

## Nya fasader på gamla hus—tilläggs- isolerade ytterväggar

1. Värmetekniska undersökningar

av *Ingemar Höglund* och *Odd Lyng*

2. Kostnader och lönsamhet

av *Vincent Georgescu* och *Folke Hagman*

# NYA FASADER PÅ GAMLA HUS — TILLÄGGSISOLERADE YTTERVÄGGAR

## VÄRMETEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

*Av tekn. lic. Ingemar Höglund och ingenjör Odd Lyng*

## KOSTNADER OCH LÖNSAMHET

*Av planeringschef Vincent Georgescu och civilingenjör SVR Folke Hagman*

## ENGLISH SUMMARY

### NEW FAÇADES ON OLD HOUSES - ADDED INSULATION TO OUTER WALLS

#### Thermo-technical studies

By I Höglund and O Lyng

p. 3—12

In Sweden there is a large number of apartment houses with walls of plastered light-weight-concrete masonry blocks. Thermal transmission for these walls should be normally 0.7-0.8, so that the question of adding to the insulation should be taken up when planning the renovation of the façades.

The article describes the results of thermo-technical measurements in light-weight concrete houses in Göteborg where external extra insulation has been added. The insulation was made of various combinations of mineral wool slabs and asbestos cement shutting put up externally. The choice of material was dictated by, among other things, a wish to study the effect of the density (permeability) and the wind protection on the insulating capacity and, at the same time, to obtain results that could be used for adding insulation of other types and even for new buildings.

In order to measure the resistance to heat transmission with and without the added insulation the heat flow was measured for a long period as well as the temperature difference between the outside and inside surfaces of the outer wall. The humidity of the wall was also established in order to prove the effect of the asbestos-cement cladding on the light-weight concrete's humidity. In addition the extra insulation's effect on various thermal brid-

ges in the outer wall construction was also calculated.

The results show that all the extra-insulated walls had a better insulating value than the original walls of light-weight concrete alone. The increase in heat transmission resistance is largest for the two designs D and N, which gave 1.79 and 1.67  $\frac{m^2h^\circ C}{kcal}$  respectively. In these cases the

total insulating capacities for the walls had been more than doubled. The principle in these two designs was a wall of two airtight skins with a completely filled cavity in between.

In the types B and C the insulating material is in direct contact with a ventilated air space since special wind protection is left out. The mineral wool in the two constructions has densities of 100 and 70  $kg/m^3$  respectively. The permeability of these materials is 0.8 and 1.8  $m^2/h mm.w.g.$  respectively. Type B with a low permeability gave a high heat resistance. The low permeability means that the heat resistance of these mineral wool slabs is hardly affected by air currents. For type C which had mineral wool slabs of even greater permeability the improvement in insulation was far less. These results agree to a large degree with laboratory tests which indicate that mineral wool slabs with a greater permeability than  $l=1.0 m^2/h mm w.g.$  must have a special wind protection.

The humidity coefficients for the light-weight concrete walls are roughly the same as originally (4.8 % and 4.6 % respectively). The results of these tests support that the walls have not suffered driving rain.

The calculation of the effect of thermal bridges shows, among other things, that the connection between the outer wall and the floor slab has less significance when extra insulation is added since this is not broken off at the floor slab. The effect at window openings is, however, the opposite where the thermal bridge effect becomes greater.

In order to determine the real improvement in insulation which the various designs gave and in order to calculate their profitability the effective  $k$ -values with regard paid to thermal bridges have been calculated.

#### Costs and profitability

By V Georgescu and F Hagman

p. 13—19

The article gives the result of costs and profitability studies in three apartment houses of light-weight concrete in Göteborg which were built during the 1940s and which, when being renovated, have been equipped with extra external insulation in various combinations of mineral wool slabs and asbestos-cement sheets.

The purely economical determinations of the method's profitability is built up on: measurement of the heat transmission coefficient for the outer wall before and after renovation calculation of costs judgement of the effect of the renovation on the maintenance costs for the wall.

The investigation has included tests and costing of various cladding types. Type "N" - the "normal" type - has been used on two of the buildings whereas the third building has been used for studying the other types (A-E).

Table 2 shows costs (unit rates) for work and table 3 a summary of the costs for type N. Table 4 gives the calculated costs for every type. The profitability of outer renovation of a building can be expressed in various ways. Most illustrative would be to regard the annual saving in running costs as an annuity and to calculate backwards the rate of interest ( $R$ ) and amortization time ( $n$ ) for chosen values of  $N$  and  $p$ . According to table 5 point 6 one obtains  $A = 110/K_B + QK_V \Delta k/K_B$  %.

This relation gives the annual saving in running costs as a percentage of the investment and is an expression of the profitability relatively of the designs. The diagram gives the annuity factor ( $A$ ) compared with the rate of interest ( $R$ ) and the amortization time ( $n$ ) as functions of the factor  $QK_V$ . It is also possible to read off the effect of heating costs for varying  $Q$ -values from the diagram.

Renovations combined with extra insulation of the type described give the following advantages:

lower costs for heating and maintenance more even and better internal climate often a better exterior.



## NYA FASADER PÅ GAMLA HUS — TILLÄGGSISOLERADE YTTERVÄGGAR

### VÄRMETEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

Av tekn. lic. Ingemar Höglund och ingenjör Odd Lyng

#### PROBLEMSTÄLLNING

DK 699,86

Under 40- och 50-talen uppfördes i Sverige ett stort antal flerfamiljshus med väggar av murade och putsade lättbetongblock. Värmeegenomgångstalen för ytterväggarna torde vanligen ligga omkring 0,7–0,8. Putsen är numera ibland i dåligt skick och underhållet av fasaderna har blivit relativt kostnadskrävande. I samband med renovering av fasaderna uppkommer därför ofta frågan om lönsamheten av samtidig förbättring av dessa hustypers värmeisolering. Olika alternativ av tilläggsisolering och materialkombinationer är tänkbara.

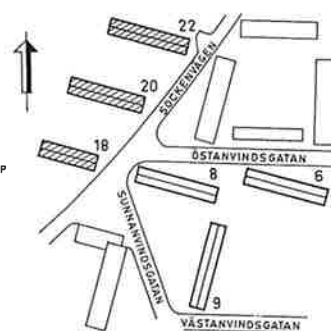
I denna artikel behandlas resultat från värmetekniska undersökningar av tilläggsisolerade lättbetonghus i Göteborg. Husen stod i tur för normalt utvändigt underhåll, vilket fordrade utvändiga ställningar. Det ansågs därför enklast att i samband med den nödvändiga renoveringen av fasaderna tilläggsisolera fastigheterna på ytterväggarnas utsidor för att minska

värmekostnaderna. Genom beklädnad med relativt underhållsfritt fasadmateriäl, t. ex. asbestcementskivor, avsåg man att även minska underhållskostnaderna. Det är känt att fasader på västkusten är särskilt utsatta för fuktskador. Beklädnad med asbestcementskivor används därför som alternativ till utvändigt puts (se härom i arbeten av Granholm [1, 2]).

De resultat som här presenteras ingår som ett led i undersökningar beträffande värmeisoleringsförmågan hos högisolerande konstruktioner, som Institutionen för byggnadsteknik, KTH, bedriver med an-

KV. JAKTVÄSKAN  
Göteborg

TILLÄGGSISOLERADE HUS  
REFERENSGRUPP



Vinjetten: Fig. 1. Byggnaderna efter renoveringen. Foto: Stig Sjöstedt

Vignette: Fig. 1. The buildings after renovation

T. h.: 2. Situationsplan. Skala 1 : 4 000

Right: Fig. 2. Site plan. Scale 1 : 4,000



Ovan och nedan: Fig. 3 och 4. Del av fasad före och efter beklädnaden. Som även framgår av fig. 7, detalj 10 är friskluftsventilerna överklädda. Friskluften tas in från luftspalten bakom beklädnaden

Above and below: Fig. 3 and 4. Part of façade before and after cladding. As also can be seen from fig. 7, detail 10, the fresh air inlets are covered. The fresh air is taken from the air space behind the cladding



slag från Statens råd för byggnadsforskning. I artikeln redovisas främst den termiska funktionen vid tilläggsisolering med olika kombinationer av mineralullsskivor och asbestcementskivor uppsatta utvändigt på lättbetonghus. Vidare diskuteras några tekniska frågor som påverkar tilläggsisoleringens konstruktiva utformning och det ekonomiska resultatet. Däremot behandlas ej faktorer som påverkar den estetiska och arkitektoniska utformningen (fasadmaterialets format, färg, ytstruktur etc.). Resultaten bildar underlag för beräkningar av lönsamheten av de olika kombinationerna. Sådana beräkningar redovisas i artikel av Georgescu och Hagman [3].

### FÖRSÖKSOBJEKT. VÄGGTYPER

Göteborgs Bostadsföretag ställde sex hus i kv Jaktväskan på Hisingen till förfogande för undersökningar. Dessa hus byggdes år 1945. Ytterväggarna är murade av 25 cm lättbetongblock ( $\gamma = 700 \text{ kg/m}^3$ ) putsade ut- och invändigt. Stomplan och sektion framgår av fig. 5.

Som framgår av situationsplanen (fig. 2) tilläggsisolerades 1960 tre hus, Sockenvägen 18, 20 och 22, medan tre hus bildade en referensgrupp, som ej försågs med tilläggsisolering, typ O (Östanvindsgatan 6 och 8 samt Västanvindsgatan 9).

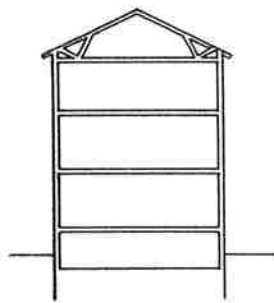
Två av de tilläggsisolerade husens ytterväggar (hus nr 20 och 22) försågs på utsidan med samma slag av isolering och beklädnad, »normalalternativ» N. Konstruktionen framgår av fig. 7. På hus nr 18 provades förutom typ N även ytterligare fem olika konstruktionsalternativ. Fältindelningen av husets fasader framgår av fig. 6 och konstruktionerna av fig. 8.

Asbestcementskivorna är ljusgrå och uppsatta i samma mönster på samtliga tilläggsisolerade hus. Isolerematerialet utgörs av mineralullsskivor med volymvikterna 70 och  $100 \text{ kg/m}^3$ . Tre av konstruktionerna är utförda med fasadbeklädnad, men utan speciellt vindsydd (typ B, C och D). Övriga konstruktioner har både fasadbeklädnad och vindsydd (typ A, E och N). Vid typ E saknas särskild tilläggsisolering. Valet av konstruktioner betingades bl. a. av en önskan att studera volymviktens (eller närmast luftgenomsläpplighetens) samt vindsyddets inverkan på isoleringsgraden vid mineralullsisolering.

Vid typ A, C, D och E spikades träreglar (på vilka fasadbeklädnaden sedan fästes) mot lättbetongväggarna. Mineralullsskivorna klämdes fast mellan dessa reglar (ej vid typ E). Vid typ B däremot spikades mineralullsskivorna ( $\gamma = 100 \text{ kg/m}^3$ ) direkt mot lättbetongväggarna. Fasadbeklädnaden fästes på vertikala läkt som vid typ B spikades genom mineralullsskivorna in i lättbetongen med 5" förzinkad spik. Mellan de vertikala läkten och fasadbeklädnaden lades papprensor in. Läkten är tryckimpregnerade. Alla fogar i fasadbeklädnaden är öppna (ca 6–7 mm).

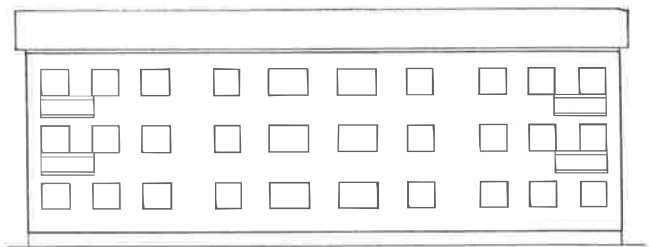
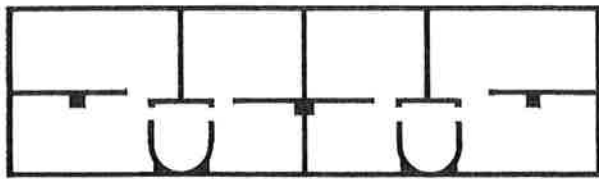
### FÖRSÖKSMETODIK

För att jämföra ytterväggarnas värmemotstånd med och utan tilläggsisolering mättes värmefflödet under längre tid genom väggarna och temperaturskillnaden



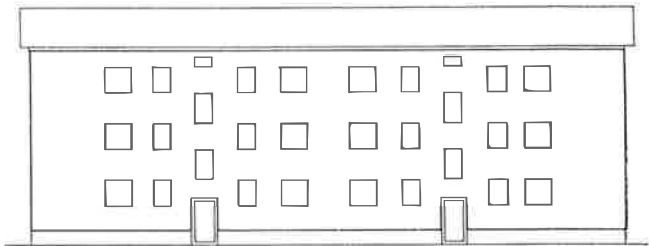
T. v: Fig. 5. Sektion och plan.  
Skala 1:400

