

TEGEL

ORGAN FÖR SVERIGES TEGELINDUSTRIFÖRENING

Redaktionskommitté: Direktör H. Grönkwist, Katrineholm, Direktör K. Wråke, Malmö, Kapten C. E. Camitz, Sala.
Redaktör och ansv. utgivare: Civilingenjör R. Elgenstierna.
Redaktionssekreterare: Ingenjör J. Nauclér.
Redaktion och expedition: Englbretsg. 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 ca 140 tegelbruk över hela landet, vilka tillsammans svara för omkring 85 procent av tegelproduktionen. Intresserade erhålla tidskriften kostnadsfritt om namn och adress meddelas. Redaktionen är tacksam för anmälningar om eventuella dubbelexpedieringar och adressförändringar.

Innehåll:

	Sid.
Klimatets inverkan på välisolerade tegelstensväggar	62
Erfarenheter från provhus och laboratorieförsök av arkitekt Mads Gedde Myrre	
Bostadsproblem i Kenya	72
av redaktör Palle Hagman	
Litteratur	76

Tegelfasader

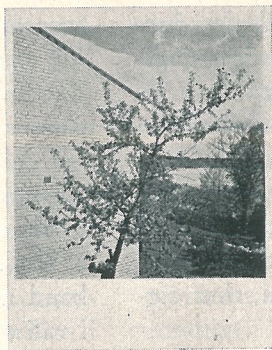
Omslagsbilden ger anledning till några funderingar över fasadbehandlingar. I denna tidskrift har ofta framhållits det obehandlade fasadteglets många fördelar. Det finns dock tillfällen när man vill använda sig av vanligt murtegel och skydda detta genom någon form av putsning. Om fasaden muras med intryckta fogar och sedan slammas över med ett tunt putslager får man en levande yta, som framhåller väggens karaktär av murverk. En slammad vägg får, om den utförs rätt, en minst lika hållbar yta som en putsad. Framför allt gäller det att inte "förenkla" slamningen genom att hoppa över något arbetsmoment. Det är t. ex. viktigt att teglet blir ordentligt genomfuktat och sedan får en tunn stänksputsgrundning innan utslamningen sker.

I detta nummer presenteras en värdefull norsk undersökning av klimatets inverkan på kanalväggar. Undersökningen bekräftar de i Sverige vunna erfarenheterna att kanalväggen även klarar det svåraste västkustklimat. En liten motvikt till denna tekniska artikel får reportaget från Kenya vara. Där liksom hos oss har man ett bostadsproblem, och deras är kanske inte lättare att lösa än vårt.

Annonsörer:

AB Äbjörn Andersson, Svedala
AB Carl Engström, Stockholm
AB Forssa Tegelbruk, Forssa
Gotlands Nya Tegelbruks AB, Visby
AB Harge Bruk, Hammar
Karl Händle & Söhne, Västtyskland
Rockwool AB, Skövde
Slottmöllans Tegelbruk, Halmstad
Svenska Fläktfabriken, Stockholm
Tegelbrukens Försäljnings AB, Stockholm
Tegelcentralen i Skåne, Malmö
Tegelkontoret i Borås, Borås
Tegelkontoret i Skövde, Skövde
Tegelbruks AB Walla-Katrineholm, Valla
Weberöds Nya Tegelbruks AB, Weberöd
Värnamo Tegelbruks AB, Värnamo
Östra Grevie Tegelbruk AB, Östra Grevie

Tryckeri AB Thule, Stockholm 1959



Den slammade tegelväggen ger en ljus och lätt men ändå livfull fasad, som väl harmonierar med omgivande grönska och blommor. Omslagsbilden tagen av J. Nauclér.

Å R G Å N G 49
N R 4 1959

KLIMATETS INVERKAN PÅ VÄLISOLERADE TEGELSTENSVÄGGAR

Erfarenheter från provhus och laboratorieförsök

av Mads Gedde Myrre

Författaren till denna artikel den norske arkitekten Mads Gedde Myrre visar här att den dubbla högisolerande tegelväggen i praktiken ger ungefär samma värmeisoleringsförmåga som de teoretiska beräkningarna tidigare givit vid handen.

Mätningarna som utförts vid ett provhus vid Norges Tekniska Högskola, har förutom undersökningarna av värmegenomgång omfattat andra förhållanden som ventilation och fuktvandring i välisolerade tegelkonstruktioner.

Väggkonstruktionen engelsk hålmur är inte ny, den har i Norge varit känd och använd sedan 1928, men införandet av tilläggsisoleringen har ändrat väggens kvalitet, så att den är i paritet med de bästa av de väggtyper som är aktuella i dag.

Tilläggsisoleringen har också fört med sig att teglet har fått helt nya uppgifter. Det ska i första hand bilda ett yttre skydd och dessutom tjänstgöra som ett bärande element i konstruktionen, medan isoleringsmaterialet har övertagit uppgiften som värmeisolerande faktor.

Dessa ändrade uppgifter för teglet gör att man måste ställa andra och dessutom högre krav på sten, murbruk och arbets kvalitet inte minst med hänsyn till klimatets inverkan.

Införandet av isolation i mellanrummet innebär en fara för fukt och mögelbildning i isoleringsmaterialet, och fukten kan också genom isoleringen ledas från den yttre till den inre tegelmuren. Men med de flesta av isoleringsmaterialen som är i bruk i dag är detta inte något problem. Farligare är det att isolationen medför en förskjutning av temperaturfallet i väggen med sämre ledning av värmen och därmed lägre temperatur i det yttre väggskiktet. Detta ger mindre möjlighet till uttorkning inifrån och större fara för kondensation, rimfrostbildning och frostsprängning.

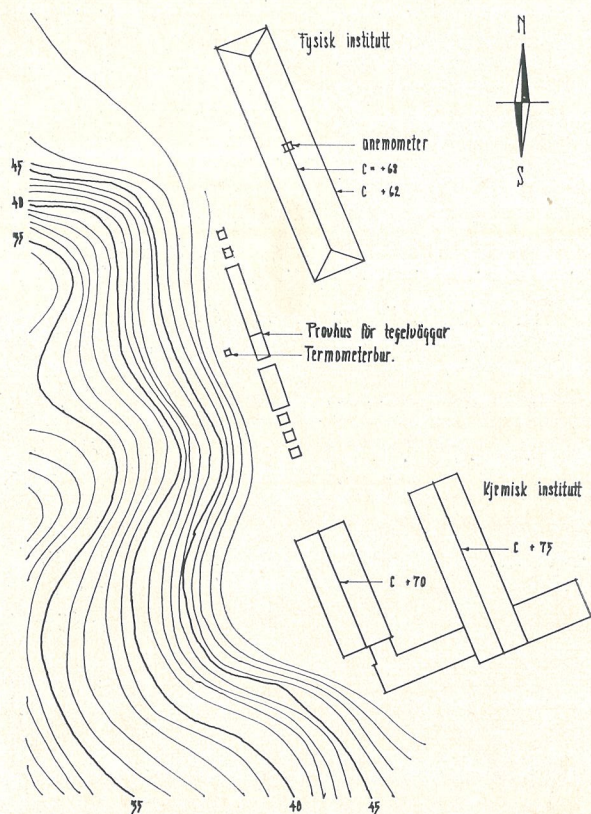


Fig. 1. Situationsplan

Problemet med skador på byggnadskonstruktionen på grund av klimatpåverkan är inte speciellt för vårt land och inte heller för vår tid. På grundval av ofta dyrköpta erfarenheter har man i de flesta länder kommit fram till konstruktioner som till en viss grad passar för platsen där konstruktionen ska användas. Under de senaste åren har det emellertid kommit så mycket nytt på marknaden, nyheter som ofta kritiklöst används på platser där de inte passar, med skador som ett kostbart resultat av försöket. En hel del länder har därför börjat ett omfattande forskningsarbete för att ändra gamla konstruktioner och utprova nya.

