

TEGEL

1955

ÅRGÅNG 45

ORGAN FÖR SVERIGES TEGELINDUSTRIFÖRENING



REDAKTIONSKOMMITTÉ: KAPTEN HILDING STRÖM,
ING. KNUT WRÅKE OCH KAPTEN C. E. CAMITZ
REDAKTÖR: CIVILING. REINHOLD ELGENSTIERNA

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.	
Billiga hus i Gotlandstegel	82	<i>Örjan Armfelt-Hansell</i>
Byggstandardiseringens förslag till svensk standard för murtegel	61	<i>Red.</i>
Ekonomisk murning med håltegelblock	74	<i>W. Triebel</i>
Ett kranbyggeri i Odense	54	<i>Erik Phaff</i>
Ett nytt murarverktyg	93	<i>B. Westerlund och A. Åkerlund</i>
Från binning till utfackning	23	<i>L. Adler</i>
Keramiskt lekverk i Vällingby folkskola . .	5	<i>Gustaf Näsström</i>
Ny folkskola i Vällingby	2	<i>Einar Lovén</i>
Nybyggnad för Oskarshamnsbladet	44	<i>Eric Fylking</i>
Något om den amerikanska tegelindustrin .	34	<i>A. Disch</i>
Radhus vid Hersby Åker, Lidingö	66	<i>Holger Blom</i>
Spannmålslagerhus i tegel vid Haga Gård .	50	<i>Birger Nyström</i>
Tegel som fasadmaterial	90	<i>Knut Wråke</i>
Tegelmurverk i höghuskonstruktioner	7	<i>P. Haller</i>
Tegelutställning i Finland	38	<i>Red.</i>
Teglets frostbeständighet	18	<i>Folke Sandford</i>
Täby Kommunalhus	40	<i>Sture Elmén</i>

TEGEL

ORGAN FÖR SVERIGES TEGELINDUSTRIFÖRENING

Redaktionskommitté: Kapten H. STRÖM - Ingenjör K. WRÅKE - Kapten C. E. CAMITZ

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

Återgivande av text och bilder ur denna tidskrift tillåtet med angivande av källan

Tryckeri AB Thule, Stockholm 1955

Nr 1—1955

ÅRGÅNG 45

INNEHÅLL

Ny folkskola i Vällingby

Einar Lovén

Keramiskt lekverk
i Vällingby folkskola

Gustaf Näsström

Tegelmurverk i höghus-
konstruktioner

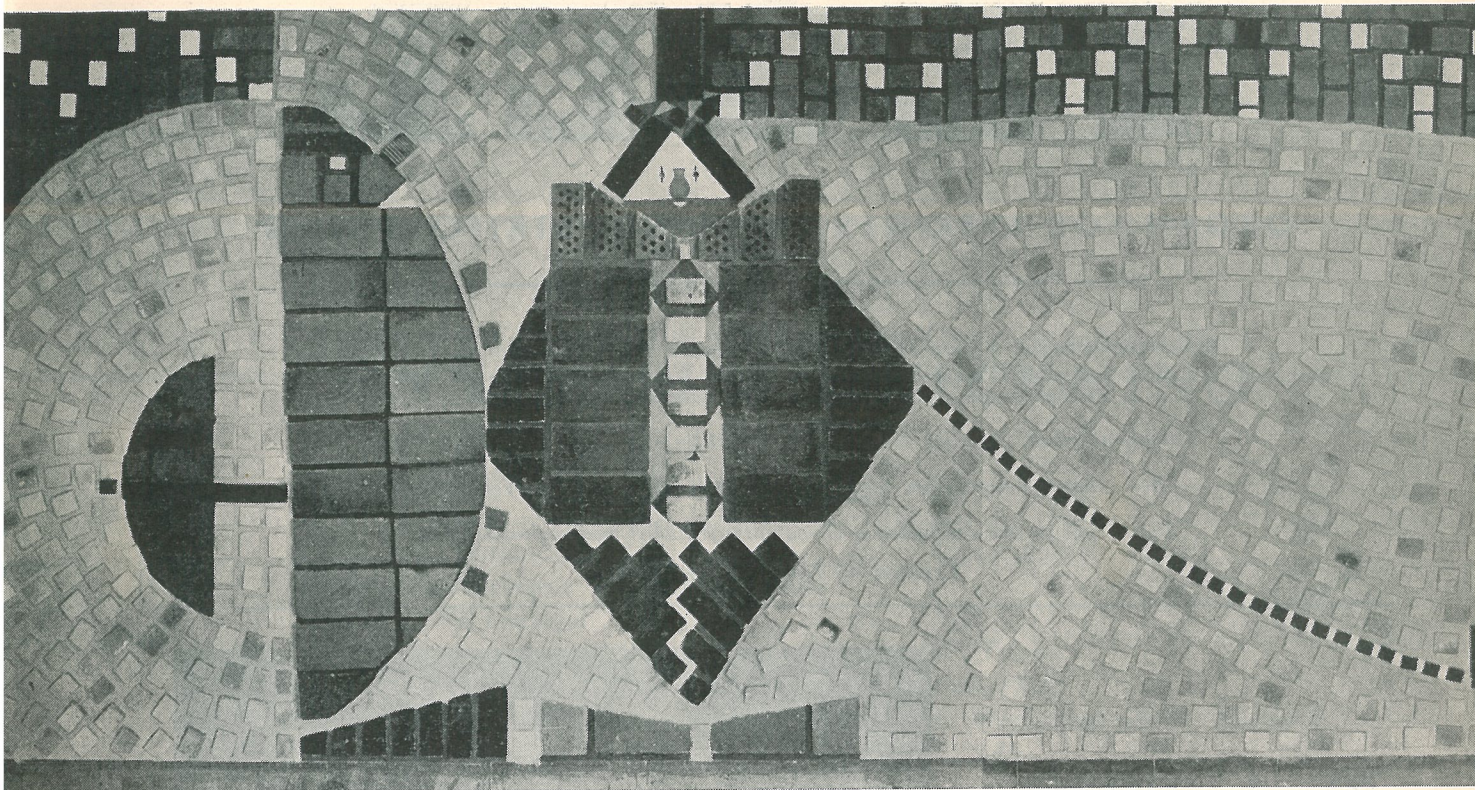
P. Haller



PÅ OMSLAGET:

Dekorerad tegelvägg i Vällingby
folkskola. Foto: Esselte

Ovanstående foto visar höghusen i Basel, som beskrevs i TEGEL 1954, nr 2. I detta nr lämnas en redogörelse för de omfattande provningar som möjliggjort husens konstruktion



NY FOLKSKOLA I VÄLLINGBY

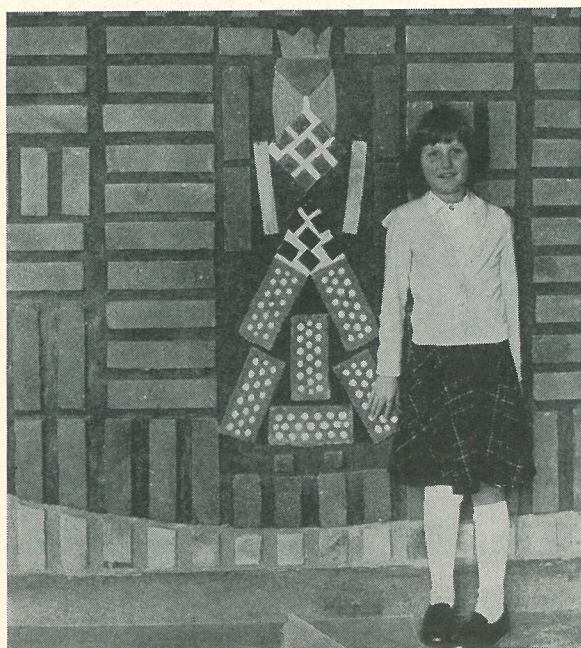


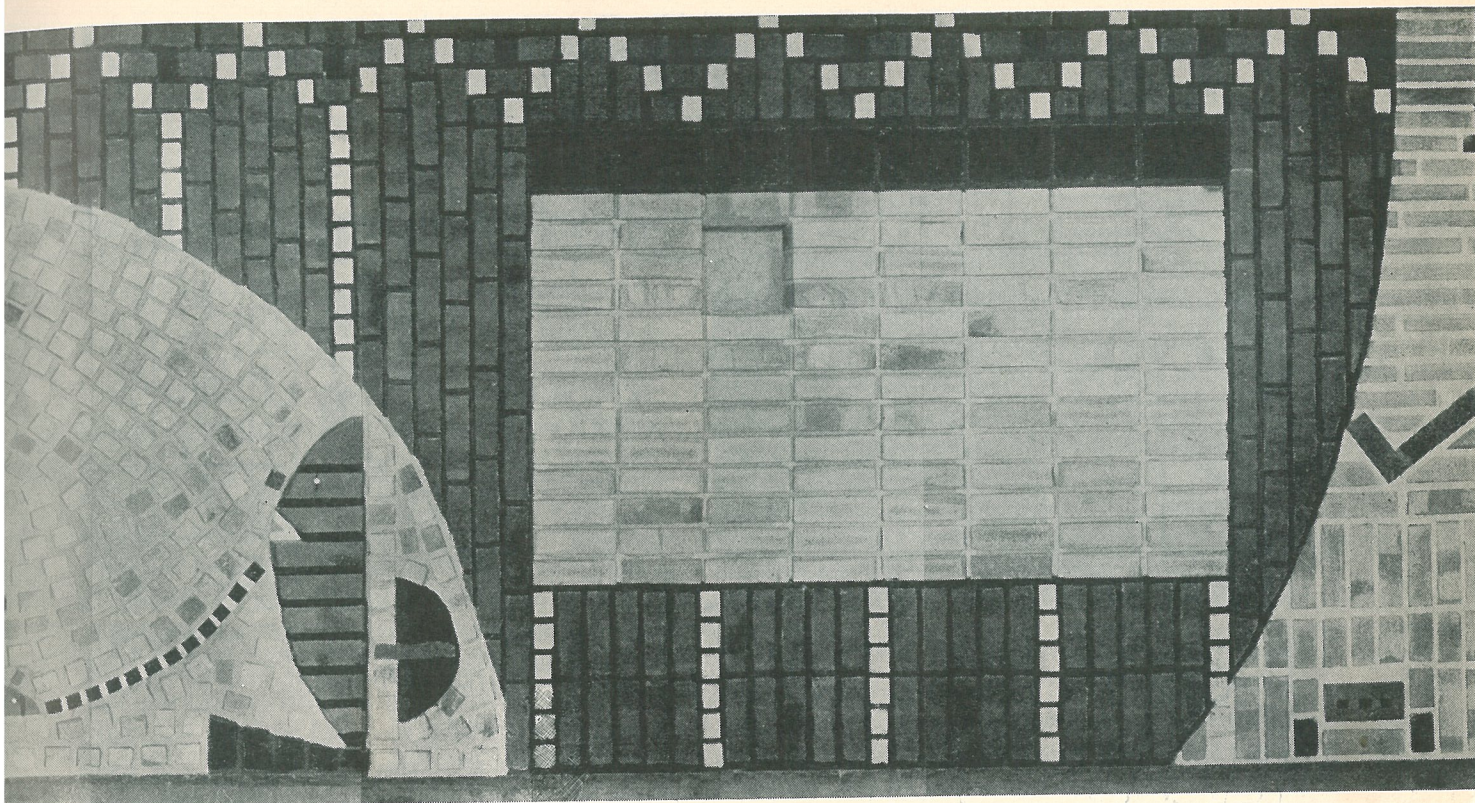
Foto: Gösta Glase

Östra Vällingby folkskola är uppdelad på fyra byggnadskroppar: småskola, folkskola, gymnastik och skolkök samt tandvård och bostäder.

