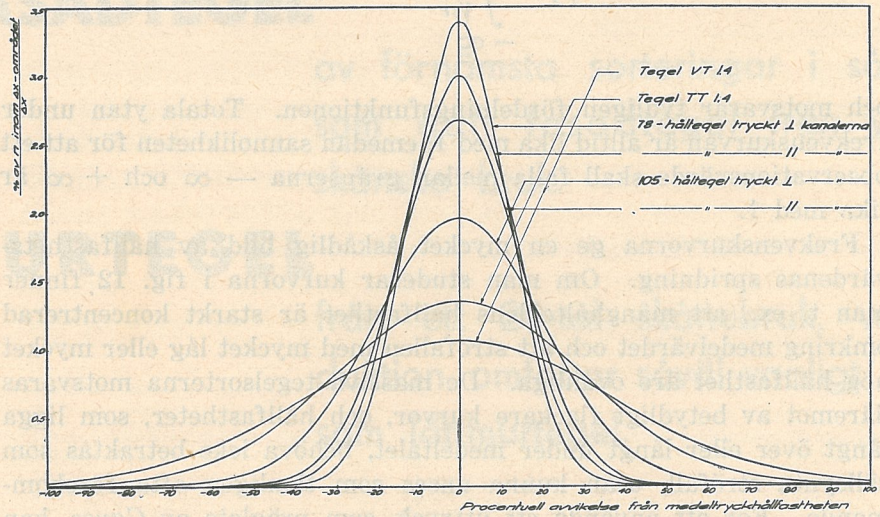


Fig. 12. Teoretiska frekvenskurvor för hållfastheten hos de olika tegelsorterna. Kurvorna utgöra derivatkurvor av de i fig. 6—11 uppritade teoretiska dispersionskurvorna och ange fördelningstätheten hos provens hållfasthetsvärden.

[1] Uppgifterna angående teglets hållfasthet ha utöver de i föregående paragraf omnämnda bestämningarna kompletterats med ett stort antal hållfasthetsbestämningar, utförda under 1940 och 1941 vid *Chalmers provningsanstalt* på uppdrag av *AB Göteborgs Tegel AB* och *Mälardalens Tegelbruk*.

Av samtliga kurvor ser man emellertid, att de flesta hållfasthetsvärdena äro mer eller mindre hopträngda i närheten av medeltalet och att de extremt låga eller de extremt höga värdena äro mer att betrakta som ströfall, som icke uppträda så ofta. Det ligger nära till hands att räkna ut fördelningstätheten och ange den i en kurva för var och en av de olika tegelsorterna. Denna kurva motsvarar fördelningsfunktionens derivata och kallas frekvensfunktionen eller Gauss' felfunktion.

$$\varphi(x) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2x^2}$$

Den ger en bild av den relativa förekomsten, "sannolikhetstätheten" (ty. Häufigkeit) av en viss avvikelse från medelvärdet. Frekvensfunktionens utseende för de olika tegelsorterna framgår av fig. 12. Ytan mellan en kurva och två ordinator x_1 och x_2 anger sannolikheten för att ett observerat värde skall ligga mellan gränserna x_1 och x_2 eller

$$S = \int_{x_1}^{x_2} \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2x^2} dx$$

Ytan mellan kurvan och x-axeln till vänster om en ordinata x blir alltså

$$\Theta(x) = \int_{-\infty}^{x} \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2x^2} dx$$

och motsvarar tydligen fördelningsfunktionen. Totala ytan under frekvenskurvan är alltid lika med 1, emedan sannolikheten för att ett observationsvärde skall falla mellan gränserna $-\infty$ och $+\infty$ är lika med 1.

Frekvenskurvorna ge en mycket åskådlig bild av hållfasthetsvärdenas spridning. Om man studerar kurvorna i fig. 12 finner man t. ex., att månghålteglens hållfasthet är starkt koncentrerad omkring medelvärdet och att ströfallen med mycket låg eller mycket hög hållfasthet äro ovanliga. De massiva tegelsorterna motsvaras däremot av betydligt flackare kurvor, och hållfastheter, som ligga långt över eller långt under medeltalet, behöva icke betraktas som sällsynta ströfall, utan kunna anses som tämligen ofta förekommande. För att använda ett uttryck, som präglats av *Gauss*, kan man säga, att *precisionen* är större för månghålteglet än för de massiva tegelsorterna.

Denna precision, som vi beteckna med h, kan matematiskt beräknas. Ju större precisionen är, desto mindre är spridningen i hållfasthetsvärdena och desto mindre är sannolikheten för att man i

Villabyggnad i tegel

Vi leverera:

FASADTEGEL

av förnämsta sorteringar i såväl rött som gult fasadtegel från välkända skånska bruk.

MURTEGEL

från ett 20-tal skånebruk, vars produktion omfattar såväl vanligt murtegel som lättmurtegel.

SKÅNSKA TEGELFÖRSÄLJNINGS AKTIEBOLAGET

MALMÖ

Telefon 71425 Växel

WACOMP-
SPECIALFORMGIPS

användes numera alltid vid tillverkning av

FALSTAK- o. NOCKTEGEL

Begär vår broschyr

WAHLIN & Co A/B
ETABL. 1867

23 25 55 STHLM ARSENALSG. 8 b.

Vid behov av trycksaker vänd Eder till

SÖDERMANS BOKTR. A.-B.
Luntmakaregatan 14 - Stockholm
Tel. 11 41 89

En annons i

TEGEL

når de köpstarka byggnadsfackmännen

NOTIS.

"Gunnar Asplund arkitekt".

Litteraturen om vår svenska arkitektur är fattig, särskilt på monografier. Några få av vår arkitekturhistorias största namn ha lockat historikerna till mera djupgående studier, men litteraturen om vår nyare arkitektur är nästan obefintlig. Så mycket mera glädjande är det att Svenska Arkitekters Riksförbund planerat ge ut en bok, som fylligt skildrar Gunnar Asplunds livsverk och därmed belyser en betydelsefull epok i den moderna arkitekturens utveckling. Asplund intog vid sin död den ledande platsen i sitt fack. Hans insatser ha varit banbrytande, inte bara inom den egentliga arkitekturens område utan också för inredningskonsten.