Left: Fig. 5. Section and plan.  
Scale 1:400



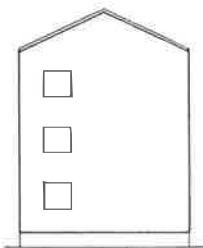
FASAD MOT SÖDER

Typ B Typ E Typ C Typ D



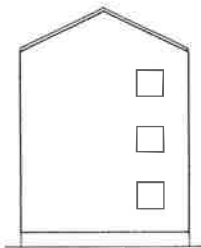
FASAD MOT NORR

Typ D Typ N Typ E



GAVEL MOT VÄSTER

Typ A

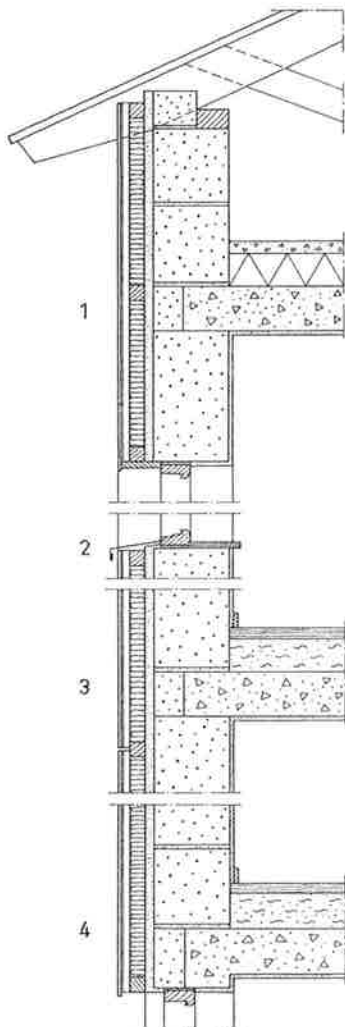


GAVEL MOT ÖSTER

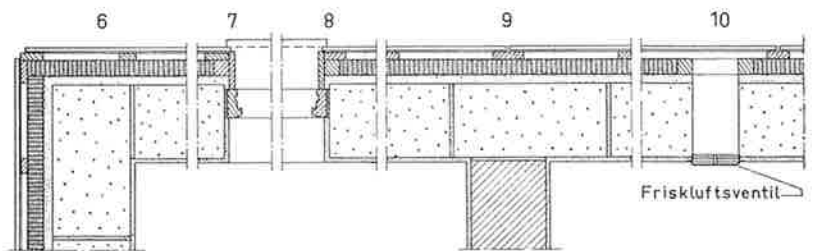
Typ N

Ovan: Fig. 6. Fältindelning av fasaderna med de olika konstruktionsalternativen angivna. Skala 1:400

Above: Fig. 6. Marking of façades in fields showing the various construction alternatives. Scale 1:400



Vertikalsektioner

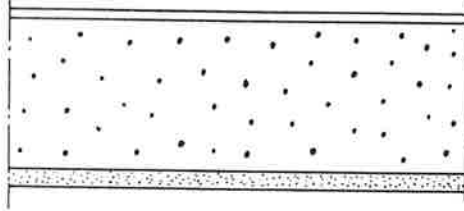


Horizontalsektioner

Ovan: Fig. 7. Vertikal- och horisontalsektioner vid konstruktionsalternativ N («normalalternativ»). Skala 1:25

Above: Fig. 7. Vertical and horizontal sections of construction alternative N ("normal alternative"). Scale 1:25

TYP O



Putsad lättbelongvägg (250 mm) utan tilläggsisolering  
( $\gamma = 700 \text{ kg/m}^3$ )

plastered light weight concrete wall (250 mm) without extra insulation

TYP N. Normalalternativ



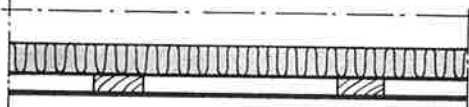
horisontella reglar  $2'' \times 2''$  med c/c 630 mm  
mineralullsskivor 50 mm ( $\gamma = 70 \text{ kg/m}^3$ )

papp  
vertikala läkt  $1'' \times 3''$  med c/c 400–600 mm

horizontal battens  $2'' \times 2''$  at 630 mm c/c  
mineral wool slabs 50 mm ( $\gamma = 70 \text{ kg/m}^3$ )

impregnated building paper  
vertical battens  $1'' \times 3''$  at 400–600 mm c/c

TYP A



horisontella reglar  $2'' \times 2''$  med c/c 630 mm  
mineralullsskivor 50 mm ( $\gamma = 70 \text{ kg/m}^3$ )

asbestcementskivor 3,2 mm  
vertikala läkt  $1'' \times 3''$  med c/c 400–600 mm

asbestcementskivor 6,5 mm  
horizontal battens  $2'' \times 2''$  at 630 mm c/c

mineral wool slabs 50 mm ( $\gamma = 70 \text{ kg/m}^3$ )  
asbestos cement sheets 3.2 mm

vertical battens  $1'' \times 3''$  at 400–600 mm c/c  
asbestos cement sheets 6.5 mm

TYP B



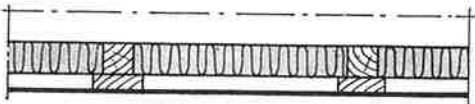
mineralullsskivor 50 mm ( $\gamma = 100 \text{ kg/m}^3$ )  
vertikala läkt  $1'' \times 3''$  med c/c 400–600 mm

asbestcementskivor 6,5 mm

mineral wool slabs 50 mm ( $\gamma = 100 \text{ kg/m}^3$ )

vertical battens  $1'' \times 3''$  at 400–600 mm c/c  
asbestos cement sheets 6.5 mm

TYP C



vertikala reglar  $2'' \times 2''$  med c/c 400–600 mm  
mineralullsskivor 50 mm ( $\gamma = 70 \text{ kg/m}^3$ )

vertikala läkt  $1'' \times 3''$  med c/c 400–600 mm

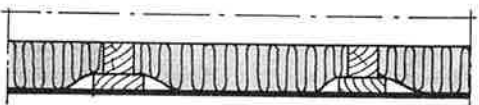
asbestcementskivor 6,5 mm

vertical battens  $2'' \times 2''$  at 400–600 mm c/c

mineral wool slabs 50 mm ( $\gamma = 70 \text{ kg/m}^3$ )

vertical battens  $1'' \times 3''$  at 400–600 mm c/c  
asbestos cement sheets 6.5 mm

TYP D



som typ C men med mineralullsskivor 80 mm ( $\gamma = 70 \text{ kg/m}^3$ )

as type C but with mineral wool slabs 80 mm ( $\gamma = 70 \text{ kg/m}^3$ )

TYP E



vertikala reglar  $2'' \times 2''$  med c/c 400–600 mm

asbestcementskivor 3,2 mm

vertikala läkt  $1'' \times 3''$  med c/c 400–600 mm

asbestcementskivor 6,5 mm

vertical battens  $2'' \times 2''$  at 400–600 mm c/c

asbestos cement sheets 3.2 mm

vertical battens  $1'' \times 3''$  at 400–600 mm c/c

asbestos cement sheets 6.5 mm

Ovan: Fig. 8. Horisontalsektioner av de undersökta konstruktionsalternativen. Skala 1:10

Above: Fig. 8. Horizontal sections of the studied construction alternatives, Scale 1:10

mellan ut- och insidorna. Dessutom mättes värmeledningens variationer främst i vertikalled på väggarnas insidor inom respektive väggfält. Dessa variationer mättes för att kontrollera representativiteten av bestämda värmemotstånd. Fuktkvoten i ytterväggarna bestämdes för att undersöka eventuell inverkan av asbest-cementbeklädningen på lättbetongens fukttnehåll. Utöver dessa bestämmingar beräknades den utvändiga isoleringens inverkan på olika köldbryggor i ytterväggarna.

### Värmelednings- och temperaturmätningar

Värmemotstånden bestämdes med Brownmätare och tillhörande temperaturintegratorer (se [4]). Dessa mätare integrerar värmeledningen genom en vägg ävensom temperaturerna på dess ut- och insida. Det momentana värmeledningen mättes på olika ställen på väggarnas insidor med en mindre typ av termoelektrisk värmeledningsmätare. Mätningarna och beräkningarna av värmemotstånd utfördes på samma sätt som tidigare beskrivits vid liknande undersökningar [5]. Sedan dess har dock ytterligare kontroll av Brownmätarnas mätnoggrannhet gjorts. I fig. 9 redovisas resultat från sådana undersökningar gjorda vid Laboratoriet för Varmeisolering, DTH, Köpenhamn. Resultaten bekräftar att mätnoggrannheten är fullt tillfredsställande för bestämning av ytterväggars praktiska värmemotstånd.

Mätningarna utfördes under tiden december 1961 till april 1962, med mindre kompletteringar under december 1962.

Värmemotståndet för den ursprungliga lättbetongkonstruktionen, typ O, bestämdes i fyra olika lägenheter. För var och en av de tilläggsisolerade väggtyperna gjordes två bestämmingar utom för typ N. För den senare väggtypen måste av kontrollskäl en tredje mätning göras under december 1962.

Brownmätarna placerades ca 1,6 m över golv och måste av praktiska skäl placeras 40–70 cm från fönster. Denna mätarplacering innebär att mätresultaten kan påverkas av köldbryggor vid fönstersmyg.

### Lättbetongens fuktkvot

Fuktprover av lättbetongväggarna togs genom att från insidan borra ut cylinderformiga provstycken. Dessa delades i två ungefär lika delar; ett prov av väggens inre del och ett av den yttre. Varje prov placerades omedelbart i provglas, som förseglades. Fuktkvoten (viktsprocent) bestämdes sedan i laboratoriet genom vägning av fuktigt prov och vägning av samma prov efter torkning i minst tre dygn vid 105° C. Totalt togs fuktprov av lättbetongen på 28 ställen på de olika väggtyperna.

### Beräkning av köldbryggor

För att bestämma effekten av tilläggsisoleringen så noggrant som möjligt är det nödvändigt att ta hänsyn till de olika köldbryggor, som förekommer i väggarna. De aktuella köldbryggor kan indelas i två grupper. Den ena gruppen består av köldbryggor, som bildas av de utvändiga reglarna, vilka bryter genom den yttre

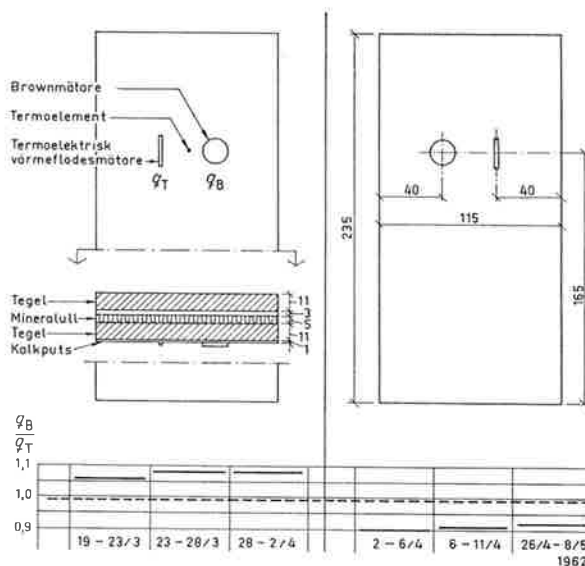


Fig. 9. Resultat från jämförande mätningar mellan Brownmätare och termoelektrisk värmeledningsmätare. Under samma tidsperiod var mätarna uppsatta på olika ställen på samma vägg. Därefter skiftades mätarna. Av diagrammet framgår kvoten  $\frac{q_B}{q_T}$  mellan de mätta värmeledningerna av Brownmätaren ( $q_B$ ) och av den termoelektriska värmeledningsmätaren ( $q_T$ ). Man ser att under den första perioden var  $\frac{q_B}{q_T} > 1$ ,

under den andra var  $\frac{q_B}{q_T} < 1$  vilket visar att väggens värmemotstånd var olika på de två mätställen. I medeltal under bägge perioderna betyder detta, som framgår av den streckade linjen, att de båda typerna av värmeledningsmätare visade en differens på endast 2 %.

Fig. 9. Results from comparing measurements between a Brown and a thermal heat flow meter. During the same period of time the meters were put up on different parts of the same wall. Afterwards the positions of the meters were exchanged. The diagram shows the factor  $\frac{q_B}{q_T}$  between the measured heat flows from the Brown meter ( $q_B$ ) and from the thermal electric heat flow meter ( $q_T$ ). One can see that during the first period  $\frac{q_B}{q_T}$  was greater than one and during the second  $\frac{q_B}{q_T}$  was less than 1, which shows that the wall's resistance to heat was different on the two places. On the average during the both periods this means as is shown of the dotted line, that the two types of heat flow meters showed a difference of only 2 %.

tilläggsisoleringen av mineralullsskivor. Till den andra gruppen hör de redan befintliga köldbryggor vid anslutningarna mellan lättbetongytterväggarna och t. ex. bjälklag och innerväggar. Till denna grupp hör även köldbryggor vid fönstersmyggar och vid ytterväggshörn. Vid båda dessa grupper av köldbryggor bestämdes temperaturfördelningen inom en sektion med antagande av tvådimensionellt, stationärt värmeledning samt givna randvillkor med hjälp av datamaskin [6]. De ingående materialens  $\lambda$ -värden beräknades ur mätresultaten av väggarnas värmemotstånd  $\bar{m}_v$ .

De köldbryggor som bildas av reglarna och smygarna, beräknades även för att undersöka om dessa lokalt påverkar värmeledningen och yttemperaturen på väggarnas insidor så att de uppmätta värmeledningerna måste justeras med hänsyn till denna inverkan.

Inverkan av köldbryggor beräknades för typ N samt för den ursprungliga lättbetongkonstruktionen, typ O.



## RESULTAT OCH DISKUSSION

Som senare skall visas påverkas inte mätresultaten av de utvändiga reglarnas placering.

Mätarplaceringen innebär att mätresultaten kan betraktas som ytmedelvärden för den del av väggfalten mellan fönstren som ej påverkas av köldbryggor vid bjälklag.

De mätningar som gjordes för att kartlägga de momentana värmeflödena på väggarnas insidor visade att variationerna över väggytan var relativt små (exempel på sådana värmeflödesfördelning visas på fig. 10). Angivna värden i tabell 1 kan därför sägas vara representativa för de delar av ytterväggarna som inte påverkas av anslutning vid bjälklag men av fönstersmygar.

Av tabell 1 framgår bl. a. att värmemotståndet ( $m_v$ ) för varje väggtyp varierar mycket litet mellan de olika mätställena. Detta gäller såväl för väggar utan tilläggsisolering som för väggar med olika utförande på isoleringen.