För att närmare lära känna problemen i samband med värmens ledning och fuktvandringen i välisolerade tegelväggar byggdes 1955 ett prov-

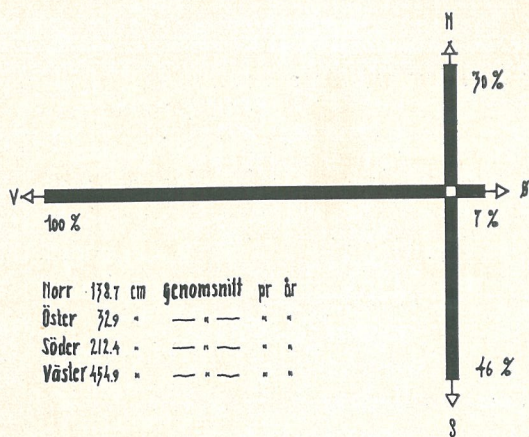


Fig. 2. Slagregnmängder i procent av slagregnmängden från väster. Försökshuset vid NTH 1940–50.

hus vid Norges Tekniska Högskola. Det byggdes på initiativ av de norska tegelbrukens riksorganisation och professor Hans Granum vid N.T.H., och det finansierades av N.B.I. (Norges Byggeforskningsinstitut) och tegelbruken tillsammans med A/S Rockwool, Elektrokjemisk A/S, A/S Glasswatt och Paus & Paus AS. De sistnämnda har tillskjutit ett belopp som står i förhållande till antalet provväggar de har med i huset. Mätningar arbetena har utförts av författaren som huvuduppgift i licentiatstudierna i nära samarbete med N.B.I., som har handhaft administrationen av husets byggnad och drift, och de har också stått för den nödvändiga laboratoriehjälpen och de erforderliga mätinstrumenten som behövts för försöken.

I provhuset har det i första hand utförts mätningar av värmetransporten genom de olika väggtyper som huset består av, men det har också tagits en del prover på sten och isolering för att få ett begrepp om fuktigheten i dem. För att komplettera mätningarna i provhuset utfördes i N.B.I:s laboratorium i Trondheim under våren 1958 en serie försök med konstgjort regn på tegelväggar.

Provhushets konstruktion

Provhuset, som är en lång, smal envåningsbyggnad, ligger på högskoleområdets västra sida ca 20 m väster om en tre våningar hög byggnad. Som det framgår av fig. 1 är det byggt i förlängningen av ett provhus för betong i nord-sydlig riktning. Marken är plan runt provhusen och dessa ligger helt oskyddade mot söder, väster och norr, som är de förhärskande vindriktningarna vid regn. Mot öster ligger husen delvis i lä av de bakomliggande byggnaderna. Den västra väggen har därför i enstaka fall utsatts för ett mycket intensivt slagregn, nästan som i

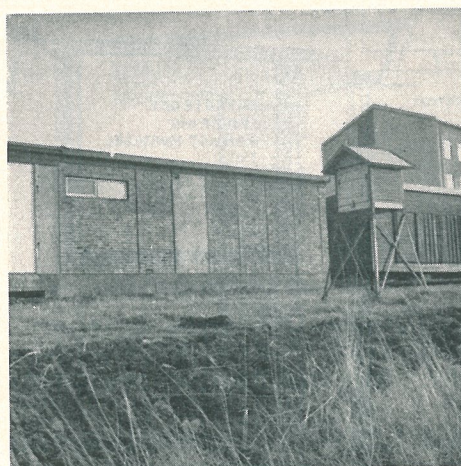


Fig. 3. Provhuset sett från väster.

utsatta kusttrakter, medan verkningarna på den östra väggen mera motsvarar verkningarna på en vägg i inlandsklimat. Detta har vi försökt att dra nytta av genom att tillämpa samma byggnadssätt på östra och västra långväggarna, så att man genom jämförelser ska få en viss insikt i verkningarna av de olika klimatfaktorerna, sol, vind och regn. På fig. 2 visas regnmängden under ett normalt år — så som den fördelar sig på de olika vindriktningarna. Vi ser att den största regnmängden kommer i sektorn syd-väst.

Fig. 3 visar provhuset sett från väster. I förbindelse med huset har byggts ett litet instrumentrum, där man kan utföra det mesta av det dagliga kontrollarbetet utan att gå in i provrummen.

Själva provhuset består, som fig. 4 visar, av 12 provfält, 6 av dessa på den östra och 6 helt motsvarande på den västra långsidan. Eftersom de står två och två mitt emot varandra skulle de således bli utsatta för i det närmaste samma rumstemperatur. Fälten på västsidan blir som tidigare nämnts utsatta för mycket hårda klimatverkningar medan de östliga står mer i lä för vind och regn.

Fälten har en bredd av 120 cm och en totalhöjd av 305 cm på västväggen och 290 cm på östväggen. Golv, tak och gavelväggar är byggda i välisolerade konstruktioner med samma värmekniska egenskaper som provfälten.

Provhuset är genom en trävägg delat i två mindre rum med 6 provfält i varje. Uppdelningen är gjord för att underlätta möjligheterna att hålla jämn temperatur i försöksrummen, och genom detta arrangemang har också möjligheten givits att kunna hålla olika temperatur i de båda rummen.

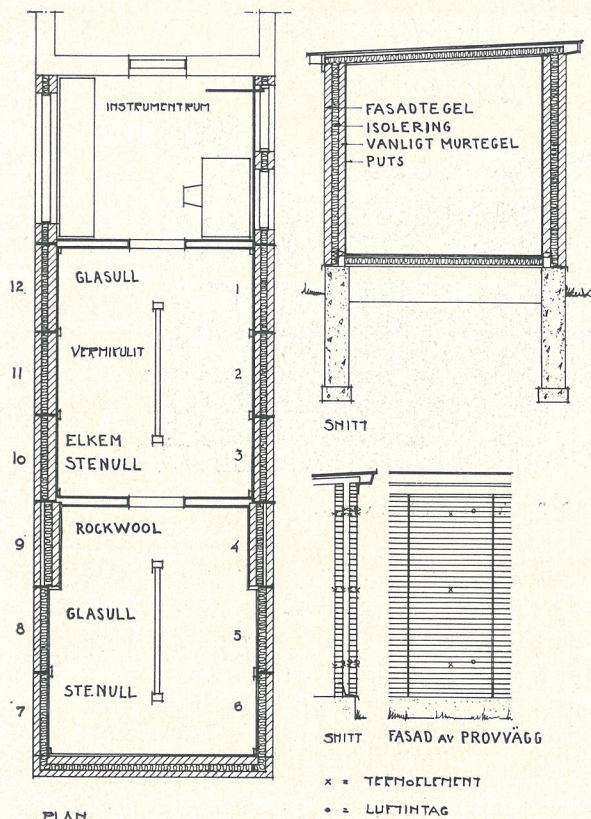


Fig. 4. Plan av provhuset.

Väggarna i det första rummet är alla byggda i engelsk hålmur. I alla väggarna är mellanrummet exakt 10 cm, och det är fyllt med respektive glasull, vermiculit och stenull.

I det andra rummet är de två första väggarna i engelsk hålmur, men här är mellanrummet 13 cm och fyllt med 10 cm:s rockwoolmattor så att det bildas ett 3 cm:s luftrum mellan ytterskiktet och isoleringen.

På de sista 4 fälten är bara ytterskalet i tegel och innanför ett skikt med mineralullmattor, 1 lag diffusionstät papp och 13 mm gipsplatta. Isoleringen i de två första fälten består av 10 cm glasull, och de två sista av 10 cm rockwool och stenull. Fig. 5.

Stenen, som har använts, är i samtliga ytterskikt hårdbränt 16-hålstegel och i innerskikten lättare bränt tegel av samma typ. Murbruk och murning är samma i alla fält. Vid den första mätperioden var alla fälten obehandlade utvändigt, men vid den andra blev vermiculitfältet på västväggen putsat.

Med hänsyn till dräneringen lades det in en fuktspärr i nederkanten av varje fält. Den bestod av zink överdragen med asfalt. Vid första mätningstillfället var det nedersta skiftets stöt-

fogar helt öppna, för att fungera som avlopp om eventuellt vatten skulle tränga in genom väggens ytterskikt. Dessutom tjänstgjorde de som ventilationsöppningar för luftning av mellanrummen. Som det framgår av fig. 5 så är papp som ligger över innertaket bara framdragen till innermuren och således står luften i mellanrummet i förbindelse med ytterluften. För att få närmare kännedom om ventilationsöppningarnas betydelse så blev de flesta av dem fyllda före den andra mätsäsongen; vid hälften av väggfälten fylldes öppningarna och vid de övriga sparades en i nedersta skiftet.