Att under rådande förhållanden och på den snävt begränsade marknad som nu står öppen utgiva ett bokverk av denna art möter givetvis stora svårigheter. För att verket överhuvudtaget skall kunna komma ut, fordras ett betydande antal förhandsbeställningar som säkerställa det fortsatta arbetet.

Vi hänvisa våra läsare till provbladet som medföljer detta häfte av tidskriften. Verket får en synnerligen förnämlig typografisk form, som gör det rikhaltiga, skiftande och delvis svårreproducerbara bildmaterialet rättvisa.

Subskription kan även göras på avbetalningsvillkor. Subskriptionstiden utgår den 1 sept. i stället för 15 juli, som anges i provbladet.

praktiken skall träffa på ströfall med mycket låg eller mycket hög hållfasthet. Vi skola nu ange, huru precisionen h kan beräknas.

Ur en observationsserie med n st mätningar kan precisionen h beräknas ur uttrycket

$$h = \frac{\sqrt{n(n-1)}}{[v]\sqrt{\pi}}$$

eller

$$h = \sqrt{\frac{n-1}{2[vv]}}$$

där v är den enskilda mätningens avvikelse från medelvärdet. Dessa båda uttryck ge överensstämmande resultat, i den mån observationernas antal är stort.[1]

Mycket ofta är det praktiskt att i stället för precisionen räkna med medelavvikelsen (eller medelfelet). Medelavvikelsen beteckna vi med m, och den sammanhänger med precisionen h genom relationen

Tabell 3.

Medelhållfasthet, precision och medelavvikelse för några olika tegelsorter. Precisionen är angiven i cm²/kg och medelavvikelsen i procent av medelhållfastheten.

Tegelsort	Antal värden n	Medelhållfasthet kg/cm²	Precision h i cm²/kg	Medelavvikelse m i % av medelhållfastheten
Massivt tegel, märke V.T. 1,4	80	186	10^{-2}.1,00	37,3
D:o, märke T.T. 1,4	93	145	10^{-2}.1,65	29,6
78-hålstegel tvärs över kanalerna	20	94	10^{-2}.6,40	11,8
78 „ längs med „	80	196	10^{-2}.2,75	13,3
105 „ tvärs över „	20	55	10^{-2}.6,30	20,5
105 „ längs med „	90	148	10^{-2}.3,19	15,0

[1] Om man jämför de båda formlerna, finner man, att den ena av dem innehåller talet π men däremot icke den andra. Det är därför uppenbart, att de båda formlerna kunna användas för att på empirisk eller statistisk väg beräkna talet π ur en observationsserie, vilken som helst. Många liknande metoder finnas för att på empirisk väg med tillhjälp av sannolikhetskalkylen bestämma detta mystiska tal, och försöksserier som enkom utförts för bestämningen av π ha givit resultat som varit riktiga på flera decimaler.

I en nyligen till svenska översatt bok, *Matematiken och fantasien* av *Edward Kasner* och *James Newman*, Stockholm 1942, redogöres för vissa försök att med tillhjälp av det s. k. *Buffon's nålproblem* bestämma talet π. Den italienske matematikern *Lazzerini* utförde år 1901 ytterst omsorgsfulla experiment. Han gjorde 3.408 kast, vilka gåvo ett värde för π på 3,1415929, ett fel på endast 0,00 00 00 3.

Jag har i likhet med Lazzerini gjort ett försök att beräkna π med tillhjälp av resultaten från de tegelprovningar, som legat till grund för kurvorna i fig. 6—11 och de båda ovan angivna formlerna. Jag har därvid erhållit ett värde för $\pi = 3{,}137\,3$ vilket avviker från det verkliga värdet med endast 0,14 %.

$$m = \frac{1}{h\sqrt{2}}$$

eller

$$m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$$

I tabell 3 har en sammanställning gjorts av medelhållfasthet, precision och medelavvikelse för de olika tegelsorterna.

Det är uppenbart, att precisionen, som sålunda kännetecknar huru pass tillförlitlig tillverkningen eller materialet är, måste ha en stor praktisk betydelse. Det skulle föra för långt att här närmare utreda de problem, som sammanhänga med dispersion och precision, men uppgiften förefaller att vara mycket tacksam för en forskare, särskilt inom tegelområdet.[1]

Man kan t. ex., om man känner materialets dispersion, studera huru en tegelpelares tryckhållfasthet avtar med växande höjd och huru den tilltar med växande bredd. I den långa pelaren kommer dispersionen mera till sin rätt, i den breda pelaren utjämnas hållfasthetsvariationerna.

Man kan t. ex. göra det enkla försöket, att man murar upp en 1-stens pelare, således med genomskärningsarean 1 × ½ sten, och anordnar försöket så, att pelaren kan belastas till brott, utan att någon knäckningsrisk inträffar. Ju längre pelaren är, desto fler tegelstenar består den av, och desto större är sannolikheten att åtminstone en av stenarna skall vara svag. Har man då ett tegel med stor hållfasthetsdispersion, är sannolikheten stor för att denna sten t. o. m. är mycket svag.

Man har här också en möjlighet att studera, vad som kan uppnås genom att man murar med ett tunt tegel eller ett tjockt tegel. Några verkliga hållpunkter på huru man kan jämföra tegelmurverk som äro utförda av tunt eller av tjockt tegel har man f. n. icke, utan man har varit hänvisad till mer eller mindre grova uppskattningar. Det synes emellertid som om man genom ett detaljerat studium av hållfasthetsdispersionen kan få fram nya synpunkter på problemet. Till en början är det ganska lätt att förklara, varför en pelare med tunt tegel i allmänhet är något svagare än en pelare med tjockt tegel. Man kan nämligen resonera på följande sätt.

---

[1] Liknande problem ha tidigare, åtminstone i någon mån, studerats, så att riktlinjerna för en fortsatt undersökning kunde anses föreligga någorlunda klara. En studie angående betongens dispersion återfinnes i en artikel av förf., *Hållfasthetsdispersionen hos betong,* Betong 1929, i vilken några tillämpningsproblem behandlats. Problemet har även diskuterats i en avhandling av *W. Kjellman och G. Wästlund* Säkerhetsproblemet i byggnadskonsten. IVA:s handlingar 1940, nr 156. En annan undersökning inom samma område har genomförts av *W. Weibull,* A Statistical Theory of the Strength of Materials. IVA:s handlingar 1939, nr 151.