Eftersom gång- och cykeltrafiken i Vällingby skall ske på parkvägar, har skolan sina entréer från dessa.

Småskolebyggnaden innehåller 20 klassrum i två våningar. Den ena våningen är belägen en halv trappa lägre, den andra en halv trappa högre än skolgården. Båda våningarna ha gemensamt centralkapprum i nivå med skolgården. Kapprummet kommunicerar med klassrummen genom fem trappor. Vid ena ändan finnas lokaler för lärare och materiel.

Folkskolebyggnaden är uppförd i två våningar. I den sydliga hallkroppen finns dessutom en suterrängvåning. I den långa byggnadskroppen äro tjugo klassrum förlagda i våningen en trappa



kring tamburer, fyra klassrum kring vardera. Med trappor stå dessa i förbindelse med ett centralkapprum, som är beläget i skolgårdens plan och har genom fem ingångar direkt kontakt med denna. I detta kapprum har konstnärerna Elis Eriksson, Sven-Erik Fryklund, Anders Liljefors och Egon Møller-Nielsen utfört den i det följande beskrivna tegelväggen. Skolmåltslokaler, slöjdsalar och materielrum ligga utmed kapprummet.

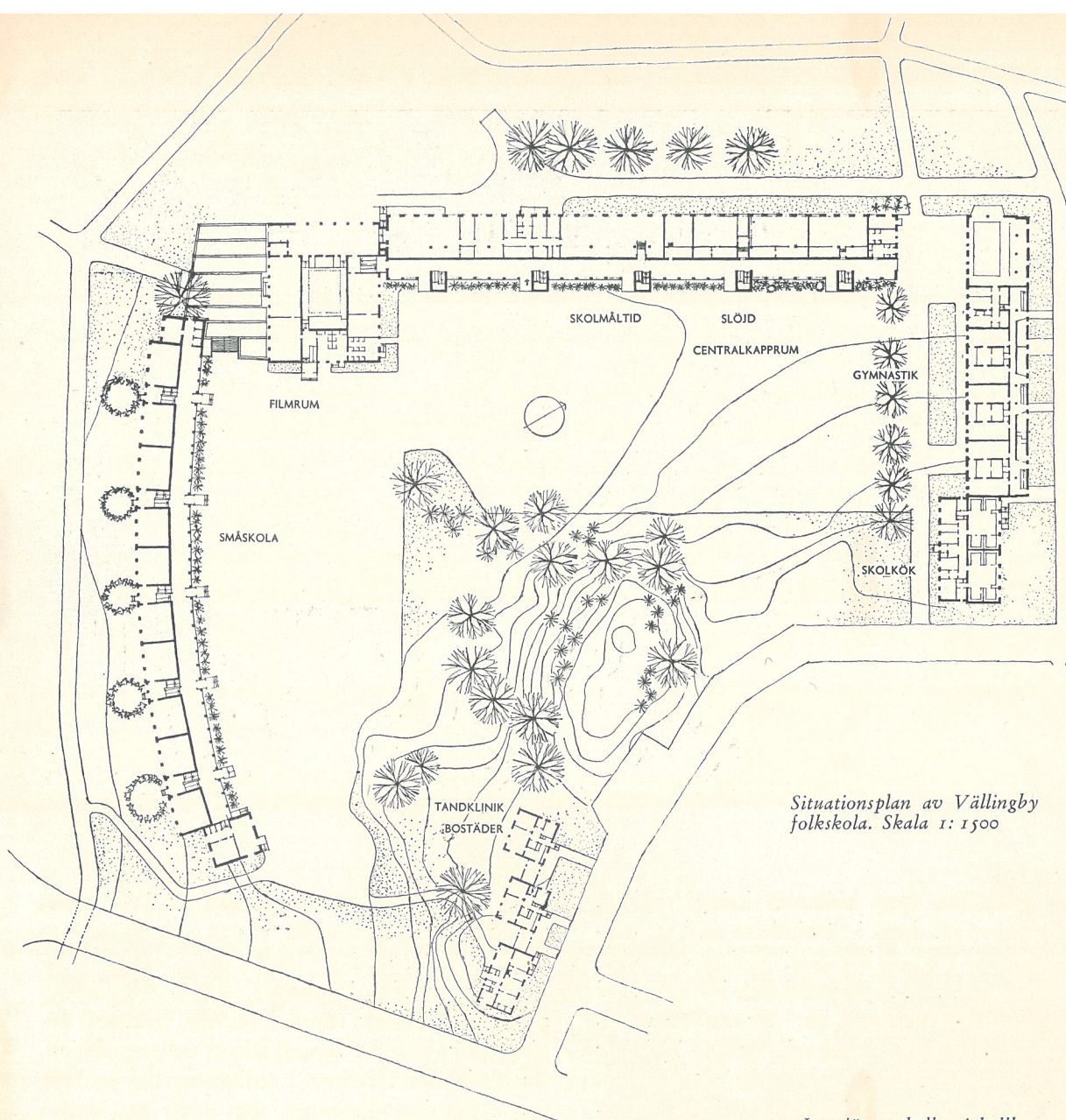
Klassrummen ha belysning genom vanliga fönster, som vetta åt öster eller väster och genom en längsgående laternin i byggnadens mitt.

Hallbyggnaden innehåller för hela skolan gemensamma lokaler, såsom bibliotek, filmrum, övningsalar, rum för lärare, läkare och expedition. En särskild entré finns i anslutning till parkvägarna för den allmänhet, som avser att besöka bibliotek, filmrum samt skolmåltslokaler.



Foto: Sweden Illustrated

Exteriör av skolan



Situationsplan av Vällingby folkhögskola. Skala 1:1500

Interiör av hallen i hallbyggnaden

Två skolköksavdelningar inrymmas i en fri-
liggande byggnad i ett plan belägen på tomtens
norra del. I anslutning till denna skall den fram-
tida gymnastikbyggnaden förläggas.

Tandklinik och vaktmästarbostäder äro be-
lägna på en höjdpå en höjdpåta ovanför skolgården.

Den sista byggnaden är uppförd av putsad
lätbetong. De övriga byggnaderna äro av slam-
mat tegel. Vissa partier vid trappor och köp-
rum äro av fasadtegel. Taken äro plåtbeklädda
och målade. Golv i centralköpprum äro av kalk-
sten, i vilka inlagts värmeslingor.

Arkitekt för byggnaden är Zimdals Arkitekt-
kontor AB med arkitekterna SAR Tord Hult-
man och Olle Wählström som medarbetare. Sta-
tisk konstruktör har Jacobson & Widmark varit.

Einar Lovén

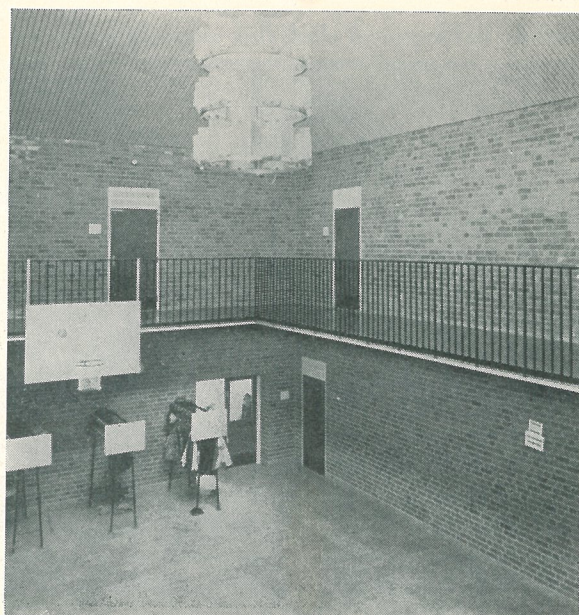


Foto: Sweden Illustrated

KERAMISKT LEKVERK

i

Vällingby folkskola

av Gustaf Näsström

Vid besök i den splitternya folkskolan i Vällingby, uppförd efter ritningar av prof. Helge Zimdal, ser man bl. a. en 110 m lång keramisk relief längs innerväggen i korridoren i folkskolans bottenvåning. Det är helt enkelt en upplevelse — av konstnärlig friskhet och fyndighet, av ny syn på en dekorativ uppgift.

Reliefen har utförts i samarbete mellan fyra unga skulptörer. De har alla kända namn: Egon Møller-Nielsen, Elis Eriksson, Sven-Erik Fryklund och Anders Liljefors. Møller-Nielsen har varit bas för gänget. Genom sina abstrakta lek-skulpturer i ett par av våra parker har han visat sig äga den rätta förståelsen för barnasinnet och genom sitt arbete vid Gustavsbergs porslinsfabrik har han fått upp ögonen för det keramiska stof-

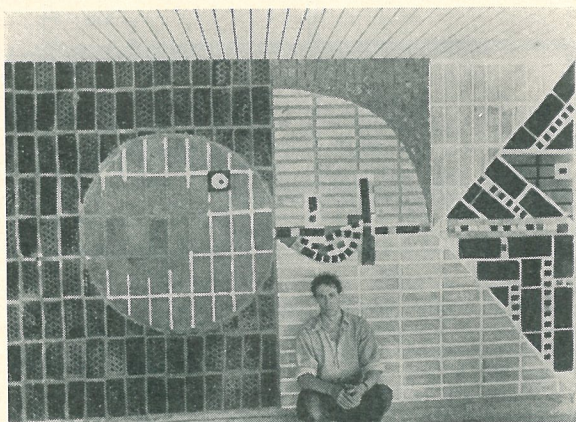


Foto: Arne Persson

fet. Bägge dessa erfarenheter har gjort honom särskilt skickad att leda ett lagarbete med inriktning på att skapa en väggdekor, som samtidigt kan egga skolungarnas fantasi och motstå deras förstörelselusta med penna och kniv.