### Lättbetongväggarnas värmeisolering

Av tabell 1 ser man att medelvärdet av värmemotståndet är för de ursprungliga väggarna av 25 cm lättbetong = 1,19. Mätresultatets spridning är mycket liten. Resultatet motsvarar  $k = 0,72$  och  $\lambda = 0,22$  för lättbetongen. Medelvärdet av de mätta fuktkvoterna för lättbetongväggarna är 4,6 vikt-% (tabell 2). För murverk av lättbetong med en volymvikt av 660 kg/m<sup>3</sup> och fuktkvoten 6 % anger BABS 1960  $\lambda = 0,23$  som praktiskt tillämpligt värmeledningstal. De undersökta lättbetongväggarna har som tidigare framgått högre volymvikt men lägre fuktkvot än vad som anges i BABS 1960. Överensstämmelsen med BABS kan därför sägas vara god.

Tabell 1. Värmemotstånd<sup>1</sup>

Väggtyp	Mättid	$\vartheta_y$	$\vartheta_i$	$q$	$m_v$	$\bar{m}_v$	$\frac{\Delta \bar{m}_v}{(\bar{m}_v - 1,19)}$
B	19/1—12/2 1962	+2,9	+21,4	6,63	2,79	2,66	1,47
	19,2—15/3 1962	+3,1	+21,8	7,40	2,53		
C	29/12—2/2 1962	+1,7	+21,4	8,88	2,22	2,23	1,04
	16/2—15/3 1962	+3,3	+23,1	8,83	2,24		
D	18/1—12/2 1962	+2,7	+23,2	6,82	3,01	2,98	1,79
	16/2—5/3 1962	+3,5	+23,5	6,77	2,95		
E	29/12—12/2 1962	+1,0	+20,9	12,1	1,64	1,63	0,44
	19/2—15/3 1962	+2,6	+21,3	11,6	1,61		
N	18/1—12/2 1962	+2,5	+22,5	6,02	3,32	2,86	1,67
	16,2—15/3 1962	+7,2	+21,0	5,46	2,53		
	12/12—27/12 1962	-2,1	+21,0	8,39	2,73		
O	12—22/1 +					1,19	—
	9—12/2 1962	+4,0	+20,2	13,0	1,24		
	19/1—9/2 1962	+4,2	+20,0	14,1	1,12		
	19/2—15/3 1962	+4,4	+20,2	12,8	1,23		
	19/2—15/3 1962	+4,2	+20,1	13,6	1,17		

<sup>1</sup> Värmemotstånd har ej bestämts för typ A.

Beteckningar:

$\vartheta_y$ ;  $\vartheta_i$  = medeltemperaturen under mättiden på ytterväggens yttre resp. inre yta (°C)

$q$  = medelvärmeflöde  $\left(\frac{kcal}{m^2h}\right)$

$m_v$  = värmemotstånd, exkl. övergångsmotstånd  $\left(\frac{m^2h^\circ C}{kcal}\right)$

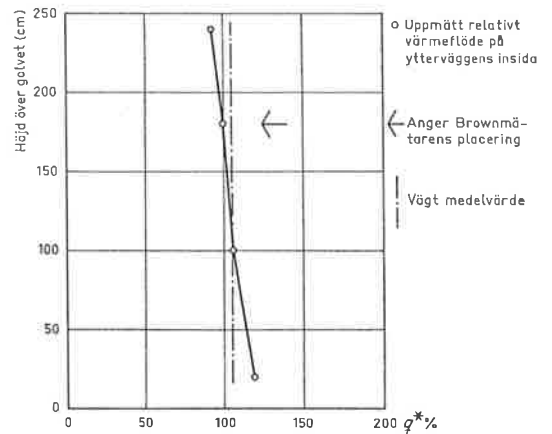


Fig. 10. Värmeflödesfördelning på en ytterväggs insida (typ N). I fig. har angivits de olika mätpunkternas »relativa» värmeflöden i procent av värmeflödet genom den punkt där Brownmätaren varit placerad. Medelvärdet av värmeflödet genom det undersökta väggpartiet har beräknats och angivits i procent på samma sätt som för de enskilda punkterna (streckprickad linje). I detta fall är medelvärdet 5 % högre än det värde som bestämts med Brownmätaren

Fig. 10. The distribution of heat flow on the inside of an outer wall (type N). In the figure the relative heat flow is shown for the various points of measurements as a percentage of the heat flow through the point where the Brown meter was placed. The average value of the heat flow through the studied part of the wall has been calculated and is shown percentually the same way as the separate points (dash-dotted line). In this case the average value is 5 % higher than the value which was measured with the Brown meter

Table 1. Heat resistance

## Isolerförbättring genom tilläggsisolering

Under förutsättning att det bestämda medelvärme-motståndet  $\bar{m}_v = 1,19$  för de ursprungliga väggarna gäller även för de övriga väggarna före tilläggsisole- ringen av dessa, kan man beräkna den ökning av väg- garnas värmemotstånd som de olika förbättringsalter- nativen medfört. Denna ökning av värmemotståndet ( $\Delta\bar{m}_v$ ) framgår också av tabell 1. Visserligen är fön- stersmygarnas inverkan på de mätta värmemotstånden något olika för de olika väggarna, men skillnaden mellan denna inverkan på typ O och N är så obetyd- lig (tabell 3) att man även torde kunna jämföra de olika andra isoleringsalternativens mätta värmemot- stånd med motsvarande värde för icke tilläggsisolerad vägg.

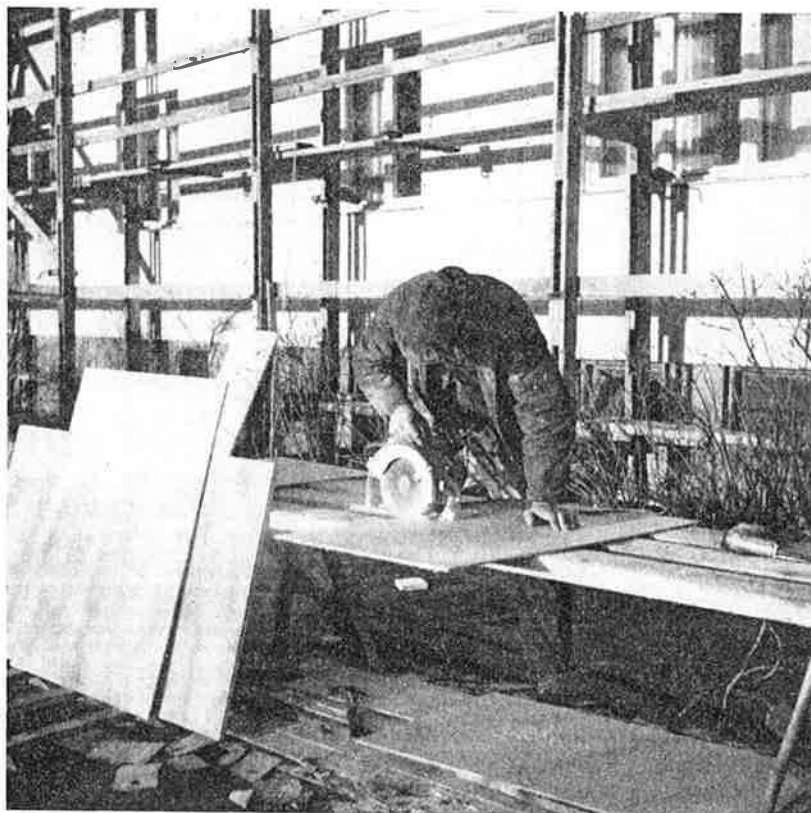
Värmemotståndsökningen  $\Delta\bar{m}_v$  har blivit betydan- de i samtliga fall. För väggtyperna B, D och N har värmemotståndet mer än fördubblats och för typ C nästan fördubblats genom tilläggsisoleringen. Ökning- en av värmemotståndet kan bero på två orsaker. Tilläggsisolering och även tillkommande luftspalter medför en ökning av väggarnas totala värmemot- stånd. Därtill kommer emellertid att en utvändig be- klädnad som skyddar ytterväggen mot regn, kan medföra lägre fuktkvot i lättbetongen och därmed högre värmemotstånd. Av tabell 2 ser man dock, att fuktkvoten i lättbetongen är ungefär densamma för de tilläggsisolerade väggarna som för de ursprung- liga (4,8 resp. 4,6 %). Möjligen kan man konstatera en omfördelning av fukten från insidan mot utsidan vid de tilläggsisolerade väggarna. Detta kan bero på att avdunstning från lättbetongens utsida i de tilläggs- isolerade väggarna blir mindre.

Medelvärdet för de oklädda väggarnas fuktkvoter är ungefär detsamma som redovisats vid tidigare un- dersökningar av lättbetongväggar som inte är utsatta för slagregn [7]. Resultaten av mätningarna bekräftar således att de undersökta väggarna ej har för slag- regn utsatta lägen.

Tabell 2. Medelvärden av bestämda fuktkvoter i lättbetongväggarna. Dessutom anges medelvärdenas standardavvikelser samt max.- och min.-värden av resp. mätserier

Table 2. Average value of the determined humidity (% weight) in the light weight concrete wall. In addition the average values for the standard deviations and the maximum and minimum values of the series of measurements are shown

Väggtyp	Provets läge i väggen	Antal prov	Fuktkvoter, viktsprocent		
			min.	m ± s	max.
A	Insidan	16	1,7	4,0 ± 0,8	5,3
C	Medel- värde för hela vägg- tjockleken	15	3,2	4,8 ± 1,8	10,6
E	Utsidan	12	3,7	4,6 ± 0,3	6,9
O	Insidan	12	3,8	4,4 ± 0,6	5,9

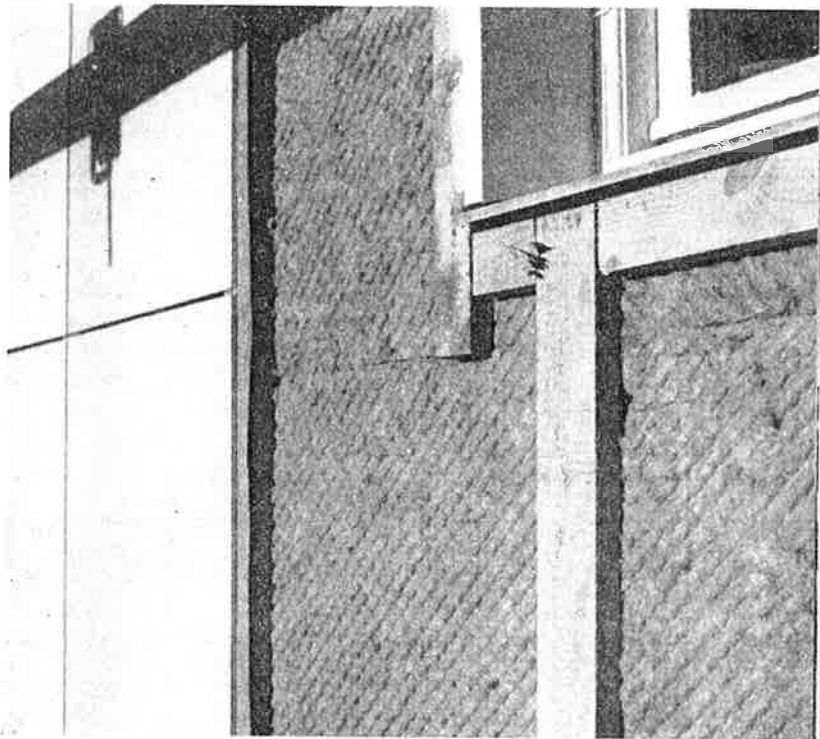


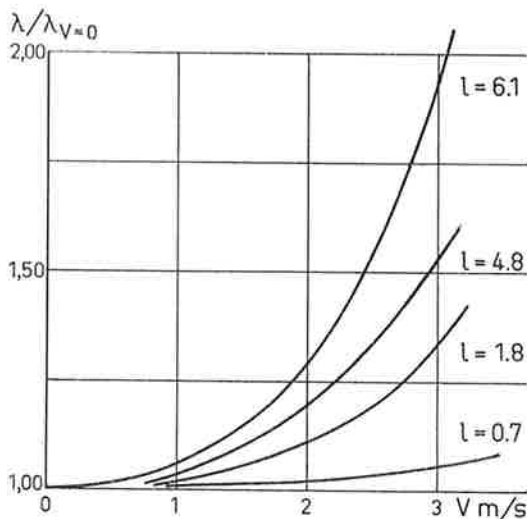
Ovan: Fig. 11. Vid fasadernas beklädnad använde man i största möjliga utsträckning standardformat men en del skivor, särskilt vid fönster och dörrar måste dock kapas på arbetsplatsen

Above: Fig. 11. In cladding the façades one uses as far as possible standard sizes but, some of the sheeling, especially at windows and doors must be cut to size on site

Nedan: Fig. 12. Detalj av yttervägg typ B före uppsättning av fasad- beklädnaden. Mineralullsskivorna fasthålls av de vertikala läkten som spikats genom mineralullsskivorna

Below: Fig. 12. Detail of outer wall type B before putting up the cladding. The mineral wool slabs are held up by the vertical battens which are nailed through the mineral wool slabs