Weibulls undersökningar hänföra sig emellertid till absolut spröda material och äro därför icke direkt tillämpliga på tegelkonstruktioner och liknande, där de plastiska formförändringarna spela en framträdande roll. Han har däremot visat, att böjhållfastheten i stänger av t. ex. porslin och liknande mycket spröda material kan studeras enligt hans metod. För byggnadsmaterial i allmänhet äga däremot hans teorier icke tillämpning.

Om man utför pelaren ena gången med ett tunt tegel och andra gången med ett tjockt tegel, får man i förra fallet in fler stenar på samma pelarlängd än i det senare fallet. Om hållfasthetsdispersionen är betydande, blir därför den pelare, som är murad i det tunna teglet, alltid svagare än den andra pelaren. Är dispersionen däremot liten, blir det ingen märkbar skillnad mellan de båda pelarnas hållfasthet.

Man kan på detta sätt få fram en rationell beräkningsgrund för tegelpelare, utförda av tunt eller av tjockt tegel. I dylika problem kommer även brukets dispersion att inverka i någon mån.

§ 4. Detaljprovningar för att utröna vidhäftningen mellan armeringsjärn och murbruk och mellan murbruk och tegel.

I anslutning till huvudförsöken på provbalkar, för vilka redogörelse lämnas i §§ 5, 6 och 7, utfördes vissa detaljprovningar, som hade till syfte att utröna vidhäftningen mellan armeringsjärnen och murbruket och mellan murbruket och tegelstenarna. Dessa detaljprov visade sig vara synnerligen bekväma att utföra och gåvo där-

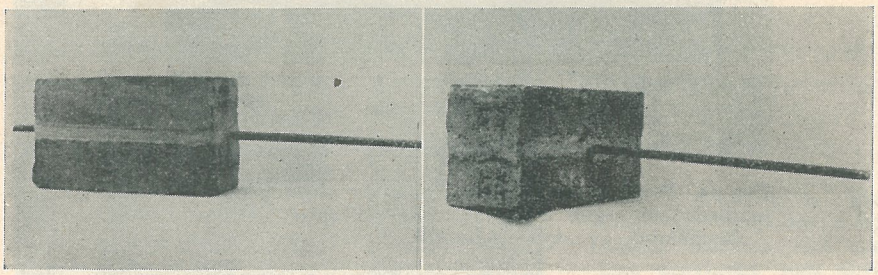


Fig. 13 a och 13 b. Provkroppar för bestämning av vidhäftningen mellan murverk och armeringsjärn.

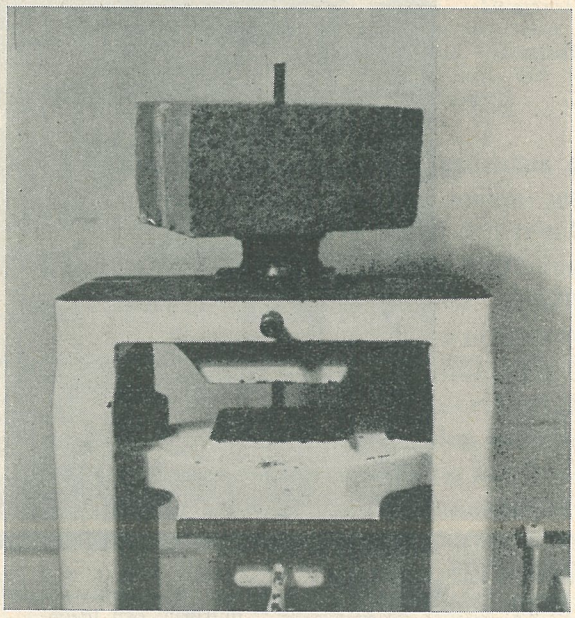


Fig. 14. Provning av vidhäftningen mellan murverk och järn.

jämte goda upplysningar angående vidhäftningen. I fig. 13 a, 13 b och 14 visas, huru vidhäftningen mellan bruk och armeringsjärn provades, och fig. 15—18 visa anordningarna för provning av dels skjuvvidhäftningen och dels dragvidhäftningen mellan murbruk och tegel.

Till dessa försök användes i allmänhet 1,4-tegel. Ett stort antal olika murbrukstyper provades. Sålunda murades provstycken med rent kalkbruk, kalkcementbruk nr 1, 2 och 3 samt cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3. Av de cementfattiga bruken erhöllos två varianter, genom att kalkbruk, innehållande dels 4 %, dels 7 % $Ca(OH)_2$, användes.

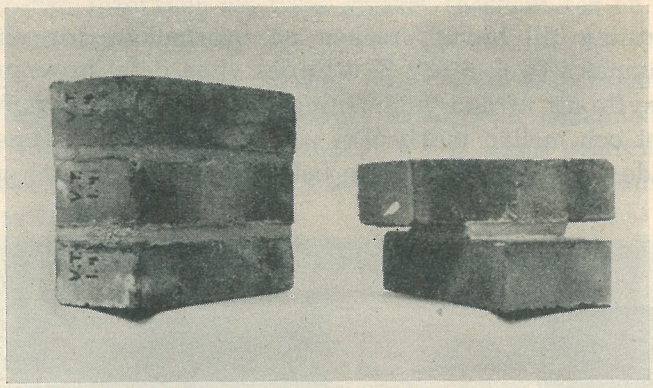


Fig. 15. Provkroppar för bestämning av vidhäftningen mellan murbruk och tegel. Den vänstra provkroppen är avsedd för bestämning av *skjuvningsvidhäftningen*, den högra för *dragvidhäftningen*.