Reliefen i Vällingby har båda dessa egenskaper. Den berättar i en skenbart naiv stil om S:t Göran och draken, om clownen och teater, om

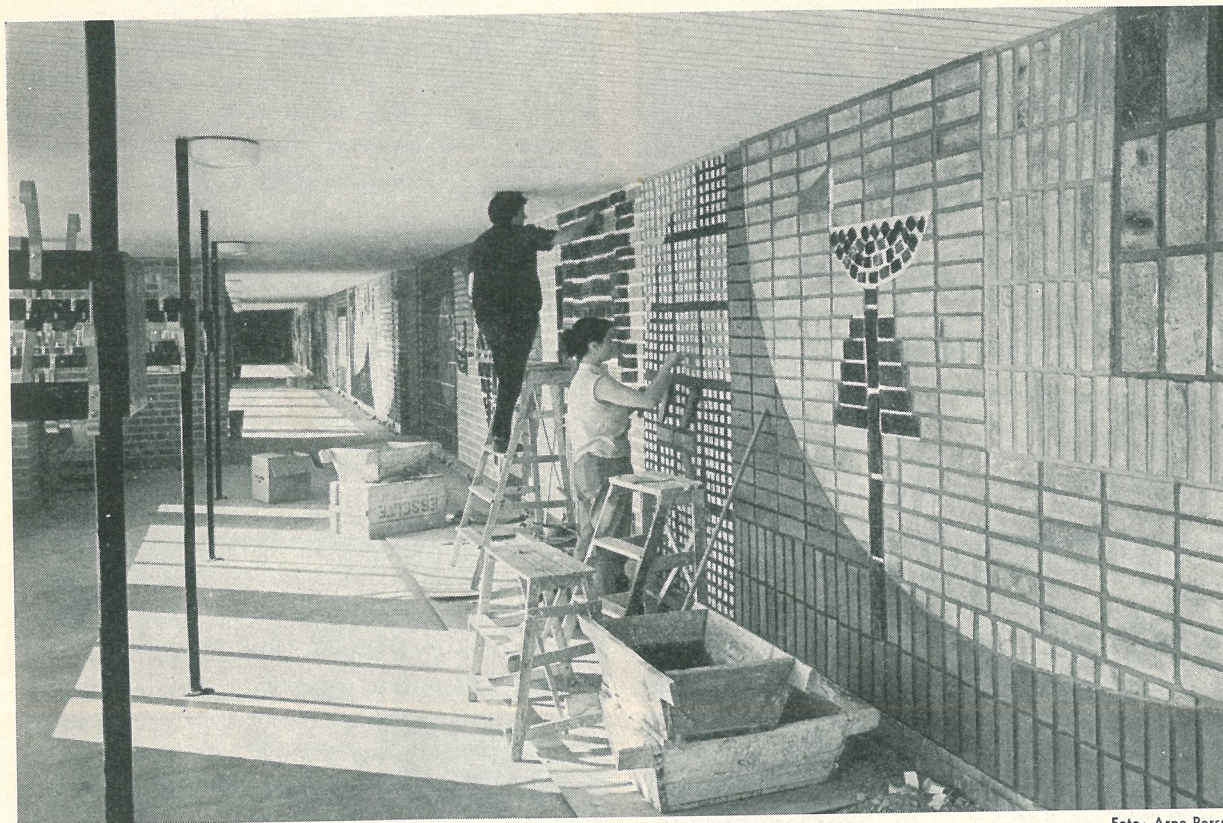
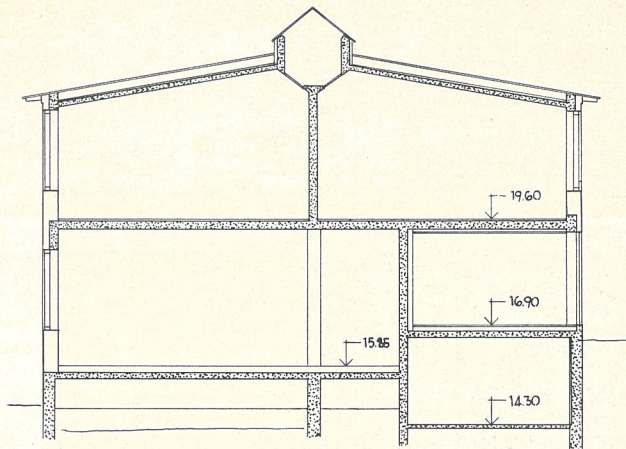


Foto: Arne Persson

Frisen under utförande



Sektion av skolan. Skala 1:200. Rummen överst är klassrum. Nederst till vänster rum för skolmåltid, slöjd m. m. Centralkapprummet med den dekorerade tegelväggen är beläget vid höjden 16,90
Till höger och nedan avsnitt av den dekorerade väggen

prinsessor och indianer, om katter och papegojor. Alla dessa figurer är utformade i nära anknytning till barnens typiska framställningssätt — man har ett bra jämförelsematerial i skolans frukosttrum, där eleverna själva i lagarbete har muntrat upp väggarna — men samtidigt är de inordnade i ett rytmiskt system, som hör hemma i det abstrakta måleriet. Figureerna är ibland så stora och så hårt stilerade, att det är svårt att identifiera dem, men barnen har lättare med den

Foto: Arne Persson

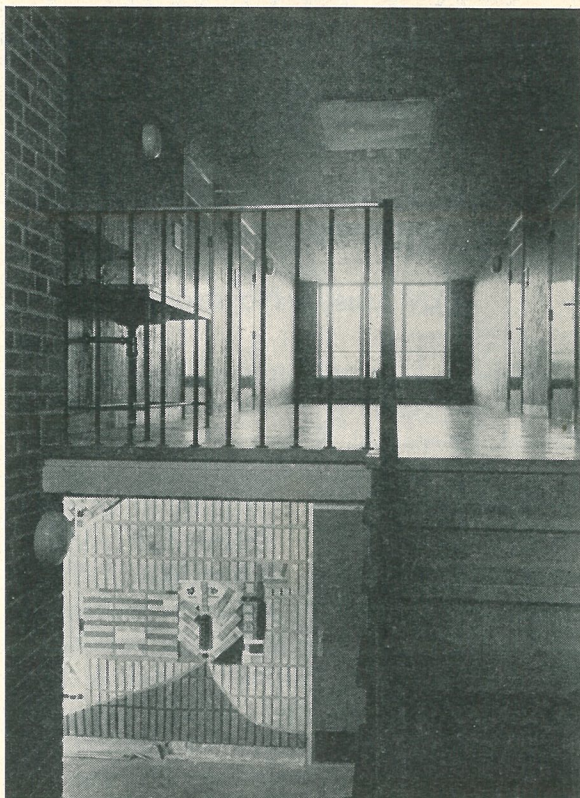
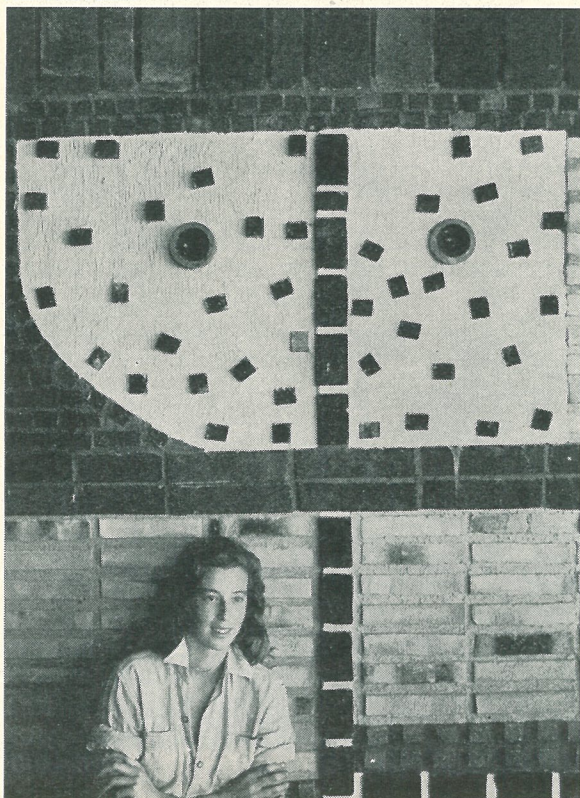


Foto: Arne Persson

sortens problem än vi vuxna, så målsmännens eventuella klagomål kan lämnas därhän.

Hela reliefen är utförd i tegel av olika standardformat, skänkt av Mälardalens tegelbruk. Där är gult och rött murtegel, håltegel och rörprofiler och även en del sintrade stenar, som plockats upp på avskrädesplatsen och skimrar med djupa och mustiga toner i helhetsklängen av rött och gult, svart och vitt.

De skiftande tegelformerna medverkar i en illusionslek: rörprofilerna blir pupiller på de vilda djuren, hålteglarna blir näsborrar men också draperi på teatern och små, i salter doppade vita fyrkanter blir upplysta fönster i riddarborgen. Det rytmiska i kompositionen understryks av stenarnas placering i muren — horisontell, vertikal, diagonal — och av deras förskjutningar inåt och utåt, som skapar en sällsynt levande reliefverkan, frestande för handen att ta på och fingra sig fram i.

Två parter är att gratulera i sammanhanget: kvartetten, som visat hur bra de abstrakta tendenserna kan utnyttjas i detta material, och folkskoledirektionen, som haft mod att acceptera en så djärv och festlig lösning av det vanskliga problemet att finna nya former för konsten i skolan.

(Ur Stockholms-Tidningen)

TEGELMURVERK I HÖGHUSKONSTRUKTIONER

av Professor P. Haller, Zürich

Även i Schweiz har det blivit nödvändigt att utnyttja marken intensivare både när det gäller cityområdenas kontors- och affärshusbebyggelse och ytterområdenas bostadsbebyggelse. Smala gator utan sol och ljus skall till varje pris undvikas och därför bör höghusbebyggelse endast komma i fråga på sådana platser, där närliggande hus inte kommer att ligga i höghusens skugga.

Eftersom man vid bostadshus i motsats till affärshus, sjukhus osv. inte behöver tänka på

eventuell senare omdisponering av planen, kan man använda innerväggarna för att överföra belastningar till grunden, varigenom motsvarande avlastning av fasad- och hjärtväggar sker. Vid celliknande anordning av de bärande innerväggarna avstyvar de varandra, så att risken för knäckning minskas och väggtjocklekarna kan reduceras i motsvarande grad. De i byggnadslagarna och normerna föreskrivna tillåtna påkänningarna utgjorde tidigare i Schweiz ett effektivt

Fig. 1. Murverkskropp av murtegel i s. k. dubbelt normalformat ($25 \times 12 \times 13$) i 500 t pressen. Provkroppen med måtten $25 \times 92 \times 420$ cm är belastad via eggar. Mätanordning för mätning av hoptryckning och utböjning.

