



**Bedre**

# **VARMEISOLERING**

**er billigere**

*Priser på isoleringsmaterialer*

*De mest økonomiske isoleringstykkelser*

*Isoleringsarbejdets udførelse*

**Statens Byggeforskningsinstitut**  
i kommission hos Teknisk Forlag  
**København 1950**

*Anvisning*  
*nr.* **5**

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

c.x.b

21 JULI 1950

BEDRE  
VARMEISOLERING  
ER BILLIGERE

Anvisning til brug ved  
projektering og udførelse af byggeri

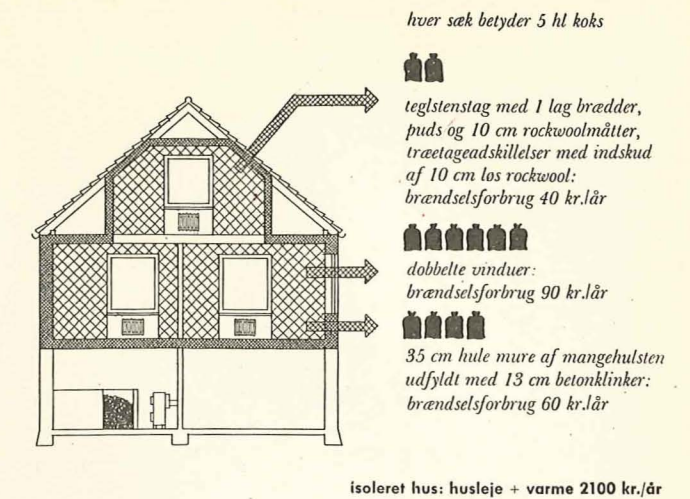
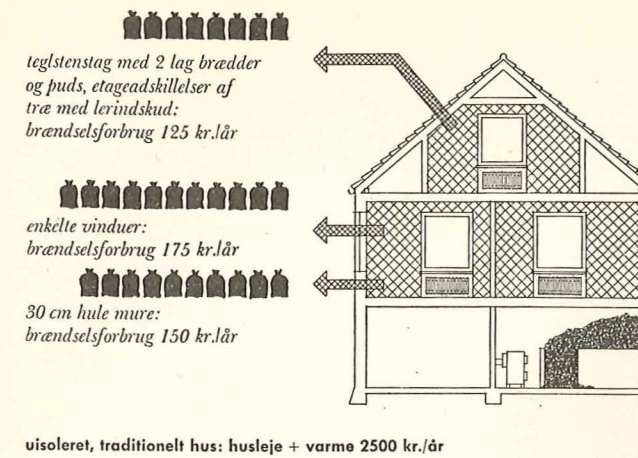
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT ANVISNING NR. 5

I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG KØBENHAVN 1950



## INDHOLDSFORTEGNELSE

Indledning .....	3
<b>Alment om varmeisolering</b>	
Varmeisoleringsproblemer .....	5
Definitioner .....	5
Varmeisolationens betydning .....	5
Kondensation .....	5
Varmeakkumulering .....	6
De forskellige bygningsdeles særlige isoleringsproblemer .....	6
Valg af isoleringstykkelser .....	7
Isoleringsmaterialer .....	7
<b>Udgifterne</b>	
Tabeller over forskellige konstruktioner med varierende isoleringer og isoleringstykkelser .....	9
Isolering af ydervægge .....	10
2 stens fuld mur .....	10
1½ stens fuld og hul mur .....	11
1½ stens fuld og hul mur af mangelhulsten .....	12
30 cm hul mur .....	13
Hul mur med ½ stens formur af tunge, massive sten .....	14
1 stens fuld mur .....	15
Diverse teglstensmure .....	16
Fuld mur af letbeton .....	17
Betonvægge .....	18
Isolering af ydervægge bag radiatorer .....	19
Isolering af tagrum .....	20
Teglstenstage .....	20
Jernbetonetageadskillelser .....	20
Træbjælkelag .....	21
<b>Isoleringsarbejdets udførelse</b>	
Betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen .....	22
Betonvæg isoleret udvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen .....	27
Vægge isoleret indvendig med oplæbede plader .....	30
Murværk isoleret indvendig med påsømmede plader .....	32
Murværk af letbetonblokke .....	35
Murværk af teglsten med isolerende sten i bagmuren .....	36
Hule mure udfyldt med betonklinker .....	37
Hule mure med bagmur af letbetonblokke .....	37
Isolering af tagrum .....	38
<b>Annoncer om isoleringsmaterialer</b>	
Foreningen af Fabrikanter af Danske Varmeisoleringsmaterialer .....	40
Kalk- og Teglværksforeningen af 1893 .....	42
A/S Mica-Fabrikerne .....	43
Dansk Gasbeton Aktieselskab .....	44
Aktieselskabet Rockwool .....	45
Aktieselskabet Siporex .....	46
Tage Peetz & Co. ....	47
Dansk Durisol A.M.B.A. ....	47



Udgiften til opvarmning er den næststørste del af boligudgiften, kun udgiften til renter og afdrag er større, og opvarmningsudgifterne tynger derfor hårdt på de enkelte familiers budget. Men opvarmningsudgifterne er tillige de udgifter, det er nemmest at få bragt ned med et anseligt beløb, når der tages hensyn hertil ved husets projektering.

I denne anvisning er for en lang række materialer og konstruktioner vist, hvor meget det kan betale sig at isolere, eller med andre ord *hvilke isoleringstykkelser der giver de mindste årlige udgifter til husleje + varme for beboerne.*

At det ikke er luksus at isolere, men en særdeles god forretning, viser følgende beregningseksempler:

Hvis en almindelig *etagelejlighed* med 2 værelser og kammer på 73 m<sup>2</sup> i en nybygning med centralvarme isoleres rationelt, bliver den samlede byggeudgift kr. 350, — større end for en tilsvarende uisoleret lejlighed i et hus bygget efter Københavns byggevedtægt af 1939. Den årlige brændselsbesparelse bliver kr. 100, — og beboernes samlede udgifter til husleje + varme bliver ligeledes kr. 100, — mindre pr. lejlighed.