Värmeströmsmätningar

Avsikten med försöken i provhuset för tegel var att undersöka värmegenomgången och andra förhållanden, som ventilation och fuktvandring i välisolerade tegelkonstruktioner. Huvudvikten lades vid värmeströmsmätningar. Till detta användes termoelektriska värmeströmsmätare som konstruerades och byggdes vid N.B.I:s laboratorium.

Principen för mätningarna framgår av fig. 6. En plåt av en viss tjocklek fästes på väggen som skulle mätas, varvid plåten kom att reagera för olika förhållanden på samma sätt som väggen i övrigt. Finns ett temperaturfall från inre till yttre väggsidan så kommer detta också att märkas på plåten, och det kommer att stå i direkt proportion till värmeströmningen genom plåten och därmed genom väggen. Känner vi därför temperaturfallet över plåten vid en bestämd värmeströmning kan vi beräkna värmeströmningen genom att mäta temperaturfallet över plåten.

För att få fram väggens värmegenomgångstal (k -värdet) måste man mäta temperaturfallet över väggen:

$$k = \frac{Q}{t} \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

där k = värmegenomgångstalet

Q = värmeström kcal/m² h

t = temperaturfallet $^\circ\text{C}$ från inner- till ytterluften.

Metoden ger ett nöjaktigt resultat bara när man mäter under stationära förhållanden. Det är därför inte helt korrekt att använda denna mätningssätt då man mäter värmegenomgången i väggar som är utsatta för ett naturligt klimat. Mätningarna har emellertid företagits under så

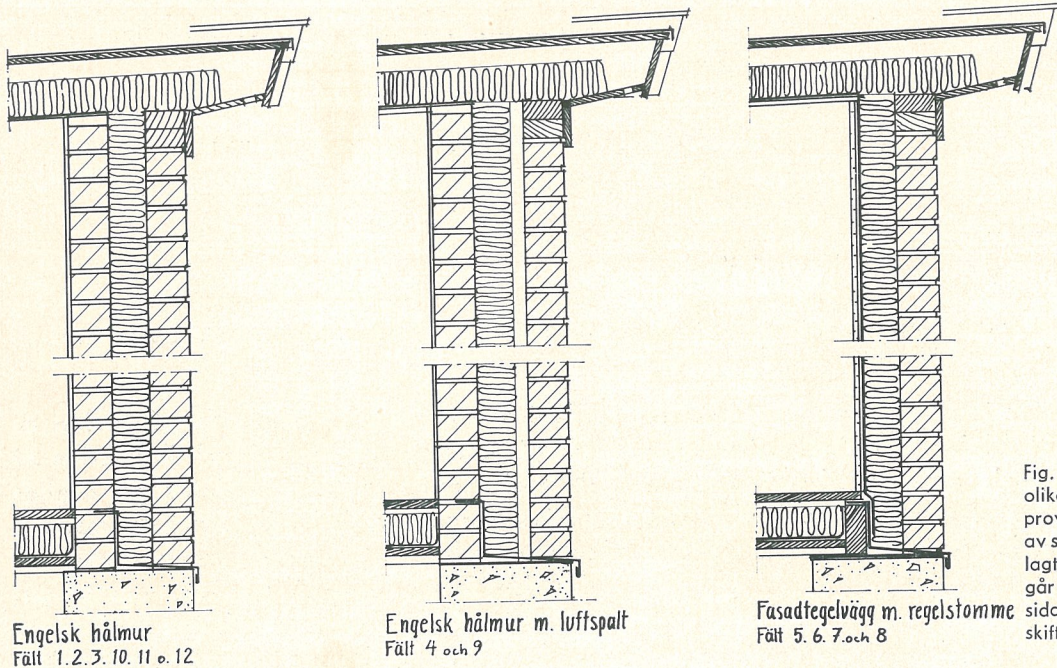


Fig. 5. Snitt genom de olika väggtyperna i provhuset. I underkant av samtliga fält har man lagt in ett beslag som går från isoleringens insida ut under nedersta skiftet i yttermuren.

Engelsk hälmur
Fält 1. 2. 3. 10. 11 o. 12

Engelsk hälmur m. luftspalt
Fält 4 och 9

Fasadtegelvägg m. regelstomme
Fält 5. 6. 7. och 8

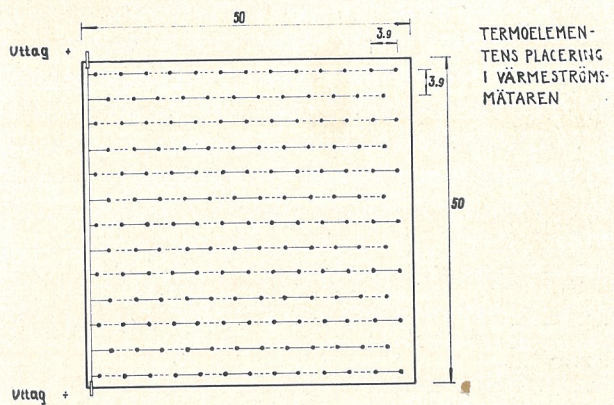
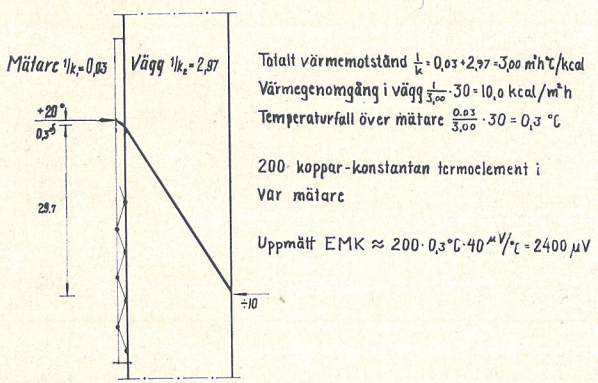


Fig. 6. Överst visas principen för värmeströmsmätarna. Temperaturfallet över mätaren beror av det totala temperaturfallet och av värmemotståndet i mätare och vägg. Om man använder mätare som i förväg är kalibrerade för en känd värmeström, kan man bestämma värmeströmmen genom mätaren, d. v. s. genom väggen, genom att mäta temperaturfallet genom mätaren. Denna mätning görs med hjälp av en serie termoelement på mätplattan. Den undre figuren visar hur termoelementen placerats på värmeströmsmätarna.

pass lång tidrymd att det beräknade medelvärdet måste ligga mycket nära de verkliga förhållandena.

Värmeströmsmätarna (fig. 6) är byggda av 3,5 mm:s hårda oljehärdade träfiberplattor. I var och en har lagts in en termoserie med 165 seriekopplade termoelement med vilka man mäter temperaturdifferensen över plåten. I var ända av termoserien finns ett huvuduttag, men som framgår av figuren är termoserien lagd så att det är möjligt att mäta värmeströmmen för var 4:e cm av plåten.

För att hindra överslag mot väggen har trådarna lagts i 0,5 mm djupa spår som sedan har täckts med spackel. Mätarna är till slut strukna med plastlack för att vara fuktbeständiga.

Mätarna har en mätyta på 50 x 50 cm och det har använts 5 mätare på varje fält. På det sättet har man lyckats mäta värmeströmmarna på olika vägghöjder. Runt mätarna har lagts en skyddsring i samma material som mätarna, för att säkra en jämn värmeström genom hela mätytan.

Samtliga värmeströmsmätare registrerades kontinuerligt under hela mätperioden av en elektronisk potentiometer. Potentiometern har egentligen 12 mätpunkter, men kunde i första mätperioden ta 40 mätningpunkter med hjälp av en tillbyggd väljare. De två översta mätarna måste då seriekopplas och likaså de tre nedersta i varje fält, för att alla mätarna skulle registreras på samma gång. Det visade sig under vinterns

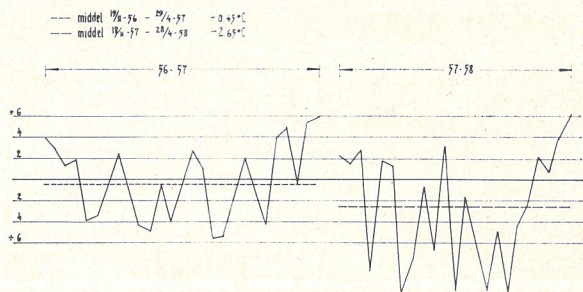


Fig. 7. Veckomedeltal av utetemperatur. Veckovärdena är det aritmetiska mediet av 24 värden pr dygn.

lopp att det blev önskvärt att få en närmare kännedom om fördelningen av värmeströmmarna på olika höjder, och därför byggdes väljaren om så att den kunde ta 120 punkter. Under sista mätperioden kunde därför alla mätarna registreras var för sig.