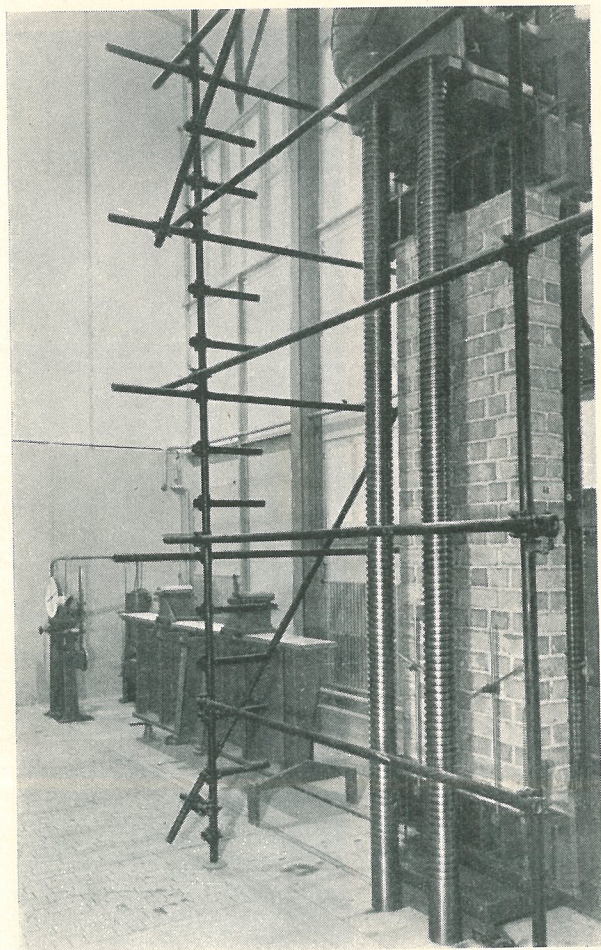
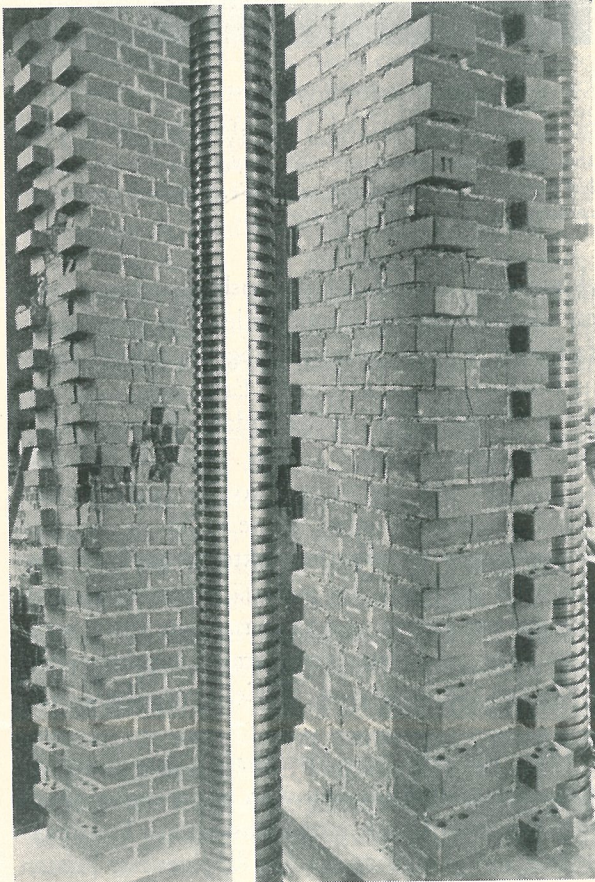


Fig. 2. Murverkskropp av håltegel $25 \times 12 \times 6$ cm efter provtryckning till brott. Provkroppens mått är $38 \times 52 \times 300$ cm. Centrisk last påförd via eggar. Slankhetstal $h/d = 8,8$. Vertikala tvärdragningsprickor har bildats över stötfogarna, provkroppen har spjälkats upp i tre delar och brott har inträffat. Teglets tryckhållfasthet $\beta_s = 493$ kg/cm², cementbruk med tryckhållfastheten $\beta_b = 184$ kg/cm².



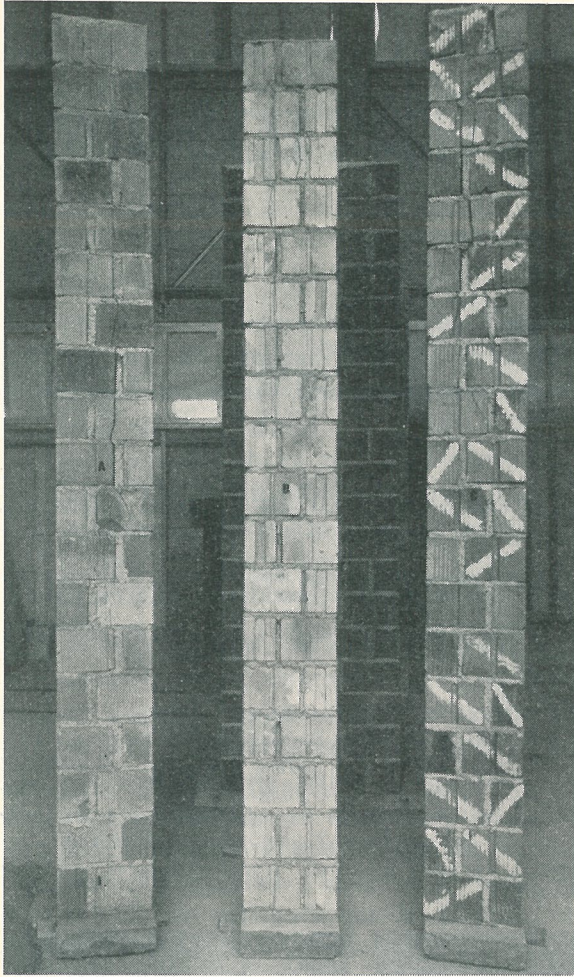


Fig. 3. Tre murverksprovkroppar av s. k. isolersten I 10 och I 18 ($25 \times 10 \times 13,5$ och $25 \times 18 \times 13,5$). Murtjocklek 30 cm. Kalkcementbruk med 250 kg hydraulisk kalk och 100 kg portlandcement per m^3 färdigt bruk. Slankhetstal $h/d = 10$. Lasten påförd via eggar. Vertikala tvärdragnings-sprickor, oftast över en stötfog.

ekonomiskt hinder för höghusbyggandet, varför ett väsentligt högre utnyttjande av murverkshållfastheten var en förutsättning för högre byggnadshöjder än 10 våningar. Ett hårdare utnyttjande är emellertid möjligt endast när murverkets hållfasthetsegenskaper i varje avseende är exakt kända och när spridningen av de erhållna värdena, vilken man också måste ta hänsyn till vid bestämningen av säkerhetsfaktorn, håller sig inom vissa gränser. Det var därför absolut nödvändigt att utvärdera alla faktorer som är av betydelse för tvåmaterialssystemet tegelmurverk; detta har skett genom speciellt upplagda försöksserier.

Först när ett byggnadsmaterials egenskaper är grundligt utforskade kan man börja tänka på ett hårdare utnyttjande av hållfastheten i konstruktionen. Långt före andra världskriget har bristen

på systematiska murverksundersökningar gjort sig gällande som ett hinder för tegelkonstruktionernas vidare utveckling, för ett bättre statistiskt utnyttjande och en därav följande mera ekonomisk användning av byggnadsmaterialen tegel och bruk. Nya byggnadsmaterial som lanserades på marknaden provades enligt modernaste metoder innan de godkändes och kunde tack vare detta omedelbart utnyttjas långt bättre än det sedan årtusenden kända teglet.

År 1947 påbörjades i Schweiz systematiska försök med tegelmurverk. Resultaten publicerades i "Schweizerische Bauzeitung" år 1949. Dessa försök har också utgjort underlaget för dimensioneringen av de bärande väggarna i de tre 13-våningars husen i Basel.

Ett murverks bärförmåga är beroende på teglets och brukets kvalitet, men dessutom även i väsentlig grad på hur dessa båda material sammanfogas till murverk. Innan vi kan gå in på materialens olika egenskaper måste vi undersöka de mekaniska företeelser, som vi möter när ett murverk belastas. Till följd av stenens och liggfogsbrukets olika tvärutvidgningsförmåga utlöses en växelverkan mellan sten och murbruk, var-

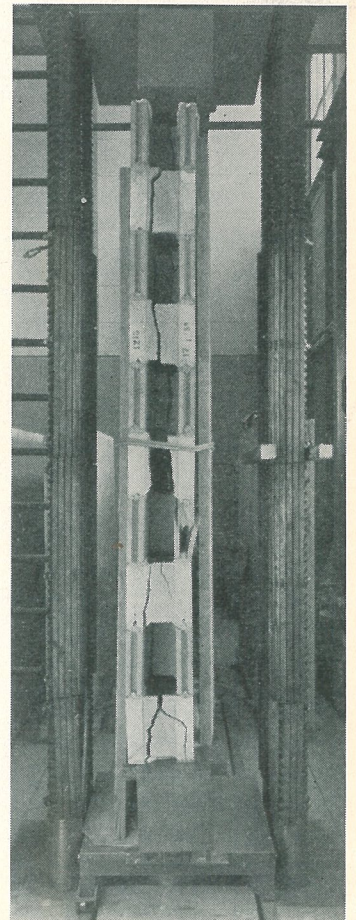


Fig. 4. H-formade murstenar. Excentrisk belastning. Brott, skejvsprickor och förskjutningar i bryggorna mellan de båda skalén.

vid tegelstenen utsättes för sekundära dragpåkänningar vinkelrätt mot de påförda primärspänningarna. Vid den s. k. spräcklasten hör man ett knastrande ljud, som förorsakas av att stenarna spräcks av denna sekundära tvärdragspänning (fig. 1, 2 och 3). Vid brottlasten spräcks tegelstenarna på kort tid; först efter längre tids belastning kan ibland ett lokalt tryckbrott i den svagaste punkten konstateras. Den primära brottorsaken hos en murverkskropp med relativt liten höjd är utan tvekan de sekundära tvärdragspänningarnas spräckverkan, varvid deformationsförmågan av tegelsten och murbruk är av avgörande betydelse. Ur detta faktum kan man dra slutsatser beträffande olika faktorer inverkan på bärförmågan: hålvolymen, hålens anordning, tegelstenens draghållfasthet, förekomsten av sprickor i de dragna partierna, murverksförbandet, murbruk, fogtjocklek, stentjocklek osv. Att även skjuvspänningarna kan föranleda brott framgår av fig. 4.