Hvis et nyt *enfamiliehus* på 110 m<sup>2</sup> med centralvarme isoleres rationelt, bliver den samlede byggeudgift kr. 100, — større. Brændselsbesparelsen bliver derved kr. 250, — pr. år, og beboerne skal betale kr. 400, — mindre i husleje + varme i forhold til et uisoleret hus med enkelte vinduer og 30 cm hule mure.

I disse eksempler er der endda regnet med en brændselspris på kr. 67,50 pr. ton, betydeligt mindre end dagsprisen, der er over kr. 100, — pr. ton. Der må naturligvis ved sådanne beregninger regnes med gennemsnittet af brændselsprisen i hele husets levetid, og forhåbentlig bliver den mindre, end den er idag.

Når den ekstra byggeudgift til isolering bliver så lille som anført i eksemplerne, skyldes det, at samtidig med at der ofres penge på isolering, bliver varmeanlægget billigere. I eksemplerne bliver varmeanlægget kun halvt så stort ved det isolerede hus som ved det uisolerede.

Besparselsen på varmeanlægget er i nogle tilfælde så stor, at den helt opvejer merudgiften til isolering. Det gælder f. eks. ved vinduer. Merudgiften til *dobbelt vinduer* er lige så stor som den tilsvarende besparelse på varmeanlægget, d. v. s. at *et centralopvarmet hus ikke bliver dyrere at opføre med dobbelt vinduer end med enkelte.*

Hele samfundet er også interesseret i at få opvarmningsudgifterne bragt ned. Vi anvender årlig 150 — 200 mill. kr. i valuta til import af brændsel til opvarmning, så selv få procents besparelse vil have betydning.

Det indenlandske brændsel kan det ikke betale sig at bruge, det vil også være letsindigt. Under de to verdenskrige er der tæret svært på vore hjemlige brændselsreserver, og det vi har tilbage af tørv, brunkul og træ svarer ikke til mere end 5—10 års normalforbrug. Men varmeisolering sparer ikke alene valuta til brændsel, der spares også valuta til byggematerialer, idet varmeanlægget bliver mindre, og valutabesparelsen på import af dele til centralvarmeanlæg er 50—100 % større end det tilsvarende mervalutaforbrug til isolering.

I det følgende er vist hvilke isoleringstykkelser der giver den bedste økonomi, altså de mindste årlige udgifter til husleje + varme. For hver konstruktion vokser prisen med voksende isolering, men samtidig falder den tilsvarende pris for varmeanlægget og brændselsudgiften, der må altså findes en isoleringstykkelser, der giver mindre samlede årlige udgifter end alle andre. Ved nærmere studium af tabellerne ses, at de mest økonomiske isoleringstykkelser er meget tykkere, end de tykkelser der normalt anvendes.

Ved træuld er den mest økonomiske tykkelse under alle forhold 10 cm, hidtil har det været almindeligt at anvende 3—5 cm. Ved de forskellige sorter og former for mineraluld er den mest økonomiske tykkelse 10 cm, almindeligvis anvendes kun 2 cm. En ting, der navnlig virker slående, er, at alle de traditionelle konstruktioner er meget dyre i det lange løb.



De er nok billige i anskaffelse, men deres isolerings-evne er ringe, så de kræver et tilsvarende dyrt varme-anlæg og stort brændselsforbrug.

Som de mest typiske eksempler kan nævnes:

1½ stens mur af almindelige mursten koster beboerne alt inclusive kr. 5,60 pr. m<sup>2</sup> pr. år, mens den samme mur isoleret med 10 cm træuldbeton koster kr. 4,60 pr. m<sup>2</sup> pr. år i driftsudgift, (ved driftsudgift forstås det væggen koster beboerne pr. år, alt inclusive: renter og afdrag, brændselsforbrug o. s. v.).

30 cm hul mur af almindelige mursten koster kr. 5,50 pr. m<sup>2</sup> pr. år, mens driftsudgifterne for en 22,5 cm mur af gasbetonblokke er kr. 4,— pr. m<sup>2</sup> pr. år.

Teglstenstag med 2 lag brædder, pap og puds koster kr. 4,50. Teglstenstag med 10 cm mineralulds-måtter og 1 lag brædder med puds koster kr. 3,10 pr. m<sup>2</sup> pr. år i driftsudgift.

Etageadskillelser mod tagrum isoleres sædvanligvis med 5 cm ler, erstattes dette med 10 cm mine-ralulds-måtter, falder driftsudgiften fra kr. 3,80 til kr. 2,30 pr. m<sup>2</sup> pr. år.

Et særligt punkt, der bør ofres opmærksomhed, er ydervægge bag radiatorer. Arealerne er ganske vist små i sammenligning med de andre dele af ydervæg-gene, men temperaturen bag radiatorerne er til gen-gæld meget højere. Ved at isolere en 1 stens bryst-ning under et stort vindue i en opholdsstue med 10 cm træuldbeton spares beboerne for en udgift på ca. kr. 15,— pr. år. Der er altså virkelig grund til at under-søge, om man ved et projekteret hus har isoleret nok bag radiatorerne.

Ved valget af isoleringsmaterialer bør der, ligesom ved alt andet, indkøbes under hensyntagen til både pris og kvalitet. Isoleringsmaterialer bør vælges efter prisen pr. isoleringsenhed, det gælder ikke om at få så mange kilo eller kubikmeter materiale som muligt for pengene, men de flest mulige isoleringsenheder.

På side 8 er angivet en tabel over prisen pr. isole-ringsenhed for en række af de almindeligste isole-ringsmaterialer. Når valget står mellem flere mate-rialer, får man mest for pengene ved at vælge det isoleringsmateriale, der koster mindst pr. isolerings-enhed.

Hvor meget er nu alle disse beregninger værd, vil man spørge. Naturligvis giver sådanne beregninger ikke præcise resultater, de gælder kun med en vis tilnær-melse. Om der isoleres med 9 cm mineralulds-måtter eller som her angivet med 10 cm, er i og for sig lige-gyldigt, men det er forkert kun at isolere med 2 cm, som det hidtil har været skik og brug, der skal an-venes 4—5 gange så meget. Beregningerne viser, at *de mest økonomiske isoleringstykkelser er så svære, at man ikke i praksis behøver at være bange for at komme til at isolere for meget.*

Der er heller ingen grund til at frygte, at de tykkel-ser, der her er angivet som de mest økonomiske, skal forandres ved en ændring i priser på brændsel og materialer. Det kan vises, at *de tykkelser, der findes ved beregningerne, stadigvæk vil være gyldige med en for praksis tilstrækkelig nøjagtighed uanset den frem-tidige prisudvikling.*

Statens Byggeforskningsinstitut i juni 1950.