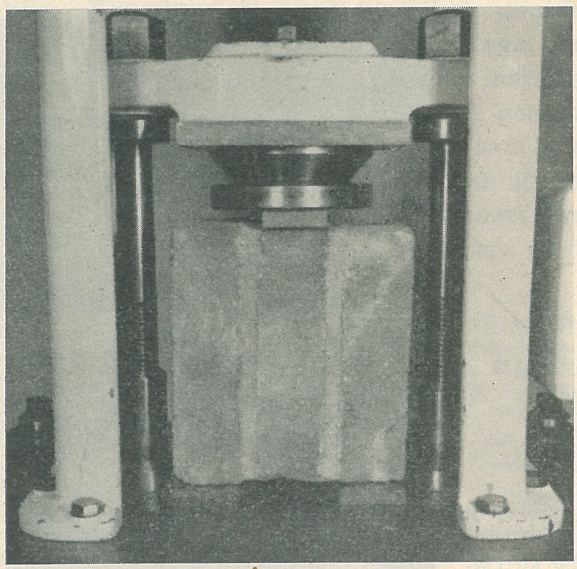
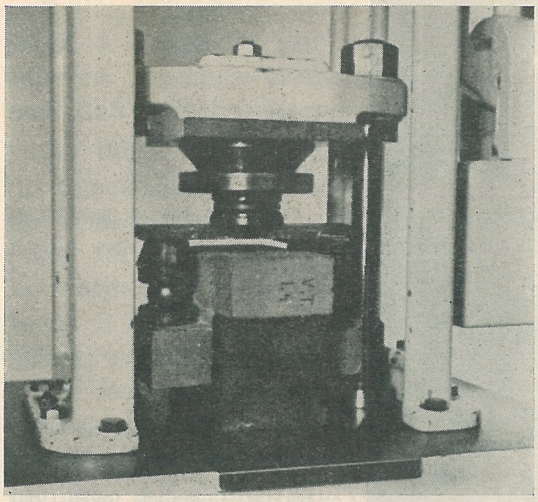


Fig. 16. Provning av skjuvningsvidhäftningen mellan murbruk och tegel.



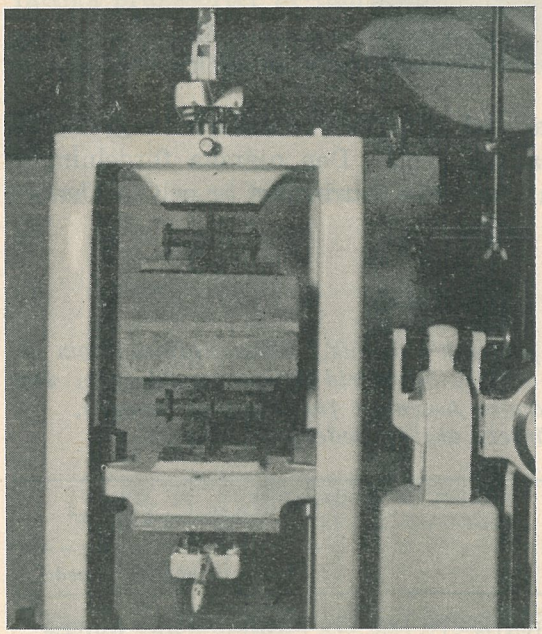


Fig. 17 a och 17 b. Provning av dragvidhäftningen mellan murverk och tegel. Den provkropp som användes vid provet enligt fig. 17 a, är densamma som visas i fig. 15. I fig. 17 b visas ett annat sätt att utföra provet. Dragkraften från maskinen överföres till teglet medelst järnplattor, som klistrats fast vid teglet med stearinbeck.

Vidhäftningen mellan armeringsjärnen och bruket provades genom utdragning av järnen ur en fog. Vid jämförelse mellan prov enligt fig. 13 a och 13 b visade det sig, att proven med den mindre ingjutningslängden gåvo betydligt större värden å vidhäftningsspänningen än proven med den längre ingjutningslängden. Skillnaden uppgick till 30 à 40 % för 10 mm järn och cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3. Anledningen till denna skillnad är, att spänningsfördelningen längs järnen icke är konstant, utan att kraftöverföringen mellan järn och bruk huvudsakligen sker i närheten av den belastade järnändan, medan områdena i närheten av den obelastade järnändan äro ofullständigare engagerade. Denna ojämna spänningsfördelning uppträder naturligtvis också, när det gäller motsvarande prov för armerad betong och för andra liknande företeelser, till exempel spänningsfördelningen längs limfogar, belastningen längs pålar i

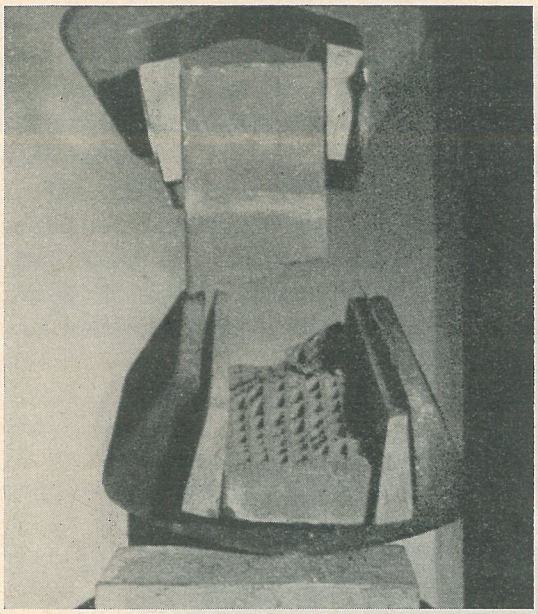


Fig. 18. Provning av dragvidhäftningen vid håltegelförband. Brott har icke inträffat i själva fogen, där man hade väntat det, utan i själva teglet, som slitits av. Hållfastheten hos fogen är större än hos teglet.

kohesions- eller friktionsmaterial, kraftöverföringen i långsträckta nitförband med flera av samma typ..[1] Den ojämna fördelningen är desto mera markerad, ju kraftigare murbruket är och ju klenare armeringsjärnets diameter väljes.

Tabell 4.

Vidhäftning mellan armeringsjärn och murbruk. Proven utförda som utdragningsprov enligt fig. 13 b och 14. Ålder vid provningen 28 dygn. Där ej särskilt angives, användes A-cement för bruksberedningen. De angivna medelvärdena utgöra medeltal av 10 prov.