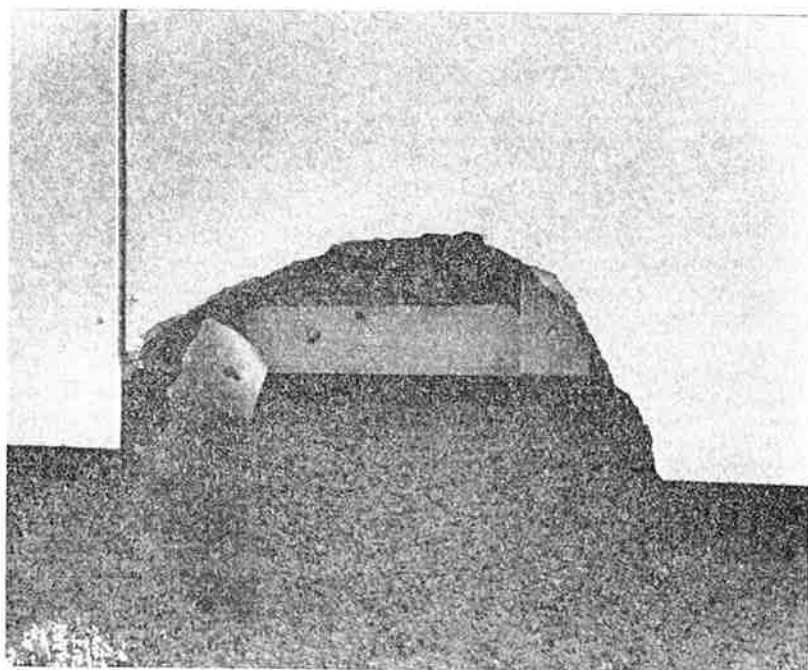


Ovan: Fig. 13. Samband mellan luft hastighet ( $v$ ) och relativ ökning av värmeledningstal ( $\lambda$ ) i förhållande till motsvarande värmeledningstal ( $\lambda_{v=0}$ ) utan inverkan av påtvingad konvektion vid mineralullsskivor med olika luftgenomsläpplighetstal  $l$ . Med hjälp av särskild försöksanordning blåstes luft med önskad hastighet parallellt med isolerskivornas yta. Av fig. framgår att den påtvingade (yt)konvektionen gav mycket liten försämring av värmeisolerförmågan vid skivor med lågt luftgenomsläpplighetstal ( $l < 1,0$ ). Sådana skivor torde utan risk för påtvingad konvektion i själva materialet kunna monteras i en konstruktion utan speciellt vindskydd på ena sidan, om materialet ligger väl an mot den andra sidan dvs. om luftströmningar ej kan ske i fogarna och runt skivorna inuti konstruktionen [9]

Above: Fig. 13. Relation between air speed ( $v$ ) and the relative increase in heat conductivity ( $\lambda$ ) compared with the respective heat conductivity ( $\lambda_{v=0}$ ) without the result of forced convection in the mineral wool slabs with varying capacities for allowing the passage of air  $l$ . By using special test apparatus air was blown at the desired speed parallel to the surface of the insulation slabs. The figure shows that the forced convection give very little reduction in the heat insulating capacity of the slabs with a low factor for the capacity for allowing the passage of air ( $l < 1,0$ ). Such slabs should be mounted in the construction which does not have any special wind protection on one side without any risk for forced convection in the actual material, if the material is well covered on the other side, in other words, air currents can not occur in the joints and around the slabs inside the construction [9]

Nedan: Fig. 14. Vid sockeln bildar fasadbeklädnaden droppnåsa. Denna kan lätt knäckas om skivorna inte är tillräckligt understödda.

Below: Fig. 14. At the wall base the cladding forms a drop. This drop can easily be broken if the sheets are not properly supported



Vid väggar av kapillärsugande material, som är utsatta för mycket slagregn och därför vanligtvis har högre fuktkvot och lägre värmemotstånd än de här undersökta, kan man räkna med att en utvändigt beklädnad medför en minskning av fuktkvoten och därmed högre värmemotstånd (se undersökningar av Tveit [8] gällande väggar av betonghållsten).

Av tabell 1 framgår att värmemotståndets ökning ( $\Delta m_v$ ) är störst för de två konstruktionerna D och N, 1,79 resp. 1,67, som inte har en ventilerad luftspalt i direkt kontakt med isolermaterialet. Vid typ D är hela utrymmet mellan fasadbeklädnaden och lättbetongväggen fyllt med 8 cm isolering, men denna saknar särskilt vindskydd. Vid typ N är isoleringen skild från den utvändiga luftspalten med vindskydd. Ökningen av värmemotståndet för dessa två konstruktioner är ungefär 70 % större än för motsvarande konstruktion typ C med isolermaterialet i direkt förbindelse med en utvändigt ventilerad luftspalt.

En jämförelse mellan typerna D och N visar, att i typ N ( $\lambda \sim 0,033$ ) är isolermaterialets beräknade värmeledningstal lägre än konstruktionen D ( $\lambda \sim 0,045$ ). För typ C är värmeledningstalet betydligt högre ( $\lambda \sim 0,06$ ).

Konstruktionstyp B är lik C, men har isolermaterial med volymvikten 100 kg/m<sup>3</sup> i stället för 70 kg/m<sup>3</sup>. Motsvarande luftgenomsläpplighetstal för isolermaterialet är ca 0,8 resp. 1,8 m<sup>2</sup>/h mm vp (vinkelrätt mot skivornas plan) [5]. När särskilt vindskydd saknas erhöles för typ B ett lägre praktiskt värmeledningstal ( $\lambda \sim 0,039$ ) än för typ C som har mineralull med den lägre volymvikten. Angivna värden på värmeledningstal gäller om den ursprungliga lättbetongväggens värmemotstånd är 1,19 och motståndet av luftspalten innanför fasadbeklädnaden på de tilläggsisolerade väggarna är 0,20. Värdena har inte korrigerats med hänsyn till de utvändiga reglarnas inverkan på mätresultaten. Denna inverkan innebär enligt gjorda beräkningar att de angivna  $\lambda$ -värdena för mineralull i väggarna typ C, D och N är drygt 10 % högre än de verkliga.

Resultaten från B och C överensstämmer relativt bra med laborieförsök vid Institutionen för byggnadsteknik, KTH, som tyder på att mineralullsskivor med större luftgenomsläpplighet än  $l = 1,0$  måste försees med speciellt vindskydd med hänsyn till materialet [9] (fig. 13).

#### Isolerförbättring genom enbart fasadbeklädnad

Även konstruktionstyp E, som saknar särskilt isolermaterial, medför en tydlig förbättring av väggarnas värmemotstånd. Denna konstruktion är utanför lättbetongen försedd med två luftspalter, en som är ventilerad och en som är i det närmaste slutet. Resultaten kan t. ex. tolkas så, att den ventilerade spalten har värmemotståndet 0,20 och den oventilerade 0,24. Dessa värden stämmer väl med resultat från tidigare undersökningar [10].

#### Köldbryggornas inverkan

Resultat av beräkningar av köldbryggor vid anslutningarna redovisas i tabell 3. Dessa beräkningar har gjorts för konstruktionerna typ O och N.

Av resultaten framgår bl. a. att den köldbrygga som finns vid *anslutningen emellan bjälklag och yttervägg* både relativt och absolut är av mindre betydelse vid den tilläggsisolerade än vid den oisolerade konstruktionen. Detta är väntat då tilläggsisoleringen går obruten förbi bjälklagsanslutningen och därför medför en större relativt isoleringsförbättring för denna än för väggen i övrigt. Detta är en av fördelarna med utvändigt tilläggsisolering jämfört med invändig sådan. I det senare fallet kan man nämligen i allmänhet inte påverka anslutningens isolering.

Inverkan av *köldbryggorna vid fönstersmygarna* är både relativt och absolut störst vid den tilläggsisolerade konstruktionen (tabell 3). Orsaken till detta är bl. a. att vid utvändigt isolering ökar djupet av den utvändiga smygen. Därvid ökar även den värmeavgivande ytan. Denna inverkan kan reduceras något, om anslutningen utförs på annat sätt. Vid typ N bildas den utvändiga smygen av en bräda placerad mellan fönsterkarm och fasadbeklädnad (se fig. 7 detalj 7-8). Om i stället en asbestcementskiva (av samma typ som fasadbeklädnaden) använts, hade det funnits plats för 25 mm isolering under smygbeklädnaden. På så sätt hade man kunnat minska de extra värmeförlusterna vid fönstersmygarna.

*Anslutningen mellan innerväggar och ytterväggar* utgör ingen köldbrygga beroende på att de aktuella innerväggarna inte genombryter ytterväggarnas isolering, vilket är fallet i många nya konstruktioner. (Denna princip för anslutning mellan yttervägg och lägenhetskiljande vägg kan emellertid medföra ljudisoleringsproblem på grund av flanktransmission.)

*Ytterväggshörnens inverkan* på värmeförlusterna är också relativt obetydliga. Deras inverkan beror dessutom av på vilket sätt man räknar ytterväggarnas värmeavgivande yta. Inverkan av den senare typen av köldbrygga redovisas därför ej i tabell 3.

Beräkning av *reglarnas inverkan* på temperaturförändringen på väggens insidor visar att man vid en rumstemperatur av +20°C och en utetemperatur av -20°C får för en punkt mitt emellan två regler och för en punkt mitt för en regel en temperaturdifferens = 0,036°C. Med ett antaget inre värmeövergångstal = 7,7 betyder detta en ökning av värmeflödet vid en regel med 0,28 kcal/m<sup>2</sup>h, vilket motsvarar en procentuell ökning av 2%. Från denna synpunkt har det därför praktiskt taget ingen betydelse var på väggarnas insidor Brownmätarna placeras.

Vid de väggtyper (C, D, N) där reglarna skär igenom den utvändiga isoleringen medför de emellertid ett högre värmeflöde genom väggen än vad man skulle fått om isoleringen inte avbrutits av reglarna. Denna inverkan medför en minskning av värmemotståndet  $\bar{m}_v$  med 0,20-0,25 m<sup>2</sup>h °C/kcal. (Observera att denna inverkan finns med i de mätta värmemotstånden.) Vid typ B saknas regler. Låkten, som fasadbeklädnaden är fäst på, ligger helt utanpå mineralullen. Denna inverkar därför inte på väggens isolering.

#### Yttemperatur på ytterväggarnas insidor

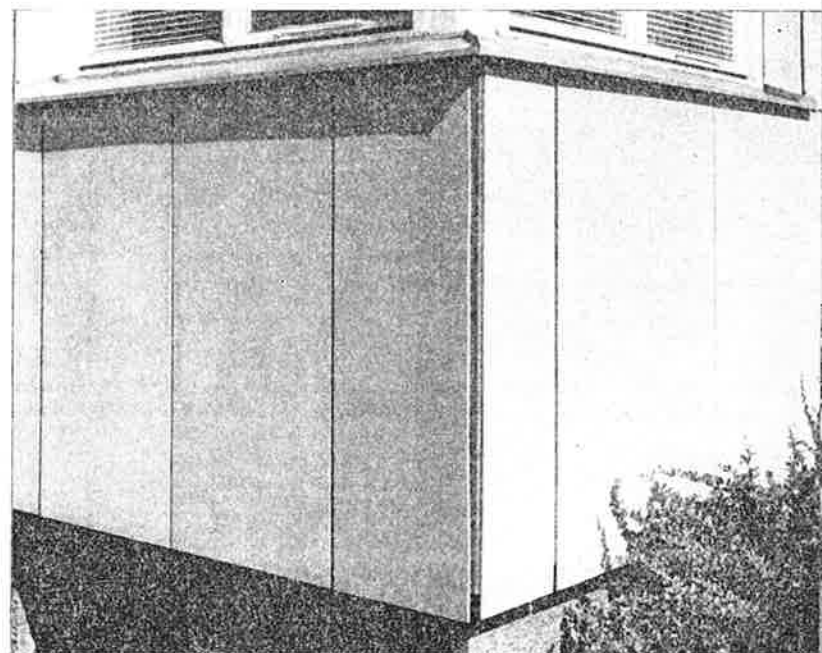
I tabell 1 redovisas uppmätta yttemperaturer. Därav framgår att yttemperaturen på ytterväggarnas insidor i medeltal är nästan 2° högre i de tilläggsisolerade husen än i de som ej tilläggsisolerats. Med reservation för mätningarnas begränsade antal tyder detta på, att tilläggsisoleringen medfört ett bättre inomhusklimat.<sup>2</sup> Samtidigt tyder mätresultaten också på att man ej anpassat värmeförlusterna till den bättre isoleringen.

#### VÄGGARNAS EFFEKTIVA K-VÄRDEN

För att erhålla den verkliga isolerförbättringen som de olika alternativen medför och för att kunna beräkna lönsamheten av dessa beräknades medel-k-värden för hela ytterväggsytorna. Detta gjordes med hjälp av de mätta värmemotstånden samt köldbryggornas beräknade utsträckning och inverkan på värmeförlusterna. Resultaten redovisas i tabell 4.

Fig. 15. Utformning av fasadbeklädnaden vid ytterhörn. Observera de öppna, 6-7 mm breda fogarna. Under dessa ligger remsor av papp

Fig. 15. The design of the cladding at the outer corner. Notice the open, 6-7 mm wide joints. Under these joints are strips of impregnated building paper



Tabell 3. Inverkan av köldbryggor

Table 3. The effect of cold bridges (thermal bridges)

Köldbrygga vid	Extra värmeflöde genom köldbrygga kcal/h °C m	
	Typ O	Typ N
Bjälklagsanslutning . . . . .	0,09	0,03
Fönstersmyg . . . . .	0,05	0,06

<sup>2</sup> Undersökning av inomhusklimatet pågår

Av tabell 4 framgår att av de tilläggsisolerade ytterväggarna har typ B, D och N gett de lägsta effektiva  $k$ -värdena. I förhållande till de ursprungliga väggarna, typ O, har vid dessa väggtyper de effektiva  $k$ -värdena minskats till mindre än hälften. Som framgår av [3] är dessa alternativ också gynnsammast från ekonomisk synpunkt.

I typ D och N har man i princip en tät vägg och helt utfyllande isolering. I typ B har isoleringen varit utan särskilt vindskydd mot luftspalten. Denna konstruktion har emellertid isolering av skivor med hög volymvikt ( $100 \text{ kg/m}^3$ ) och låg luftgenomsläpplighet ( $l < 1,0$ ). Den låga luftgenomsläppligheten medför att dessa skivors värmemotstånd påverkas mindre av påtvingad konvektion än övriga isolerskivor. Vid de tyngre skivorna får dessutom makrokonvektionen inuti materialet ingen praktisk betydelse.