P. Becher.

De følgende sider er skrevet på grundlag af Poul Becher, »Øko-nomisk Varmeisolering«, Statens Byggeforskningsinstitut rapport nr. 1, 2. udgave, København 1950, og er udarbejdet i samarbejde med »Byggebogen«, redigeret af arkitekterne m.a.a. Poul Kjær-gaard og Børge Kjær og udgivet af Arnold Busck, Nyt Nordisk Forlag.

Alle priserne er beregnet af »Byggeriets Beregningsinstitut« un-der ledelse af arkitekt m.a.a. Erling Frederiksen.

Ved udarbejdelsen har bl. a. følgende sagkyndige bistået: *murer-mester K. Kern-Jespersen, civilingeniør, dr. techn. E. V. Meyer, entreprenør Johannes Schroder og tømrermester Svend Storm.*

Da man ved behandlingen af emnet på mange punkter har måt-tet arbejde med byggemetoder, der afviger fra sædvanlig praksis og for hvilke erfaringerne er små og spredte, vil Statens Bygge-forskningsinstitut og Byggebogen være taknemmelige for skrift-lige henvendelser med oplysninger om de ved praktisk byggeri efterhånden opståede erfaringer indenfor området.

## Varmeisoleringsproblemer

### Definitioner

I den følgende fremstilling forstås ved en bestemt konstruktions **varmeisolation** dens egenskaber med hensyn til at yde modstand mod varmegennemgang.

Ved **varmeisolering** forstås de særlige foranstaltninger, som ud-føres for at forbedre en konstruktions varmeisolation ved at for-øge dens modstand mod varmegennemgang. Materialer, der benyttes til dette formål, kaldes i det følgende (varme)isoleringsmaterialer.

I almindelig praksis benyttes de to udtryk, varmeisolation og varmeisolering i flæng.

En konstruktions evne til at lede varme udtrykkes ved **transmis-sionstallet**  $k$  (kcal/m<sup>2</sup>×h×°C), hvorved forstås den varmemængde i kilokalorier, der pr. time (h) går igennem 1 m<sup>2</sup> af konstruk-tionen ved 1 °C lufttemperaturforskul på konstruktionen to sider.

Jo større transmissionstallet  $k$  er, jo mindre modstand yder Kon-struktionen mod varmegennemgang.

Et bestemt materiales evne til at lede varme udtrykkes ved **varmeledningstallet**  $\lambda$  (lambda, som måles i kcal/m×h×°C), hvor-ved forstås den varmemængde i kilokalorier, der pr. time ledes gennem 1 m<sup>2</sup> af materialet i 1 m tykkelse ved 1 °C temperatur-forskul på overfladen af materialets to sider.

Jo større varmeledningstallet er, jo mere varmeledende er mate-rialet og jo dårligere isolerer det.

Mens  $k$  varierer med tykkelsen af den pågældende konstruktion, er  $\lambda$  en materialekonstant, uafhængig af tykkelsen. Varmeled-ningstallet  $\lambda$  vokser stærkt med voksende fugtighedsindhold i materialet.

### Varmeisolationens betydning

Varmeisolering af bygningsdele udføres dels af *sundhedsmæssige* og dels af *økonomiske* grunde.

Varmeforholdene er som beskrevet under afsnittet »varmeakku-mulering« afgørende for, om man føler sig veltilpas i en byg-nings rum. De sundhedsmæssige hensyn kræver i alle tilfælde, at legemets varmeafgivelse til omgivelserne holdes indenfor be-stemte grænser.

En god varmeisolation betyder mindre varmetab gennem byg-ningens yderflader. En forbedring af varmeisolationen medfører besparelser baade i byggeudgifterne til varmeanlægget og i de årlige driftsudgifter. I praksis er der en grænse for, hvor kraftigt det kan betale sig at isolere, idet udgifterne til isoleringen fra et vist punkt igen begynder at vokse stærkere end de nævnte bespa-relser.

### Kondensation

Ved udførelsen af enhver varmeisolering må man være opmærk-som på, at fugtigheden vandrer fra det varme rum mod det kolde.

Luftens evne til at optage vanddamp stiger stærkt med tempe-raturen, og om vinteren vil luften i de opvarmede rum i bygnin-gen derfor indeholde mere vanddamp end den kolde luft udenfor.

Alle byggematerialer er mere eller mindre porøse overfor vand-damp, og ved visse sammensatte konstruktioner, f. eks. indven-digt isolerede ydervægge, kan der være fare for **kondensation** (for-tætning af vanddamp) i selve væggen.

Hvis nemlig den bærende, udvendige del af væggen er dårligt isolerende og nogenlunde damptæt, standses vanddampene på deres vej udefter af dette tætte yderlag, der har en temperatur, som ikke er meget højere end temperaturen udenfor, og afkøl-lingen kan være så stor, at vanddampene fortættes.

En rumbegrænsende konstruktions mest dampstandsende lag bør derfor være den indvendige, varme overflade, eller sagt med andre ord, **for at være ideel med hensyn til kondensationsproblemet bør konstruktionens materialer have en stigende porøsitet indefra og udefter.**

**Kondensation i selve isoleringen** nedsætter dennes varmeisolation-s-evne, og organiske materialer kan i værste fald ødelægges.

**Anbringelse af et dampstandsende lag** (f. eks. asfalt) mellem den bærende, udvendige del og selve isoleringen vil medføre en for-øget fare for kondensation og er derfor forkastelig. Vanddam-pene standses helt af det tætte lag, og isoleringen kan blive gen-nemvædet.

Kondensation på f. eks. en ydervægs inderside kan modvirkes ved **kraftigere isolering**, hvorved overfladetemperaturen på væg-gens inderside hæves. For tunge ydervægge, hvis transmissionstal  $k$  er mindre end 0,75, skulle der aldrig være fare for konden-sation i almindelige beboelsesrum.

Vanddampenes overgang fra luft til væg kan også modvirkes ved **kraftigere ventilation**, f. eks. ved bedre udluftning.

