

TEGEL

ORGAN FÖR SVERIGES TEGELINDUSTRIFÖRENING

Redaktionskommitté: Direktör H. Ström, Vänersborg,
Direktör K. Wråke, Malmö, Kapten C. E. Camitz, Sala.
Redaktör och ansv. utgivare: Civilingenjör R. Elgenstierna.
Redaktionssekreterare: Ingenjör J. Naüclér.
Redaktion och expedition: Engelbrektsq. 29, Stockholm Ö.
Tel. 10 80 51.
Återgivande av text och bilder ur Tegel är tillåtet om tidskriftens namn anges.

Tidskriften Tegel utkommer med 6 nummer per år och är organ för Sveriges Tegelindustriförening. Föreningen är denna industris branschorganisation och omfattar 165 tegelbruk över hela landet, vilka tillsammans svara för omkring 90 proc. av tegelproduktionen. Intresserade erhålla tidskriften kostnadsfritt om namn och adress meddelas. Redaktionen är tacksam för anmälningar om eventuella dubbelexpedieringar och adressförändringar.

Innehåll:

	Sid.
Skola i Vaxholm	50
Taktegelgaranti och standard- taktegel	54
Frostbeständighetsprovning av tak- och murtegel	58

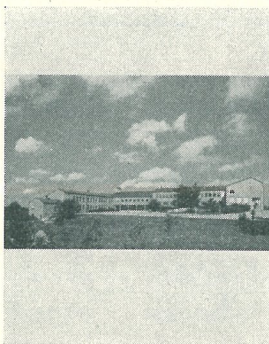
Annonsörer:

AB Fjugesta Nya Tegelbruk, Fjugesta
AB Förenade Tegelbruken, Linköping
AB Harge Bruk, Hammar
Firma Karl Händle & Söhne, Tyskland
AB Mälardalens Tegelbruk, Stockholm
AB Nabbensbergs Tegelbruk, Vänersborg
AB P. Olsson & Co, Hälsingborg
Rockwool AB, Skövde
Slottsmöllans Tegelbruk, Halmstad
Carl Ström AB, Stockholm
Tegelbrukens Försäljnings AB, Stockholm
AB Tegelcentralen, Malmö
Tegelkontoret i Borås, Borås
Tegelkontoret, Skövde
Tegelbruksaktiebolaget Walla-Katrine-
holm, Katrineholm
Weberöds Nya Tegelbruks AB, Veberöd

Frostsäkerhetsgaranti för taktegel

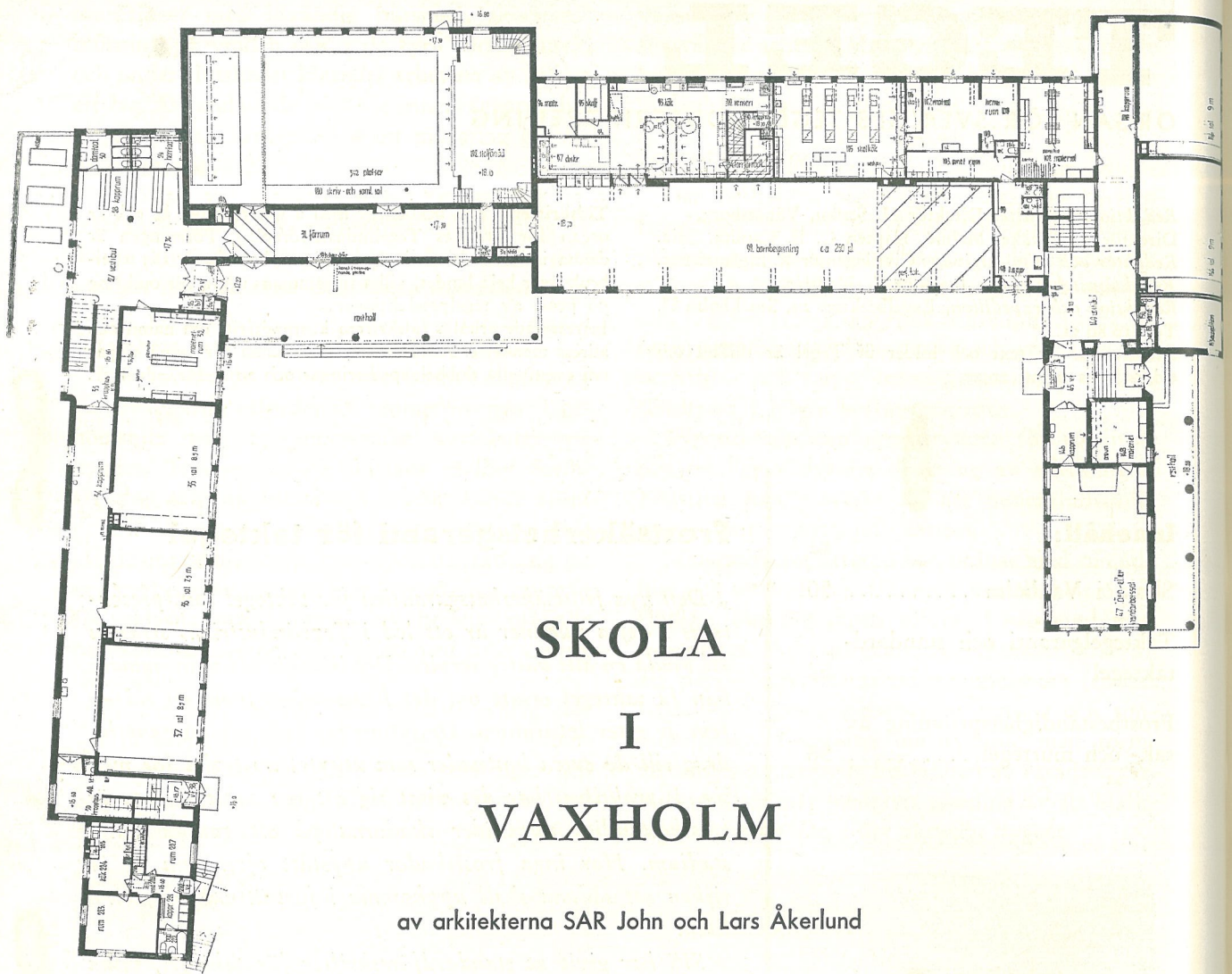
Den nya frostsäkerhetsgarantien för taktegel som presenteras i detta nummer är ett led i Tegelindustriens strävan att bjuda en allt bättre service. Det innebär att man numera kan få taktegel ersatt om det frostskadats inom en tid av fem år efter leveransen. Dessutom får man ett kontant bidrag till de extra kostnader som utbytet av teglet för med sig. I praktiken har det visat sig att om taktegel inte är frostbeständigt uppträder skadorna på ett ganska tidigt stadium. Har inga frostskador uppstått efter fem år är risken att sådana skall uppkomma i fortsättningen ytterst liten.

SIS har givit ut standardföreskrifter för taktegel, vilka också presenteras i detta nummer. Det nya standardtakteglet kommer att medföra flera fördelar. Bl.a. får man möjlighet att läkta ett tak innan teglet levererats, och likaså medger det att man erhåller en fullständig utbytbarhet då det gäller att ersätta skadade pannor. Frostsäkerhetsgarantien och standardformaten innebär sålunda ytterligare ett par plus för ett redan förut vackert, praktiskt och hållbart taktäckningsmaterial.



Omslagsbilden visar en folk- och realskola i Vaxholm, vilken ritats av arkitekterna SAR John och Lars Åkerlund.
Foto: Gösta Nordin.

Å R G A N G 47
N R 4 1957



SKOLA I VAXHOLM

av arkitekterna SAR John och Lars Åkerlund

Tillkomsten av skolan i Vaxholm föregicks av långvariga utredningar. Kriget kom emellan och under hand ändrades förutsättningarna. Skolbyggnaden var ursprungligen avsedd för realskolan, men på grund av det ökade behovet av klassrum och den väntade organisationen med enhetsskola bestämdes att byggnaden skulle tjäna både som real- och folkskola.