Slankt murverk, som ju inte har någon absolut rak axel, ingen homogen struktur och aldrig kan

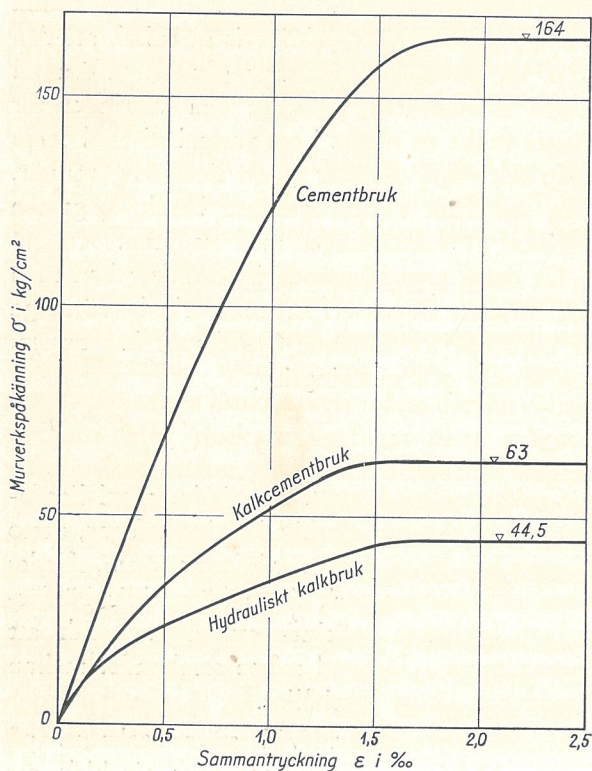


Fig. 5. Spännings-töjningsdiagram för 12 cm tjockt 1/2-stens murverk med 3 olika sorters murbruk. Murtegel i s. k. 1 1/2 normalformat (25 × 12 × 9,5) med 289 kg/cm² tryckhållfasthet, centrisk belastning påförd via eggjar, slankhetstal $h/d = 20$, murbredd 80 cm. Alder 29 dygn.

Tabell I

Inverkan av murteglets vattensugning på murverkshållfastheten. 1/2-stens mur av isolertegel 25 × 12 × 13,5 cm med kalkcementbruk av 250 kg hydraulisk kalk och 100 kg portlandcement per m³ färdigt bruk, slankhetstal $h/d = 26$, murbrukets tryckhållfasthet $\beta_b = 30$ kg/cm², lasten påförd via eggjar. Alder: 28 dygn.

Teglets tillstånd	Murverkshållfasthet, medelvärde		$\frac{m=1}{m \approx 0}$
	"centrisk" $m \approx 0$	excentrisk $m = 1$	
Torrt	51 kg/cm ²	3,9 kg/cm ²	0,076
Efter 2 dygns vattenlagring	60,4 "	23,2 "	0,385
$\frac{\text{Torrt}}{\text{Vätt}}$	85 %	17 %	

belastas fullkomligt centriskt, tål en betydligt mindre belastning, eftersom inte materialets hållfasthet utan en på grund av väggens utböjning uppträdande plötslig instabilitet hos väggen förorsakar brott. Man inser lätt att knäckningsrisken i ett murverk ökar med tilltagande deformationsförmåga hos de båda elementen tegel och bruk. Ur spänningstöjningsdiagrammet som bestäms genom mätningar på låga murverkskroppar kan man liksom för varje annat byggnadsmaterial beräkna bärförmågan (fig. 5). Dessa beräkningar är emellertid mycket invecklade.

De utförda ca 800 försöken med murverkskroppar har givit vid handen, att teglets vattensugning spelar en avgörande roll särskilt vid slanka väggar. Murbruket berövas inte enbart det vatten som det behöver för härdningen, utan det mister därigenom också sin plasticitet, vilket har till följd att väggens övre del vaggas fram och tillbaka under uppmurningen, varigenom bruksfogen får en valvformig överyta. Vid nästan centrisk belastning kan man konstatera en minskning av murverksbärförmågan med ca 20 %. Vid excentrisk belastning har det horisontella glappet mellan liggfog och tegelsten en mycket ogynnsam inverkan, så att bärförmågan nästan sjunker till noll. Genom fuktning av teglet kan denna ogynnsamma effekt minskas, se tabell I. Fuktningen främjar utfällningen av lösliga salter och ökar värmeledningsförmågan intill dess murverket är uttorkat, dessutom fördras murningen

Tabell II

Inverkan av murteglens vattensugning på deformation och bärförmåga. 1/2-stens mur av isolertegel 25 × 12 × 13,5 cm med kalkcementbruk av 250 kg hydraulisk kalk och 100 kg portlandcement per m³ färdigt bruk; murbrukshållfasthet 30 kg/cm², slankhetstal $b/d = 25$, lasten påförd via egg. Medelvärden för vardera två murpelare. Ålder: 29 dygn.

Tegelbruk	Vattensugning i g/dm ² min.	Deformation för $\sigma = 5 \text{ kg/cm}^2$		Murverkshållfasthet		$\frac{m=1}{m \approx 0}$ $m \approx 0$
		Total sammantryckning i %	Utböjning i mm	"centriskt" $m \approx 0$	excentriskt $m = 1$	
		($m \approx 0$)	($m = 1$)			
A	> 40	0,102	7,84	39,5	6,0	0,153
B	40	0,085	4,68	55,8	6,2	0,104
C	33	0,059	1,60	65,0	15,8	0,243
D	12	0,028	0,60	82,8	34,8	0,420
E	7,5	0,022	0,33	107,2	58,0	0,521

genom denna extra åtgärd, som endast leder till resultat, om den utföres med tillräcklig noggrannhet. I Schweiz tillämpar man därför inte denna metod, i synnerhet som det inte går att efteråt kontrollera huruvida teglet har fuktats tillräckligt.

Vattensugningens inverkan på murverkshållfastheten framgår entydigt av försöken med likartat murverk, till vilket använts tegel från fem olika bruk med olika vattensugning (tabell II). Av denna tabell framgår utan tvekan att den totala sammantryckningen och utböjningen ökar samt att bärförmågan sjunker vid nästan centrisk belastning och särskilt vid excentrisk belastning,

när teglets vattensugning ökar. För den excentriska belastningen visar fig. 6 det empiriskt härledda förloppet. Det kan inte råda något tvivel om att en dylik graverande egenskap måste vederbörligen beaktas vid bestämningen av tillåtna murverkspåkänningar. Provingen av denna viktiga egenskap är lyckligtvis så enkel, att den t. o. m. på byggnadsplatsen går att utföra på några minuter; sex torkade och vägda stenar lägges exakt en minut i ett vattenbad med 1 cm djup och väges därefter på ett tiondels gram när. Den specifika vattensugningen beräknas genom division av viktökningen med stenytan.

Ur dessa grundläggande iakttagelser kan man dra följande slutsatser: Ett murverks bärförmåga är beroende av följande egenskaper hos stenen, murbruket och murningen:

1. Teglets egenskaper

1.1 *Murteglens format.* Ju mindre antal liggfogar per höjdmeter, särskilt kalkbruksfogar, desto mindre blir längs- och tvärdeformationen, således även utböjningen, och desto högre blir bärförmågan inklusive knäckningsstabiliteten. För att kunna mura i förband måste sambandet mellan bredd och längd bibehållas.

1.2 *Måttoleranserna.* Vid större tolerans på stentjockleken kommer liggfogens tjocklek att variera i motsvarande grad. Särskilt vid stor differens mellan teglets och brukets kompressibilitet försakas spänningstoppar i den tjockaste stenen, vilka ger sig tillkänna i murverkshållfastheten

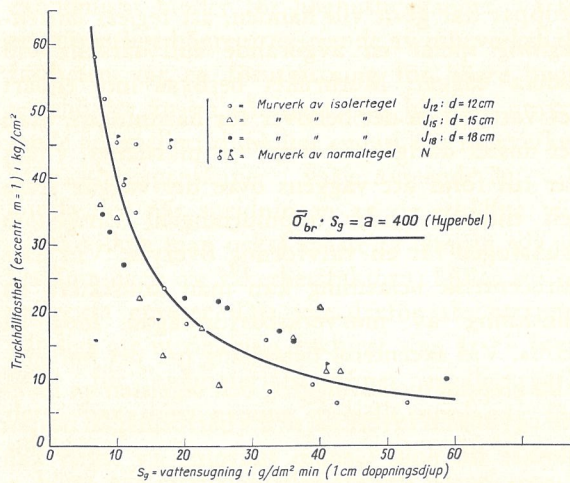


Fig. 6. Teglets vattensugning och dess inverkan på excentriskt belastat murverk. Slankhetstal $b/d = 25$, excentricitet $m = 1$, kalkcementbruk som för provet i fig. 3. Lasten påförd via egg.

(fig. 7). Medelvärde avvikelse från *normvärdet* kommer att spela en roll endast när man samtidigt murar med tegel från olika bruk.

Längd- och breddtoleranserna måste också hållas inom en viss ram, eftersom skillnader i murverkstjockleken kan förorsaka tilläggs påkänningar och förskjutning av den neutrala linjen, således större utgångsexcentricitet, samt meråtgång av putsbruk. Ordentlig och snabb murning försvåras också när bredd- och längdmåtten uppvisar stor spridning och när de inte står i rätta relationen till varandra.

Som riktlinjer för måttoleranserna och avvikelserna från medelvärdet gäller i Schweiz:

Sort	Avvikelse för enskilda stenar från medelmåttet %	Medeltalets avvikelse från nominellt mått i mm		
		Längd	Bredd	Tjocklek
Normal	± 2	± 5	± 3	± 4
Högvärdig	± 1½	± 4	± 3	± 2

1.3 *Hålvolymen, hålens anordning, hålförmen* resp. materialets sektionsarea i den dragna sektionen är utslagsgivande för *motståndet mot tvärdragningen*. Kravet på hög värmeisoleringsförmåga står i strid med kravet på hög tvärdraghållfasthet, varför murtegel med hög hållfasthet inte samtidigt kännetecknas av hög värmeisoleringsförmåga.

Detsamma gäller i tillämpliga delar även om den brända massans *porositet*, varför man utformar materialbanden mellan hålen tjockare hos tegel som är porösare.