**Faren for kondensation er særlig stor** i rum, hvor der udvikles stør-re vanddampmængder, som f. eks. i **køkken og baderum**. Når væggene i sådanne rum gores mere eller mindre damptætte ved oliemaling, flisebeklædning eller lignende, vil det naturlig-vis forhindres, at isoleringsmaterialet bliver fugtigt, men til gen-gæld mister væggen overflade evnen til at optage vanddamp, således at denne i visse tilfælde kan fortættes på overfladen. Denne overfladekondensation kan vanskeligt forhindres i et køk-ken, hvor luftens fugtighed under madlavning kan komme op på 90—100 %.

For at modvirke overfladekondensationen bør væggene udføres, således at de kan optage nogen vanddamp og senere afgive den



til rummet, når fugtigheden igen falder. Det damptætte lag bør ikke føres højere op ad væggen, end det er nødvendigt af hygiejniske grunde, og pudsens ovenover bør gives en sådan tykkelse (eventuelt føres ud til forsiden af flisevæggen), at den som nævnt midlertidigt kan optage den vanddamp, som under brugen ellers ville fortætte på vægge (eller loft). En indvendig, damptæt overflade bør fortrinsvis anvendes ved vægge af let konstruktion, hvor transmissionstallet  $k$  i forvejen er på omkring 0,5 eller derunder.

**Udvendig overfladebehandling** af rumbegrænsende konstruktioner bør set ud fra kondensationssynspunktet ikke være tættere end underlaget.

Oliemaling af en façade kan eksempelvis ved at forårsage kondensation forøge varmetabet gennem væggen ganske betydeligt, og den i væggen bundne fugt kan ved sådanne damptætte overflader bevirke ødelæggende frostsprængninger. På den anden side yder visse materialer ikke i sig selv tilstrækkelig beskyttelse mod slagregn, som kan gennemvæde en udvendig isolering. I mange tilfælde vil en ikke for tæt puds være fordelagtig.

Et damptæt lag udvendigt kan til nød anvendes, når væggen isoleres kraftigt og indvendigt forsynes med et dampstandsende lag, som pudsens for at modvirke den før omtalte overfladekondensation. Det må dog bemærkes, at det i praksis er umuligt at fremstille et helt dampstandsende lag, og at den fugtighed, der en gang er sluppet ind i en ydervæg med tætte lag på begge sider, kun vanskeligt fordampes igen. Væggen skal være helt tør før det udvendige damptætte lag udføres.

En god, men undertiden dyrere, metode vil være mellem den udvendige, damptætte overfladebehandling og den øvrige væg at etablere et hulrum, som så ventileres med udvendig tør luft. Regngennemslag ved murede ydervægge skyldes iøvrigt ofte, at fugerne ikke er ordentligt fyldte.

Ved fremstillingen her er som eksempler valgt ydervægge, men ganske tilsvarende betragtninger gælder også for andre rumbegrænsende konstruktioner som f. eks. tage.

### Varmeakkumulering

Ved varmeakkumuleringsevnen for f. eks. en ydervæg forstås væggen evne til at optage og holde på varme og senere igen afgive den til bygningens rum, når temperaturen i disse falder. På grund af de svingende temperaturer ude og inde, dels indenfor et enkelt døgn og dels over længere perioder, vil varmeakkumuleringsevnen have betydning for ydervæggens indvendige overfladetemperatur, og som bekendt spiller varmestrålingen til de omgivende vægge en stor rolle for legemets temperaturfølelse og velbefindende.

Har de omgivende flader lav temperatur, må dette udlignes ved at hæve lufttemperaturen.

Jo lettere ydervæggen er, desto mindre er varmeakkumuleringsevnen, og desto bedre må væggene isoleres. Erfaringer fra Sverige har vist, at ydervægge i **træhuse** skal have et transmissionstal  $k = 0,75$  for at give samme behagelighedsfølelse og sundhedsmæssige forhold som i et muret hus, hvor  $k = 1,25$ . Dette stemmer overens med nogle meget omfattende tyske forsøg, der er foretaget for at finde det højest tilladelige transmissionstal for væggene i barakker og andre letbyggede huse. Forsøgene viser, at man for at opnå samme afkølingsegenskaber som i tungtbyggede huse og undgå at få »barakklime« i stuerne, må opfylde følgende krav:

Væggens vægt i  $\text{kg/m}^2$  mindre end 25:  $k$  højst  $= 0,7$ .  
 Væggens vægt i  $\text{kg/m}^2$  25 — 50 :  $k$  højst  $= 0,9$ .  
 Væggens vægt i  $\text{kg/m}^2$  50 — 100 :  $k$  højst  $= 1,0$ .

**Ved sammensatte konstruktioner**, som f. eks. *ydervægge med indvendig eller udvendig isolering*, vil de udvendigt isolerede vægge, der har den tungere og mere varmeakkumulerende del ind mod bygningens rum, holde bedre på varmen og derfor give de mest stabile temperaturforhold.

Drejer det sig om rum, der opvarmes kontinuerligt, vil en udvendigt isoleret væg regulere temperaturen i rummet, saa den kun ændres lidt ved f. eks. udluftning eller nedsat natdrift. Opvarmes rummet kun periodisk, f. eks. hvor det drejer sig om et forsamlingslokale, vil en indvendig isolering spare opvarmning af den tunge, udvendige del af konstruktionen og derfor være mere økonomisk.

### De forskellige bygningsdeles særlige isoleringsproblemer

#### Huset som helhed

Husets form og plan har afgørende betydning for varmetabets størrelse. For at opnå en god varmeisolation kan det være hensigtsmæssigt at tilstræbe en koncentreret form, hvor husets overflade (ydervægge, tag m. m.) er mindst mulig. Ved planlægningen maa man være opmærksom paa, at opholdsrum af sundhedsmæssige grunde bør isoleres ekstra, jo mere yderflade de har, se afsnittet »varmeakkumulering«. Opholdsrum ved gavle bør således isoleres særlig kraftigt.