Murbruk	Vidhäftning i kg/cm²		
	lägst	högst	medel
Rent kalkbruk med 4 % $Ca(OH)_2$	2,0	3,8	2,8
D:o med 7 % $Ca(OH)_2$	4,1	6,2	5,0
Kalkcementbruk nr 3, 4 % $Ca(OH)_2$	5,9	8,7	7,0
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	6,3	10,2	7,9
Kalkcementbruk nr 2, 4 % $Ca(OH)_2$	12,6	23,6	15,5
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	15,2	21,1	17,0
Kalkcementbruk nr 1, 4 % $Ca(OH)_2$	18,4	22,3	20,2
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	18,2	27,9	22,6
D:o med E-cement, 6 % $Ca(OH)_2$	13,8	20,7	18,1
Cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3	39,2	44,9	41,6

[1] En teoretisk behandling av detta spänningsfördelningsproblem är genomförd av *Adolf Anzelius*, Skjuvspänningarna på en påles yta, Teknisk Tidskrift 1942, Mekanik h. 2. Den matematiska behandlingen leder till integralekvationer av svårlöst typ. På grund av den svårmanövrerade matematiska apparat som krävs för att studera problemet, har det hittills så när som på ovannämnda arbete av Anzelius förblivit obehandlat i den tekniska litteraturen. Det hör dock till ett av de allra viktigaste problemen inom hållfasthetsläran.

Dylika vidhäftningsprov ha utförts på olika slags murbruk, och i tabell 4 återges en sammanställning av de utförda proven. De i tabellen upptagna värdena hänföra sig till ingjutningslängd lika med 12,5 cm och ø 10 mm.

Av tabell 4 finner man, att vidhäftningen är ganska dålig för de cementfattiga murbrukssorterna. Lägst är vidhäftningen för det rena kalkbruket med ett bottenvärde av endast 2,0 kg/cm² och högst för cementkalkbruket i blandning 1 : ⅓ : 3 med ett hållfasthetsvärde på i medeltal ca 40 kg/cm². Kalkcementbruken av sorterna 1, 2 och 3 intaga mellanlägen mellan dessa gränser, och man spårar synnerligen tydligt inverkan av cementtillsatsen. Man kan redan med utgångspunkt från dessa tabellvärden sluta sig till att armerat tegelmurverk vore otänkbart utan cementinblandning i murbruket och att cementinblandningen bör drivas så långt som möjligt. Armering i murverk med rent kalkbruk eller med cementfattiga brukssorter är tämligen meningslös med hänsyn till att någon kraftöverföring av betydenhet icke kan försiggå mellan armeringen och bruket på grund av den dåliga vidhäftningen.[1]

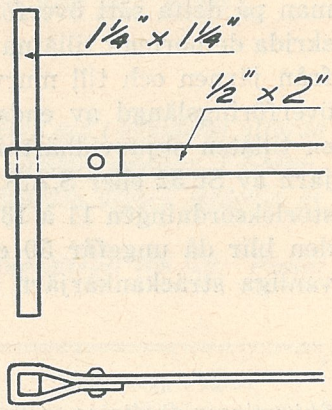


Fig. 19. Sträckankarjärn av standardutförande med slut av 1¼" fyrkantjärn.

Denna omständighet ger oss också anledning att göra reflexioner angående de vanliga sträckankarjärnen, som enligt urgammal praxis utföras av ½" × 2" plattjärn och som förankras med slutar av 1¼" fyrkantjärn (fig. 19). Uppenbart är, att effekten av dessa sträckankarjärn skulle kunna mångfaldigas, om järnen inlades så, att verklig kraftöverföring kunde ske mellan järnen och murbruket. För närvarande sker kraftöverföringen i de flesta fall enbart i slutarna, som emellertid på grund av sin stora böjlighet sakna förmåga att överföra nämnvärda krafter med mindre än att deformationerna samtidigt bli omåttliga. På grund av att sträckankarjärnen i allmänhet läggas i kalkbruk eller i undantagsfall i kalkcementbruk nr 2, blir den verkliga vidhäftningen och därigenom järnets förmåga att hålla ihop murverket ganska begränsad.

[1] Jämför här med vad som säges i § 1 angående resultaten av de allra äldsta försöken med armerat tegel, som tydligt klargjorde, att det rena kalkbruket var mer eller mindre oanvändbart för armerade konstruktioner.

Riktigast vore att helt överge den nuvarande urgamla metoden att utföra sträckankarjärn av plattjärn med ändförankringar och i stället övergå till att lägga in murverksförankringar i form av klena rundjärn, förslagsvis ø 8 à 10 mm och utfylla fogen med ett cementrikt bruk. Ett sträckankarjärn av standarddimension ½″×2″ motsvaras i järnarea av 8 ø 10. Dessa kunna inläggas i fogarna och utan vidare skarvas genom enkel förbiskjutning utan särskilda extra anordningar, medan en skarv på sträckankarjärn, sådan den vanligen utföres (fig. 20), är ganska klumpig, så att teglen måste huggas, för att den skall få rum. Det torde vidare vara ganska uteslutet, att den vanliga standardskarven ens tillnärmelsevis är jämnstark med järnet i övrigt.

Fig. 20. Skarv å sträckankarjärn. På grund av att de hopskarvade delarna ej ligga i rät linje, kommer skarven att bli utsatt för betydande moment.

Om man använder rundjärn av vanligt armeringsjärn, St 37, kan man på detta sätt överföra en dragkraft av 7,0 ton utan att överskrida de normalt tillåtna påkänningarna. För att överföra kraften från järnen och till murverket erfordras en infästningslängd eller överföringslängd av endast omkring 30 cm, om man räknar med en tillåten skjuvvidhäftning av 8 kg/cm². Högvärdigt armeringsjärn av St 52 eller S.A.S.40 medger överförande av dragkrafter av storleksordningen 11 à 13 ton, och den erforderliga infästningslängden blir då ungefär 50 cm. Det är fullkomligt uteslutet att med vanliga sträckankarjärn överföra dylika belastningar.

Tabell 5.

Skjuvningsvidhäftning mellan tegel och murbruk. Proven äro utförda enligt fig. 15. Ålder vid provningen 28 dygn. Angivna medelvärden utgöra medeltal av 10 prov.

Murbruk	Vidhäftning i kg/cm²		
	lägst	högst	medel
Rent kalkbruk med 4 % $Ca(OH)_2$	0,6	1,0	0,7
D:o med 7 % $Ca(OH)_2$	1,5	1,9	1,7
Kalkcementbruk nr 3, 4 % $Ca(OH)_2$	2,3	2,6	2,4
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	3,3	5,3	4,1
Kalkcementbruk nr 2, 4 % $Ca(OH)_2$	3,3	5,2	4,1
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	2,7	4,5	3,5
Kalkcementbruk nr 1, 4 % $Ca(OH)_2$	4,6	8,3	6,2
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	3,0	6,3	3,9
D:o med E-cement, 6 % $Ca(OH)_2$	4,2	8,9	6,4
Cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3	6,6	8,9	7,3

Jag är övertygad om, att sträckankarjärn av denna förenklade och förbättrade typ skulle ganska avsevärt bidraga till att hålla ihop murverket i byggnader på dålig grund och sålunda bättre fylla sin uppgift än de traditionella sträckankarjärnen.