Data om klimatet

För beräkning och värdering av väggarnas värmeförlust krävs, förutom kännedom om värmeströmmarna, också en del data om det yttre och inre klimatet.

Försöksrummen är elektriskt uppvärmda och temperaturen hölls nära nog konstant genom en termostat. Innetemperaturen registrerades kontinuerligt med hjälp av en motståndstermometer i varje rum, och dessutom avlästes temperaturen varje dag på en kvicksilvertermometer. Dessa termometrar justerades innan mätningarna började och tjänade, förutom den dagliga kontrollen, också som korrektion av de registrerande termometrarna.

Uttemperaturen registrerades också med en motståndstermometer. Den var placerad i en termometerbur av Meteorologisk Institutts modell, där det dessutom fanns termometrar för mätning av lufttemperaturen, maximi- och minimitemperaturerna och en hydrograf för avläsning av den relativa fuktigheten. Dessa instrument avlästes 1—2 gånger om dagen och då gjordes också noteringar om molntäcket, snön, vindens riktning och styrka. Vindstyrkan registrerades också kontinuerligt genom en anemometer placerad på taket av en byggnad, som låg bakom provhuset. Värdena som här registrerades 15—20 m över marken är säkerligen inte identiska med vindförhållandena vid provhuset, och användes därför bara som hjälp vid värderingen av resultaten.

På fig. 7 visas veckomedelvärdena av utetemperaturerna vid de två mätsäsongerna. Tempera-

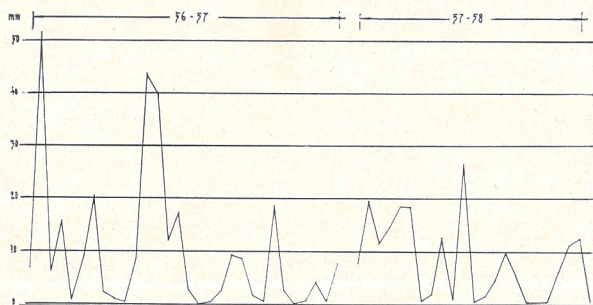


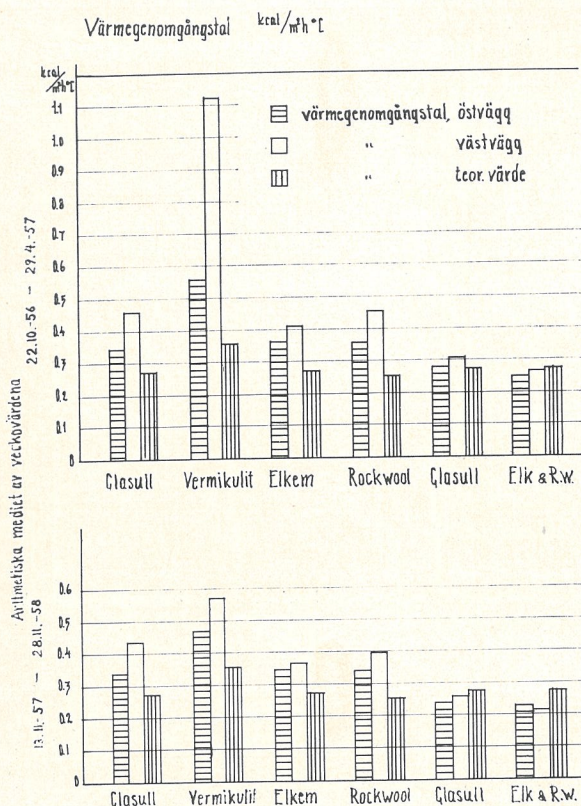
Fig. 8. Slagregn från väster. Summa nederbörd pr vecka.

turen är kontinuerligt registrerad och avläst en gång i timmen. Som kontroll och korrektion av de registrerade värdena användes de dagliga avläsningarna av kvicksilvertermometrarna i termometerburen. Genomsnittstemperaturen under den första mätperioden var, som vi ser, $-0,4^{\circ}\text{C}$, dvs. vi hade en relativt mild vinter speciellt om man jämför med nästa mätperiod, som hade en genomsnittstemperatur på $-2,6^{\circ}\text{C}$. Under den perioden hade 4 veckor en genomsnittstemperatur som låg under -10°C per vecka.

Slagregn

Förutom de dagliga avläsningarna av temperaturen företogs också dagliga avläsningar av nederbörden. Till detta använde vi en slagregnsmätare som placerades på taket till ett gammalt försökshus. Mätarna hade öppningar mot de 4 väderstrecken för att ta slagregnet och en öppning för den vertikala nederbörden. Dessutom placerades en mätare på en av de västra väggarna.

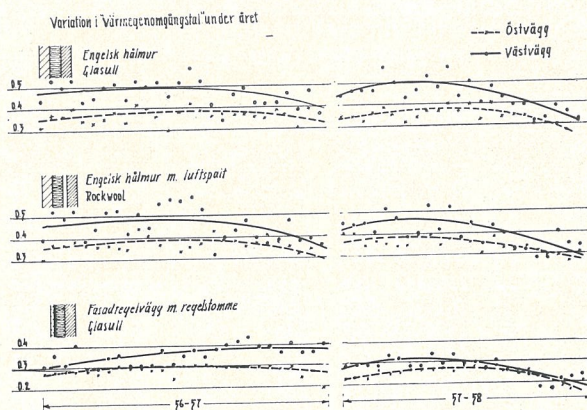
Fig. 8 visar veckoresultatet för slagregnet mot en västlig vägg under de två mätperioderna. Den första vintern var det, som framgår av figuren, mycket nederbörd, och det kan ses mot bakgrund av att vintern var mild, något som förde med sig att det mesta av nederbörden kom som regn. Väggarna var alltså utsatta för stark känning av slagregnet. Som följd av detta stod det yttre tegelskiktet i samtliga västliga väggfält vått praktiskt taget hela mätperioden. Fuktigheten i väggarna torkade ut under loppet av sommaren 1957. Den andra mätperioden var som framgår av fig. 7 relativt kall, och som en följd därav kom det mesta av nederbörden i form av snö. Det var dessutom relativt lite nederbörd sett i förhållande till den första mätperioden. Fuktighetsprover visade att väggen nästan var helt torr genom hela mätperioden. Den klimatiska påverkan på väggarna var relativt liten.



Mätresultat

En av de viktigaste frågorna när det gäller välisolerade hålmurkonstruktioner i tegel är inverkan från dräneringsöppningarna i väggen. För att få närmare reda på denna inverkan, så lämnades, som tidigare nämnts, det nedersta skiftets stöfugar öppna under den första mätperioden. Under andra perioden fylldes de med undantag för en fog vardera i fälten 2, 3, 6, 7, 10 och 11. Av fig. 9, som visar medelvärmegenomgången för väggfälten under de båda mätperioderna, ser vi att de mätta värdena i andra perioden (1957—58) ligger något lägre än värdena från första perioden (1956—57). Detta tyder på att tätningen av ventilationsöppningarna har haft en viss inverkan på värmegenomgången genom väggarna. Inverkan är emellertid inte så stor som skillnaden anger, därför att de mindre värmeförlusterna under andra mätperioden åtminstone till en del måste skyllas på de gynnsammare klimatförhållandena (kall och torr vinter) som rådde vid tillfället.

Jämför vi de östliga och västliga fälten, ser vi att värmegenomgången har varit lite större genom fälten på västväggen än genom de mot-



svarande östliga. Skillnaden är emellertid obetydlig bortsett från fälten 2 och 11, som bägge var fyllda med vermikulit. Orsaken till att skillnaden här är så markant, är att vermikuliten under de stora slagregnperioderna vid första mätningstillfället blev genomblöt. Som en följd av nedfuktningen sjönk isoleringen ihop till ungefär hälften av den ursprungliga volymen. Den översta delen av väggen verkade därför som vanlig engelsk hålmur utan isolering, medan isoleringen i den nedre hälften hade fått sin isoleringsförmåga så starkt nedsatt på grund av fuktigheten och sammanpressningen att denna del av väggen bara var obetydligt bättre än den del som var helt utan isolering. Då den första mätperioden var avslutad byttes isoleringen i dessa fält och väggen putsades utvändigt. Som framgår av figuren var vermikulitfälten betydligt bättre i nästa mätperiod. Detta berodde på det bättre regnskyddet (putsen) och på de gynnsammare klimatförhållandena. Trots detta hade vermikuliten emellertid också den här gången sjunkit ihop en del (ca 15—20 %). Samtidigt med att det togs prover av vermikulitfältet för att utröna orsaken till den stora värmegenomgången under första mätperioden, togs det också prover av isoleringen i andra fält. Detta gjordes också vid senare tillfällen. Det visade sig att stenullen, om den blir utsatt för direkt vatten från väggen, bara tar till sig vattnet i ett ytterskikt på 4—5 mm eller också är helt torr. När det gäller glasullen föreligger en viss fara för att vatten kan följa enskilda glasfibrer in i och genom isoleringen, men också här är det fråga om mycket små vattenmängder.