Förutsättningen för att de tyngre skivorna skall ge högt värmemotstånd utan vindskydd är emellertid att de placeras så i konstruktionen att inte luftspalter bildas runt skivorna. Från denna synpunkt hade det varit bättre om dessa skivor klistrats direkt mot lättbetongväggarna i stället för att spikas. Spikningen medför nämligen risk för att luftspalter kan bildas mellan skivor och vägg vilka tillåter makrokonvektion inuti konstruktionen.

Om isolering utförs utan vindskydd med material med relativt stor luftgenomsläpplighet ( $l > 1,0$ ) som i t. ex. typ C blir isolerförbättringen som framgår av tabell 4 betydligt mindre. Detta torde bero på att dessa skivors värmemotstånd minskats genom påverkan både av påtvingad konvektion och makrokonvektion.

De i artikeln redovisade resultaten kan naturligtvis tillämpas både vid tilläggsisolering av andra väggtyper än den här nämnda av 25 cm lättbetongblock och vid nykonstruktioner.

Tabell 4. Effektiva  $k$ -värden (med hänsyn till köldbryggor)  $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}$   
Table 4. Effective  $k$ -values (with consideration to the cold bridges)

Väggtyp	$k^1$
B	0,35
C	0,42
D	0,32
E	0,56
N	0,33
O	0,74

$$^1 m_i + m_u = 0,20$$

#### SYNPUNKTER PÅ BRANDSKYDD

De undersökta husen innehåller tre bostadsvåningar och skall därför vara brandsäkra byggnader. De ursprungliga ytterväggarna är klassificerade i brandklass A-2. Genom att träreglar placeras på utsidan av den brandsäkra konstruktionen införs ett brännbart material i väggen, varför brandskyddsproblemen kompliceras något. Enligt de bestämmelser som f. n. gäller får ytterväggar i minst brandklass A-1 i brandsäkra byggnader förses med utvändiga träreglar på vissa villkor.

De konstruktioner som beskrivits här har värmeisolering och utvändigt beklädnad helt av obrännbart material, vilket ur brandskyddssynpunkt är en fördel. Reglarna är dessutom få och relativt klena.

Konstruktionstyperna A, B och E förefaller vara de säkraste ur brandskyddssynpunkt. I typ A och E skyddas reglarna av en beklädnad av asbestcement-skivor innanför fasadbeklädnaden, reglarna är i typ A horisontella och kan därför inte bidra till spridning uppåt av eld. I typ B saknas regler helt. Där finns endast tunn spikläkt innanför fasadbeklädnaden. Typ C och D torde också kunna uppfylla brandskyddskraven, i varje fall om reglarna placeras horisontellt. Av dessa torde typ D vara att föredra därför att isoleringen i denna konstruktion utfyller hela mellanrummet mellan fasadbeklädnaden och lättbetongen, varför ingen genomgående luftspalt bildas bakom fasadbeklädnaden.

I typ N består vindskyddet bakom fasadbeklädnaden av impregnerad papp. Denna konstruktion kommer därför sannolikt i allmänhet inte att godkännas för brandsäkra byggnader. Det är därför bättre om vindskyddet utgörs av obrännbart material som i t. ex. typ A.

#### LITTERATUR

- [1] Granholm, Hj: *Puts och lättbetong*. CTH:s handlingar nr 177, Göteborg 1956
- [2] Granholm, Hj: *Om vattengenomslag i murade väggar. Med särskild hänsyn till tegel som fasadmateriell*. CTH:s handlingar nr 195, Göteborg 1958
- [3] Georgescu, V, och Hagman, F: *Nya fasader på gamla hus – tilläggsisolerade ytterväggar. Kostnader och lönsamhet*. Byggmästaren nr 3, 1963
- [4] Brown, G: *Ytterväggars värmeisoleringsförmåga – främst i flervånings bostadshus*. SNB:s handlingar nr 36, Stockholm 1959
- [5] Höglund, I: *Högisolerande ytterväggars värmemotstånd*. BFR:s handlingar nr 41, Stockholm 1963
- [6] Nevander, L E, Palm, Y, Öberg, S, Adamson, B och Höglund, I: *Köldbryggor i ytterväggar*. Institutionen för byggnadsteknik, KTH. Meddelande nr 26, Stockholm 1961
- [7] Tell, W: *Fukt i värmeisoleringsmaterial*. Undersökning utförd 1954–56 vid Kungl. Byggnadsstyrelsen, SNB intern rapport 1957
- [8] Tveit, A: *Klimaets inflytelse på betonghållstevveggers varmeisolasjon*. Norges Byggeforskningsinstitutt, Rapport nr 30, Oslo 1959
- [9] Höglund, I och Hansson, T: *Konvektionens inverkan på värmeledningstalet hos mineralull*. Institutionen för byggnadsteknik, KTH. Intern preliminär rapport 1962
- [10] Lyng, O: *Värmetransport genom fönster – en litteraturstudie och bibliografi*. BFR. Rapport under publicering

## KOSTNADER OCH LÖNSAMHET

Av planeringschef Vincent Georgescu  
och civilingenjör svr Folke Hagman

I mer utsatta lägen på västkusten har man i många fall försett ytterväggar av murverk med utvändigt beklädnad av asbestcementplattor för att hindra genomfuktning vid slagregn. På detta sätt har man också kunnat minska kostnaderna för reparation och underhåll samt uppnått en viss förbättring av väggarnas värmeisolering genom sänkt fukthalt i väggmaterialet.

Utvecklingen på det byggtekniska området har gått mot användning av mer värmeisolerande konstruktioner. Medan värmeegenomgångstalet för ytterväggar i bostadshus tidigare var ca 0,8 eller däröver är det nu vanligt med  $k$ -värden av storleken 0,3–0,4. Mot bakgrunden av denna allmänna tendens har man frågat sig, om det också är lönsamt att *tilläggsisolera* ytterväggar på äldre hus i samband med beklädnad av fasaderna. Metoden har studerats praktiskt på tre fastigheter i kv Jaktväskan i Göteborg. Området ifråga byggdes under mitten av 1940-talet och består av lamellhus i tre våningar med ytterväggar av 25 cm lättbetong.

Den rent ekonomiska bedömningen av metodens lönsamhet bygger på:

- bestämning av ytterväggens värmeegenomgångstal före och efter renoveringen [4]
- beräkningar av kostnaden för renoveringsarbetet
- bedömning av renoveringens inverkan på ytterväggens underhållskostnad.

### 1 KOSTNADER

#### 11 Konstruktioner

Undersökningen har omfattat provning och kostnadsberäkning av beklädnadsalternativen enligt fig. 3. Typ N — »normalalternativet» — har tillämpats på två av husen, medan det tredje huset utnyttjats för provning av övriga konstruktioner (typ A–E). Fasadmaterialet har vid samtliga konstruktioner varit ljusgrå asbestcementplattor. För att få jämförbara resultat har ett och samma beklädnadsmönster använts för samtliga hus och legat till grund för kalkylerna, fig. 5, alt. 2. Valet av beklädnadstyp har också bestämts ur estetisk synpunkt. Andra utföranden är emellertid tänkbara som framgår av fig. 5.

Isoler materialet har utgjorts av plastade mineralullskivor ( $\gamma = 70$  resp.  $100 \text{ kg/m}^3$ ). Konstruktionerna har utformats med tanke på att klarlägga volymvikten och vindskyddets betydelse. (Luftgenomsläppligheten för mineralull varierar som bekant med volymvikten) [1]. Tre av konstruktionerna är sålunda utförda utan speciell vindskyddsbeklädnad (typ B, C och D). I typ E saknas mineralullsisolering.

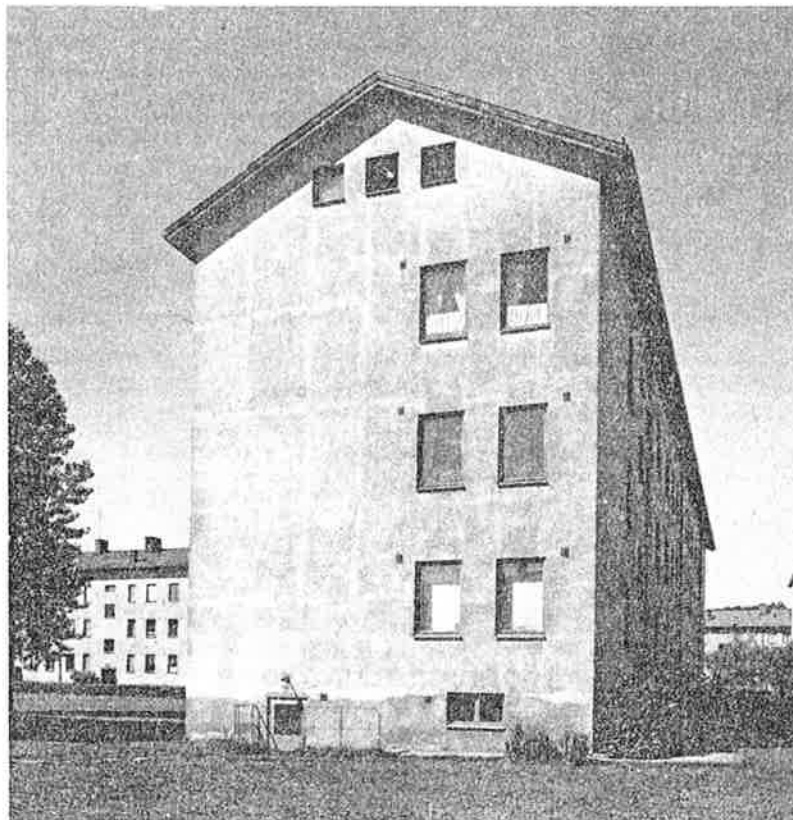


Fig. 1 och 2. För undersökningen hade Göteborgs Bostadsföretag ställt sex hus i kv Jaktväskan på Hisingen i Göteborg till förfogande. Tre hus ingick i själva undersökningen och de övriga utgjorde en referensgrupp. Husen är uppförda omkring 1945. Fig. 1 visar en putsad lättbetonggavel före renoveringen och fig. 2 en fasad efter beklädnaden med asbestcementplattor

Fig. 1 and 2. For the investigation Göteborgs bostadsföretag had given the use of six buildings in Kv Jaktväskan in Hisingen in Göteborg. Three buildings were used in the actual studies and the other three were used as a reference group. The buildings were erected in about 1945. Fig. 1 shows a plastered light weight concrete end wall before renovation and fig. 2 a façade after cladding with asbestos cement sheets



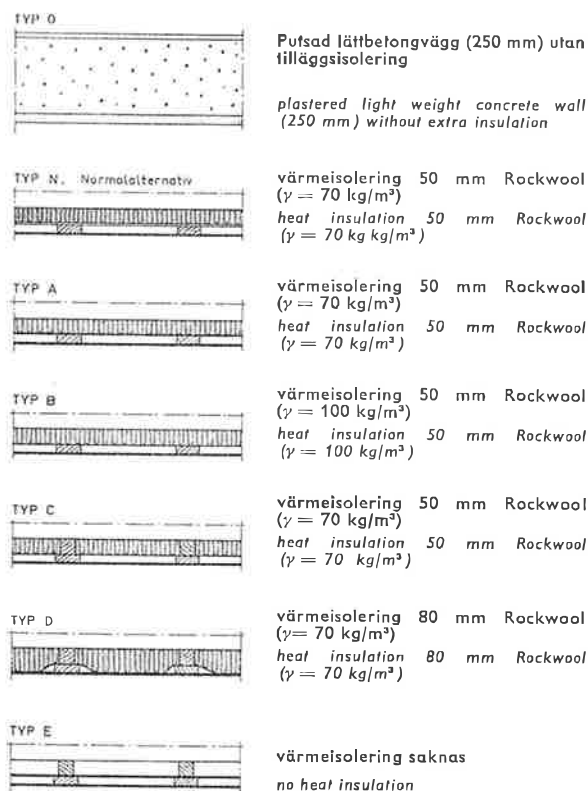


Fig. 3. Horisontalsektioner av de undersökta konstruktionsalternativen. (Beträffande vindskydd se tabell 4 och i övrigt fig. 8 i artikeln »Värmetekniska undersökningar» av Höglund-Lyng)

Fig. 3. Horizontal section of the studied structural alternatives. (Concerning wind protection see table 4 and fig. 8 in the article of "Thermal technical studies" by Höglund-Lyng)

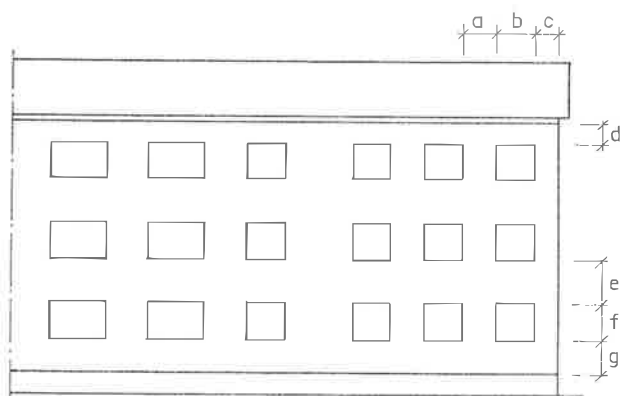


Fig. 4. Måtten a—g ger plattornas format. Det framgår att man i huvudsak får räkna med fyra typer vad plattlängden beträffar, svarande mot: avståndet mellan tak och översta fönsterrad (d), avståndet mellan fönsterraderna (e), fönsterhöjden (f) och avståndet mellan understa fönsterrad och sockel (g)

Fig. 4. The dimensions a—g give the size of the cladding sheets. The drawing shows generally that one has to reckon with four types concerning the lengths of the sheets, which are related to: the distance between the roof and the highest windows (d), the distance between the window rows (e), the window height (f) and the distance between the lowest row of windows and the wall base (g)

Tabell 1  
Table 1

Bostadsområde	Byggnadsår	d	e	f	g	b
Sockenvägen .....	1946	100	150	140	120	95—150
Kviberg .....	1946	105	163	140	118	118—185
Zackrissonsgatan .....	1947	105	162	145	118	142—212
Tänkbart preferensmått .....		105 à 110	165 à 170	145 à 150	120 à 125	

## 12 Fasadbeklädnad

För att få en uppfattning om förekommande måttvariationer och möjligheten att fastställa eventuella preferensmått för beklädnadsplattorna har bostadsföretaget gjort en uppmätning (efter ritningar) och sammanställning för några äldre fastigheter (tabell 1 och fig. 4).