1.4 *Upplagsytornas jämnhet*. När liggytornas ojämnheter ökar, ökar också de tillkommande och vagabonderande spänningarna, och det spänningsutjämnande bruksskiktet måste därför väljas tjockare. Men tjockare liggfogar ökar tvärvridningen i bruket, således även tvärdragningen i stenen, så att murverkshållfastheten blir lägre när liggfogen blir tjockare. Även här måste man kompromissa. Vid högvärdigt tegel bör liggfogens tjocklek inte överskrida 12 mm.

1.5 *Hög kapillär vattensugning* leder huvudsakligen vid slanka väggar till följd av brukets för tidiga avvattning och till följd av murens tidigare nämnda vaggning till större deformation och utböjning samt kännbart mindre bärförmåga.

1.6 *Murteglens tryckhållfasthet* utgör endast ett jämförelsevärde för tegelmaterialets kvalitet. Eftersom murteglens utslagsgivande draghållfasthet inte kan bestämmas exakt genom försök, är be-

stämningen av tryckhållfastheten endast en nöd-utväg. Detta i desto högre grad, som tryckprovingen inte eller endast i otillräcklig grad ger upplysning om tvärdragytan och draghållfastheten, som påverkas av ytsprickor och genomgående sprickor samt inre spänningar.

2. Brukets egenskaper

- 2.1 Sandens petrografiska beskaffenhet.
- 2.2 Kornformen och korngraderingen.
- 2.3 Frihet från lera och organiska föroreningar.
- 2.4 Bindemedlets art, bindförmåga osv.
- 2.5 Doseringen i kg/m³ färdigt bruk.
- 2.6 Vattentillsatsen i l/m³.
- 2.7 Böj- och kubbållfastheten bestäms på prismor med måtten 4 × 4 × 16 cm, som lagras i fuktig luft. Alla under 2.1—2.6 nämnda faktorer återspeglas i längs- och tvärdeformationen. Ett bruk med kraftigare tvärtöjning utlöser i murverket större tvärdragsspänningar än ett bruk med mindre deformationsförmåga.

3. Murningen

- 3.1 *Fogtjockleken* (redan omnämnd under 1.4).
- 3.2 *Antalet fogar* (se 1.1).
- 3.3 *Bindarnas överlappningslängd*. För att kunna ta upp tvärdragskraften bör om möjligt 50 % bindare läggas in. Om bindaren inte går helt igenom, som t. ex. vid murning med isolersten, måste överlappningens längd a uppgå till minst 45 % av stentjockleken. Vid mindre överlappningslängd är de båda stenradernas samverkan inte garanterad.

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_2} \quad (\sigma_2 \text{ över den tjockare liggfogen})$$

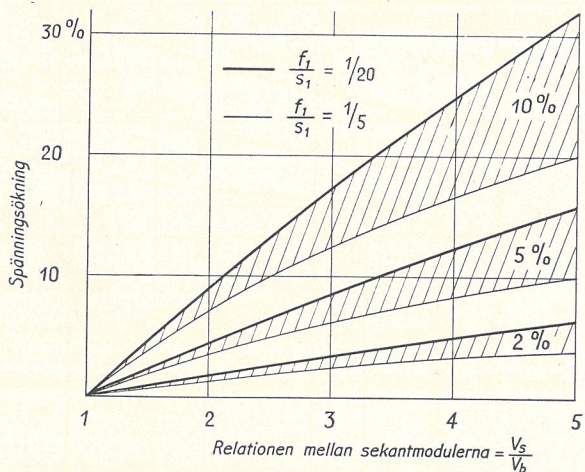


Fig. 7. Beräknad spänningsökning i murverket. s_1 och s_2 betecknar murteglens höjd, m_1 , m_2 fogtjockleken, V_s , V_m deformationsmodulerna (sekantmodulerna), s_1 = den större stenhöjden, m_1 = tunnare bruksfogen. Differensen mellan stenhöjderna är uttryckt i procent av den större stenens höjd: $\frac{s_1 - s_2}{s_1} = 2, 5, 10 \%$.

3.4 Stötfogarnas fyllning är ett absolut villkor i alla de fall där murverket måste ta upp sneda krafter och skjuvspänningar, således vid punktlaster, vindförband och vindbelastade murytor (även utfackningar).

3.5 "Kantställda" stenar, dvs. stenar som är tjockare än breda, är svårare att mura och muras med mindre noggrannhet, ett faktum som framgår av murverksprovningarnas resultat.

3.6 Murningsarbetets kvalitet är beroende av en rad olika faktorer. Fig. 8 visar provningsresultat för murverksprovkroppar som murades samtidigt av två murare med samma bruk och samma tegel. Murare B. har inte endast uppnått ett väsentligt lägre medelvärde utan spridningen för de båda provkropparna är även betydligt större än hos murare A. Detta är ett entydigt bevis för det avgörande inflytande som muraren har, och som påverkar liggfogens tjocklek och jämnhet, sättet att mura in teglet, förskjutningar som sker senare, avvikelser från lodlinjen, arbetstempot. Man kan således genom dylika provningar kon-

Murverk $h/d = 5.3$, $h = 150\text{ cm}$, $m \approx 0$, $d = 32\text{ cm}$

Teglens dimensioner	J12	J18	J12	J18
Tjocklek	13.5	13.0	13.6	13.6
Bredd	11.7	17.7	11.6	17.6
Längd	24.8	24.7	25.2	25.2
Största måttavvikelse i mm (%)				
Tjocklek	4 (3.0)	2 (1.5)	5 (3.7)	2 (1.5)
Bredd	4 (3.4)	4 (2.3)	2 (1.7)	2 (1.1)
Längd	3 (1.2)	3 (1.2)	3 (1.2)	3 (1.2)
Teglens tryckhållfasthet				
Spridning i %	339	280	389	314
Vattensugning i g/dm ² min.	29.5	30.4	18.5	18.5
Brukshållfasthet (Cementbruk)	28.3	22.9	11.3	17.2

Hålutformning: Rektangulär 36% 41% Gitter 30% 32%

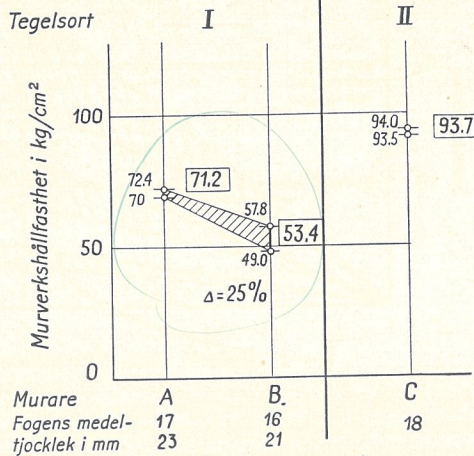


Fig. 8. Murarprov med två olika tegelmaterial och tre murare. Murverkshållfastheter för vardera två lika murverksprovkroppar som murats av samma murare. Medelvärden och de båda enskilda värdenas spridning.

Teglens tryckhållfasthet i kg/cm²:

241 289 321

Provkropparnas form:

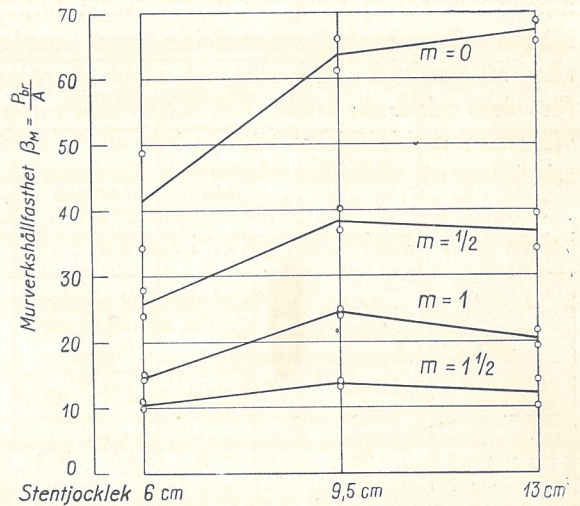
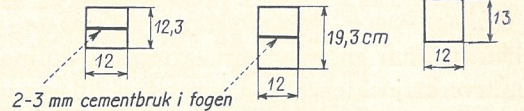


Fig. 9. Sambandet mellan stenhöjden resp. antalet liggfogar och 1/2-stens murverkets hållfasthet. Kalkcementbruk med tryckhållfastheten 30 kg/cm². Murtjocklek 12 cm, murexbredd 80 cm, ålder 29 dygn, belastning centrisk och excentrisk. Lasten påförd via eggjar. Provkroppens utböjning ökar vid ökande antal fogar.

trollera murningsarbetets kvalitet. För detta ändamål bör muraren mura 2, helst 3 murverksprovkroppar med 1—1,5 m höjd.

Följande försöksreier bevisar några av de viktigaste sambanden mellan tegel, bruk och murverkshållfasthet.

1. **Tabell III. Tegeltryckhållfasthetens inverkan.** Av tabellen framgår, att murverkshållfastheten som funktion av tegeltryckhållfastheten vid användning av hårdare rent cementbruk blir ca 20 % större än när kalkcementbruk används.

2. **Tabell IV. Brukets inverkan.** Ju mindre brukets hållfasthet är, desto större blir dess deformation och desto större blir också tvärdragspänningen i teglet, som bestämmer murverkets tryckhållfasthet. När murbrukshållfastheten hos cementbruk stiger till det 2,5-faldiga, ökas murverkshållfastheten endast till det dubbla.

3. **Stentjocklekens inverkan resp. fogantalets inverkan** på murverkshållfastheten framgår av fig. 9.

Det 9,5 cm tjocka normtegel, som användes för höghusen i Basel, uppvisar både vid centrisk och excentrisk belastning en högre bärförmåga, som inte kan förklaras enbart med den större tegeltryckhållfastheten.

Tabell III

Sambandet mellan teglets tryckhållfasthet och murverkshållfastheten. $1/2$ -stens vägg av murtegel $25 \times 12 \times 9,5$ cm med runda hål i kalkcementbruk av 250 kg hydraulisk kalk och 100 kg portlandcement per m^3 färdigt bruk resp. cementbruk av 300 kg portlandcement per m^3 färdigt bruk. Slankhetskvalitet $h/d = 25$, lasten påförd via egg. Ålder: 29 dygn.