Variationen i väggens värmegenomgångstal under året visas på fig. 10 för 6 väggfält, ett östligt och ett västligt fält av var typ. Huvudtendensen genom året är en viss ökning av

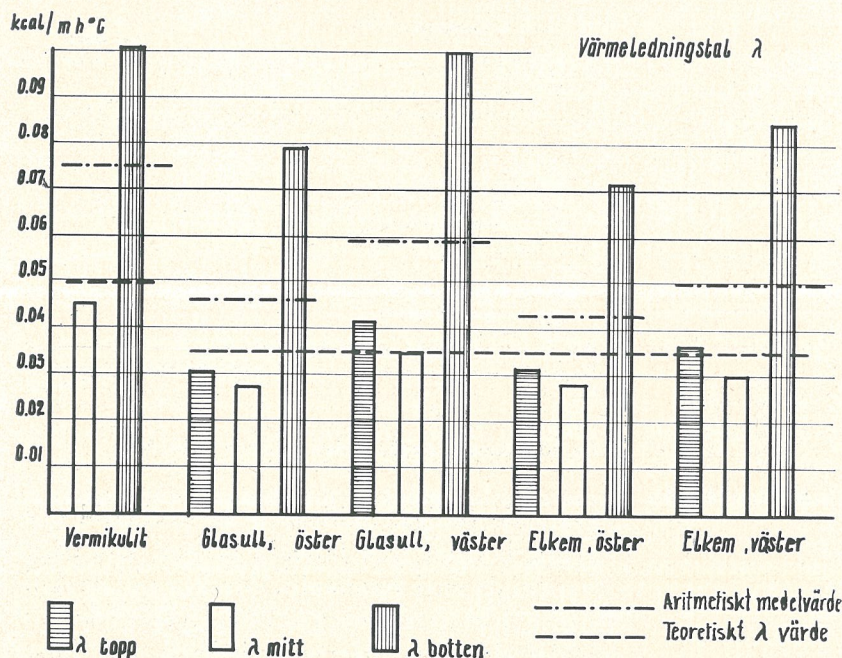


Fig. 11. Värmeledningstal för de olika isoleringsmaterial som använts i provväggarna.

värmegenomgången från hösten och fram till nyår. Detta beror dels på den avtagande solstrålningen och dels på det ökade vatteninnehållet i väggarna på grund av slagregn. Från slutet av januari började solstrålningen igen göra sig starkt gällande och detta resulterar i en sänkning av värmegenomgångstalet under våren.

Att värmegenomgångstalet varierar från vecka till vecka, kan till en viss grad vara orsakat av nedkylning på grund av kallluft genom ventilationsöppningarna — speciellt gäller detta första mätperioden. Huvudorsaken ligger emellertid i sättet att mäta veckotalet för värmegenomgången. Detta tal beräknas på grundval av den värmemängd Q som passerar den *inre* väggytan utan att det införs någon korrektion med hänsyn till väggens värmeackumulerande förmåga. Det vill säga, att om väggens medeltemperatur är mindre vid veckans början än vid veckans slut, kommer Q_i att vara större än Q_y , där Q_y betecknar den värmemängd som under motsvarande tid passerat genom yttre väggytan. Väggen har då ackumulerat en värmemängd: $Q_i - Q_y$. På grund av att man inte känner fukthalten i väggen är det inte möjligt att införa någon nöjaktig korrektion för den ackumulerade värmemängden, och svängningarna i det beräknade värmegenomgångstalets veckovärden är därför större än i verkligheten. Från mätperiodens början till dess slut kommer emellertid en eventuell skillnad i ackumulerad värme att betyda mycket litet för den beräknade värmegenomgångens årsmedeltal, speciellt med hänsyn till att skillnaden i acku-

mulerad värme i väggen kommer att vara mycket liten, eftersom utetemperaturen vid periodens början och slut nästan kommer att vara densamma.

När provhuset uppfördes lades termoelement in i de olika väggskikten på olika höjder. Det har inte varit möjligt med en kontinuerlig registrering, men temperaturen har under mätperioden avlästs otaliga gånger under växlande klimatiska förhållanden. På grundval av dessa temperaturer och värmemotstånden i väggarna har jag räknat ut värmeledningstalerna för de olika isoleringsmaterialen. Detta framgår av fig. 11. För samtliga beräknade värden ligger värmeledningstalet för ett isoleringsmaterial, som använts i en västvägg, något högre än för samma material använt i en östvägg. Denna skillnad beror dels på att isoleringen fuktats av regn och dels på att vinden, som för det mesta kommer från väster, nedsätter materialets isoleringsförmåga. Figuren visar tydligt den starka reduceringen av isoleringsförmågan mot botten. Ned till omkring 50—60 cm från golvet ligger värmeledningsförmågan för de olika materialen lägre eller lika det värde som används vid teoretiska beräkningar av värmemotstånden. Mot botten ökar värmeledningsförmågan till det 3- eller 4-dubbla av dessa värden. Denna fördelning har vi, när det råder stilla väder utan vind. När det blåser sker det en viss utjämning, men medeltalet för värmeledningsförmågan ligger högre i perioder med vind än när det är lugnt.

En bild av värmeströmmen genom varje enkel

Värmeströmmens fördelning i höjded

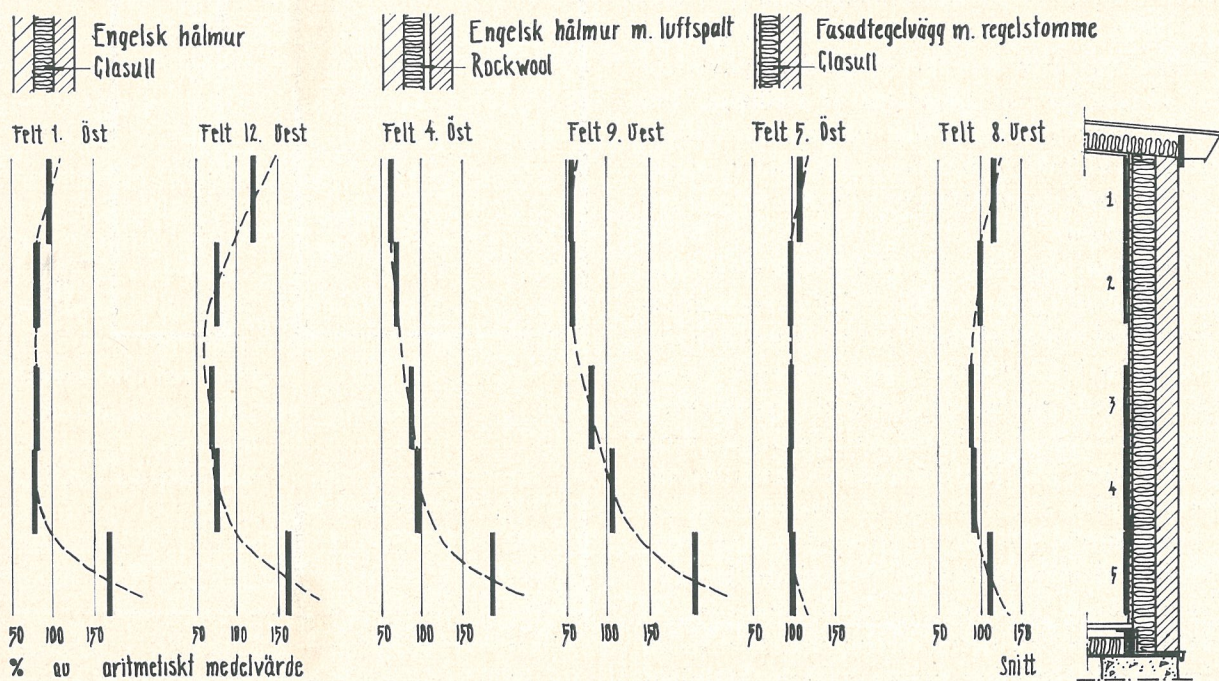


Fig. 12. Värmeströmmens fördelning i höjded.

värmeströmmätare visar ungefär detsamma. På fig. 12 är bara mätningar från sista perioden medtagna och bara väggar där fogarna varit fyllda nederst. Minskningen av isoleringsmaterialens värmemotstånd på grund av kallluftströmmar i nederdelen är därför inte lika markant som i väggpartierna med öppna fogar. Men som vi ser, har vi överst en tendens till ökad värmeförlust. Detta orsakas säkerligen av öppningarna mot friskluften. Att vi trots att de nedersta fogarna är fyllda har en så stor ökning av värmeförlusten mot botten, beror på kylan där inre skiktet kommer ned mot grundmuren. Det framgår tydligt av att det är en markerad skillnad mellan fälten i den engelska hälmuren och fasadtegelväggen med regelstomme.