Måtten d—g varierar, som framgår av tabellen, inom ett relativt litet intervall, medan måtten a—c uppvisar större spridning. Allmänt gäller att man får räkna med specialformat, inom intervallet ca 100—170 cm, när det gäller plattornas längd. Man torde också i stor utsträckning få räkna med slutlig tillpassning av plattlängden på arbetsplatsen med tanke på i praktiken förekommande måttvariationer.

Möjligheten att utnyttja förekommande standardbredder (60 och 80 cm) blir beroende av de arkitektoniska krav man ställer på fasadbeklädnaden. Fasaddetaljerna 1—5 (fig. 5) ger exempel på olika beklädnadsalternativ vid användning av asbestcementplattor typ Colorbestos. I samtliga fall har man utgått ifrån att horisontella fogar skall ligga i linje med överkant eller underkant fönster och samtliga vertikala fogar i linje med varandra.

## 13 Material- och arbetskostnad

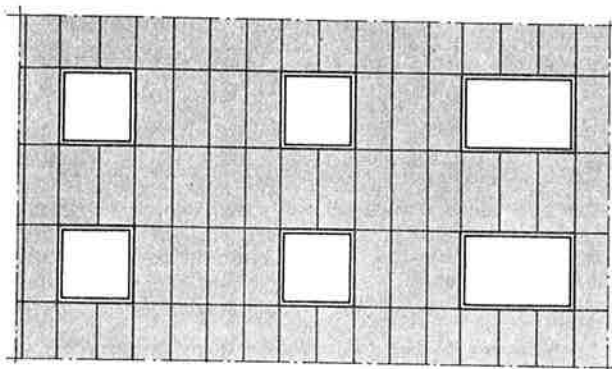
För att få ett mer allsidigt underlag för kostnadsanalysen bedrevs byggnadsarbetet på olika sätt. Vid två av husen utfördes arbetet av bostadsföretagets egen byggnadsavdelning, medan fasadbehandlingen av det tredje huset utfördes på entreprenad mot fast anbud. Arbetsgången vid kostnadsundersökningen har varit följande:

- genom förkalkyl har enhetskostnaderna (å-kostnaderna) för arbete och material beräknats för de olika arbetsmomenten (uppreglning, isolering osv.)
- normalalternativet (typ N) har efterkalkylerats med hjälp av mättningslistorna
- med utnyttjande av vissa erfarenhetsvärden från efterkalkylen av typ N har totala produktionskostnaden beräknats för samtliga konstruktionstyper

Kalkylerna har utförts i överensstämmelse med de grundprinciper som rekommenderas i rapport nr 73 från Statens råd för byggnadsforskning [2]. Detta gäller bl. a. ifråga om beräkningen av å-kostnader. Vid det slag av arbete det här gäller kan dessa kostnader hänförelse antingen till 1 m<sup>2</sup> fasadyta eller till 1 m<sup>2</sup> väggyta dvs. fasadyta exklusive fönster- och dörröppningar. Visserligen är huvuddelen av arbetskostnaden proportionell mot fasadytan, men det senare alternativet har dock valts med tanke på att väggytan — när det gäller arbeten av detta slag — är ett mer entydigt

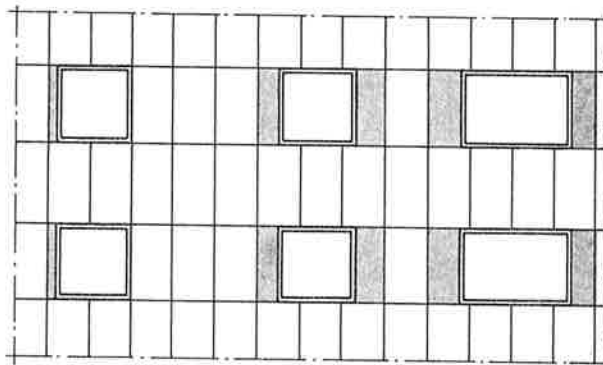
På denna sida: Fig. 5. Olika beklädnadsalternativ (1—5) med asbestcementplattor av märket Eternit typ Colorbestos. Vid försöket har tillämpats och i kalkylen räknats med alternativ 2. Skivor av format avvikande från standarden 600 och 800 mm har markerats med grå ton

On this page: Fig. 5. Different ways of cladding (1—5) with asbestos cement sheeting of make Eternit and type Colorbestos. In the test and in the calculations alternative 2 has been used. Sheets of sizes which are not standard 600 and 800 mm have been marked with grey



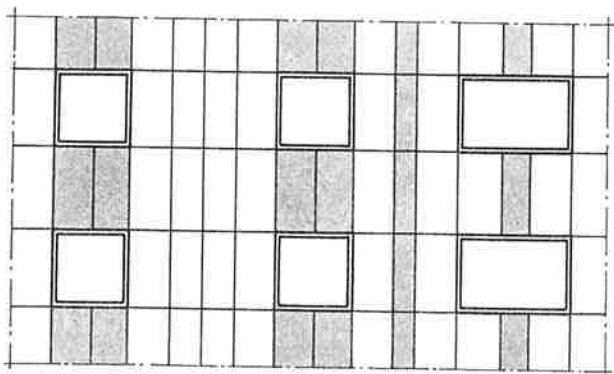
Ovan: Alternativ 1. Vertikala fogar i linje med fönstrens sidokanter. Fälten mellan fönstren, i höjd- och sidled, uppdelade på lika breda plattor. Detta utförande torde arkitektoniskt sett vara mest tilltalande men medför att man i praktiken får räkna med att genomgående använda specialbredder och relativt många breddformat

Above: Alternative 1. Vertical joints in line with the windows' side edges. The field between the windows, both up-wards and sideways, are divided up in sheets of the same width. This method may be architecturally the most satisfactory but in practice means that one has to use special widths all the time and a relatively large number of width sizes



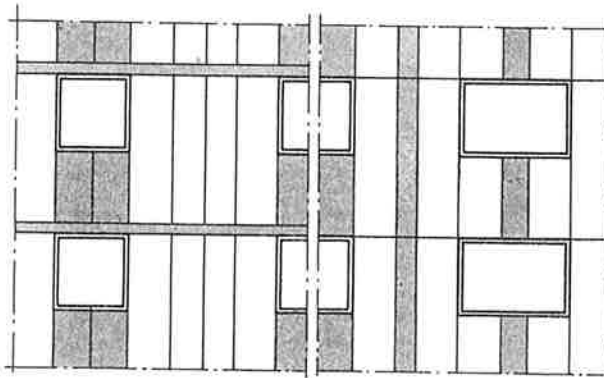
Ovan: Alternativ 4. Vertikala fogar följer i allmänhet ej fönstrens sidokanter. Fälten mellan fönstren ej symmetriskt indelade. Detta utförande medger maximal användning av standardformat vad plattbredden beträffar

Above: Alternative 4. The vertical joints do not generally follow the side edges of the windows. The fields between the windows are not symmetrically divided. This method gives the maximal usage of standard sizes in regard to the width dimension



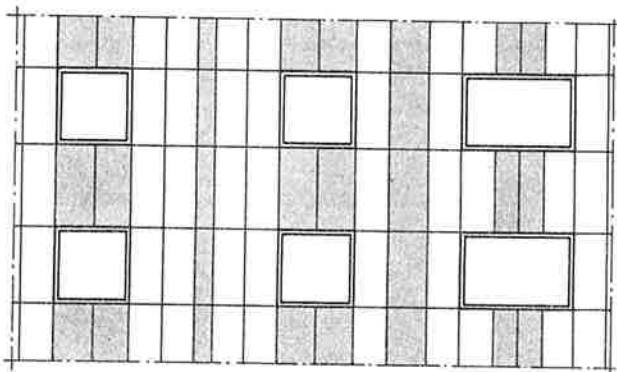
Ovan: Alternativ 2. Vertikala fogar i linje med fönstrens sidokanter. Fälten mellan fönstren indelade symmetriskt med utnyttjande av standardbredder — i detta alternativ 600 och 800 mm — i största möjliga utsträckning

Above: Alternative 2. Vertical joints in line with the side edges of the windows. The fields between the windows are divided up symmetrically using standard widths—in this alternative 600 and 800 mm—to the largest possible extent



Ovan: Alternativ 5. Våningshöga plattor med och utan »bjälklagsband» Symmetrisk indelning av fälten mellan fönstren. Användning av standardbredder så långt möjligt (jämför alternativ 2 och 3)

Above: Alternative 5. Sheets of room height with and without "floor slab bands". Symmetrical division of fields between windows. The use of standard widths as far as possible (compare with alternative 2 and 3)



Ovan: Alternativ 3. Variant av alternativ 2

Above: Alternative 3. Variant of alternative 2

och generellt användbart begrepp. Vidare är ju de underhålls- och värmekostnader som påverkas genom fasadomklädnaden proportionella mot väggytans storlek. När väggytan används som referensyta måste man emellertid ta hänsyn till att ackordsprislistan gör avdrag endast för öppningar som överstiger 3 m<sup>2</sup>. I realiteten innebär detta, att man vanligen får betala arbetslön för hela eller praktiskt taget hela fasadytan. I kalkylerna beaktas detta genom ett särskilt *fönstertillägg* svarande mot den del av arbetskostnaden som hänförs sig till fönsterytan. På liknande sätt införs kostnaden för smygfoder i form av ett särskilt *smygfodertillägg*. Genom att de väsentliga, *objektbundna enhetskostnaderna* på detta sätt brutits ut ur arbetskostnaden och redovisas separat, kan kalkylerna lätt anpassas till olika byggnadsobjekt.



Tabell 2. Arbetskostnad

Table 2. Working cost

Reglar 2" x 2" c/c 60 cm	å-kostnad kr/m <sup>2</sup>	0,95
Mineralullsskiva 5 cm (Rockwool typ 333)	»	» 0,84
Papp	»	» 0,25
Vertikal läkning	»	» 0,45
Uppsättning av asbestcementplatta (typ Colorbestos)	»	» 2,66
Uppsättning av asbestcementplatta (typ Internit)	»	» 1,70
Uppsättning av smygbräda (1,61 kr/lpm)	»	» 0,56

Anm. Kalkylerna grundas på gällande ackordsprislista enligt 1962 års avtal. Kostnader för grovarbete ingår som särskild post i sammanställningen (tabell 3). Kalkylerna avser ortsgupp IV

Tabell 3. Kostnadssammanställning, typ N

Table 3. Cost summary, type N

Kostnadsslag	Materialkostnad	Arbetskostnad	Material + arbete
1. Reglar 2" x 2" .....	2,38	0,95	3,33
2. Skiva av Rockwool typ 333, 5 cm .....	3,57	0,84	4,41
3. Papp AC 150/200 .....	0,35	0,25	0,60
4. Läkt 1" x 3" .....	2,50	0,45	2,95
5. Colorbestos, 6,5 mm ...	11,00	2,66	13,66
Summa 1—6	19,80	5,15	24,95
6. Ortstillägg (20 % på 5,15)		1,03	
7. Dagtersättning .....		1,24	
8. Grovarbetarkostnad ...		2,50	
9. Semesterersättning, ATP m. m. ....		1,49	
10. Plåtarbete .....			0,22
11. Ställningskostnad .....			3,50
12. Allmänna omkostnader, arbetsledning och entreprenadarvode .....			4,19
Summa 1—12			39,12
13. Smygfodertillägg (1,07 x 0,67 + 1,77 x 0,56)	0,67	0,56	1,71
14. Fönstertillägg 0,20 x 1,77 x 5,15 .....			1,82
Totalkostnad (s:a 1—14)			42,65

Anm. Materialpriserna har inhämtats från resp. materialleverantörer och avser prisläget i Göteborg den 1/7 1962. Dessa priser inkluderar normalt spill och transport till arbetsplatsen. Det förutsätts att asbestcementplattorna levereras i standardformat och att tillpassning sker på arbetsplatsen. Totalt spill för detta material har överslagsmässigt beräknats till 12 %. Grovarbetarkostnaden (8) avser materialtransport, tillskärning och hantlangning i övrigt och baseras på erfarenhetsvärden från efterkalkylen. Allmänna omkostnader (under 12) avser kostnader för bl. a. täckning, bormaskin, handsågar, hissordning, elström och kabel. Sammanlagt uppgår dessa kostnader enligt efterkalkylen till 3 % av kostnaden för direkt material och arbete (1—8).

Tabell 4. Sammanställning av kostnader (kr/m<sup>2</sup>)

Table 4. Summary of costs (Sw. crowns/m<sup>2</sup>)

Typ	Värmeisolering		Vindskydd	Direkt material	Direkt arbete	Omkostnader	Totalkostnader
	dim. cm	volymvikt kg/m <sup>3</sup>					
A	5	70	Internit	23,52	8,48	17,00	49,00
B	5	100	saknas	20,62	6,44	15,22	42,28
C	5	70	»	20,12	6,44	15,18	41,84
D	8	70	»	22,15	6,61	15,46	44,22
E	—	—	Internit	19,95	7,47	15,96	43,38
N	5	70	papp	20,47	6,74	15,44	42,65

Tabell 2 redovisar å-kostnader för arbete och tabell 3 en sammanställning av kostnaderna för konstruktions-typ N. Tabell 4 redovisar de framräknade kostnaderna för samtliga konstruktionstyper.