#### Ydervægge

Varmetabet gennem ydervæggene andrager ca. 35 % af bygningens samlede varmetab. Ydervæg bag radiatorer bør isoleres ekstra, fordi den indvendige overflade her har en særlig høj temperatur. Ved beklædning af brystningen med aluminiumstapet kan man opnå besparelser i den årlige driftsudgift. Man bør dog erindre, at brystningens aktive deltagelse i radiatorens varmeafgivelse forhindres derved, så radiatorens varmeplade skal forøges ca. 10 %. Dækkes aluminiumstapetet med maling eller lignende (ofte ved tankeløshed) kommer varmeanlægget ud af balance, fordi radiatorerne i så fald har for stor varmeplade. En beklædning af denne art vil derfor i reglen ikke være tilrådelig ved etagehusbyggeri.

#### Indervægge

I almindeligt etagehusbyggeri forekommer sjældent indervægge, som det kan betale sig at isolere særlig kraftigt. De almindeligst forekommende indervægge mod kolde rum er trappevægge. Hvor disse vender mod opholdsrum, bør de isoleres, f. eks. ved anvendelse af mangelulsten, eller ved på en væg af massive sten at opsætte en 2-5 cm tyk isoleringsplade. Hvor en indervæg i et opholdsrum vender ud mod et særlig koldt rum, bør der altid isoleres. Det kan alene af sundhedsmæssige grunde være påkrævet at isolere, for at opholdsrummet ikke skal få for mange kolde yderflader og derved blive for ugunstigt stillet i forhold til de andre rum. I værste fald kan der tillige være tale om kondensationsfare, hvis sådanne indervægge ikke isoleres.

#### Kælderydervægge

Så vidt muligt bør rum, som skal opvarmes, ikke anbringes i kældre. Den del af kælderydervæggen, der vender mod jord, må isoleres så effektivt mod grundfugtighed som muligt, for at grundfugtigheden ikke skal nedsætte væggens isolationsevne. Vedrørende forholdsregler mod kondensation, se afsnittet herom.

#### Etageadskillelser mod kolde rum

For etageadskillelser mod uopvarmede ikke særlig kolde rum gælder lignende forhold som ved tilsvarende indervægge, se ovenfor. Etageadskillelser mod kolde tagrum og kælderrum bør altid isoleres kraftigt.

Ved rum, hvor der udvikles større vanddampmængder, bør der både fugt- og varmeisoleres. Under sådanne rum uden isolering har man kunnet konstatere kondensvanddannelse (ofte forvekslet med fugt hidrørende fra utætheder i gulvet), som i værste fald kan finde sted ved ydervæggen og derved forårsage frostsprængninger.

#### Tage

Varmetabet gennem taget udgør en betydelig del af bygningens samlede varmetab.

De særlige kondensationsproblemer, der kan opstå i forbindelse med flade betontage, er endnu så lidt afklarede, at generelle anvisninger ikke kan gives med sikkerhed. Man må her indskrænke sig til at henvise til speciallitteraturen.

#### Vinduer

Varmetabet gennem vinduerne andrager ca. 20 % af bygningens samlede varmetab, og det er derfor vigtigt, at vinduerne isoleres både af økonomiske og sundhedsmæssige grunde. Beregninger har vist, at merudgiften ved anvendelse af dobbelte vinduer i stedet for enkelte er af samme størrelse som besparelsen ved varmeanlæggets formindskelse. Om der anvendes almindelige dobbelte vinduer eller koblede vinduer, er i denne forbindelse uden betydning.

For at dobbelte vinduer skal holdes dugfri, bør mellemrummet mellem glassene stå i forbindelse med luften udenfor, der er mere tør end rumluften. Den inderste ramme bør derimod slutte fuldstændigt tæt.

*Særtryk af Byggebogen, marts 1952, til erstatning af siderne 7 og 8 i: Statens Byggeforskningsinstitut Anvisning nr. 5, Bedre varmeisoleringsproblemer, Kbhvn. 1950.*

#### Gældende for alle bygningsdele

##### Kuldebroer

Visse steder i bygningen, f. eks. ved overdækning af vinduesåbninger, er man af konstruktive grunde ofte nødsaget til at anvende materialer, som er mere varmeledende end de materialer, ydervæggen iøvrigt består af. Disse partier kræver ekstra isolering for at undgå dannelse af kuldebroer. Generne ved kuldebroer er, foruden det forøgede varmetab, risikoen for kondensation eller ansamlinger af støv, som har tilbøjelighed til at samle sig på de koldeste steder.

Med hensyn til foranstaltninger mod kuldebroer, se under de pågældende konstruktioner.

*Som hovedregel* gælder for alle isoleringer, at større utætheder nedsætter isolationsevnen, og at der så vidt muligt bør anvendes tørre isoleringsmaterialer for ikke at skabe unødigt komplicerede fugtighedsforhold (dette gælder især ved isolering af flade betontage, hvor isoleringen anbringes mellem to tætte lag). Man bør således f. eks. ikke anvende udstøbning på stedet af letbeton.

### Valg af isoleringstykkelse

Den økonomisk gunstigste tykkelse af isoleringen på en konstruktion er den tykkelse, som giver de mindste samlede udgifter for beboerne til husleje og varme, eller med andre ord de mindste årlige driftsudgifter. Beregninger har vist, at den mest økonomiske isolering tillige i de fleste tilfælde (efter alt at dømme) er kraftigere end den, der kræves af sundhedsmæssige grunde.

Som almene regler gælder, at isoleringen bør være langt kraftigere, end man hidtil normalt har anvendt den, og at det altid kan betale sig at isolere. Selv en i sundhedsmæssig henseende fuldt tilfredsstillende væg som en 47 cm fuld mur af tunge teglsten kan det betale sig at isolere. På samme måde er andre traditionelle konstruktioner, f. eks. 30 cm hul mur af tunge teglsten, teglstenstæg med 2 lag forskalling, pap, rørvæv og puds samt træbjælkelag med lerindskud mod kolde tagrum, meget dyre i drift sammenlignet med konstruktioner isoleret med deciderede isoleringsmaterialer.

I almindelighed kan de nedenfor angivne isoleringstykkelser anvendes. Hvorledes den bærende del af konstruktionen er udført, og hvad den er udført af, er nogenlunde ligegyldigt i denne forbindelse, ligesom det gennem beregning er godtgjort, at *disse tykkelser ændres meget lidt ved svingende priser på brændsel og materialer*.