Murbrukshållfasthet kg/cm^2	45		170	
Teglets tryckhållfasthet β_s kg/cm^2	434	218	358	156
Murverkets tryckhållfasthet β_M kg/cm^2	107	58	121	49
$\beta_s : \beta_M$	4,1	3,8	3,0	3,2

Tabell IV

Sambandet mellan murbrukets kvalitet och murverkshållfastheten. Murverkspelare $39 \times 39 \times 100$ cm av normaltegel $25 \times 12 \times 6$ cm, fogtjocklek $1,2$ till $1,5$ cm, lasten påförd via sfäriska lager, slankhetskvalitet $h/d = 2,6$, teglets tryckhållfasthet $\beta_s = 350$ kg/cm^2 . Murbruk: Kalkbruk av 100 kg hydraulisk kalk på $0,3$ m^3 sand, kalkcementbruk: 100 kg portlandcement och 200 kg hydraulisk kalk på $0,825$ m^3 sand, cementbruk: 100 kg portlandcement på $0,225$ m^3 sand.

Murbruk	K	KC	C
Murbrukshållfasthet i kg/cm^2 ...	6	35	150
Murverkshållfasthet i kg/cm^2 ...	50	65	100
$\beta_b : \beta_M$	0,12	0,54	1,5

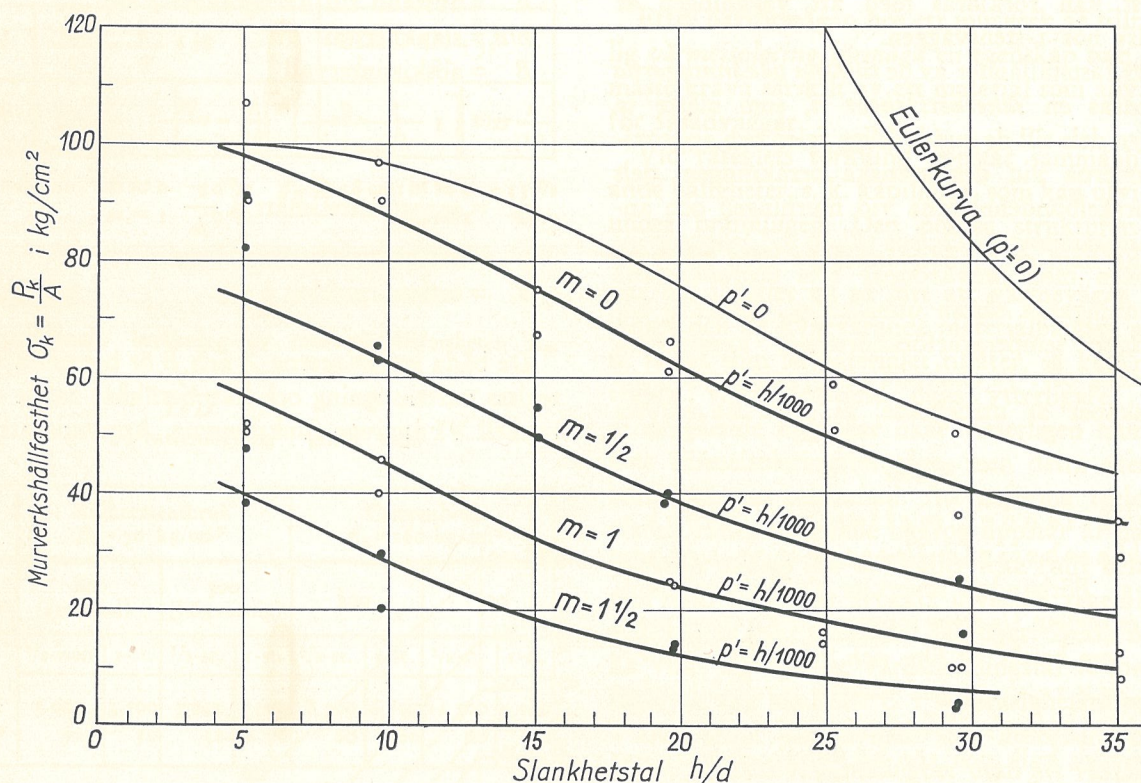


Fig. 10. Sambandet mellan slankhetstalet och excentriciteten och murverkshållfastheten för $1/2$ -stens murverk. Murtegel $25 \times 12 \times 9,5$ cm med en tryckhållfasthet av $\beta_s = 289$ kg/cm^2 . Kalkcementbruk som vid provet i fig. 3 med en tryckhållfasthet av 29 kg/cm^2 . Ålder 29 dygn. Murverkets kroppens bredd $= 80$ cm. Lasten påförd via egg. Kurvorna är beräknade ur spännings-töjningsdiagrammet med en utgångsexcentricitet av $p' = h/1000$.

4. Slankhetstalets och excentricitetens inverkan på murverkshållfastheten visar fig. 10. Kurvorna har beräknats ur spännings-töjningsdiagrammet. Därmed är bevisat att man kan beräkna bärförmågan för varje slankhetstal och excentricitet ur varje spännings-töjningsdiagram.

Vid nästan centrisk belastning måste en utgångsexcentricitet $p' = h/1000$ införas, för att den beräknade kurvan skall gå genom de experimentellt bestämda punkterna. De kraftigare spridningarna vid den nära på centriska belastningen kan förklaras med det nödvändigtvis

uppträdande felet vid centreringen resp. med den neutrala linjens olika stora avvikelser från räta linjen.

5. Fig. 5 visar uppmätta spännings-töjningsdiagrammet för tre murbrukskvaliteter för ett slankhetstal $h/d = 20$.

6. Tabell V återger resultaten för $1/2$ -stens murverk jämfört med 1 -stens mur med samma slankhetstal. Vid nästan centrisk belastning är $1/2$ -stensväggen väsentligt överlägsen 1 -stensväggen. Denna överlägsenhet avtar dock med stigande slankhetstal. Därav följer, som väntat var, att tvärdraghållfasthetens inverkan avtar vid större slankhetstal, eftersom stabiliteten blir avgörande för bärförmågan. Även med tilltagande excentricitet spelar den minskade tvärdraghållfastheten en allt mindre roll. 1 -stensväggen har t. o. m. vid ännu större excentricitet en högre bärförmåga än $1/2$ -stensväggen, ett faktum, som endast kan förklaras med att vaggningen är mindre hos 1 -stensväggen.

Vid fastställandet av de tillåtna påkänningarna erfordras en säkerhetsfaktor n , som måste ta hänsyn dels till de oundvikliga felen och approximationerna vid den statiska beräkningen, dels till oregelbundenheterna vid murningen och anslutningsarbetena, och dels till de vid laboratorieförsöken med provkroppar inte reproducerade påkänningarna såsom utmattnings-, växlande belastning, temperaturförändringar, krympning, krypning osv. Ju exaktare ett byggnadsmaterials egenskaper är utforskade, ju mera de belysta

Tabell V

Förhållandet mellan murverkshållfasthet vid $1/2$ -stens och 1 -stens vägg. Förbandets inverkan visad genom jämförelse mellan $1/2$ -stens murverk och 1 -stens murverk, som består av löp- och koppstift. Stenformat: $25 \times 12 \times 9,5$ cm. Teglets tryckhållfasthet $\beta_s = 289$ kg/cm², kalkcementbruk av 250 kg hydraulisk kalk och 100 kg portlandcement per m³ färdigt bruk, murbrukets tryckhållfasthet $\beta_b = 30$ kg/cm². Lasten påförd via eggar. Ålder: 29 dygn.

Slankhetstal h/d	Murverkshållfasthet vid olika excentricitet			
	$m \approx 0$	$m = 1/2$	$m = 1$	$m = 1 1/2$
10	1,48	1,17	1,0	0,86
15	1,25	1,15	1,06	—
20	1,17	1,06	0,80	0,61

sammanhangen utnyttjas, desto lägre kan säkerhetsfaktorn sättas. Provar man murverksprovkroppar med full rumshöjd, så räcker fyrfaldig säkerhet. Naturligtvis måste i så fall de genom provning konstaterade materialkvaliteterna garanteras vid leveranserna till bygget. Om man använder icke provat murtegel som dock håller normernas värden, skall säkerhetsfaktorn höjas till 5.

De tillåtna påkänningarna återges för enkelhets skull som räta linjer, vilkas algebraiska funktion kan uttryckas genom

$$\sigma_{till} = \frac{\beta_M}{n} \frac{A - mB - h/d(1 + \alpha)}{A - mB - 5} (1 - 0,4 \cdot m)$$

β_M = murverkshållfasthet i kg/cm²

n = säkerhetsfaktor

A = abskissavskärning

e = excentricitet i cm

k = avstånd till kärngränsen i cm

h/d = slankhetstal

B = abskissintervall

$$\alpha = \left[1 - \left(\frac{a}{0,45 h_s} \right)^2 \right] \left(1 - \frac{m}{2} \right)$$

m = excentricitetsmått = $\frac{e}{k}$

a = överlappningslängd i cm

h_s = teglets tjocklek i cm

De båda konstanterna A och B är beroende av teglets vattensugning och kan beräknas enligt de i tabell VI angivna funktionerna. Approximativt

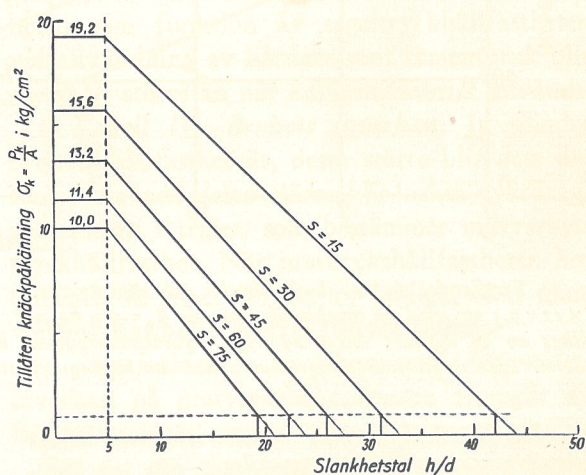
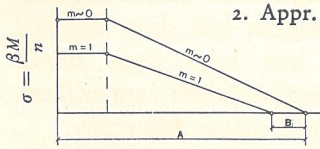


Fig. 11. Tillåtna spänningar. Samband mellan vattensugningen och ett $1/2$ -stens murverks bärförmåga. Tegelt med min. tryckhållfasthet av 200 kg/cm², murbruk med min. tryckhållfasthet av 30 kg/cm². Nominellt centrisk belastning påförd via leder.

Tabell VI

Tillåtna spänningar för tegelmurverk. Konstanterna A och B är beroende av teglets vattensugning. Orienterande beräkning av murverkshållfastheten med de angivna konstanterna C och D. Säkerhetsfaktor n.