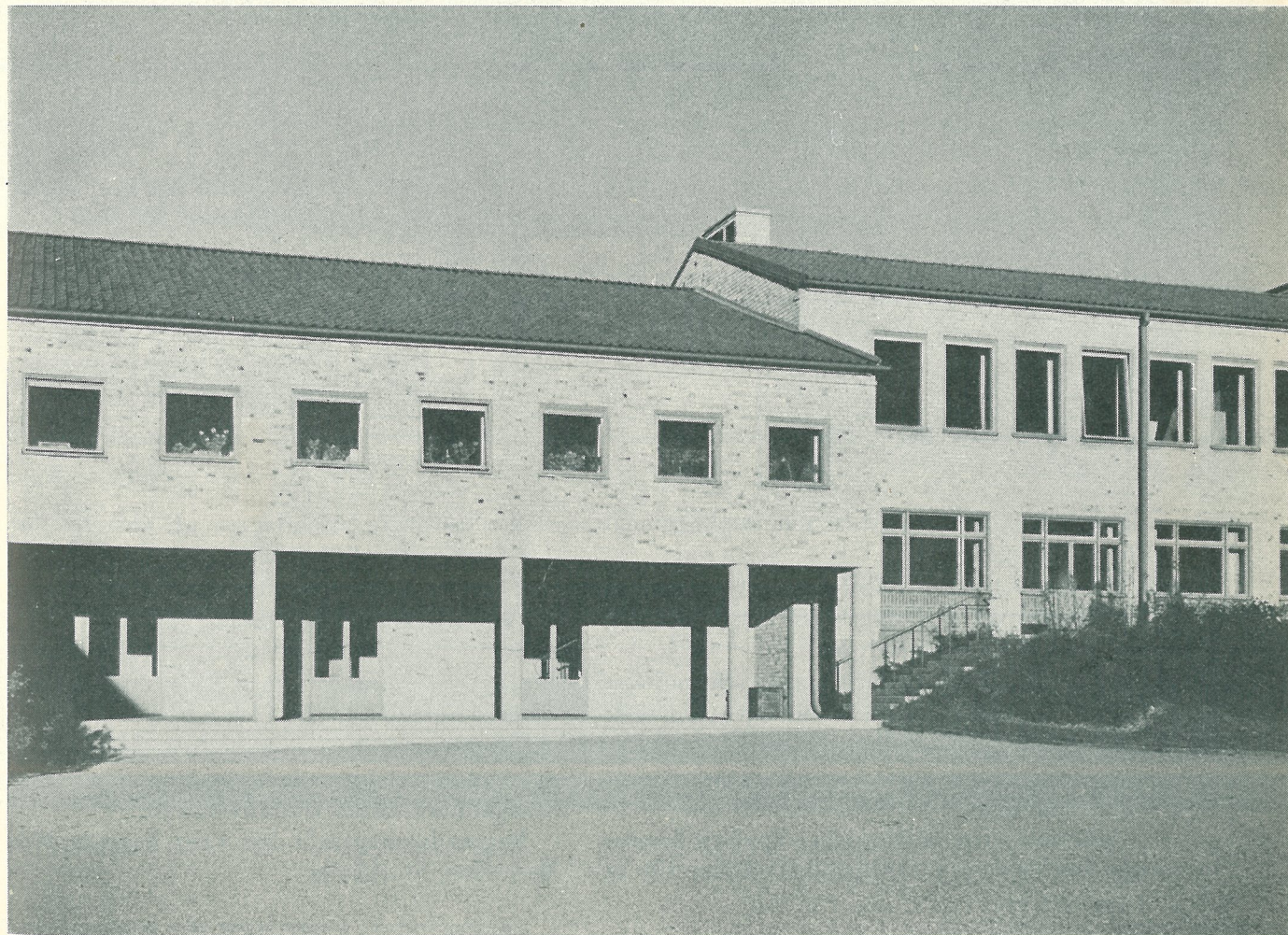
Detta förhållande har påverkat utformningen. Det har också belägenheten uppe på den s. k. Lägerhöjden med dess vida sjöutsikt och svepande vindar gjort. De senare har utestängts genom att byggnadskropparna på tre sidor omsluter en mot söder vettande gård med realskolans klassavdelningar på den ena sidan och folkskolans på den andra.

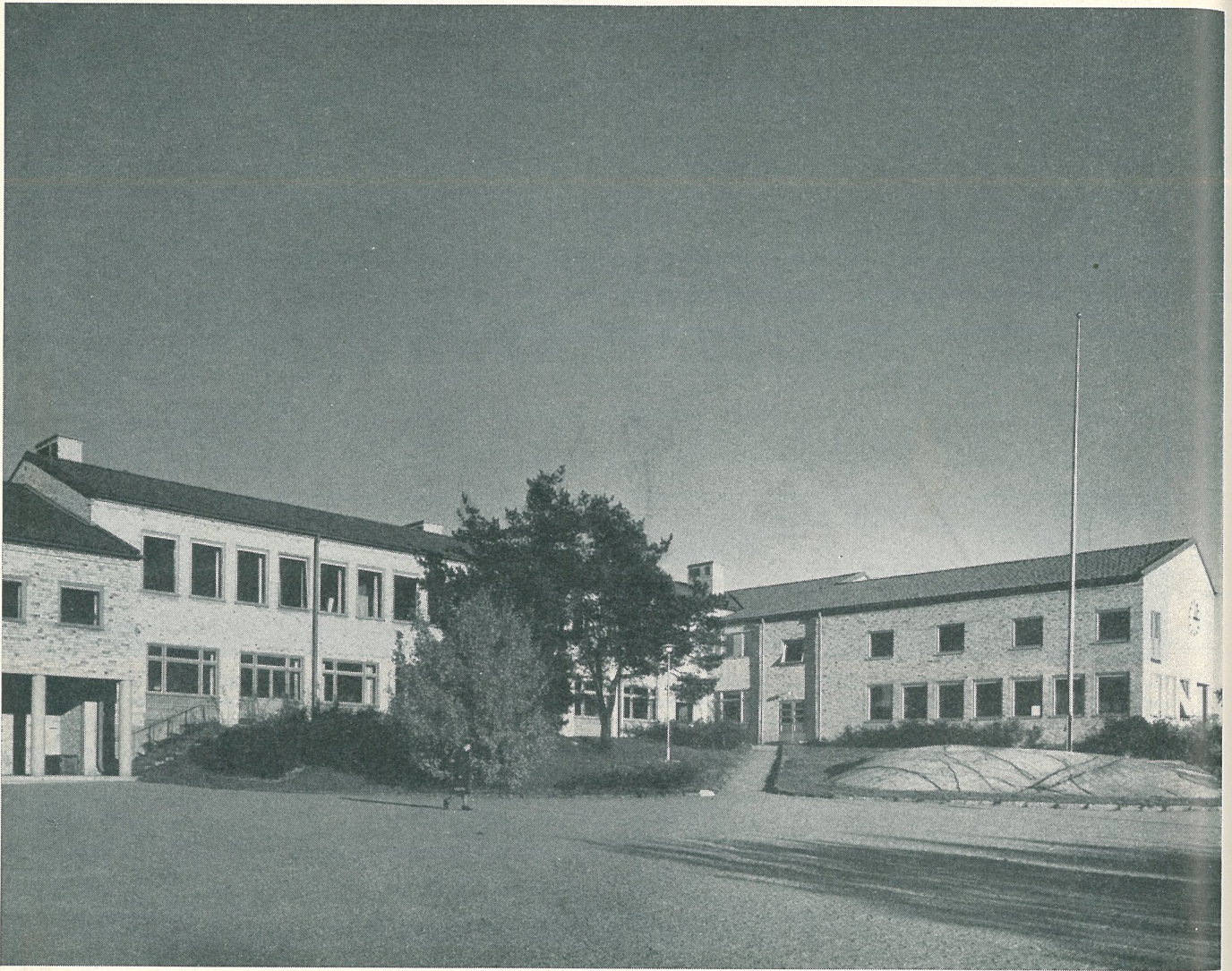
Mellan klassrumsbyggnaderna ligger gemensamma lokaler för de båda skolavdelningarna i form av naturkunnighetsinstitutioner, bibliotek, vissa slöjdsalar, skolkök, barnbespisning och aula. De båda sistnämnda har utformats med tanke på att anläggningen skall kunna nyttjas av allmänheten. Aulan, som rymmer ca 420 platser, har sålunda utbildats med scen och omklädningsloger samt har givits sådana dimensioner och sådan utrustning att riksteatern har regelbundet återkommande föreställningar där. Salen används i övrigt som konsertsal samt vid kongresser, något som Vaxholm sommartid lämpar sig väl för. Barnbespisningslokalen, som har plats för 250 personer, kan genom sitt läge i byggnaden fungera som foajé eller restaurang vid



Ovan: Den mot sydväst vettande, kringbyggda gården. Realskolan och vaktmästarebostaden t. v., folkskoleflygeln t. h. I mellanbyggnaden gemensamma lokaler. I förgrunden utegymnastik, i slänten plats för gymnastiksalar.