Hvor den bærende del af konstruktionen i sig selv er velisolerende, kan tykkelsen på isoleringslaget dog i reglen vælges lidt mindre end angivet. Ved f. eks. træydervægge er den mest økonomiske tykkelse på en tangmåtte 5 cm, mens den andre steder er 10 cm.

#### De mest økonomiske tykkelser af isolering på bærende konstruktioner

konstruktionen der isoleres	isoleringsmateriale	den mest økonomiske tykkelse i cm
ydervægge, tage og etageadskillelser	korkplader	3—4
	træuldbetonplader	10
	mineraluldsmåtter	10
	løse fyldstoffer	10—15
	letbetonblokke på teglstensmur	10
klinkerbetonmursten og molersten i bagmur	letbetonblokke på teglstensmur	11—17*)
	letbetonblokke på jernbetonvæg eller -tag	15—17,5
	fuld mur af letbetonblokke	22,5—25
ydervægge bag radiatorer	korkplader	7,5
	træuldbetonplader	15

\*) 17 cm er gennemsnitstykkelsen af de isolerende sten i fulde mure og svarer således til skiftevis binder- og løberskifte.

Hvor der er angivet tykkelser (undtagen ved fuld mur af letbetonblokke), gælder den mindste for konstruktioner, hvor den bærende del i sig selv er godt isolerende, som f. eks. mure af mangelulsten og tykke mure af massive teglsten. Den største tykkelse skal anvendes ved konstruktioner, hvor den bærende del er dårligt isolerende, som f. eks. betonvægge eller indtil 35 cm tykke mure af tunge, massive teglsten.

Den mest økonomiske tykkelse af andre end de ovenfor nævnte isoleringsmaterialer kan beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$d_2 \approx \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \times \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} \times d_1 \quad \text{hvor}$$

$\lambda_1$ ,  $E_1$  og  $d_1$  er henholdsvis varmeledningstallet, prisen pr. isoleringsenhed (se tabellen over isoleringsmaterialer) og den mest økonomiske tykkelse for et af de kendte materialer,  $\lambda_2$ ,  $E_2$  og  $d_2$  tilsvarende for det undersøgte materiale.

For at isolering i forhold til en kendt konstruktion skal kunne betale sig, skal merprisen i kr. pr.  $\text{m}^2$  for isoleringen (når der ses bort fra den ekstra plads, isoleringen optager), være mindre end  $\Delta k \times 50$ , hvor  $\Delta k$  er forskellen mellem transmissionstallene for de to betragtede konstruktioner.

### Isoleringsmaterialer

Stillestående, tør luft er det »materiale«, som har den største varmeisolationsevne.

Som følge heraf vil de letteste og dermed de mest porøse materialer have større varmeisolationsevne end de tunge og tætte. Et materiales isolationsevne står således i direkte forhold til dets rumvægt.

Ved beskrivelsen af et varmeisoleringsmateriale, som forekommer i forskellige rumvægte, som f. eks. lette mursten og letbeton, må rumvægten derfor opgives i hvert enkelt tilfælde.

Ved valget af isoleringsmateriale gør mange hensyn sig gældende, brand, udseende, styrke, vejrbestandighed o. s. v., men i mange tilfælde kan en tabel som omstående over materialernes pris pr. isoleringsenhed være vejledende.

Prisen pr. isoleringsenhed findes ved at multiplicere prisen pr.  $\text{m}^3$  (se nedenfor under bemærkninger) med varmeledningstallet,  $\lambda$ , og angiver, hvad prisen vil være (f. eks.) for en væg med transmissionstallet 1 fra overflade til overflade.

**Hvis en bærende konstruktion skal varmesoleres, får man altså mest for pengene ved at vælge det isoleringsmateriale, der koster mindst pr. isoleringsenhed.**

Af tabellen fremgår, at de egentlige isoleringsmaterialer er de billigste at isolere med. Træ er f. eks. et dyrt isoleringsmateriale, og det kan bedre betale sig at anvende et af de egentlige isoleringsmaterialer til at isolere med fremfor at forøge trætykkelsen udover det styrkemæssigt nødvendige.

Ved en mur med formur af tunge teglsten bliver muren billigere i forhold til isolationsevnen, når bagmuren udføres af særligt isolerende sten i stedet for tunge teglsten, fordi de særligt isolerende sten er de billigste pr. isoleringsenhed.

Når der stilles store krav til en konstruktions bæreevne, som f. eks. til vægge ved højere byggeri, bør man som oftest regne med en konstruktion sammensat af en særligt bærende del og en særligt isolerende del, idet de materialer, der kan bære meget (tunge teglsten og jernbeton) er dårligt isolerende.

#### Bemærkninger til tabellen på omstående side.

Rumvægten er opgivet for det rene materiale i lufttør tilstand og inkluderer eventuelle hulheder.

Varmeledningstallet, som danner grundlag for udregningerne, er et gennemsnitstal for materialet med den fugtighed, det normalt må antages at forekomme med i et beboet hus, således som tallet angives i Dansk Ingeniørforenings »Regler for varmetabsberegning«. Ved murværk er mørtelens indflydelse medregnet. Priserne, som danner grundlag for udregningerne, er materialepriserne medio 1951 i København med tillæg af arbejds løn for anbringelse eller opsætning i bygningen. Enhedspriserne kan derfor kun benyttes som sammenligningsgrundlag.

**Enhedspriserne for materialer i forskellige grupper kan ikke sammenlignes direkte.** Lette mursten er nok betydeligt dyrere pr. enhed end mineraluld, men murstenene kan jo indgå som bærende led i en konstruktion. Indenfor de enkelte grupper viser tabellen, at materialer af samme art koster nogenlunde det samme pr. isoleringsenhed, og det vil stort set være således, at for et givet materiale er den letteste sort den billigste pr. isoleringsenhed. De opgivne enhedspriser forudsætter, at materialerne er anvendt således, at der ikke opstår hulrum mellem det pågældende materiale og konstruktionens øvrige bestanddele. Hvor isoleringsmaterialet kan opsættes således, at der uden væsentlig bekostning dannes isolerende hulrum, vil dette naturligvis reducere enhedsprisen.

Enkelte af de anførte materialer er ikke egentlige isoleringsmaterialer, men er medtaget til sammenligning.