1. Laboratorieförsök: $n = 4$.
2. Appr. ber. enl. tabell B: $n = 5$.

Stentjocklek
 $h_s = 9,5$ och $13,5$ cm
 $\alpha \cong 0,45 \cdot h_s$
 Antal bindare $\cong 50$ %

Tabell A

β_s	Kalkcementbruk $\beta_b = 30$ kg/cm ²		Cementbruk $\beta_b = 160$ kg/cm ²	
	200 (normalt)	300 (högvärdigt)	200	300
A	$\frac{270}{s} - \frac{s}{7} + 28$		$\frac{270}{s} - \frac{s}{10} + 32$	
B	$9 - \frac{s}{10}$	$10 - \frac{s}{10}$	$10 - \frac{s}{10}$	$11 - \frac{s}{10}$

$h_s = 6$ cm: $m \approx 0 - 10$ % $d_M \cong 18$ cm: $m \approx 0 - 15$ %
 $m = 1$ 0 % $m \approx 1$ 0 %

Tabell B

Approximativ beräkning av murverkshållfastheten β_M

$$\beta_M = \frac{C}{s + D}$$

$s =$ vattensugning i g/dm² min.

β_s	Kalkcementbruk $\beta_b = 30$ kg/cm ²				Cementbruk $\beta_b = 160$ kg/cm ²			
	200 (normal)		300 (högvärdig)		200		300	
	1/2-sten	1-st.	1/2-st.	1-st.	1/2-st.	1-st.	1/2-st.	1-st.
C	5 000	3 500	7 000	5 200	8 500	6 800	11 500	9 500
D	50	50	50	50	60	60	60	60

kan murverkshållfastheten beräknas ur de i samma tabell återgivna ekvationerna, men då måste man räkna med den högre säkerheten $n = 5$.

En överblick över de tillåtna murverkspåkänningarna ger de båda fig. 11 och 12. Fig. 11 visar vattensugningens inverkan, fig. 12 tegeltryckhållfasthetens och murbrukskvalitetens betydelse. Vid olika excentricitetsmått i båda murändar eller vid saxande lastangreppspunkter skall de från hållfasthetsläran kända korrigeringarna till-

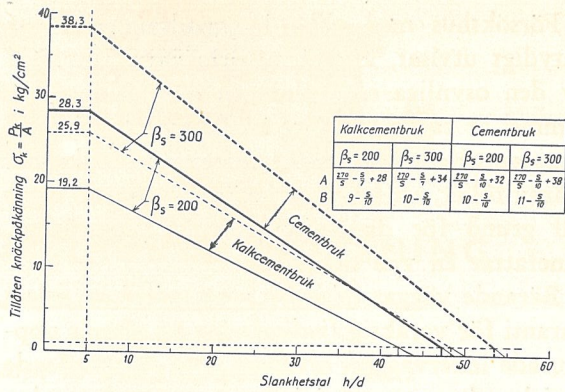


Fig. 12. Tillåtna spänningar. Samband mellan stenkvalitet och murbrukskvalitet samt 1/2-stens murverkets tillåtna tryckpåkänning. Murteglats vattensugning 15 g/dm² min. Murbruk med min. tryckhållfasthet 30 kg/cm², centrisk belastning, inspänning mellan leder. Konstanter A och B.

lämpas. Det är lämpligt att avstyva väggarna med andra väggar som möter i rät vinkel, varigenom bärförmågan kan ökas.

Efter bärförmågan hos ett murverk är tillräcklig värmeisoleringsförmåga en egenskap som man måste kräva särskilt av ett material som används för fasadväggar.

Vid råteglats torkning uppstår sammanhängande håligheter, s. k. kapillärer, som kan utvidgas under bränningen. Den porösa strukturen ger teglet ett högt värmemotstånd. Om man anordnar hål i teglet på så sätt att värmevägen förlänges och de kvarvarande materialbanden göres så tunna som lermaterialet tillåter, så kan murteglats värmemotstånd ökas ytterligare. Icke genomgående liggfogar ökar visserligen murverkets värmeisoleringsförmåga, men detta sker på bärförmågans bekostnad. Att utforma teglet så att en värmeisolerande liggfog uppstår är därför lämpligt endast när det gäller icke fullt belastat murverk. Man har lyckats utveckla tegelblock, som muras med avbrutna liggfogar. Dessa block ha visat sig äga ett värmeledningstal λ som är lägre än 0,3 kcal/mh°C i fortvarighetstillstånd.

Den höga porvolymen kan absorbera betydande kondensvattenmängder utan att värmeledningstalet påverkas nämnvärt. Det relativt lilla diffusionsmotståndet hos det porösa tegelmurverket gör att man kan tillåta en betydande kondensvattenmängd på innerytan, varvid emellertid putsen resp. ytskiktet inte heller får hindra bortförandet av kondensvattnet. Tegelmurverkets relativt höga värmekapacitet inverkar utjämnande på rumstemperatur och fuktighet både på vintern och på sommaren, vilket ökar behagligheten i bostads- och arbetsrum och är lämpligt även i djurstallar.

Försökshus med olika byggnadsmaterial har entydigt utvisat, att värmeförlusterna till följd av den osynliga solstrålningen även vid mulen himmel är ca 10 % lägre än de med ledning av temperaturfallet i väggen teoretiskt beräknade. Därav följer, att laboratorievärdena, om de läggs till grund för dimensionering av ytterväggar, innefattar en viss säkerhet.

Bärande väggar erbjuder utan tvivel en större garanti för varaktig *ljudisolering* än efteråt uppmurade innerväggar, eftersom inga genomgående sprickor kan uppstå i belastat murverk medan bruket hårdnar. 15 cm tjocka belastade tegelväggar har visat sig vara tillräckligt ljudisolerande även som lägenhetsskiljande väggar.

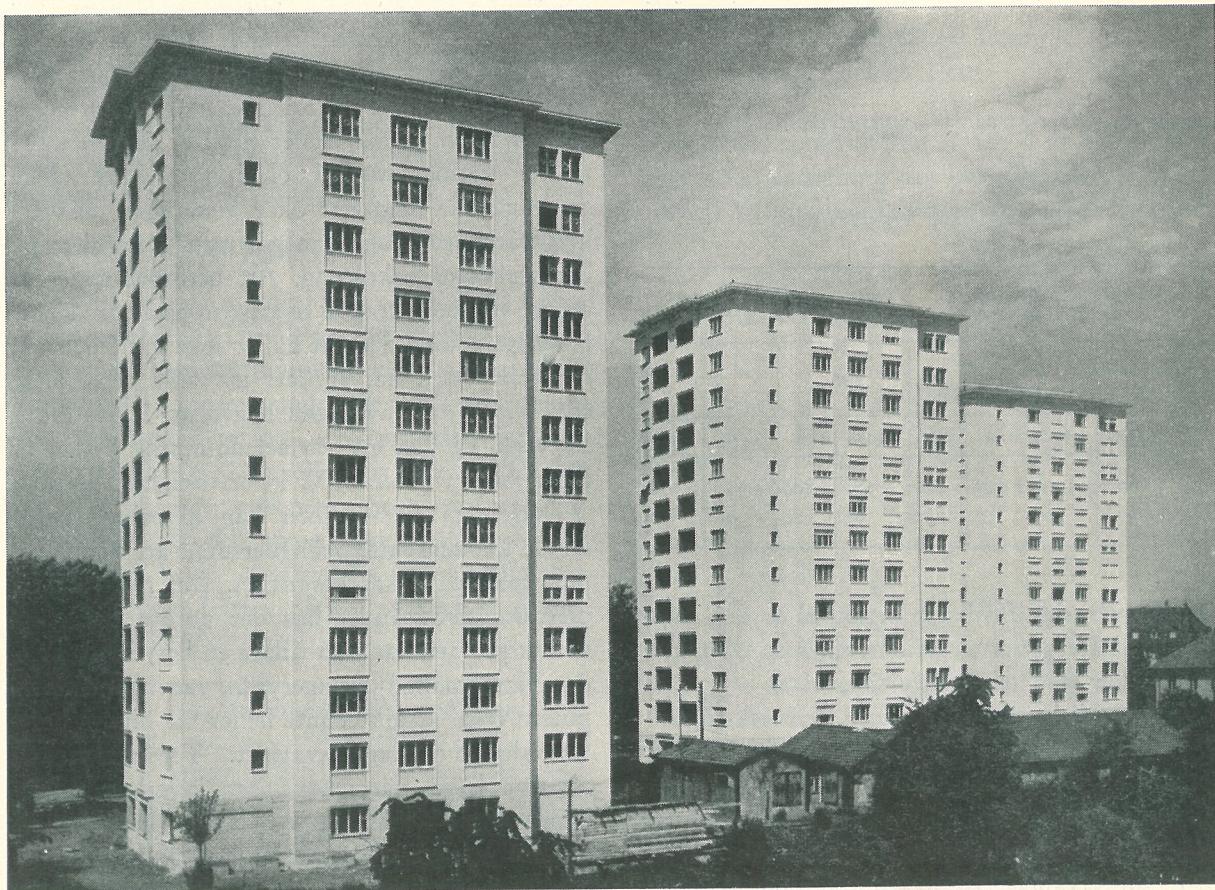
Murverket måste skyddas mot slagregn genom en på lämpligt sätt sammansatt puts. Ytterputs bestående av ett skikt fett *cementbruk* med i medeltal 4 mm tjocklek, på hårdast utsatta ytor med tillsats av tätningsmedel, en *utstockning* med kalkcementbruk — ca 15 mm tjock — och ett väl vidhäftande *täckskikt* har visat sig vara lämpligt även i hårdare klimat i Schweiz. Teglets måttliga vattensugning förbättrar putsens vidhäftning vid underlaget. För att förebygga

sprickor på grund av ojämn sättning måste man särskilt vid höghus ge akt på jämn sättning i alla väggar och eventuellt inbyggda konstruktionsdelar, såsom hisschaktväggar etc., i alla våningar.

Bärande väggar bör i möjligaste mån vara fria från håltagningar, varför alla ledningar bör förläggas i särskilda ledningsschakt. Elektriska ledningar och värmeledningsrör bör dras endast i *vertikala* slitsar som inte bilas utan fräses. Sneda eller horisontella slitsar kan inte tillåtas, eftersom de minskar bärförmågan kännbart.

*

Med ledning av här redogjorda försök har några höghus i Basel konstruerats, vilka tidigare beskrivits i TEGEL 1954, nr 2. Dessa hus, som är 13 våningar höga, är utförda med ytterväggar av 1¹/₂-stens tjocklek och med bärande innerväggar av 15 cm tjocklek i 10 våningar och 18 cm i 2 våningar. Max. genomsnittspåkänning för ytterväggar är 22,5 kg/cm² och för innerväggar 20 kg/cm² (för enstaka pelare upp till 24,5 kg/cm²).



Höghusen i Basel sedda från väster