Nedan: Portik utanför realskolans entré, som är t. v. Innanför portiken aulans entrérum. I övervåningen realskolans lärarutrymmen.





Mellanbyggnaden med barnbespisning i bottenvåningen, specialsalar i övervåningen. T. h. folkskoleflygeln, som har sin huvudentré och lekgård på andra sidan.

de tillfällen, då aulan tjänar som samlingspunkt för allmänheten.

Anläggningen har vidare planlagts så att den kan byggas till med ytterligare klassrum, gymnastiksalar och eventuellt bad.

Byggnaden har uppförts i gult, chamotterat fasadtegel från Röbo. Bakmurningen har skett med 1,6-tegel. Fönsterbröstningarna i barnbespisningen har murats i särskilt mönster med rött fasadtegel.

Inklusive yttre anläggningar uppgick kostnaden för den 1953 färdigställda skolan till ca 3 170 000 kr.

Vår närmaste medarbetare på kontoret har varit arkitekten Erik Swedlund.

De statiska konstruktionerna är utförda av ingenjörfirman Looström & Gelin. Värme-, ventilations- och sanintetsanläggningen har konstruerats av ingenjörfirman Sven Tysklind och elkonstruktionerna av Elektrotekniska Ingenjörbyrån, samtliga i Stockholm.

Trädgårdsanläggningen har projekterats av trädgårdsarkitekten Gösta Schuwert.

Byggnadsentreprenör har varit ingenjör Nils Beermann, Stockholm.



Mönsterningen i barnbespisningens fönsterbröstningar.

TAKTEGELGARANTI och STANDARDTAKTEGEL

År 1957 är ett märkesår för det svenska taktegllet. Detta år inträffade nämligen två remarkabla tilldragelser i det svenska taktegllets historia, dels utkom den första svenska taktegelstandarden från trycket, dels infördes den första svenska frostsäkerhetsgarantin för taktegel. Båda händelserna torde vara av sådan betydelse att en närmare presentation av dem är på sin plats i denna tidskrift.


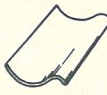


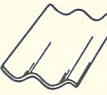

Vad först taktegelstandarden beträffar omfattar den såväl måttbesämmelser som kvalitets- och tillhörande provningsbestämmelser för sex typer strängpressade taktegel, tre enkupiga och tre tvåkupiga panntyper. Se fig. 1.

Ehuru under senare år en viss begränsning av antalet taktegeltyper har kunnat iakttas, innebär standardförslaget en mycket stark typbegränsning. De båda största panntyperna av enkupigt resp. tvåkupigt taktegel torde vara de som varit mest efterfrågade under det senaste decenniet. Tillverkningen av dessa stora panntyper erbjuder emellertid vissa svårigheter beträffande möjligheterna att hålla måttvariationerna inom rimliga gränser. De båda mellanstorlekarna ställer sig betydligt förmånligare ur denna synpunkt. De båda minsta panntyperna har tagits med på grund av önskemålet att kunna välja en mindre panntyp för mindre taktytor.

Såsom framgår av fig. 1 förekommer endast två längder, nämligen de nominella bygglängderna 333 mm och 375 mm. Då man tagit sikte

på att kunna läkta taket i förväg, har det varit naturligt att begränsa antalet bygglängder så mycket som möjligt. Man hoppas också härigenom att i högre grad än hittills kunna undvika att klippa av taktegel. Breddmåten har icke bedömts ha samma betydelse i detta sammanhang men har ändå begränsats till fyra.

I kvalitetshänseende har, som framgår av fig. 2, takteglten indelats i fyra sorter med beteckningarna A₁, B₁, A₂ och B₂. Den väsentligaste nyheten är här att A-sorterna har sådana mått och toleransförhållanden att läktning skall kunna ske i förväg. De måttvariationer som hittills förekommit såväl mellan olika tillverkningspartier från samma bruk som mellan de olika bruken har inneburit att man icke med säkerhet kunnat räkna med att en leverans av taktegel skulle komma att passa till ett i förväg läktat tak. Fördelen för arbetsorganisationen på byggnadsplatsen av att kunna läkta ett tak i förväg torde ligga i öppen dag. Det öppnar också möjligheter att prefabricera läktade takelement. Den största fördelen kanhända ändock är att man med denna takteglensort erhåller en fullständig utbytbarhet vid ersättning av skadade pannor. I viss grad kan sådan utbytbarhet också påräknas beträffande B-sorterna. Måttvariationerna är i och för sig inte större för dessa B-sorter än för A-sorterna men teglets absoluta längdmått har en större variation. Detta för med sig att man för tegel av B-sort inte kan läkta i förväg. Siff-

	Enkupigt taktegel			Tvåkupigt taktegel		
						
Beteckning	E 17	E 15	E 13	T 13	T 12	T 11
Nominell längd	380	380	420	380	380	420
Nominell bredd	210	235	235	260	280	280
Nominell bygglängd	333	333	375	333	333	375
Nominell byggbredd	180	200	200	230	250	250
Ung. antal per m ²	17	15	13	13	12	11

(Återgiven med vederbörligt tillstånd av Sveriges Standardiseringskommission)

Fig. 1. Taktegeltyper enligt SIS 52 37 01.

Beteckning	A ₁	B ₁	A ₂	B ₂
Utbytbarhet	Fullständig	Begränsad	Fullständig	Begränsad
Läktning	Kan ske i förväg. Läktavstånd = nominell bygglängd ± 2 mm	Kan <i>ej</i> ske i förväg. Läktavstånd avpassas efter varje levererat parti	Kan ske i förväg. Läktavstånd = nominell bygglängd ± 2 mm	Kan <i>ej</i> ske i förväg. Läktavstånd avpassas efter varje levererat parti
Längdvariationer	Nominell längd ± 9 mm	Högst 18 mm inom levererat parti	Nominell längd ± 9 mm	Högst 18 mm inom levererat parti
Breddvariationer	Nominell bredd ± 9 mm	—	Nominell bredd ± 9 mm	—
Skevhets	Högst 9 mm		Högst 13 mm	
Buktighet	Högst 9 mm		Högst 13 mm	
Ytbeskaffenhet	Överytan skall vara jämn, frånsett märken efter torkhyllor. På taket synliga yt- eller kantsprickor får ej förekomma		Överytan får förutom märken efter torkhyllor förete små ojämnheter. Små yt- eller kantsprickor får förekomma	
Klang	Pannorna skall vid slag av hammare ge ren ton		—	
Slaghållfasthet	Pannorna skall tåla ett slag av en från 50 cm höjd fallande stålkula med vikten 225 g			
Böjhållfasthet	Pannorna skall tåla en belastning av lägst 175 kg i medeltal för 10 pannor och lägst 130 kg för enskild panna			

(Återgiven med vederbörligt tillstånd av Sveriges Standardiseringskommission)

Fig. 2. Taktegel sorter enligt SIS 52 37 01.

rorerna 1 och 2 i beteckningarna avser 1:a och 2:a sort. Skillnaderna mellan dessa båda sorter begränsar sig emellertid i stort sett endast till skönhetsfel, skevhet och buktighet, medan materialets egenskaper såsom frostbeständighet och hållfasthet är i huvudsak desamma.

Som synes av figuren upptar kvalitetsbestämme- lserna icke någon föreskrift beträffande frost- beständighet. Som framgår av annan artikel i detta nummer har de hittills kända metoderna för provning av taktegelts frostbeständighet visat sig ha sådana brister, att ingen av dem har ansetts med säkerhet ge rättvisande resultat. Det har då ansetts riktigast att, i avvaktan på att någon användbar provningsmetod kan komma att utarbetas, helt utelämnas en föreskrift om frostbeständighet i kvalitetsbestämmelserna.

De mot kvalitetsbestämmelsernas föreskrifter svarande provningsbestämmelserna innehåller, förutom bestämmelser för provtagning, utförliga bestämmelser för hur pannans mått samt slag- och böjhållfasthet skall fastställas.

En övergång från en tidigare produktion till tillverkning av taktegel enligt svensk standard innebär en del omställningsproblem. Under en övergångstid kan man därför inte påräkna att alla bruk skall kunna leverera tegel enligt svensk standard eller att ett visst bruk tar upp samtliga

sex typer på sitt tillverkningsprogram. Flera större bruk har emellertid redan möjlighet att leverera en del av typerna och tillgången på standardtaktegel kan förmodas öka i takt med efterfrågan. Standardbladet med beteckningen SIS 52 37 01 kan erhållas från Sveriges Standardiseringskommission, Box 3295, Stockholm 3.