Om vi gå vidare och studera *skjuvningsvidhäftningen* mellan tegel och murbruk, finna vi även här en liknande tendens, nämligen att cementtillsatsen i stort sett är bestämmande för vidhäftningens storlek.

Proven ha utförts enligt fig 16, och resultaten återfinnas i tabell 5.

Av tabellen finner man, att de lägsta värdena erhållits för det rena kalkbruket och de högsta för det cementrika bruket 1 : ⅓ : 3. Ganska goda värden ha erhållits även för kalkcementbruk nr 1 och 2.

Slutligen ha vi det tredje slaget av vidhäftning, nämligen *dragvidhäftningen* mellan tegel och murbruk. Denna vidhäftning är av största betydelse för det armerade murverkets draghållfasthet. Provningarna ha utförts dels enligt fig. 17 a och dels enligt fig. 17 b. I den senare figuren visas, hur dragkrafterna ha överförts till teglet medelst järnplattor som fastgjutits vid teglet med stearinbeck, en blandning av harts och paraffin, i ungefär lika proportioner, som visat sig häfta vid både tegel och järn med stor kraft.

Tabell 6.

Dragvidhäftning mellan tegel och murbruk. Proven äro i allmänhet utförda enligt fig. 17 a. Tegelmaterialet är, då intet särskilt angives, 1,4-tegel. Ålder vid provningen 28 dygn. Angivna medelvärden utgöra medeltal av 10 prov.

Den sista raden anger resultat av prov med månghåltegel 105 hål. Provet utfört enligt fig. 18.

Murbruk	Vidhäftning i kg/cm²		
	lägst	högst	medel
Rent kalkbruk med 4 % $Ca(OH)_2$	0,3	0,6	0,4
D:o med 7 % $Ca(OH)_2$	1,1	1,5	1,3
Kalkcementbruk nr 2, 4 % $Ca(OH)_2$	1,0	1,4	1,2
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	1,3	1,9	1,5
Kalkcementbruk nr 3, 4 % $Ca(OH)_2$	1,3	2,6	1,7
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	1,5	3,5	2,5
Kalkcementbruk nr 1, 4 % $Ca(OH)_2$	2,8	4,6	2,6
D:o , 7 % $Ca(OH)_2$	1,5	3,0	2,2
D:o med E-cement, 6 % $Ca(OH)_2$	1,6	2,4	2,0
Cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3	1,4	2,2	1,7
D:o vid prov enl. fig. 17 b	2,9	4,4	3,4
D:o efter 25 gånger upprepade frysningar till —15° C och mellankommande upptining i vatten av ca + 20° C	1,2	4,8	2,6
Månghåltegel			
Cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3	3,4	6,5	4,7

Resultaten av provningarna äro sammanställda i tabell 6. Av tabellen finner man, att de cementfattiga proven ha lägre dragvidhäftning än de cementrika men att prov med kalkcementbruk nr 1 och även med nr 2 ha givit förhållandevis goda resultat.

Enligt åtskilliga byggnadstekniker skulle en cementinblandning i bruk vara av tvivelaktig nytta, och diskussionen om blandbrukens för- och nackdelar, speciellt som putsbruk, är fortfarande livlig. Enligt exempelvis arkitekt *Axel Eriksson* skulle ett kalkcementbruk med liten cementtillsats ge sämre vidhäftning än ett rent kalkbruk.[1] I föreliggande försök finnes intet, som tyder på en dylik inverkan av cementtillsatsen. Av tabell 6 framgår i stället, att redan en så liten cementtillsats som i kalkcementbruk nr 3 höjer vidhäftningsförmågan hos bruket, och för kalkcementbruk nr är ökningen mycket markant.

Enligt min mening kan det därför finnas anledning att ytterligare utvidga och fortsätta de av Eriksson påbörjade provningarna för att vinna full klarhet i frågan. Det är också uppenbart, att åsikterna i fråga om detta problem gå ganska vitt isär. Dessa divergerande uppfattningar belysas bl. a. i en uppsats av *Sven Nycander.*[2] De av Nycander utförda provningarna synas ge belägg för att cementtillsatsen till putsen alltid varit till fördel.

Motståndarna till de armerade tegelkonstruktionerna framhålla som en svaghet hos dessa konstruktioner, att det understa skiktet i en balk, alltså det skikt som ligger under armeringsjärnen, lätt kunde lossna och ramla ner. En nedfallande sten utgör naturligtvis en mycket allvarlig fara och skulle kunna ge upphov till svåra olyckor. Det är följaktligen synnerligen viktigt, att dragvidhäftningen är tillräckligt stor.

Vi skola därför räkna efter, vad en vidhäftningspåkänning av till exempel 1,5 kg/cm^2 verkligen innebär, när det gäller att slita loss en tegelsten. Vi finna, att en sten av formatet 10″ × 5″ måste belastas med icke mindre än ca 450 kg, innan den lossnar. Detta innebär, att säkerhetsmarginalen är synnerligen stor. Normalt belastas stenen icke av något annat än sin egen vikt, och säkerhetsgraden kan därför uppskattas till något mellan 100- och 150-faldig. Även om vi måste räkna med att stenarna någon gång bli utsatta för onormala påfrestningar, är säkerheten sålunda synnerligen betryggande.

Man kan till exempel förutsätta, att en enstaka sten blir utsatt för kraftiga slag och då kan lossna. Erfarenheten visar emellertid, att det i allmänhet är omöjligt att med en slägga eller tung hammare slå loss en enstaka sten, under förutsättning, att murbruket är av någorlunda god kvalitet. Stenen går snarare sönder än den lossnar.

[1] *Axel Eriksson,* Putsningsarbeten. Byggnadsindustrin, häfte 6, 1938.
En liknande uppfattning angående inverkan av en cementinblandning i putsbruk utlades även i en artikel av *N. Royen,* Diskussionsinlägg till avhandlingen *Putsproblemet i Sverige,* Tekn. Tidskr. V.V. 1940/7, sid. 93 (även publicerat i Skånska Cementgjuteriets publikationsserie Byggnadstekniska försök och utredningar, n:r 4, 1940).