## 2 EKONOMI

### 21 Allmänna synpunkter [5] [6] [7]

Olika metoder kan väljas för redovisning av den lönsamhet, man beräknar uppnå genom renoveringen:

- Man kan jämföra investeringen (byggkostnaden) med det kapitaliserade värdet (nuvärdet) av de framtida besparingar man uppnår genom lägre kostnader för uppvärmning och för underhåll av fasaderna. Med hänvisning till beteckningar i tabell 5 gäller följande *gränsvillkor för lönsamhet*:

$$\Delta K_d \frac{(1 + p/100)^N - 1}{p(1 + p/100)^N} \geq K_B \text{ (kr)}$$

- Man kan jämföra *yttreväggens årskostnad* före och efter renoveringen. Gränsvillkoret för lönsamhet blir tydligen att besparingen i driftskostnad skall överstiga ränta och amortering på investerat kapital och kan skrivas:

$$\Delta K_d = \Delta K_u + 0,01 QK_v \Delta k \geq 0,01 A \cdot K_B \text{ (kr/m}^2\text{år)}$$

- Man kan betrakta besparingen i driftskostnad som en årlig avbetalning på byggkostnaden (annuitet) och undersöka häremot svarande förräntning av kapitalet vid given amorteringstid eller man kan beräkna amorteringstiden för given räntesats.

Gränsvillkoret för lönsamhet blir tydligen att:

$$R \geq p \text{ och } n \leq N$$

Vilken metod man än väljer måste lönsamhetsberäkningen grundas på en prognos av räntenivån samt kostnader för underhåll och uppvärmning under den tid byggnaden förutsätts vara i användning.

### 22 Förutsättningar (tabell 5)

1. Ur ekonomisk synpunkt är det fördelaktigt att utföra renoveringen vid en tidpunkt då fasaderna skall undergå normalt underhåll enligt fastställt plan. Så förutsätts vara fallet och i kalkylen tillämpade värden = framräknade kostnader enligt tabell 4 med avdrag för

Tabell 5. Belegningar och förutsättningar

Table 5. Symbols and qualifications

	symbol	enhet	numeriskt värde
1. Byggekostnad .....	$K_B$	kr/m <sup>2</sup>	enl. kalkyl
2. Värmekostnad .....	$K_v$	öre/Mcal	variabel
3. Värmeförbrukningstal .....	$Q$	°Ch/10 <sup>-3</sup> /år	»
4. Värmeegenomgångstal .....	$k$	kcal/m <sup>2</sup> h°C	enl. mätningar
5. » differens .....	$\Delta k$	»	»
6. Underhållskostnad .....	$K_u$	kr/m <sup>2</sup> år	erfarenhetsvärde
7. » differens .....	$\Delta K_u$	»	»
8. Driftskostnad .....	$K_d$	»	beräknat värde
9. » differens .....	$\Delta K_d$	»	»
10. Låneränta .....	$p$	%	5,0, 6,0
11. Amorteringstid max. ....	$N$	år	40
12. Amorteringstid .....	$n$	»	sökt värde
13. Annuitetskoefficient .....	$A$	%	beräknat värde
14. Förräntning .....	$R$	%	sökt värde

aktuell kostnad för målning och lagning av puts (8,00 kr/m<sup>2</sup>). Härvid erhålls:

Typ	N	A	B	C	D	E
$K_B$ kr	34,65	41,00	34,28	33,84	36,22	35,38

2. Kostnaden för uppvärmning påverkas strängt taget också av marginalkostnaden för pannanläggningen, eftersom denna normalt brukar förnyas efter omkring 20 år. I princip kan den reduktion av anläggningskostnaden, som man ernår genom förbättrade  $k$ -värden, slås ut pr m<sup>2</sup> yttervägg och år. Inverkan härav är emellertid ringa i föreliggande fall och har försumrats.

3. Till grund för beräkningar används graddagtal för »normalåret» 1931—1960 [3]. Värdena baseras vanligen på en antagen rumstemperatur = 19°C. Stickprovsundersökningar visar emellertid att denna genomsnittligt ligger vid ca 21°C. Med hänsyn härtill har det ansetts motiverat att omräkna tillämpade  $Q$ -värden till denna temperatur.

4—5. Till grund för kalkylerna ligger följande värden enligt utförda undersökningar [4].

Typ	N	A	B	C	D	E
$\Delta k$ (kcal/m <sup>2</sup> h°C)	0,41	0,41	0,39	0,32	0,42	0,18

Värmeegenomgångstalet för obehandlad vägg — 25 cm putsad lättbetong — är enligt mätningarna = 0,74. Samtliga värden har korrigerats med hänsyn till inverkan av köldbryggor.

6—7. Kostnaden för utvärdig målning och lagning av putsskador förutsätts — på basis av erfarenheter från det aktuella området — sammanlagt uppgå till 8,00 kr/m<sup>2</sup>, varvid underhåll förutsätts ske med 10 års intervall. Vid beräkningen av framtida kostnader för underhåll erhålls då följande genomsnittsvärde:

$$8,00 (1,03^{10} + 1,03^{20} + 1,03^{30})/40 = 1,10 \text{ (kr/m}^2\text{år)}$$

Det bör anmärkas, att kostnaden ofta är betydligt högre på grund av mer utsatt läge. För ett annat, större bostadsområde, beläget i Kortedala i Göteborg, redovisas t. ex. följande aktuella årskostnader enbart för lagning av putsskador. Värdena gäller m<sup>2</sup> lägenhetsyta:

år	1959	1960	1961	1962
kr/m <sup>2</sup> år	2,69	1,49	2,91	0,86

Omräknat per m<sup>2</sup> yttervägg motsvarar detta i genomsnitt ca 3,50 kr/m<sup>2</sup>år, vilket inklusive målning ger en årskostnad = ca 4,00 kr/m<sup>2</sup>.

8.  $K_d$  = ytterväggens driftskostnad för underhåll och transmitterat värme =  $K_u + 0,01 Q K_v k$  (kr/m<sup>2</sup>år).

9. Skillnaden i väggens årskostnad före och efter fasadrenoveringen =  $\Delta K_u + 0,01 Q K_v \Delta k$  (kr/m<sup>2</sup>år).

11.  $N$  = byggnadens återstående användningstid (antaget värde).

12.  $n$  = den tid som behövs för att med viss räntesats ( $p$ ), genom sänkt årskostnad ( $\Delta K_d$ ), amortera byggkostnaden ( $K_B$ ).

13.  $A$  = förhållandet mellan årlig besparing i driftskostnad och investerat kapital =  $\Delta K_d \cdot 100/K_B$  (%).

14.  $R$  = förräntningen av byggkostnaden, då annuiteten =  $\Delta K_d$  och byggnadens varaktighet ( $N$ ) förutsätts vara 40 år.

Fig. 6. Beklädnad av fasaden

Fig. 6. Cladding of façade



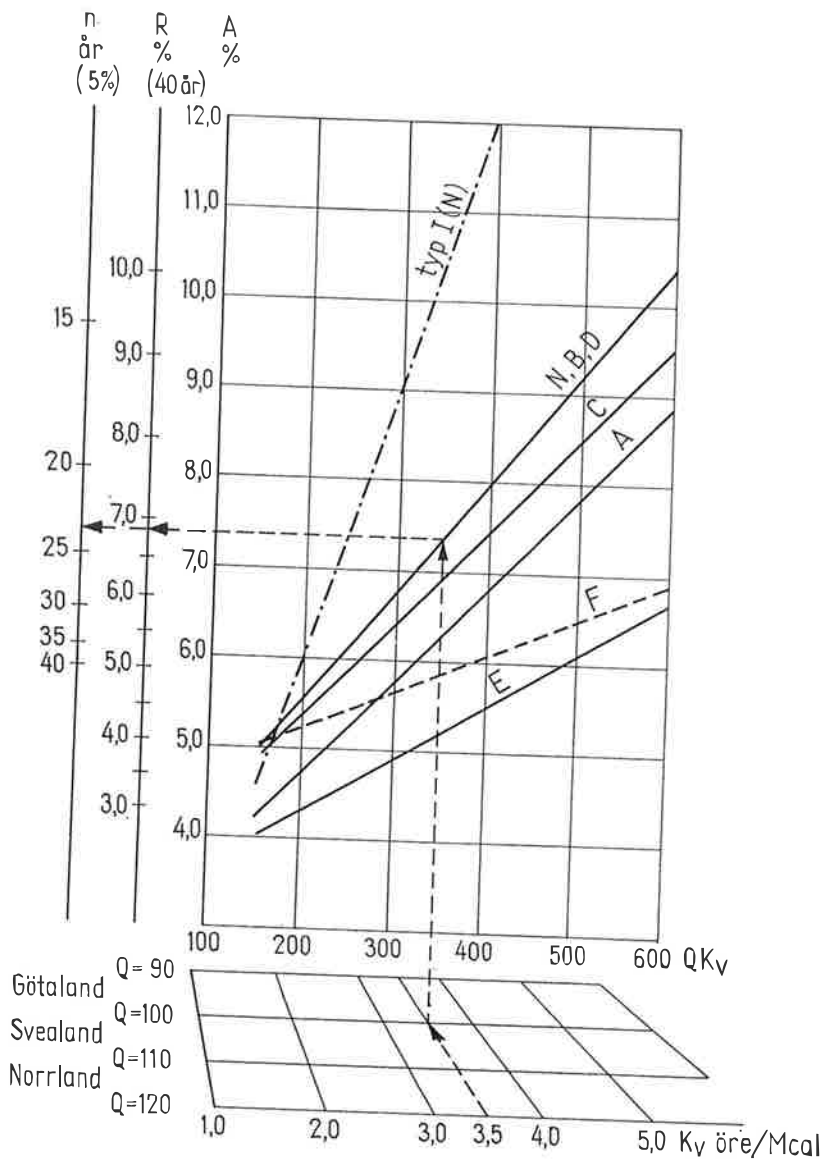
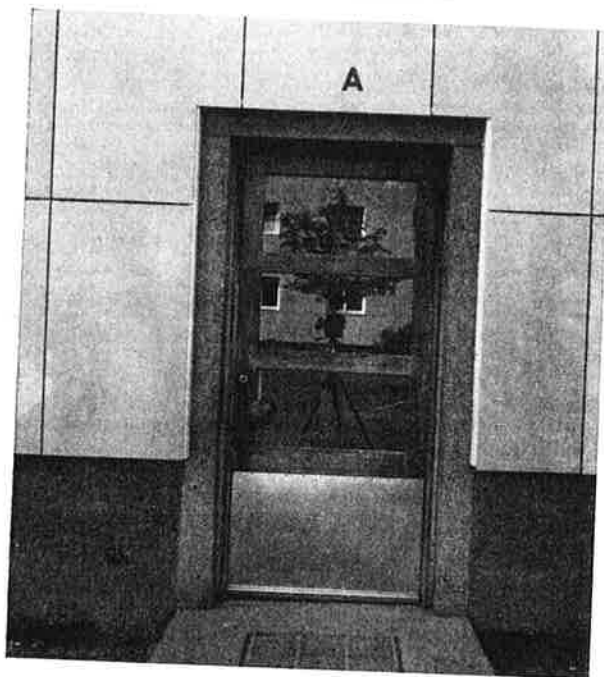


Fig. 8. Diagram som visar annuitetskoefficienten (A), förräntningen (R) och amorteringstiden (n) som funktion av värmeförbrukningstalet (Q) och värmekostnaden ( $K_v$ ). (För Göteborg  $Q = ca 95$ , för Stockholm  $Q = ca 105$  och för Östersund  $Q = ca 140$ ). Exempel:  $Q = 100$ ;  $K_v = 3,5$ ; Typ N. Man får  $R = ca 6,8 \%$  och  $n = ca 23$  år

Fig. 8. Diagram showing the annuity coefficient (A), interest (R) and amortization time (n) as functions of the heat consumption co-efficient (Q) and heat cost ( $K_v$ ). (For Göteborg  $Q = about 95$ , for Stockholm  $Q = about 105$  and for Östersund  $Q = about 140$ ). Example:  $Q = 100$ ;  $K_v = 3,5$ ; Type N. Gives  $R = about 6,8 \%$  and  $n = about 23$  years

Nedan: Fig. 7. Detalj av utformningen kring entrédörr  
 Below: Fig. 7. Detail of cladding around entrance door



### 23 Konstruktionernas relativa lönsamhet

Enligt föregående gäller följande samband:

$$\Delta K_d = \Delta K_u + 0,01 Q K_v \Delta k \quad (\text{kr/m}^2\text{år})$$

$$A = \Delta K_d 100 / K_B \quad \%$$

efter insättning av  $\Delta K_u = 1,10$  (enligt tabell 5, punkt 6) erhålls:

$$A = 110 / K_B + Q K_v \Delta k / K_B$$

Detta uttryck anger besparingen i relation till investeringen och kan användas för bestämning av de olika konstruktionernas relativa lönsamhet. I fig. 8 redovisas annuitetsfaktorn (A), motsvarande räntabilitet (R) och amorteringstid (n) som funktioner av faktorn  $QK_v$ . Det är också möjligt att ur diagrammet direkt avläsa inverkan av värmekostnaden ( $K_v$ ) och värmeförbrukningstalet (Q). Som orientering angående Q-värdets storlek kan nämnas följande värden: Göteborg  $Q = ca 95$ , Stockholm  $Q = ca 105$  och Östersund  $Q = ca 140$  (Jämför tabell 5, punkt 3).

Man finner att typerna N, B och D är gynnsammast och praktiskt taget likvärdiga ur ekonomisk synpunkt.