Inte minst som en slags ersättning för standardens avsaknad av frostsäkerhetsbestämmelser har Sveriges Tegelin- dustriförening antagit bestämmelser för en frostsäkerhetsgaranti för taktegel, vilken återges på fig. 3.

Denna garanti lämnas för de frostsador som inträffar inom fem år från leveransdagen. Därmed har man vunnit en internationell enhetlighet, då denna garantitid tillämpas utomlands, t. ex. i Tyskland och Schweiz. Denna tid kan synas kort mot vad man skulle kunna vänta sig för ett så hållbart material som taktegel. I motsats till vad som tycks vara fallet beträffande vissa andra material har man emellertid inte tagit sikte på att garantitiden skulle vara lika med livslängden. Garantitiden skulle i så fall bli 50—100 år, men under den tiden kan det hända att den firma som ställt ut garantien läggs ned av någon anledning. Man vet heller ingenting om de förhållanden som råder efter så lång tid, andra orsaker kan också bidra till att göra

en sådan garanti värdelös. Andra argument har i detta sammanhang fått vara vägledande. Det väsentligaste är att om ett taktegel inte är frostsäkert yppar sig detta i form av skador inom de första åren. Taktegel som under denna tid inte uppvisar några skador kan i allmänhet betraktas som frostsäkert och klarar sig också i fortsättningen.

Garantin gäller såväl 1:a som 2:a sort. Av detta liksom av kvalitetsbestämmelserna framgår att sorteringen i 1:a och 2:a sort inte anses ha någon betydelse för teglets frostsäkerhet.

Utöver att man i stället för de skadade takpannorna levererar ersättningspannor har man också ansett det skäligt att i viss mån ersätta köparen för kostnaderna att byta ut det trasiga teglet mot det nya. Denna ersättning har fått formen av ett visst belopp per ersatt panna. Denna form har valts för att förenkla behandlingen av ersättningsfrågan beträffande upplägningen och att undvika rena orimligheter. Beloppet har baserats på gällande arbetslöner och avsikten är att gång efter annan justera det.

Enligt garantibestämmelsen ersätts sådan skada som yppat sig i form av avflagningar. Visserligen händer det då och då att ett taktegel kan gå sönder i exempelvis två stycken. I de fall, då på taket liggande tegel uppvisat denna typ av skada, torde den i de allra flesta fall bero på mekanisk åverkan, transportskada, trampskada, stenkastning eller dylikt. Avflagningen däremot beror mestadels på att teglet frusit, och en söndersprängning av teglet på grund av frost föregås alltid av avflagning.

Det har också ansetts skäligt att skadan bör ha en viss omfattning, så att man inte skall behöva sätta i gång ersättningsapparaten för exempelvis en enstaka sönderfrusen panna.

Om det i ett levererat parti finns pannor, som t. ex. under första eller andra vintern uppvisar frostsador, är det inte alldeles osannolikt att där finns ytterligare några pannor, som kommer att uppvisa skador under de närmast följande åren. Det är naturligtvis lämpligast att, om de första skadorna inte är av den storleken att de äventyrar husets bestånd, avvakta slutet av garantitiden innan frågan om ersättning väcks. I regel kan man vänta ett eller annat år med att reparera mindre skador på taktegel. Skulle det emellertid tidigt uppstå äventyrliga skador är man beredd att genast lämna ersättning.

Som en förutsättning för garantin anges att taktegel skall vårdas och hanteras och användas på ett fackmässigt riktigt sätt och att taket skall ha en passande konstruktion. Som också framgår av den tidigare åberopade artikeln i detta nr kan man laboriemässigt vattenmätta teglet till sådan grad att även de bästa kvaliteterna kan frysa sönder. Detta kan också ske i verkligheten, om exempelvis taktegel lagrats på ett sådant sätt att det har vattenmättats i osedvanligt hög grad, eller om takkonstruktionen varit olämplig med samma resultat. Det har inte ansetts lämpligt att i garantibestämmelsen närmare utveckla vad som menas med fackmässig hantering eller en passande konstruktion. Tegelinustriföreningen avser emellertid att låta utarbeta en handbok med närmare uppgifter om hur taktegel skall hanteras och användas.

I garantin föreskrivs i den sista punkten att tillverkarens märke skall finnas på teglet. Detta är inte någon nyhet, då de flesta tegelbruket sedan gammalt har brukat märka teglet med i regel ett par bokstäver. Då anmälan om skadan skall göras direkt till tillverkaren, måste han kunna identifieras med hjälp av ett sådant märke. Om det inte av märket tydligt framgår vem tillverkaren har varit, vilket exempelvis kan vara fallet då märket består av ett par bokstäver, kan tegelinustriföreningen identifiera tillverkaren med hjälp av dessa bokstäver.

Bestämmelserna för denna frostsäkerhetsgaranti har antagits av Sveriges Tegelinustriförening men tillämpningen avses att vara frivillig för föreningsmedlemmarna. Det är alltså inte säkert att alla bruk kommer att tillämpa dessa garantibestämmelser. Vissa tegelsorterningar kanske heller inte anses lämpligen böra säljas med denna garanti, ehuru teglet ändock kan vara användbart. Vill man emellertid gardera sig mot bristande frostsäkerhet har man nu en möjlighet att få köpa taktegel med denna garanti.

Genom att standardtaktegel införts har en anpassning av taktegel skett till tidens och byggnadsteknikens krav. Frostsäkerhetsgarantin kan ses som ett uttryck för den uppmärksamhet som tillverkarna ägnar frostsäkerhetsfrågan. Båda åtgärderna utgör led i de ständigt pågående ansträngningarna att framställa ett allt bättre taktegel till ett allttjämt rimligt pris och därjämte ytterligare befästa takteglets urgamla och självklara plats som det vackraste och mest ändamålsenliga av taktäckningsmaterialen.

FROSTSÄKERHETSGARANTI FÖR TAKTEGEL

Bestämmelserna antagna av Sveriges Tegelindustriförening

För frostskada, som inträffar inom fem år från leveransdagen, på av under-tecknad taktegel tillverkare levererat oglaserat taktegel av 1:a och 2:a sort lämnas ersättning enligt följande grunder.

1. *Ersättning.* Tillverkaren förbinder sig att, om frostsador uppkommit, utan kostnad för köparen tillhandahålla denne nya takpannor av samma slag och antal som skadats. Såsom bidrag till de kostnader köparen kan komma att få för påläggning av ersättningsteglet lämnar tillverkaren kontant ett belopp av 20 öre för varje panna. Annan ersättning lämnas ej.

2. *Art av skada som ersätts.* Garantin avser sådana skador, som på grund av frost uppkommit under garantitiden och yppat sig i form av avflagningar. Skadorna skall vara av sådan omfattning att de i väsentlig grad försämrar takets funktion. Andra skador beaktas ej.

3. *Tid för skadans avhjälpande.* I de undantagsfall då frostsador uppkommer är skadorna i regel av så liten omfattning, att det för såväl taktegelköparen som tillverkaren vållar minst besvär, därest frågan om ersättning uppskjutes till en tidpunkt strax före garantitidens utgång.

Skulle det emellertid för takets goda funktion vara erforderligt att skyndsamt byta ut de frostskadade takpannorna, förbinder sig tillverkaren att senast inom en månad efter erhållen reklamation låta besiktiga det skadade takteglet och att, om reklamationen befinnes berättigad, inom ytterligare en månad lämna ovan angivna ersättning.

4. *Förutsättning för garantin.* För att garantin skall gälla förutsätts att det levererade takteglet före upplägningen vårdats väl samt att det hanterats och använts på ett fackmässigt riktigt sätt. Taket skall ha en för täckning med taktegel passande konstruktion, så att takteglet ej blir utsatt för onormala påkänningar.

5. *Reklamation.* Anmälan om skada för vilken ersättning yrkas skall göras skriftligen direkt till tillverkaren, vars märke skall finnas på teglet.



Sveriges Tegelindustriförening

Fig. 3. Frostsäkerhetsgaranti.

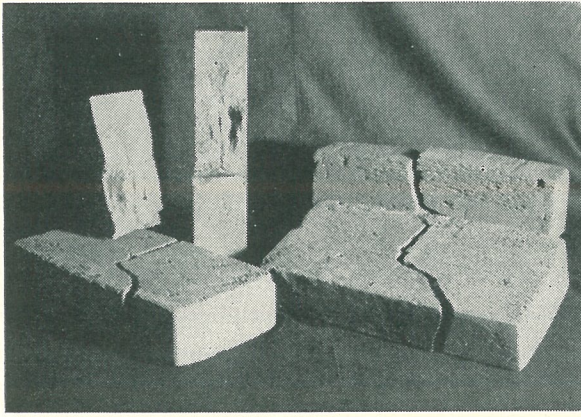


Bild 1.