Försök med konstgjort slagregn

För att komplettera mätningarna i provhuset började i våras en serie försök med konstgjort slagregn på väggar byggda av tegelsten. Det har tidigare gjorts en hel del försök i den riktningen, men det har då i första hand gällt försök med slagregn på väggpaneler.

När det gäller hälmurskonstruktioner är det så många problem som knyter sig just till mellanrummet, att vi vid detta tillfälle fann det riktigast att arbeta med hela väggkonstruktioner.

Apparaturen som användes utexperimentera-

des av Norges Byggeforskningsinstitutts laboratorium av arkitekt Wigen och nyttjades för att framställa konstgjort slagregn. Apparaten ger möjligheter att variera droppriktningen, regnmängden och trycket inom mycket vida gränser. Det har tidigare gjorts en del liknande försök med hela väggkonstruktioner, företrädesvis då konstruktioner i trä. Försöken som har gjorts med murade konstruktioner inskränker sig till prov med väggpaneler.

Apparaten som användes vid försöken syns på fig. 13. Konstruktionen som ska provas placeras framför apparaten och sätts fast med skruvtingar. Runt öppningen ligger en packning som tillsluter provväggen och skåpet nästan luft- och vattentätt. Från fläkten i skåpet sänds en kraftig luftström ut genom de ringformade öppningarna, som upprätthåller ett konstant övertryck inne i skåpet. Övertrycket kan regleras med hjälp av ventiler som finns på apparaten. Luftströmmen från ringarna träffar vattendropparna som faller från rännan ovanför, spränger dem och sänder dem med stor kraft mot provväggen. Under försöken går hela systemet med vattenränna och spridare upp och ned längs väggen, så att varje punkt på väggytan utsätts för samma påverkan.

Apparaten kan också köras med vattenränna och spridare stillastående. Om utsidan på prov-

väggen inte är för absorberande kommer regnvattnet att bilda en sammanhängande film som strömmar nedför väggen. Erfarenheten ger vid handen att detta innebär en hårdare påverkan för väggen än när apparaten är i rörelse. Vid vanlig gång motsvarar den påsprutade vattenmängden $9 \text{ l/m}^2 \text{ h}$, och övertrycket i skåpet varierar från $0-70 \text{ mm VP}$. Det vill säga från stiltje till full storm.

Försöken som utfördes, gick ut på att undersöka slagregnsnsgenombången i hålmurskonstruktioner med olika behandlingar på yttersidan och med olika luftöppningar. Provvåggarna bestod av 2 skikt i samma höjd som slagregnsskåpets öppning och med en bredd av 75 cm. Det yttre skiktet sattes helt intill skåpet och fastsattes vid detta, medan det inre skiktet placerades så att ett mellanrum på 10 cm uppstod mellan yttre och inre skiktet. Mellan de två skikten lades in distansklossar och på utsidorna limmades en plastduk fast. På detta sätt uppnådde man en jämn tryckfördelning genom väggen. Mätningarna utfördes på relativt få väggar och under ganska korta tidsperioder, varför det är vanskligt att dra säkra slutsatser. Undersökningarna tydde emellertid på, att tryckfallet genom den yttre väggen spelar mycket stor roll för vattengenombången. Försöken visade att man genom att förse det yttre skiktet med luftspalter eller luftinsläpp minskade trycket över väggen, och vattengenombången reducerades då.

Slutsatser

Värmeisoleringsförmågan i ytterväggar är beroende av en rad olika faktorer, såväl när det gäller materialegenskaper som klimatinverkan. Det är därför vanskligt att dra några säkra slutsatser enbart på grundval av dessa relativt korta undersökningar. Försöken har emellertid gett en del resultat som det kan vara värt att fästa uppmärksamheten på.

Det har på senaste tid diskuterats en hel del vilka fördelar och nackdelar man har genom en ventilering av mellanrummet i välisolerade tegelstenskonstruktioner. När man ser på de mätningar vi under två mätperioder har utfört, där vi under den ena perioden mätte på väggar med kraftig ventilation och under den andra perioden på väggar med ventilationen reducerad till ett minimum, ser det ut som om ventilationen till en viss grad reducerar värmemotståndet i isoleringsmaterialet. Å andra sidan så visar de slagregnsundersökningar, som vi företog under våren

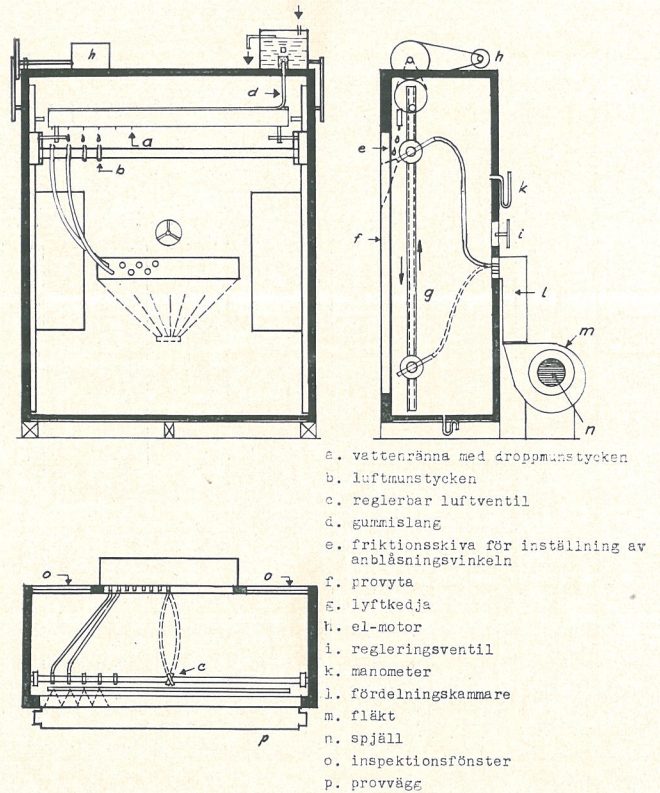


Fig. 13. Principskiss av slagregnsapparat.

1958, att en ventilation med mycket litet luftrum tjänar till att utjämna tryckskillnaden över den yttre ramen, och vi fick då vattengenombången reducerad genom denna. Om väggen står i en regnrik trakt tror jag därför man kan säga, att man bör sörja för en viss ventilering av mellanrummet. Denna ventilering kommer att bidra till en reducerad vattengenombången, men kommer dessutom att tjäna som dränering, eftersom öppningarna läggs i det nedersta skiftet. Ett praktiskt sätt att göra detta på, är t. ex. att låta var tredje stötfog i nedersta skiftet vara öppen. Förutsättningarna för en effektiv dränering är då en omsorgsfull murning, utan spill av murbruk i botten av mellanrummet.