Detta är intressant, eftersom berörda typer, konstruktivt sett, är exempel på olika principutförande (fig. 3). Typ N är på vanligt sätt utförd med vindskyddsbeklädnad (papp), typ B saknar sådan beklädnad, medan mineralullsskivan har högre volymvikt ( $\gamma = 100 \text{ kg/m}^3$ ). Typ D saknar till skillnad från föregående typer luftskikt mellan isolering och utvändigt beklädnad och isolertjockleken är 8 cm.

En viss förbättring av lönsamheten för alt. E uppnås sannolikt om konstruktionen utförs med enbart Colorbestos, vilket ju vanligen också sker i praktiken. Särskilt gäller detta givetvis i utsatta lägen. Kurvan F visar beräknade värden för ett sådant utförande ( $K_B = 24,00, \Delta k = 0,10$ ).

Av diagrammet framgår att fasadrenoveringens lönsamhet klart förbättras genom tilläggsisolering och att denna förbättring ökar med värmebehovet och värmekostnaden (faktorn  $Q/K_v$ ).

## 24 ISOLERINGENS RÄNTABILITET

Som inledningsvis nämnts bekläder man ofta fasader av murverk med asbestcementplattor eller liknande material för att i utsatta lägen hindra väggarnas nedfuktning vid slagregn. Det primära motivet för renoveringen är då inte att »spara värme» utan att undvika hygieniska obehag och reducera kostnader för reparation och underhåll. Man kan lätt beräkna lönsamheten av tilläggsisolering i sådana fall, enligt följande ekvation:

$$A = Q K_v \Delta k / K_B \%$$

Härvid bortses alltså från besparingen ifråga om utvändigt underhåll som inte påverkas av isoleringen ( $\Delta K_u = 0$ ). För typ N erhålls  $K_B = 34,65 - 24,00 = 10,65 \text{ kr/m}^2$  och  $\Delta k$  förutsätts  $= 0,42 - 0,10 = 0,32$ . Tilläggsisoleringens lönsamhet anges av kurvan I (N).

## 3 SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION

### 31 Värmekostnadens betydelse

Värmekostnadens betydelse för renoveringens lönsamhet framgår klart av fig. 8. I princip bör bedömningen härvid grundas på ett genomsnittligt pris under byggnadens förväntade användningstid, enligt kalkylen 40 år. I dagens läge torde det inte vara realistiskt att, för ifrågavarande typ av bebyggelse, räkna med andra än konventionella energikällor för uppvärmningen, i första hand olja. Oljepriserna har under de senaste åren inte följt den allmänna kostnadsstegringen. Detta gäller emellertid speciellt den nordiska marknaden och anses allmänt vara en följd av speciella och tillfälliga marknadsförhållanden. På något längre sikt torde man också här i landet få räkna med stigande oljepriser. Som ett genomsnittspris för hela landet kan man för den senaste 4-årsperioden (efter Suezkrisen) räkna ett pris av ca  $130 \text{ kr/m}^3$  för eldningsolja nr 3. För anläggningar av den typ det här gäller torde verkningsgraden vara  $= 65 - 70 \%$ , vilket ger en aktuell värmekostnad (bränslekostnad)  $K_v = \text{ca } 2,2 \text{ öre/Mcal}$ . Med en årlig (»normal») kostnadsstegring på 3 % får man, för kommande 40-årsperiod ett genomsnittligt värde  $= \text{ca } 4,0 \text{ öre/Mcal}$ . Internationella konflikter kan givetvis

påverka både prisutveckling och bränsleförsörjning i ogynnsam riktning. Det torde i dagens läge vara rimligt att basera kalkyler och ekonomiska bedömningar av det slag det här gäller på en värmekostnad  $K_v = 3,5 - 4,0 \text{ öre/Mcal}$ . I detta sammanhang kan också hänvisas till Eneborgs utredning: »Stora eller små värmecentraler» sidan 63—65 och 78 [8]. För typ N (B, D) får man då enligt diagrammet följande ungefärliga värden:

Götaland

$$(Q \approx 90 - 100) \quad R = \text{ca } 6,5 - 7,5 \% \quad n = 20 - 25 \text{ år}$$

Svealand

$$(Q \approx 100 - 110) \quad R = \text{ca } 7 - 8 \% \quad n = 18 - 23 \text{ år}$$

Norrland

$$(Q \approx 110 - \text{ca } 140) \quad R = \text{ca } 7,5 - 9 \% \quad n = 16 - 20 \text{ år}$$

## 32 Klimatets betydelse

Ifrågavarande byggnader (kv Jaktväskan) ligger skyddade för slagregn och hårt väder. Detta kommer också till uttryck i de relativt låga fuktkvoter som uppmätts i murverket (4,5—5 %). I utsatta lägen får man räkna med något högre  $k$ -värden än det som tillämpats i kalkylerna ( $k = 0,74$ ). Detta gäller också kostnaderna för reparation och underhåll. (Tabell 5, punkt 6—7). Dessa faktorer samverkar till att i sådana fall förbättra renoveringens lönsamhet utöver de värden som redovisas ovan.

För finansiering av renoveringsarbeten av ifrågavarande slag kan olika möjligheter komma ifråga:

- återbeläning i de fall en del av lånen amorterats
- fastighetens ökade realvärde genom den allmänna värdestegringen i förening med fasadrenoveringen kan ge utrymme för ökad beläning
- utnyttjande av eventuella reparationsfonder

Med ifrågavarande typ av fasadrenovering, kombinerad med tilläggsisolering, uppnås fördelar av olika slag:

- lägre framtida årskostnader för uppvärmning, reparation och underhåll
- jämnare och bättre inomhusklimat
- i många fall en exteriörmässig förbättring

Förbättringar av hygienisk och trivselsmässig karaktär kan vanligen inte värderas rent ekonomiskt. I kalkylen har vi därför bortsett från sådana, i och för sig värdefulla förbättringar.

## LITTERATUR

- [1] Höglund, I: *Högisolerande ytterväggars värmemotstånd*. Statens råd för byggnadsforskning. Handlingar nr 41. Stockholm 1963
- [2] *Kostnadsberäkning inom byggnadsindustrin*. Statens råd för byggnadsforskning. Rapport nr 73. Stockholm 1962
- [3] Lagerstedt, E: *Normalåret 1931—1960*. VVS nr 4, 1962
- [4] Höglund, I och Lyng, O: *Nya fasader på gamla hus—tilläggsisolerade ytterväggar. Värmetekniska undersökningar*. Byggmästaren nr 3, 1963
- [5] Österberg, D: *Ränteräkning*. Handboken BYGG, band I, kap. 135: 1—2. Stockholm 1959
- [6] Hagman, F: *Förbättring av befintliga byggnaders värmeisolering*. Byggmästaren nr B 7, 1953
- [7] Adamson, B och Tell, W: *Ekonomisk värmeisolering av byggnader*. Teknisk Tidskrift nr 31, 1956
- [8] Eneborg, I: *Stora eller små värmecentraler*. SNB:s handlingar nr 34. Stockholm 1959

**Särtryck** Utgivare: Statens råd för byggnadsforskning

- 1957:** 11. *Klingberg, Lennart och Olsson, Eskil.* Krandagbok. En metod för arbetsstudier på tornsvängkranar. 18 s. Kr. 2:—.
- 1958:** 1. *Klingberg, Lennart, Olsson, Eskil m. fl.* Monterbara fasadställningar. 27 s. Kr. 3:—.  
2. *Tynelius, Sven.* Parkeringsundersökning från luften med tillhjälp av stereobilder. 13 s. Kr. 1:50.  
3. Uppsatser om golv. 62 s. Kr. 3:—.  
6. *Saare, Erik.* Forskning om fukt i byggnadsmaterial. 7 s. Kr. 2:—.
- 1959:** 1. *Höglund, Ingemar m. fl.* Invändig ytbehandling i betonghus. 11 s. Kr. 1:—.  
2. *Backmark, Lennart, Blomgren, Boris, Jacobsson, Mejse och Månsson, Kurt.* Byggnadsverksamhet och bostadsförhållanden i Sovjetunionen. (Fyra artiklar.) 48 s. Kr. 4:—.  
5. *Eneborg, Ingemar.* Driftundersökningar på små oljeeldade värmeanläggningar. 7 s. Kr. 1:—.
- 1960:** 2. *Jacobsson, Mejse.* Monteringsbyggeri i Europa. 8 s. Kr. 1:50.  
3. *Mandorff, Sven.* Förinställningsberäkning — ett viktigt led i värmeanläggningens projektering. 16 s. Kr. 3:—.  
4. *Eneborg, Ingemar.* Värmeutbytet vid sopeldning. (Två artiklar.) 11 s. Kr. 3:—.  
5. *Westin, Olle.* Markexploatering. 7 s. Kr. 1:50.  
6. *Saare, Erik.* Åldringsbeständighet hos byggnadsmaterial av plast. 8 s. Kr. 1:50.  
7. *Jacobsson, Mejse.* Byggnaders underhåll — ett viktigt forskningsområde. 8 s. Kr. 2:—.  
8. *Tynelius, Sven.* Kan det äldre villabeståndet förnyas? 4 s. Kr. 1:50.  
9. *Eneborg, Ingemar och Nilsson, Stig.* Problem kring soporna. 7 s. Kr. 2:—.
- 1961:** 2. *Nyquist, Ingemar resp. Jansson, Ingvar.* Den III internationella betongvarukongressen, Stockholm, 16—22 juni 1960. RILEM:s lättbetongsymposium, Göteborg, 20—23 juni 1960. (Två sammanfattningar.) 8 s. Kr. 2:—.  
3. *Dirke, Lars.* Varmvattenförbrukning i lägenheter med och utan varmvattenmätare. 12 s. Kr. 3:—.  
4. *Brandt, Ove.* Luft- och stegljudsisolering i monteringsbyggda bostadshus. 8 s. Kr. 12:—.  
5. *Pleijel, Gunnar.* Fönsterglasens transmission av strålning från sol och himmel. 8 s. Kr. 2:—.  
6. *Blomberg, Clas.* Matematisk-statistisk behandling av en stadsplaneprognos. 4 s. Kr. 1:—.  
7. *Rasmussen, Poul.* 1. Försök med nersotning av en värmepanna. 2. Hur ofta lönar det sig att sota en värmepanna? — Nomogram för bestämning av optimala sotningsintervaller. 5 + 7 s. Kr. 3:—.  
8. *Löfstedt, Börje.* Vertikal temperaturgradient och väggtemperatur — modellförsök i klimatkammare. 8 s. Kr. 2:—.  
9. *Holm, Lennart.* Ett svenskt institut för byggnadsforskning. 8 s. Kr. 1:—.  
11. *Brandt, Ove och Bring, Christer.* Stegljudsisolering och beständighet mot intryck hos golvbeläggningar på massivbjälklag av betong. 15 s. Kr. 2:—.  
12. *Löfstedt, Börje och Ronge, Hans.* Strålningsdrag från en kall fönsteryta. Experimentell undersökning med värme-flödesmätning. 7 s. Kr. 2:—.  
13. *Trägårdh, Uno.* Korrosion på varmvattenrör inbäddade i betong. 4 s. Kr. 2:—.
- 1962:** 1. *Holm, Lennart.* Konsumtionsanpassade bostäder. 11 s. Kr. 2:—.  
2. *Löfstedt, Börje.* Varm rumsklimats inverkan på människans komfort och prestationsförmåga. 11 s. Kr. 2:—.  
3. *Norén, Bengt.* Utvecklingstendenser för träkonstruktioner. 8 s. Kr. 2:—.  
4. *Bring, Christer.* Avtorkningsanordningar i entréer. 8 s. Kr. 2:—.  
5. *Brown, Gösta.* Nya metoder vid beräkning av byggnaders värme- och kylbehov. 15 s. Kr. 3:—.  
6. *Bildmark, Knut.* Byggnadselementens uppskattade ekonomiska varaktighet och tidsintervaller för underhåll. 67 s. Kr. 7:—.  
7. *Saare, Erik och Jansson, Ingvar.* Measurement of Thermal Conductivity of Moist Porous Building Materials with Particular Emphasis on the Thermal Conductivity of Cellular Concrete. 17 s. Kr. 3:—.  
8. *Jacobsson, Mejse.* Utvecklingsgruppen — ett medel för bättre byggnadsplanering. 7 s. Kr. 2:—.  
9. Aktuella värmeisoleringsproblem. Några undersökningar vid Institutionen för byggnadsteknik, KTH. 76 s. Kr. 10:—.  
10. *Hanson, Rune.* Takterrasser och plana industritak — tre artiklar. 16 s. Kr. 3:50.  
13. *Saretok, Vitold.* Mur- och putsbruk i teori och praktik. 11 s. Kr. 3:—.  
14. *Rasmussen, Poul.* Termiskt drag hos oljeeldade villapannor. 12 s. Kr. 3:—.  
15. *Bring, Christer.* Värmebehaglighet hos golv. 11 s. Kr. 3:—.
- 1963:** 1. *Högberg, Erik.* Vidhäftningsundersökningar. 12 s. Kr. 3:—.  
2. *Bring, Christer och Wallén, Ingvar.* Avjämningsmassor för undergolv. 8 s. Kr. 3:—.  
3. *Pusch, Roland.* On the Deformation Processes in Stressed Clay. 8 s. Kr. 3:—.  
4. *Thiberg, Sven.* Prov i full skala — ett nytt hjälpmedel i projekteringen. 4 s. Kr. 3:—.  
6. *Fischer, Hans Christian och Hellman, Lars.* Påslagningen och stötvägsteorin. 8 s. Kr. 3:—.  
7. *Eriksson, Folke och Jonson, Jan-Åke.* Betongväggar gjutna vid kall väderlek. 4 s. Kr. 3:—.  
8. *Sablin, Sven.* Gränslastmetodens tillämpbarhet på cylinderskal. 27 s. Kr. 4:—.  
9. *Rasmussen, Poul.* Bedömning av oljeeldade pannor. 4 s. Kr. 3:—.

**Pris kr. 4:—**

Distribueras av  
**AB Svensk Byggtjänst**  
Stockholm C · Pg. 540 33