I artikeln på föregående sidor om standardiseringsnormer för taktegel påpekas att normerna inte innefattar några frostsäkerhetsbestämmelser. För att belysa de svårigheter det innebär att åstadkomma en frostbeständighetsprovning som lämnar ett med de verkliga förhållandena överensstämmande resultat, återger vi här ur "Die Ziegelindustrie" en artikel om de undersökningar av problemet som gjorts i Tyskland.

Det finns en rad byggnadsmaterial, som är helt immuna mot kylans inverkan, varför normerna ej heller anger några speciella krav på deras frostbeständighet. I motsats till dessa är byggnadsmaterial av lera och sten m. m. på grund av sin större eller mindre porositet i förening med en ofta mycket ringa elasticitet utsatta för frostens förstörande verkan. I kvalitetsnormerna föreskrivs därför för dylika byggnadsmaterial att i den mån de i byggnaden blir utsatta för väder och vind skall de vara frostbeständiga. Detta gäller speciellt för vissa typer av murtegel (DIN 105), kalksandsten (DIN 106) och slaggblock (DIN 398) samt skorstenstegel (DIN 1057), kanalklinker (DIN 4051), lättbetongelement för skorstenskanaler (DIN 18150), natursten (DIN 52104), taktegel (DIN 456), takskiffer (DIN 52204), asbesttakplattor (DIN 274), betongtakpannor (DIN 1115) och kabelskyddstegel (DIN 279). Denna uppräknings gör ej anspråk på att vara fullständig.

Det är inte mycket mening med att ställa upp kvalitetskrav när man ej kan kontrollera att de hålls. Inte endast konsumenten utan speciellt tillverkaren är intresserad av att kunna konstatera produktens frostbeständighet genom en provning. Speciellt för garantier bör endast resultaten av en exakt frostbeständighetsprov-

FROSTBESTÄNDIGHETS- PROVNING AV TAK- OCH MURTEGEL

Av Dipl.-Ing. Swyter, Prüf- und Forschungsinstitut für Ziegeleierzeugnisse e.V., Essen-Kray. (Översättn. ur "Die Ziegelindustrie" nr 9/1957)

ning enligt en beprövad metod vara vägledande, och ej antaganden som baseras på delerfarenheter.

En provning innan teglet används sker emellertid i form av laboratorieundersökning. I princip kan ett materials beteende i kyla undersökas direkt, således genom nedfrysning och upptining av prover, eller indirekt genom att någon substitutionsmetod används. Vid substitutionsmetoder ersätter man nedfrysningen och upptiningen med mätning av någon annan egenskap, t. ex. vattenabsorptionen, vars samband med frostbeständigheten är känt. Den direkta metodens fördel ligger huvudsakligen i dess åskådlighet och förmåga att övertyga, nackdelarna ligger i betydande krav på tekniska resurser och tid. Vidare möter provningarnas exakta reproducerbarhet stora svårigheter. Substitutionsmetoder är ej i så hög grad behäftade med sådana brister, däremot är den negativa sidan att söka i själva substitutionen, eftersom metodernas värde står och faller med entydigheten hos sambandet mellan provningsresultaten och frostbeständigheten i praktiken.

Det är i detta sammanhang av intresse att undersöka de normer, i vilka frostbeständighet krävs, med avseende på föreskrivna *angivna* frostbeständighetsprovningar och provningarnas art. En sådan genomgång visar att man i de flesta fall har valt direkta provningsmetoder, således nedfrysning och upptining i kylskåp. Detaljbestämmelserna är i stort sett lika och motsvarar frostbeständighetsprovningen enligt DIN 105. Således är alla dessa provningsföreskrifter även behäftade med samma otillräckligheter och ofullständigheter, som här nedan skall belysas närmare i samband med kommentarer

till avsnittet om frostbeständighetsprovning i DIN 105. I övrigt har även substitutionsmetoden medtagits i några normer. Således föreskrivs i normbladen för natursten och takskeer förutom kylskåpsförsök även att vattenmättnadsstalet (det s. k. S-värdet) skall bestämmas.

Låt oss nu titta på frostbeständighetsprovningen enligt murtegelnormerna DIN 105. Där krävs frostbeständighet hos fasadtegel och beklädnadsklinker resp. hålklinker. Såsom redan nämnts sker provning i kylskåp genom direkt nedfrysning och upptining.

10 tegelstenar skall provas. De torkas först vid 105—110° C och lagras efter avsvälning efter en bestämd metod under 2 dygn i vatten med rumstemperatur. Denna vattenlagring har till uppgift att genomfukta teglet ordentligt, ty utan vattenhalt kan teglet ej ta skada i kyla. Redan här visar det sig att frostbeständighetsprovningen ej endast beror på den egentliga nedfrysningens intensitet och varaktighet utan även på graden av vattenmättnad. Genom att variera vattenmättnaden före nedfrysning kan man skapa ett mer eller mindre gynnsamt utgångsläge. Genom nästan fullständig vattenmättnad av alla porer i teglet i vakuumtank kan man under den efterföljande nedfrysningen och upptiningen förstöra praktiskt taget varje tegel. DIN 105 nöjer sig med den ovannämnda normala vattenlagringen under 2 dygn. Därefter sätts proverna in i ett kylskåp med 0,25—2,5 m³ volym. Teglet kyls där ned genom att temperaturen i skåpet under ca 4 timmar sänks successivt till —15° C. Denna temperatur hålls sedan ytterligare 2 timmar. Därefter tas proverna ut ur kylskåpet och tinas upp under minst en timme i vatten av 15—20° C. 25 sådana nedfrysningar och upptiningar är föreskrivna.

Så långt DIN 105.

För det första bör observeras att kylskåpets volym är fastslagen — ehuru inom så vida gränser som 1:10 — medan ingenting är sagt om skåpets fyllnadsgrad. Just denna är emellertid utslagsgivande för nedfrysningshastigheten och för nedfrysningen över huvud taget. I ett skåp som är helt fyllt med tegel kan på grund av materialets höga värmekapacitet lufttemperaturen under nedfrysningstiden eventuellt hållas under fryspunkten men själva teglets temperatur kommer knappast att sjunka under 0. Bestämmelserna i DIN 105 ger således ingen garanti för att allt i kylskåpet insatt tegel verkligen blir genomkylt. — Även anvisningarna rörande

tegets upptining är otillräckliga. Här saknas varje uppgift om upptiningskärlets storlek. Vad som nyss sagts om nedfrysningen gäller därför i tillämpliga delar även beträffande upptiningen. Vid en för stor fyllnadsgrad kommer teglet knappast att tina upp riktigt, utan vattnet kommer att kylas av till 0°.

Varken genomfrysningen av alla tegelstenar eller upptiningen är således säkerställd. Men även om man bortser från detta kvarstår det faktum, att resultaten kan bli olika alltefter hur proven utförs, eftersom provningen inte är tillräckligt noggrant beskriven. Detta är utan tvekan mindre tillfredsställande.

De nyss skisserade provningstekniska svagheterna skulle naturligtvis kunna elimineras genom en exaktare formulering. En stor nackdel vid provningen skulle emellertid kvarstå, nämligen att *enstaka* stenar provas. Murtegel uppträder som bekant alltid i sällskap eller tekniskt uttryckt i förband. Det förefaller därför föga rationellt att prova enstaka tegelstenars väderbeständighet, i synnerhet som frostpåkänningarna på en tegelsten i murverket blir helt annorlunda än vid provning enligt DIN 105. T. ex. utsättes teglet vid normenlig provning för vatten och kyla på alla sidorna, medan teglet i murverksförbandet i regel endast påverkas på en sida. Hos teglet i förband blir därför både nedkylningshastigheten och vattenmättnaden mindre än vid provning enligt DIN 105. Vidare bör observeras att kylan vid nedfrysning av en enstaka tegelsten samtidigt och från alla sidorna tränger fram mot mitten och att porvattnet i teglets kärna då ej kan utvidga sig vid frysning, eftersom det omges av en fast, frusen zon. I murverket däremot kan vattnet vika undan mot den ej nedkylda invändiga ytan.