När det gäller frågan om ett luftrum mellan isoleringsmaterialet och yttre skiktet, är detta avhängigt av klimatet och av isoleringsmaterialets egenskaper. Mätningarna i provhuset visar att luftrummet inte förbättrar värmeisoleringen i väggen i så hög grad som de teoretiska beräkningarna givit uttryck för. På grund av konvektionsströmningarna är den värmeisolerande effekten av luftrummet mycket liten. Hålmuren med luftrum är när det gäller värmeisoleringsförmågan nästan likvärdig med vanlig hålmur. Det skulle därför inte finnas någon anledning att använda sådana luftrum, utom vid fall där

det finns risk för att det skulle tränga fukt genom ytterskiktet, och där man har ett isoleringsmaterial som inte tål fukt. Väljer man att använda hålmur utan luftrum mellan yttre skiktet och isoleringen, bör man vara mycket noga vid valet av isoleringsmaterial. Det har tidigare nämnts, att vermikuliten efter en slagregnsperiod hade tagit upp stora mängder fuktighet, så detta och material med liknande egenskaper bör därför bara användas i torra trakter. Mineralullsmattorna hade vid samma provtagning bara tagit emot obetydliga mängder vatten, men ändå påverkades mattornas isoleringsförmåga. Denna nedsättning av isoleringsförmågan är emellertid av övergående natur, eftersom mattorna torkar mellan regnperioderna. Den är därför inte så besvärlig. Det som dock betyder mest är om materialet kan motstå verkningarna av omväxlande fukt och upptorkning. En förutsättning för att man ska kunna använda ett isoleringsmaterial i hålmur i regnrika trakter utan att använda luftrum framför isoleringen är att det inte tar skada av varierande fuktighet och upptorkning, frysning och upptining. När det gäller de tre mineralulltyper som användes i provhuset, ser det ut som om dessa tålde verkningarna mycket bra. Efter tre år i provväggen, utsatta för mycket hårt klimat, var det inte möjligt att upptäcka någon som helst påverkan på mattorna.

Ser vi på de tre konstruktionstyperna, så finner vi att de två hålmurskonstruktionerna med och utan luftrum framför isoleringen som nämnts var helt lika när det gäller värmegenomgången.

Detta gäller också den köldbrygga vi har i bottnen av muren. Som väggarna är konstruerade i provhuset, där golvbjälkarna ligger på grundmuren i samma höjd som isoleringen (se fig. 4), har fasadtegelmuren med regelverk en avgjord fördel framför hålmurskonstruktionen. För att förbättra den sistnämnda bör grundmuren trappas av, så att isoleringen och ytterskiktet förs ned 2 eller 3 skift lägre än bjälklaget och inner-skiktet. Detta motverkar till viss grad köldbryggans verkningar.

Jämför vi de olika isoleringsmaterialerna efter resultaten i provväggarna, ser vi att det är en betydlig skillnad mellan vermikuliten och de olika mineralulltyperna, medan mineralullsmattorna i stort sett gav samma resultat. Det har tidigare nämnts, att vermikuliten tog upp vatten och att den sjönk ihop. Detta isoleringsmaterial bör därför inte användas på platser där det kan utsättas för fuktighet, och man bör, när materialet används, sörja för att man har en möjlighet till efterfyllning av isoleringen.

När det gäller mineralullsmattorna visar försöken att det vid glasull finns en viss fara för att det kan tränga vatten längs enskilda glasfibrer genom isoleringen och in i bakmuren. För de bägge prövade stenullsprodukterna begränsar sig fuktigheten till ett tunt ytterskikt. För alla mineralullsmattor gällde att de bara upptog obetydliga fuktmängder, och att det efter tre år, där mattorna utsatts för en hård klimatpåverkan, inte fanns några skador på mattorna.

KOMMENTAR:

I ovanstående artikel redovisas norska mätningar av värmeisoleringsförmågan hos högisolerrande tegelväggar. För svenska läsare bör det påpekas att man i artikeln har räknat med ett teoretiskt λ -värde av 0,035 kcal/m.h. $^{\circ}$ C för mineralullsprodukterna, medan vi i Sverige i regel räknar med 0,04. Detta innebär således att de teoretiska k -värdena enligt svenskt beräkningsätt blir ca 10 % högre. Vid bedömning av resultaten bör man observera att värmegenomgången i medeltal för den dubbla tegelväggen kraftigt höjts på grund av den köldbrygga som uppstått vid anslutningen till grundmuren. Denna köldbrygga kan undvikas genom lämpliga kon-

struktiva åtgärder och den förekommer under alla förhållanden endast i bottenvåningen, eftersom isoleringen i övrigt går obruten förbi bjälklagen. Resultaten som redovisas i denna artikel visar att den högisolerrande tegelväggen i praktiken får ungefär samma värmeisoleringsförmåga som man teoretiskt räknar med. Dessa resultat stämmer också väl med svenska mätningar och vad som tidigare framförts i denna tidskrift. Denna goda värmeisoleringsförmåga har uppnåtts trots att provväggarna var utsatta för kraftigt slagregn. Slagregnsmängden i Trondheim torde vara minst lika stor som på något ställe i Sverige.



Lager för byggnadsartiklar.

bostäder i lera och trä, kalkylerade till cirka 3 000 kronor per st. men med en livslängd på endast 10 år. Efter denna period skall husen remplaceras, i annat fall förloras tomträttigheterna.

Vid den stora upprensningen som gjordes 1953 i det gamla Nairobi, för att komma Mau Mau till livs, blev många utan bostad. Hela stadsdelar förstördes, men är nu på väg att återuppbyggas. Förut fanns det obeskrivliga slumkvarter, vars hygieniska förhållanden var så eländiga, att en europé knappast kan fatta det. Där anläggs nu vägar samt vatten- och avloppsledningar och så småningom skall här växa upp en ny stad för afrikanerna.

Mombassa, Kenyas port ut till havet, har cirka 23 000 afrikaner, araber och indier, som skall få nya bostäder innan utgången av 1959 enligt regeringens program. Här som på övriga ställen i Kenya har man genom lag ålagt företagare att samtidigt med planeringen av eventuella industrier och företag se till att bostäder ordnas för de anställda. Som förebild står järnvägen, poli-

sen, post- och telegrafverket, som byggt bostäder för sina anställda med mycket låga hyror — cirka 50 kronor i månaden för en 2—3 rums-våning.

Vem bär nu ansvaret för ett sådant omfattande projekt? Det är icke som man först skulle kunna tro en engelsman utan en afrikan, Mr. Frances Khamisi, en 40-årig stenograf, som blev uppmanad av regeringen att lösa problemen för sina landsmän och fick fria händer att planera och att välja och disponera sina medhjälpare. Vid hans sida står en av Luo-stammens förtroendemän, John Muchuru, som med sina 33 år har hunnit med att studera moderna husbyggnader i flera länder och ideligen är uppfylld av idéer och förslag. En av deras första åtgärder var att pressa igenom en lag, som sänkte vissa spekulanter hyror avsevärt och därefter införa ett låneprojekt för husbyggare med en amorteringsperiod av 20 år.

Denna lag har stor betydelse även för andra områden än Nairobi och Mombassa. I Thika, som ligger i samma reservat som Nairobi och

Kikuyu är för ögonblicket cirka 200 privathus under byggnad och detsamma gäller Fort Hall, Thomsons Falls, Machakos och Kisomo. Nacuru, Kenyas tredje stad, som ligger i Rift Valley, har fått 3 750 000 kronor beviljade för att skaffa bostäder till 4 000 afrikanska familjer och räknar med att ha löst problemet vid slutet av detta år. Hyrorna skall i dessa lägenheter bli cirka 7:50 per månad för ensam person och 60 kronor för en 2-rummare med kök, veranda och tvättmöjligheter.

De hustyper man huvudsakligen begagnar sig av är mycket oengelska, men än så länge har man goda erfarenheter av resultaten. Trots att det egentligen strider mot afrikanens tankegång att bo många samlade på ett ställe har det så småningom lyckats att få honom att inse att denna levnadsform är bekvämare, mer ekonomisk och mer i enlighet med ett normalt samhälle. De belopp och priser som man här arbetar med, blir kanske efter skandinaviska förhållanden mycket ojämförbara, men man får betänka, att materialen är mycket billigare liksom arbetskraften och fordringarna kanske inte uppskrivade så högt som på våra breddgrader.