[2] *Sven Nycander:* Provputsningar i samband med Södersjukhusets uppförande. Teknisk Tidskrift V.V. 11, 1941.

Man har befarat, att dragvidhäftningen skulle förstöras genom upprepade frysningar. I tabell 6 redovisas för ett frysprov på cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3, där brukets vidhäftning emellertid icke på något vis påverkats av frysningarna. Dragvidhäftningen efter 25 frysningar uppgick i medeltal till 2,6 kg/cm², vilket för stenen i formatet 10″ × 5″ innebär en total vidhäftningskraft av ca 800 kg, således en mycket betryggande vidhäftning.

För månghålteglet ligger dragvidhäftningen i särklass, vilket dels framgår av den sista raden i tabell 6, och dels av fotografiet fig. 18, som visar, att stenen slitits av utan att släppa i fogen.

§ 5. Belastningsförsök på armerade balkar av massivt tegel i cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3.

I denna och följande paragrafer skall redogöras för de egentliga huvudförsöken med provbalkar av armerat tegel. Härvid har jag följt den principen att endast ange huvuddragen av försöksresultaten och främst de detaljer, som äro av betydelse för den direkta tillämpningen i praktiken. Däremot ha exempelvis icke några resultatsiffror från de omfattande nedböjnings- och deformationsmätningarna medtagits annat än i form av typiska diagram (§ 9). Härigenom erhålles en bättre översikt över problemet, än om alla detaljresultat skulle ha medtagits.

De första provningarna omfattade balkar av 1,4-tegel i cementkalkbruk 1 : ⅓ : 3. Materialets hållfasthetsvärden framgå av tabell 1 i § 2.

Av detta material murades en serie provbalkar av olika höjd och med olika armering av den typ som framgår av fotografiet i fig. 21 och ritningen i fig. 22.

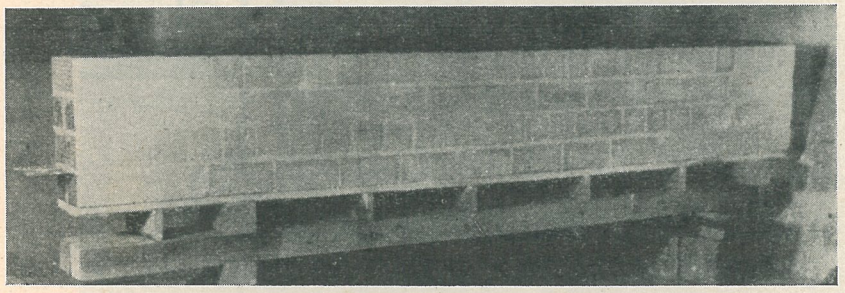


Fig. 21. Armerad provbalk av månghåltegel. Vid balkändan synes armeringen, som utan särskild förankring sticker fram ur understa fogen.

Som armering användes vanligt rundjärn av kvalitet St 52 med en sträckgräns = 3710 kg/cm² och en brottgräns = 5850 kg/cm². Järnets diameter var 10 mm.

Fig. 21 visar, hur armeringen inlagts i den nedersta fogen och hur armeringsjärnen sticka utanför balken. Några särskilda förankringar av armeringen i form av till exempel ändkrokar ha icke utförts på någon balk och ha heller icke visat sig vara nödvändiga.

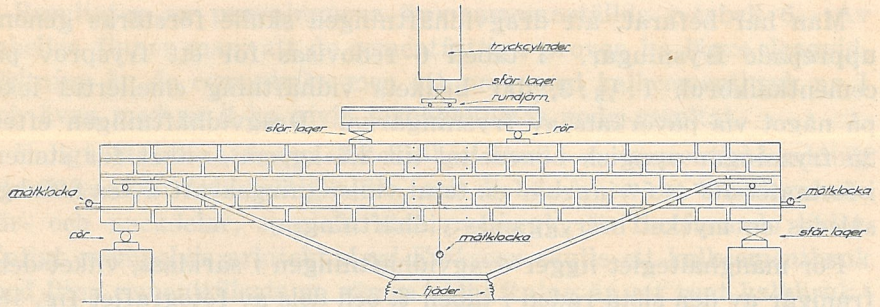


Fig. 22. Provbalk med försöksanordningar. På de utstickande järnändarna monterades mätklockor för undersökning av glidningen hos järnen. På ömse sidor om mitten infästes en rad stålstift enligt figuren, mellan vilka töjningsmätningar kunde utföras.

Fig. 22 visar en ritning av balken med belastningsanordningar och utrustning för bestämning av balkens nedböjningar och deformationer. På de fria järnändarna, som stucko utanför den murade balken, monterades särskilda mätklockor, varigenom en eventuell glidning av armeringsjärnen skulle kunna observeras. Någon sådan rörelse uppstod emellertid icke. Inom ett område omkring balkens mitt utfördes mätningar av teglets hoptryckning och töjning, varigenom deformationstillståndet i balken kunde observeras och noggrant följas vid olika belastningar. Dessa mätningar, för vilka redogöres i § 9, gåvo intressanta upplysningar, bland annat om hur teglet medverkar i balkens dragzon. Det visade sig nämligen, att tegelmurverkets draghållfasthet och töjningsförmåga var ganska betydande och att vid måttliga belastningar en stor del av momentet kunde upptagas genom dragspänningar i teglet.