Tabel over isoleringsmaterialer (bemærkninger, se nederst på foregående side)

materiale	bestående af	rumvægt kg/m <sup>3</sup>	pris pr. isolering- enhed E
-----------	--------------	------------------------------	-----------------------------------

## Materialer hvis bæreevne kan udnyttes i bærende konstruktioner

Beton			
jernbeton	armeret beton	2400	600
betonvæg	almindelig grovbeton	2200	300
Murværk af mursten i normalformat opmuret i kalkmørtel			
tunge, massive sten	brændt ler	1800	80
lette, massive sten	brændt ler, som har været tilsat brandbare stoffer	1600	65
tunge mangelsten	brændt ler, teglmassens rumvægt 1800 kg/m <sup>3</sup> stenene er forsynet med 78 huller, 8 mm × 8 mm	1450	60
lette mangelsten	som ovenfor, men med rumvægt 1600 kg/m <sup>3</sup>	1250	55
leca (klinkerbeton) mursten	betonklinker afbundet med cement	600	40
molersten	brændt ler og kiselskaller	800	40
Murværk af blokke opmuret i blandingsmørtel (basterdmørtel)			
leca (klinkerbeton)	betonklinker afbundet med cement	600	40
siporex	kvartssand, kalk, cement og vand tilsat aluminium	400	30
gasbeton	finmalet sand, kalk, cement og vand tilsat metalpulver	500	30
cellebeton	cement, evt. sand, vand og skum	300	30
Træ			
ru brædder	nåletræ	600	70

## Materialer til opsætning på bærende konstruktioner

Plader			
krydsfiner	sammenlimet nåletræ	600	250
mørk isoflex	plisserede, krydslagte lag af celluloseacetat	11	25
bløde træfiberplader	pressede, imprægnerede træfibre	250	20
durisolplader	imprægnerede kutterspåner afbundet med cement under tryk	600	20
wellit	asfaltimprægneret bølgepap	60	15
korkplader	presset, ekspanderet korksmuld	135	15
træuldbetonplader	groft, imprægneret træuld afbundet med cement under tryk	350	9
kramfors isoleringsplader	imprægnerede cellulosefibre	60	9
Måtter			
danfiber isoleringsmåtter opsat på trækonstruktion	imprægnerede tørvefibre indsyet i papir	80	9
rockwool, opsat på trækonstruktion	fine tråde fremstillet af sten, indsyet i papir	140	9
glasuld, opsat på trækonstruktion	fine, lange glastråde indsyet i papir	80	9
tangmåtter, opsat på trækonstruktion	imprægneret tang indsyet i papir	150	9
danfiber isoleringsmåtte, udlagt på indskud	imprægnerede tørvefibre indsyet i papir	80	6
rockwool, udlagt på indskud	fine tråde fremstillet af sten, indsyet i papir	140	6
glasuld, udlagt på indskud	fine, lange glastråde indsyet i papir	80	6

## Fyldstoffer udlagte som indskud med afdækning

brændt, knust moler	brændt ler og kiselskaller	450	11
kiselsgur	kiselskaller med lertilsætning	600	8
betonklinker	blærede, sintrede lerkulper	310	7
korksmuld	affald fra korkvarefabrikation	85	7
celgrus	grus af cellebeton, se ovenfor	210	5
alfol knitterfolie	sammenkrøllet, tynd aluminiumsfolie	3	5
vermiculite	ekspanderet glimmer	80	5
granuleret rockwool	fine tråde fremstillet af sten, imprægneret	150	4
løs glasuld	fine, lange glastråde	60	4
slagge	rene, harpede kokslagge	800	3
høvlspån	rene kutterspån, let sammenpressede	125	2

Særtryk af Byggebogen, marts 1952, til erstatning af siderne 7 og 8 i:  
Statens Byggeforskningsinstitut Anvisning nr. 5, Bedre varmeisolerings er billigere, Kbhvn. 1950.

## Gældende for alle bygningsdele

## Kuldebroer

Visse steder i bygningen, f. eks. ved overdækning af vinduesåbninger, er man af konstruktive grunde ofte nødsaget til at anvende materialer, som er mere varmeledende end de materialer, ydervæggen iverigt består af. Disse partier kræver ekstra isolering for at undgå dannelse af kuldebroer. Generne ved kuldebroer er, foruden det forøgede varmetab, risikoen for kondensation eller ansamlinger af støv, som har tilbøjelighed til at samle sig på de koldeste steder.

Med hensyn til foranstaltninger mod kuldebroer, se under de pågældende konstruktioner.

Som hovedregel gælder for alle isoleringer, at større utætheder nedsætter isolationsevnen, og at der så vidt muligt bør anvendes tørre isoleringsmaterialer for ikke at skabe unødigt komplicerede fugtighedsforhold (dette gælder især ved isolering af flade beton-tage, hvor isoleringen anbringes mellem to tætte lag). Man bør således f. eks. ikke anvende udstøbning på stedet af letbeton.

## Valg af isoleringstykkelse

Den økonomisk gunstigste tykkelse af isoleringen på en konstruktion er den tykkelse, som giver de mindste samlede udgifter for beboerne til husleje og varme, eller med andre ord de mindste årlige driftsudgifter. Beregninger har vist, at den mest økonomiske isolering tillige i de fleste tilfælde (efter alt at domme) er kraftigere end den, der kræves af sundhedsmæssige grunde.

Som almene regler gælder, at isoleringen bør være langt kraftigere, end man hidtil normalt har anvendt den, og at det altid kan betale sig at isolere. Selv en i sundhedsmæssig henseende fuldt tilfredsstillende væg som en 47 cm fuld mur af tunge teglsten kan det betale sig at isolere. På samme måde er andre traditionelle konstruktioner, f. eks. 30 cm hul mur af tunge teglsten, teglstenstag med 2 lag forskalling, pap, rørvæv og puds samt træbjælkelag med lerindskud mod kolde tagrum, meget dyre i drift sammenlignet med konstruktioner isoleret med deciderede isoleringsmaterialer.

I almindelighed kan de nedenfor angivne isoleringstykkelser anvendes. Hvorledes den bærende del af konstruktionen er udført, og hvad den er udført af, er nogenlunde ligegyldigt i denne forbindelse, ligesom det gennem beregning er godtgjort, at disse tykkelser ændres meget lidt ved svingende priser på brændsel og materialer.