Vi ser således att belastningsgraden vid frostbeständighetsprovning enligt DIN 105 är av en helt annan natur och mycket högre än i nästan alla fall i praktiken, speciellt dock vid fasadtegel. Det är därför ej ägnat att förvåna att över 90 % av fasadtegelproverna och över 70 % av klinkerproverna vid provning enligt DIN 105 uppvisar skador som knappast förekommer i praktiken men som man har rätt att vänta sig med tanke på provningsförhållandena. Skadorna består oftast i genomgående sprickor, som för det mesta leder till att teglet bryts isär, vilket utan tvekan är en följd av den genom nedfrysningssättet framkallade sprängverkan (fig. 1). Äkta frostsador, som jag skulle vilja kalla loss-

nande sandkorn, sprängstycken och avflagningar och som man i sällsynta fall kan upptäcka hos fasadtegelmurverk och mera ofta hos oputsade väggar av normalt bakmurningstegel, uppträder egentligen aldrig vid provning enligt DIN. Ett undantag utgör dock allt håltegel. Här finns inga större anhopningar av tegelmassa och nämnda sprängverkan uteblir därför. Speciellt gitterteget klarar nästan alltid den stränga frostbeständighetsprovningen enligt DIN 105. Sammanfattningsvis kan man beträffande frostbeständighetsprovningen enligt DIN 105 således säga:

1. Provningsutförandet är ej entydigt beskrivet vilket leder till att provningarna kan komma att utföras olika på skilda platser.
2. Påkänningarna är av helt annat slag och större än i nästan samtliga fall i praktiken.
3. De skador som observeras under en provning motsvarar oftast ej skador som uppstår i praktiken.

Sedan dessa olägenheter blivit klart konstaterade sökte provnings- och forskningsanstalten att utveckla en ny metod för frostbeständighetsprovning av fasadtegel och fasadklinker. Metoden skulle ej endast vara exakt utformad utan även bättre motsvara praktiska förhållanden. Det låg nära till hands att frysa ned murverksprover i stället för enstaka stenar. För att i möjligaste mån efterlikna praktiska förhållanden måste man se till att både vattenupptagning och nedkylning endast sker på en sida av provväggen. Man har därför provat två väggar samtidigt, vilka placerades parallellt på 6—8 cm avstånd på ett fast underlag. Mellanrummet och väggarnas kanter tätades runtom med ett tjockt lag skumgummi. Provväggen byggdes ca 50 × 50 cm stor med 1/2-stens väggtojocklek. På utsidorna murades några tegelstenar med 1/4 stenbredd utkragande för att man skulle kunna kontrollera frostbeständigheten hos eventuellt band i fasaden (fig. 2).

Dessa provväggar mättades före provningen genom att utsidan under ett dygn besprutades med vatten av ca 20° C temperatur. Vattenmängden uppgick till ca 100—150 l per timme och vägg. Därefter frös man ned provet i ett till —15° C avkyld skåp, varvid temperaturen i varje vägg mättes och registrerades på två ställen på olika djup. Vidare registrerades temperaturen i hålrummet mellan de båda väggarna. Nedkylningen avbröts när det djupare liggande mätstället hade uppnått nollpunkten.

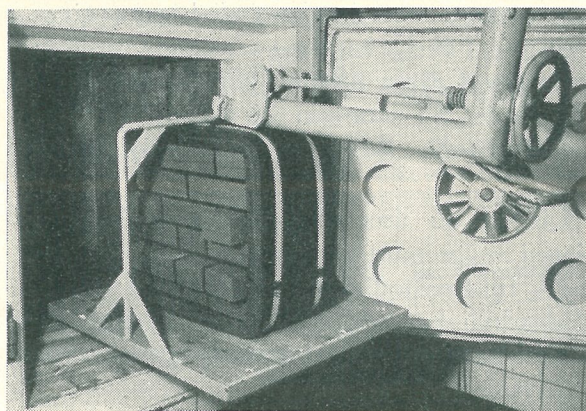


Bild 2.

Provväggarna tinades därefter upp genom besprutning under 1/2 timme liksom vid vattenmätningen före nedfrysningen. Med varierande nedfrysnings- och upptiningstider utfördes på så sätt ca 50 nedfrysningar och upptiningar. Endast sådant tegel provades, som vid frostbeständighetsprovning enligt DIN 105 regelbundet brutits sönder men i praktiken visat sig vara frostbeständigt. Vid murverksprovningen uppvisade teglet ur samma leverans inga som helst skador, ej heller i de framspringande banden. Överensstämmelsen mellan laboratorieprovning och praktiken var således uppnådd.

Trots detta syntes denna metod ej lämplig att taga med i kvalitetsprovningens bestämmelserna.

Vattenmätningen resp. upptiningen genom besprutning var behäftad med för många osäkra faktorer och framställningen av provväggarna var tidskrävande. Det visade sig vara för besvärligt ta ut och sätta in den tunga provkroppen i kylskåpet. En speciell lyft- och transportanordning krävdes (fig. 2). Vidare måste kylskåpet ha en betydande kapacitet för att kunna sänka väggarnas temperatur inom rimlig tid. För fortlöpande kvalitetskontroll skulle denna metod ha blivit alltför dyr, och den skulle knappast ha kunnat utföras med kylskåp av vanlig storlek och kapacitet.

Institutets chef har därför utvecklat ett annat provningssystem för fasadtegel, som fått arbetsnamnet "Essen II". "Essen II" är också en direkt provningsmetod och operationerna utförs därför i den vanliga följden, dvs. provet vattenmätas innan det fryses ned och tinas upp. "Essen II" ligger så att säga mellan provningen av enstaka stenar och hela provväggar. Enligt denna metod samlas fyra tegelstenar till ett block, så att löpsidorna ligger mot varandra.

Som utjämningskikt läggs skumgummimiramar mellan anliggningsytorna. Blocket hålls samman med en järnram som är försedd med spännskruvar. För att undvika en vattenupptagning och nedkylning som är för intensiv jämfört med praktiken, täcks ca hälften av blockets båda ligg-tytor med en skiva av hård, genomskinlig PVC. Som tätning mellan täckskena och tegel används likaledes en skumgummimiram (fig. 3).

Järnramen gör det möjligt att även pressa fast täckskenorna, så att inget vatten kan tränga in genom det färdiga provblockets fogar och dess över- och underyta.

Genom att variera täckskenornas bredd skulle provningen resp. påkänningen kunna varieras. Ju bredare täckskenan är, desto mindre del av teglet utsätts direkt för vattnet och kylan. Täckning av halva ytan motsvarar dock förhållandena i praktiken och det föreligger inga skäl att vidtaga någon ändring.

För vattenmätningen och upptinningsprocessen har en bättre lösning införts. Att doppa ned hela blocket i vatten föreföll nämligen mindre lämpligt av två skäl: dels skulle detta ha ställt rätt stora krav på de på blocket anbragta tätningarna och dels skulle avvikelser från praktiska förhållanden ha blivit för stora. Järnramen erbjöd emellertid en möjlighet att låta hela blocket rotera kring längsaxeln, så att långsidorna omväxlande doppas i vatten. Därigenom uppnås en samtidig och lika stor vattenupptagning i tegelstenarnas kopytytor. Neddoppningsdjupet under rotationen uppgår till ca 4 cm. Varvtalet för blocket sattes till 10–11 per minut, vattentemperaturen både vid mätningen före provningen och vid upptinningen till 40° C (fig. 4 och 5). Efter en dylik vattenmätning under 16 timmar sätts blocket in i det till –15° C avkylda kylskåpet, där det förvaras under 5–5½ timmar. Temperaturen i blockets mitt mäts och registreras därvid av en inbyggd elektrisk motståndstermometer. I anslutning till nedfrysningen tinas blocket sedan upp under ½ timme i den ovan beskrivna apparaten. Antalet nedfrysningar och upptinningar synes böra vara 50. Vid försöken har på prov upp till 80 fryscykler utförts.