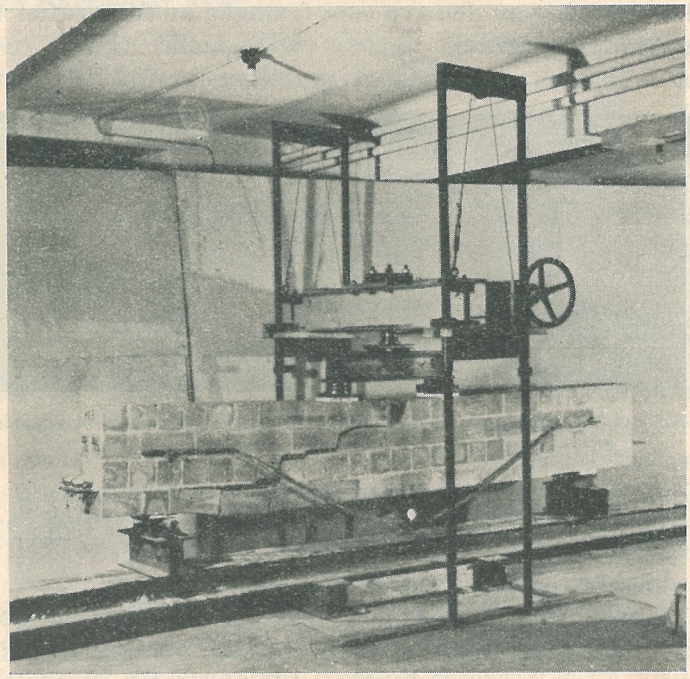


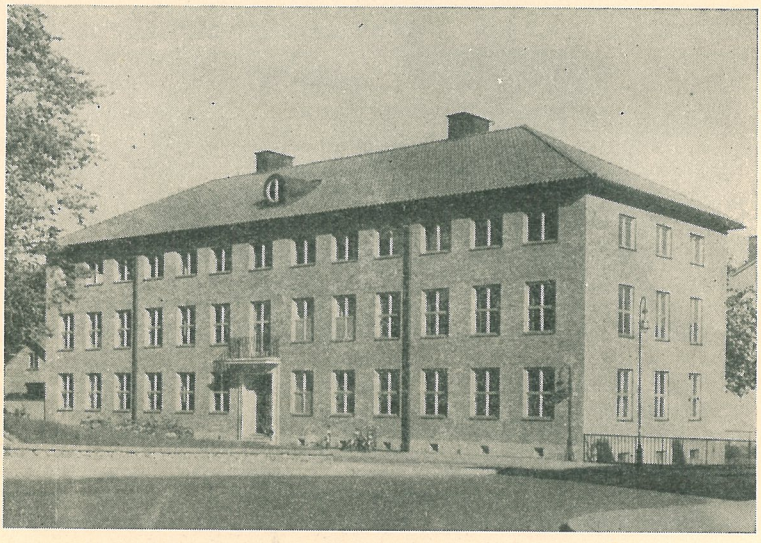
Fig. 23. Håltegelbalk under pågående provning i laboratoriet. Kraftiga skjuvsprickor ha uppstått.

Forts. i TEGEL n:r 4 1942

MÄLARDALENS FASADTEGEL

Svenska Handelsbanken, Skellefteå. Rött fasadtegel.

RÖTT och GULT FASADTEGEL



Hushållningssällskapet, Nyköping. Gult fasadtegel.

A.-B. MÄLARDALENS TEGELBRUK

Kungsgatan 39 STOCKHOLM Telefon 23 33 65

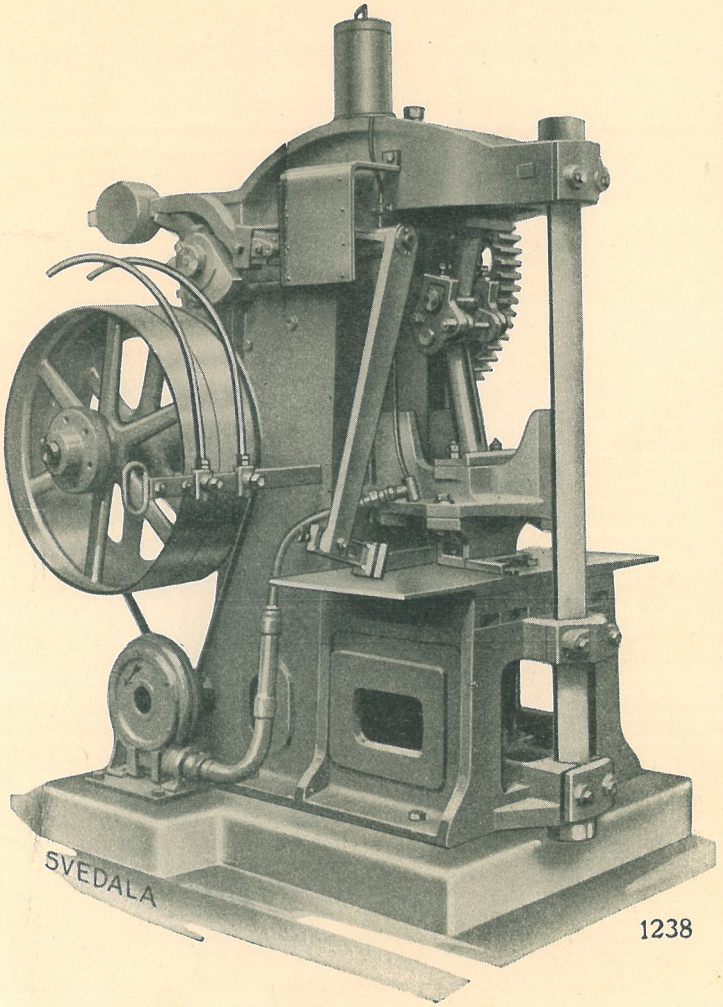
SVEDALA

TEGELMASKINER för alla behov

BÄST, I BRUKET BILLIGAST.

Grävmaskiner, av olika storlekar. ● **Autom. transportanordningar.**
Kollergångar, Strykmaskiner för imiterat handslaget tegel.
Ringugnar, Zigzagugnar och **Flamugnar.**

Kompletta **nyanläggningar** och modernisering av äldre bruk projekteras under garanti.
Sakkunniga ingeniörer och instruktörer på begäran för konsultation och undersökning på platsen.



SVEDALA Efterpress "RELUX"

användes för efterpressning av eldfast tegel, klinker, trottoir- och golvplattor och maskinslaget fasadtegel. Formarna äro lätt utbytbara och utföras så att på teglets liggsidor inpressas ytmönster, fabriksmärken, bokstäver eller emblem efter beställarens önskan. För maskinens betjäning fordras 2 man.

Tillverkningsförmåga
1 000 till 1 200
st. tegel per timma.

Kraftbehov c:a 4—5 eff. hkr.

Begär offert.

GYNNA SVENSK INDUSTRI

A.B. ÅBJÖRN ANDERSON, SVEDALA

TEL. GJUTERIET

Södermans Boktryckeri AB, Stockholm 1942