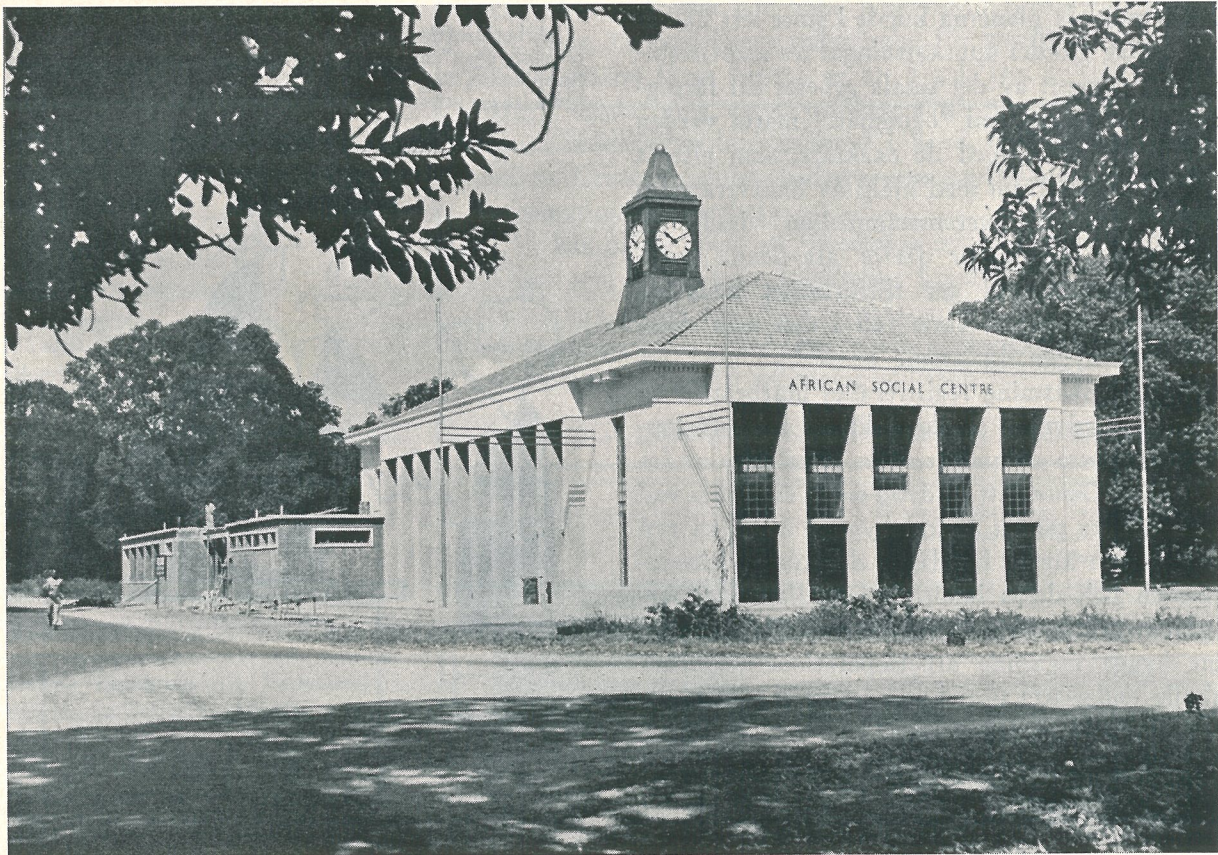


Afrikansk tegelarkitektur I: Rådhuset i Nairobi.

Det är inte någon ovanlig syn när man passerar längs en flod att se de svarta och indiska arbetarna på ett primitivt sätt torka sina "tegelstenar" i den varma solen. Ibland undrar man hur detta byggmaterial skall bli, men mycket ofta ändras ens pessimism till det motsatta när man ser resultatet.

Det är stora problem Kenya står inför, men som det ser ut nu "bygger" landet sig långsamt men säkert upp.

Afrikansk tegelarkitektur II: Tononoka Hall, Mombassa.



LITTERATUR

Analys av ett arbetsförlopp

Den danska Kalk- og Teglværksforeningen har genom en arkitekttävling fått fram ett mycket elegant litet typhus. Arkitekt Naur Klint och civilingenjör Ingvar Christensen utarbetade en arbetsplan för den begränsade tid som stod till buds att uppföra det första exemplaret av typhuset. I anslutning därtill föreslogs att man skulle registrera arbetsförloppen i praktiken. Någorlunda säkra generella uppgifter om arbetstidsåtgången för olika byggnadsmoment skulle nämligen underlätta kommande planeringsarbeten och ge ökade möjligheter till rationalisering. Arbetet delades in i tre perioder, 1 från start till takresning, 2 från takresning till uttorkning, 3 från uttorkning till färdigställande. För varje period gjordes en periodplan upptagande arbetskraftsbehovet och de olika arbetsmomenten samt dessas tidsmässiga fördelning under perioden. Även en huvudplan över arbetsförloppet gjordes upp. Planerna fastställdes efter diskussion med representanter för de olika arbetarkategorierna. De uppgjorda planerna kunde i stort sett hållas. Varje dag gjordes uppskattningar av arbetsresultaten i procent av det totala arbetet till färdigställande. Dessa med "ögonmått" mätta värden jämfördes sedan med de exaktare, som efteråt kunde räknas fram med hjälp av hantverkarnas arbetskort, och överensstämmelsen visade sig vara god. Man anser därför att denna enkla uppskattningsmetod ger tillförlitliga mått på arbetsprocesserna, i varje fall i den mån dessa sker på byggnadsplatsen. Samtidigt med att denna uppskattning registrerades utarbetades en processbeskrivning av det faktiska arbetsförloppet, och detta dokumenterades ytterligare av fotografier. Genom att på detta enkla sätt mäta vad som händer på ett flertal byggen av olika typ skulle man kunna kartlägga de olika arbetsmomenten och deras inbördes förhållanden. Därigenom skulle man få faktiska värden på de i ett bygge ingående arbetsoperationerna, vilka skulle underlätta projekteringsarbetet och verka rationaliseringsbefrämjande.

Klint, Naur og Christensen, Ingvar, "Analyse af et arbejdsforløb. Observationer under opførelse af et enfamiliehus" Tegel nr 2, Köpenhamn 1959.

Om puts- och murbruksnormer

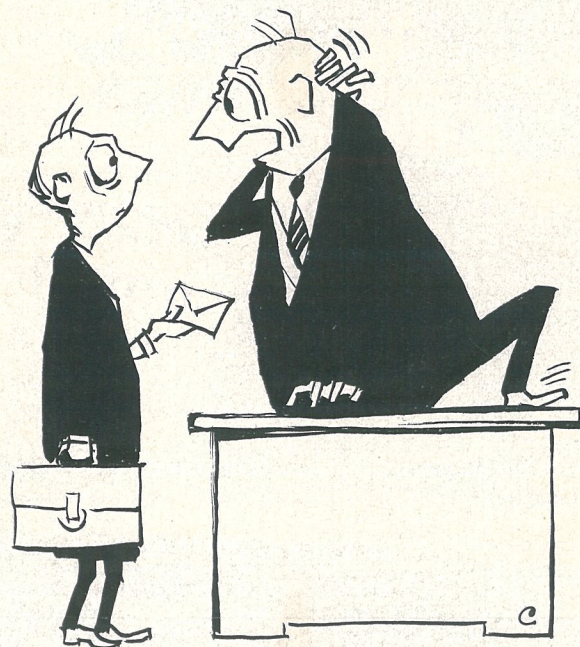
Normer för puts- och murbruk återfinns man i BABS och Bygg AMA samt vissa publicerade arbetsbeskrivningar för putsningsarbeten. Dessa normer är emellertid i många avseenden kortfattade och ofullständiga, delvis beroende på handlingarnas karaktär och delvis på grund av bristen på lämpliga provningsmetoder. I en artikel i Cement och Betong redogör civilingenjör Mats Rönning för de närmare omständigheterna kring detta förhållande, och han lämnar i anslutning därtill en litteraturförteckning som kan vara av intresse för den som får anledning att närmare sätta sig in i problemet.

"Om normer och normering av puts- och murbruk" av civilingenjör Mats Rönning, Cement o. Betong nr 1, Malmö 1959.

Arbetskraftåtgång

Byggeforskningens experimenthusgrupp har gjort ett första försök att jämföra traditionell byggteknik med monteringsbygge. Undersökningen, som varit för liten för att generella slutsatser skall kunna dras, visar att totala arbetskraftåtgången varit ungefär densamma för båda byggmetoderna. Några rena tegelbyggen har inte ingått i undersökningen.

"Arbetskraftåtgång vid traditionella byggen och monteringsbyggen" av Hans G. Rahm och Gunnar Thunblad. Rapport 50, Statens nämnd för byggnadsforskning, Stockholm 1959.



Är det allt vad order ni fått — en inkallelseorder?!