Innan den nya metodens praktiska resultat diskuteras bör några förklaringar till själva metoden lämnas. I motsats till frostbeständighetsprovningen av provväggar sker vattenupptagningen här från två sidor, vid blockets gavlar t. o. m. från tre sidor. Genom neddoppningen under rotation uppnås i övrigt en vattenupptag-

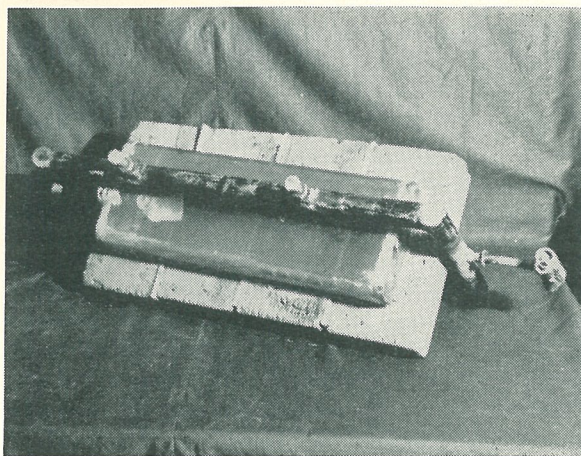


Bild 3.

ning, vars intensitet är minst lika stor som vid kontinuerlig vattenlagring. Även den relativt höga vattentemperaturen av 40° C ökar vattenabsorptionen. Vattenabsorptionens storlek och hastighet är som bekant beroende av tegelmaterialet. Således har man vid fasadtegel med porös och mjuk tegelmasa kunnat konstatera att vattenupptagningen efter 16 timmar vid ovan nämnda rotationsmetod blir nästan lika stor som efter 7 dygns lagring i vatten. Hos klinker uppgick emellertid vattenupptagningen vid rotation till endast ca 60 % av absorptionen vid 7 dygns lagring i vatten.

Det förefaller föga rationellt att försöka utjämna dessa skillnader genom att man för vattenmätningen föreskriver en viss mätnadsprocent i stället för en enhetlig behandlingstid, eftersom skillnaderna mellan olika tegeltyper därigenom till en viss grad elimineras och man skulle avvika för mycket från praktiska förhållanden. Ett tegel med långsam absorption upptar även i väggen mindre vatten.

Vattenupptagningen bör dessutom ej tillmätas för stor betydelse i samband med murteglets frostbeständighet, och vid kritiken av frostbeständighetsprovningen enligt DIN har huvudvikten därför lagts på den där föreskrivna nedfrysningen från alla sidorna. Denna reduceras enligt metod "Essen II" i hög grad genom att tegelstenarna samlas till block och täcks. Kylans inverkan är dock fortfarande större än i murverksförbandet.

Av ovanstående torde framgå att provningen enligt "Essen II" inte alls är särskilt skonsam. Liksom vattenupptagningen är även kylans in-trängningshastighet i hög grad beroende på teglets struktur. Vid klinker med hög värmeled-

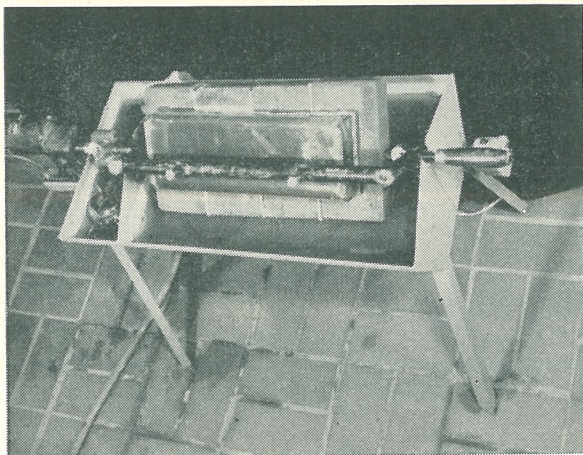


Bild 4.

ningsförmåga och liten vattenabsorption sjunker temperaturen i blockets mitt under nedfrysningsperioden på 5—5½ timmar under 0° C, medan fryspunkten ej underskrids vid mycket poröst och därför både isolerande och kraftigt vattensugande tegel. Av samma skäl som nyss diskuteras synes det även här lämpligare att fastslå en viss nedfrysningstid än att kräva att fryspunkten underskrids.

Hittills har många olika murtegel- och klinkertyper provats enligt "Essen II". Speciellt har tegelarter undersökts, vilkas frostbeständighet i praktiken är känd. I samtliga fall har parallellförsök utförts enligt DIN 105, dock med 50 i stället för 25 nedfrysningar och upptiningar. Denna undersökningsserie gav mycket tillfredsställande resultat. Tre punkter bör särskilt framhållas:

1. Fasadtegel och klinker, som i praktiken visat sig vara frostsäkra, uppvisade inga som helst skador vid provning enligt "Essen II".
2. Tegel som i praktiken visat sig vara frostbeständigt men regelbundet förstörts vid provning enligt DIN 105, klarade provning enligt "Essen II" utan skador.
3. Tegel som i praktiken bevisligen fått äkta frostsador i form av avflagningar osv., skadades på samma sätt vid provning enligt "Essen II" (fig. 6).

Den nya provningsmetoden "Essen II" synes således i fråga om fasadtegel och klinker uppfylla de fordringar, som man vanligen ställer på en provningsmetod: Den är enkel att genomföra, garanterar jämna påkänningar vid varje provning och är således väl reproducerbar, och vidare ligger påkänningen inom den praktiska frostpåkänningens ram, vilket bevisas av skadornas likhet.

Metoden kommer att bli godkänd för frostbeständighetsprovning i den nya upplaga av DIN 105, som väntas inom kort.

I det följande kommer frostbeständighetsprovning av taktegel att diskuteras. Även för taktegel finns en standardprovningmetod, som är beskriven i DIN 52 250. Metoden liknar i stor utsträckning DIN 105 och är således rent provningstekniskt behäftad med ovannämnda brister. De erfarenheter som gjorts med denna metod är dock helt annorlunda än när det gäller murtegel. Medan nämligen påkänningarna under provningen av murtegel varit större än i praktiken och en stor del av murteglet, som gett goda resultat i praktiken, inte klarade provet, gäller motsatta förhållandet i fråga om taktegel. Här har det entydigt kunnat konstateras, att frostbeständighetsprovningen enligt normen är otillräcklig, enär takteglet på taket utsätts för mycket större påfrestningar än under provningen. Utförliga mätningar har visat att alla för frostpåkänningen avgörande faktorer, såsom vattenmättnad, nedkylningshastighet och antalet nedfrysningar och upptiningar, i praktiken uppnår högre värden än vid frostbeständighetsprovning enligt DIN.

Som följd härav kan man av frostbeständighetsprovningens resultat enligt DIN 52 250 ej dra den slutsatsen, att takteglet kommer att bestå provet i praktiken. Nämnade provningsmetod blir därigenom helt värdelös och dess användning i det närmaste farlig, eftersom den alltför ofta förespeglar kvalitetsegenskaper, som i verkligheten inte föreligger. Man har därför vid den nyligen företagna revisionen av taktegelnormerna slopat den gamla frostbeständighetsprovningen och angivit att den hittillsvarande provningsmetoden är under omarbetning. Under senare år har det skrivits en hel del om takteglens frostbeständighet. Forskningsinstitutet har ägnat sig åt

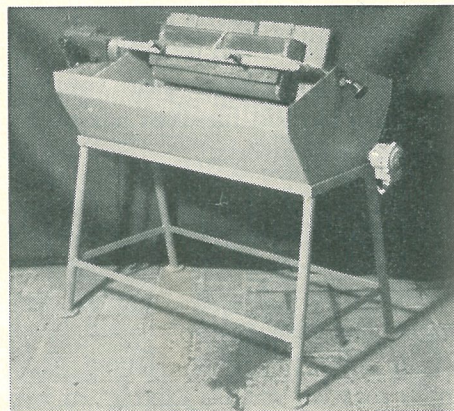


Bild 5.

detta problem. Nya, speciellt även indirekta metoder har utvecklats och provats. Inte i något fall synes hittills en ideallösning ha framkommit, som förenar säkerhet med snabba, rationella och billiga provningsmetoder. Även provnings- och forskningsanstalten i Essen har sedan ca 2 år tillbaka intensivt sysslat med takteglens frostbeständighet, och anstalten har lyckats att genom systematiskt forskningsarbete och ständig kontakt med andra institutioner utarbeta en provningsmetod, som visserligen ännu är ganska dyrbar men åtminstone ger jämförbara resultat. Särskilt har man med denna metod möjlighet att förut säga takteglens frostbeständighet i praktiken med en hög grad av säkerhet. Denna provningsmetod betecknas "Essen I" och har av DKG och TBE rekommenderats som forskningsprovningmetod. Institutet utför fortlöpande dylika frostbeständighetsprovningar av taktegel.

Metoden "Essen I" utgör så att säga en kombination av direkt och indirekt provning. Tyngdpunkten vid provningen ligger dock i den direkta nedfrysningen och upptiningen av proverna. Endast som komplettering kommer bestämning och observation av vattenmättnads-talet, det s. k. S-värdet, med i bilden.

Här skall först den egentliga nedfrysningen beskrivas. Såsom redan påpekats, har hittillsvarande provningsmetoder varit otillräckliga bl. a. med avseende på vattenmätningen. Utförda mätningar har givit entydiga belägg för att takteglens mättnadsgrad på taket ofta är betydligt högre än vad man kan åstadkomma genom enkel lagring av teglet i vatten. Ju större vattenmättnaden är, desto större blir emellertid frostpåkänningarna.

Tegelproverna utsätts därför före nedfrysningen enligt "Essen I" för en intensiv vattenmättnad. För detta ändamål torkas teglet först vid 110°C till konstant vikt och sätts därefter in i en tom vakuumtänk. I denna reduceras därefter trycket till 200 mm Hg, varigenom en del av den i porerna inneslutna luften avgår, så att tegelmaterialet kan absorbera en större mängd vatten. Efter en timma släpps därefter vatten sakta på under bibehållande av undertrycket i tanken, tills provkropparna är helt täckta med vatten. Efter ytterligare två timmar hävs undertrycket. Proverna lagras därefter ca en timme vid normalt tryck.

De mättade proverna transporteras omedelbart utan något som helst hölje till kylskåpet. Försök har visat att nedkylningshastigheten har

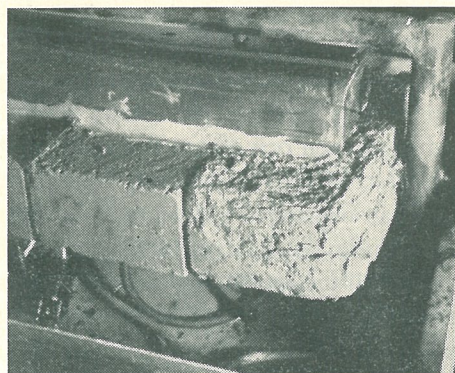


Bild 6.

stor betydelse för påfrestningarna. Mätningar på lagda tegeltak har vidare bestyrkt en mycket kraftigare temperatursänkning i teglet än vad som allmänt åstadkommes i kylskåpet. "Essen I" föreskriver därför nedkylningshastigheten, varvid man har utgått från en taktegeltyp, vilken valts som norm för alla provningar. Temperaturen i tegelmaterialets centrum skall i detta standardtegel, som alltid fryses ned tillsammans med proverna, sänkas från $+5^{\circ}\text{C}$ till -5°C inom $2\frac{1}{2}$ timmar. Nedfrysningen anses vara avslutad, när temperaturen i tegellikaren har gått ned till -10°C .

Varje nedfrysning kontrolleras med ett registrerande instrument och en i nämnda likare inbyggd bulb. Dessa provningsvillkor kräver tillräcklig kylkapacitet och luftcirkulation i kylskåpet. En fläkt erfordras även av den anledningen att endast på detta sätt en jämn kylning av alla prover kan säkerställas. Efter varje nedfrysning tinas proverna upp omedelbart under minst en halv timme i vattenbad. Vattenbadet har vid upptiningens början rumstemperatur och får under upptiningen ej bli kallare än 15°C eller varmare än 20°C . Ett direkt samband mellan upptiningshastighet och frostbeständighet har ännu ej kunnat konstateras men det förefaller lämpligt att föreskriva även hur upptiningen skall utföras. Om föreskrifterna följs erhåller man åtminstone en fullständig upptining av samtliga taktegelpannor, varvid onödig tids-spillan undviks.

Nedfrysning och upptining växlar i en regelbunden rytm utan avbrott. I varje fall utförs minst 50 nedfrysningar och upptiningar vid den första provningen av en produktion och vid typprovningar 200. Antalet nedfrysningscykler har således ökat kraftigt i förhållande till hittillsvarande provning enligt DIN, vilken föreskrev endast 25 nedfrysningar och upptiningar. Detta var nödvändigt för att få överensstämmelse

mellan påfrestningarna under provningen och i praktiken.

Endast som komplettering till denna direkta nedfrysning bestäms på samma tegelprover före nedfrysningen och efter vattenmätningen det s.k. S -värdet. Med S -värde avses förhållandet mellan vattenabsorptionen vid normal vattenlagring och den maximala vattenabsorptionen. Med andra ord, S -värdet anger, hur många procent av hålrummen i teglet som vid normal vattenlagring fylls med vatten. S kan således ej bli större än 1 och ligger i allmänhet mellan 0,60 och 0,90. S -värdet har även tagits med i normer, t. ex. anges det i normerna för natursten (DIN 52 104). Det kan för övrigt bestämmas relativt enkelt och med tillfredsställande noggrannhet.

Strävandena att ersätta den omständliga direkta frostprovningen med indirekt bestämning av frostbeständigheten med hjälp av S -värdet har provnings- och forskningsanstalten ej kunnat acceptera, enär jämförelser mellan S -värden, kylskåpsprovningens resultat och frostbeständigheten i praktiken slutligen i alla fall blev ogynnsamma för S -värdemetoden. Anhängarna av S -värdet satte vid provningar gränsen för frostbeständigheten för säkerhets skull vid 0,8 i stället för 0,9 för att få en marginal som täcker eventuell spridning av S -värdena inom samma tegelsten. Det har emellertid visat sig att S -värdet stiger i takt med antalet nedfrysningar och upptiningar, i praktiken således under vinterns lopp, så att det före nedfrysningen uppmätta S -värdet ger en skev bild av förhållandena. Vidare har det ofta visat sig att tegel både skadats trots att S -värdet låg under 0,8 och klarat sig utan skador trots att S -värdet låg över 0,9, det sistnämnda både vid provningar och i praktiken. Medan det förstnämnda förhållandet tyder på spridning inom tegelmaterialet kan frostbeständigheten vid S större än 0,9 förklaras med att isen vid stora och till följd av sintringen av släta väggar omgivna hålrum kan tränga ut utan att spränga sönder teglet. S -värdet ensamt lämpar sig således ej för säkra förutsägelser av takteglets frostbeständighet. Att det trots detta medtagits i provningsmetoden "Essen I" har följande skäl:

S -värdet är i hög grad en funktion av bränningsgraden. Ju hårdare bränt ett taktegel är, desto lägre är S -värdet. Om man därför först bestämmer provernas S -värde får man en bild av brännings- resp. sintringsgradens spridning i leveransen. Man kan då vid det slutliga urvalet av proverna sörja för att de olika bränningsgra-

derna i produktionen resp. leveransen blir representerade. Detta är viktigt, eftersom frostbeständigheten i regel ökar med bränningen.

Sedan en taktegelproduktions frostbeständighet en gång utforskats och sambandet mellan S -värdet och frostbeständigheten således utretts för ifrågavarande tegel kan S -värdet med fördel användas för den fortsatta produktionskontrollen. Om inga betydande ändringar av produktionsprocessen vidtas kan bestämningen av S -värdet då i viss mån ersätta fullständiga frostbeständighetsprovningar. S -värdet är en specifik materialkonstant. Den lämpar sig ej för absoluta förutsägelser men väl för relativ bedömning inom samma produktion.

Vilka erfarenheter har man då gjort med provningsmetoden "Essen I" och vilka förutsägelser möjliggör den?

1. Med denna metod har mer än 70 provningar av taktegelpannor från hela Västtyskland och utlandet utförts. Nedan angivna resultat är därför baserade på ett stort underlag och ej enbart på material från några tegelbruk i Nordrhein-Westfalen.
2. Inte i något fall har hittills provningsresultaten avvikit från takteglets frostbeständighet i praktiken.
3. De skador som uppstår under provningen är till art och storlek samma som observerats på taktegel i praktiken.
4. På basis av hittills föreliggande material kan man med ledning av provningsdata inom en viss ram förutsäga teglets frostbeständighet och dess varaktighet. Speciellt vid 50 nedfrysningar och upptiningar utan frostsador kan i allmänhet den vanliga femåriga garantin tillstyrkas, med förbehåll för rätt läggning av takteglet och under förutsättning av klimatiskt normala områden.
5. Det exakta angivandet av hur provningen skall utföras garanterar att olika provningsanstalter får samma resultat då de tillämpar denna metod.
6. Provningsmetoden är visserligen dyrbar men kan rationaliseras genom automatisering av nedfrysningen och upptiningen. De relativt korta frys- och upptyningsperioderna medger 4 till 5 cykler per dygn. Redan nu utförs i Essen utan någon som helst automatisering 4 nedfrysningar.

Sammanfattningsvis torde kunna konstateras att frostbeständighetsprovningen enligt "Essen I" för taktegel innebär ett steg framåt.