Hvor den bærende del af konstruktionen i sig selv er velisolerende, kan tykkelsen på isoleringslaget dog i reglen vælges lidt mindre end angivet. Ved f. eks. træydervægge er den mest økonomiske tykkelse på en tangmåtte 5 cm, mens den andre steder er 10 cm.

## De mest økonomiske tykkelser af isolering på bærende konstruktioner

konstruktionen der isoleres	isoleringsmateriale	den mest økonomiske tykkelse i cm
ydervægge, tage og etageadskillelser	korkplader	3—4
	træuldbetonplader	10
	mineraluldsmåtter	10
	løse fyldstoffer	10—15
	letbetonblokke på teglstensmur	10
klinkerbetonmursten og molersten i bagmur	letbetonblokke på jernbetonvæg	11—17*)
	eller -tag	15—17,5
	fuld mur af letbetonblokke	22,5—25
ydervægge bag radiatorer	korkplader	7,5
	træuldbetonplader	15

\*) 17 cm er gennemsnitstykkelsen af de isolerende sten i fulde mure og svarer således til skiftevis binder- og løberskifte.

Hvor der er angivet tykkelser (undtagen ved fuld mur af letbetonblokke), gælder den mindste for konstruktioner, hvor den bærende del i sig selv er godt isolerende, som f. eks. mure af mangelsten og tykke mure af massive teglsten. Den største tykkelse skal anvendes ved konstruktioner, hvor den bærende del er dårligt isolerende, som f. eks. betonvægge eller indtil 35 cm tykke mure af tunge, massive teglsten.

Den mest økonomiske tykkelse af andre end de ovenfor nævnte isoleringsmaterialer kan beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$d_2 \sim \lambda_2 \times \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} \times d_1 \quad \text{hvor}$$

$\lambda_1$ ,  $E_1$  og  $d_1$  er henholdsvis varmeledningstallet, prisen pr. isoleringsenhed (se tabellen over isoleringsmaterialer) og den mest økonomiske tykkelse for et af de kendte materialer,  $\lambda_2$ ,  $E_2$  og  $d_2$  tilsvarende for det undersøgte materiale.

For at isolering i forhold til en kendt konstruktion skal kunne betale sig, skal merprisen i kr. pr. m<sup>2</sup> for isoleringen (når der ses bort fra den ekstra plads, isoleringen optager), være mindre end  $\Delta k \times 50$ , hvor  $\Delta k$  er forskellen mellem transmissionstallene for de to betragtede konstruktioner.

## Isoleringsmaterialer

Stillestående, tør luft er det »materiale«, som har den største varmeisolationsevne.

Som følge heraf vil de letteste og dermed de mest porøse materialer have større varmeisolationsevne end de tunge og tætte. Et materiales isolationsevne står således i direkte forhold til dets rumvægt.

Ved beskrivelsen af et varmeisoleringsmateriale, som forekommer i forskellige rumvægte, som f. eks. lette mursten og letbeton, må rumvægten derfor opgives i hvert enkelt tilfælde.

Ved valget af isoleringsmateriale gør mange hensyn sig gældende, brand, udseende, styrke, vejrbestandighed o. s. v., men i mange tilfælde kan en tabel som omstående over materialernes pris pr. isoleringsenhed være vejledende.

Prisen pr. isoleringsenhed findes ved at multiplicere prisen pr. m<sup>3</sup> (se nedenfor under bemærkninger) med varmeledningstallet,  $\lambda$ , og angiver, hvad prisen vil være (f. eks.) for en væg med transmissionstallet 1 fra overflade til overflade.

Hvis en bærende konstruktion skal varmeisoleres, får man altså mest for pengene ved at vælge det isoleringsmateriale, der koster mindst pr. isoleringsenhed.

Af tabellen fremgår, at de egentlige isoleringsmaterialer er de billigste at isolere med. Træ er f. eks. et dyrt isoleringsmateriale, og det kan bedre betale sig at anvende et af de egentlige isoleringsmaterialer til at isolere med fremfor at forøge trætykkelsen udover det styrkemæssigt nødvendige.

Ved en mur med formur af tunge teglsten bliver muren billigere i forhold til isolationsevnen, når bagmuren udføres af særligt isolerende sten i stedet for tunge teglsten, fordi de særligt isolerende sten er de billigste pr. isoleringsenhed.

Når der stilles store krav til en konstruktions bæreevne, som f. eks. til vægge ved højere byggeri, bør man som oftest regne med en konstruktion sammensat af en særligt bærende del og en særligt isolerende del, idet de materialer, der kan bære meget (tunge teglsten og jernbeton) er dårligt isolerende.

## Bemærkninger til tabellen på omstående side.

Rumvægten er opgivet for det rene materiale i lufttør tilstand og inkluderer eventuelle hulheder.

Varmeledningstallet, som danner grundlag for udregningerne, er et gennemsnitstal for materialet med den fugtighed, det normalt må antages at forekomme med i et beboet hus, således som tallet angives i Dansk Ingeniørforenings »Regler for varmetabsberegning«. Ved murværk er mørtelens indflydelse medregnet. Priserne, som danner grundlag for udregningerne, er materialepriserne medio 1951 i København med tillæg af arbejds løn for anbringelse eller opsætning i bygningen. Enhedspriserne kan derfor kun benyttes som sammenligningsgrundlag.

Enhedspriserne for materialer i forskellige grupper kan ikke sammenlignes direkte. Lette mursten er nok betydeligt dyrere pr. enhed end mineraluld, men murstenene kan jo indgå som bærende led i en konstruktion. Indenfor de enkelte grupper viser tabellen, at materialer af samme art koster nogenlunde det samme pr. isoleringsenhed, og det vil stort set være således, at for et givet materiale er den letteste sort den billigste pr. isoleringsenhed. De opgivne enhedspriser forudsætter, at materialerne er anvendt således, at der ikke opstår hulrum mellem det pågældende materiale og konstruktionens øvrige bestanddele. Hvor isoleringsmateriale kan opsættes således, at der uden væsentlig bekostning dannes isolerende hulrum, vil dette naturligvis reducere enhedsprisen.

Enkelte af de anførte materialer er ikke egentlige isoleringsmaterialer, men er medtaget til sammenligning.



Tabel over isoleringsmaterialer (bemærkninger, se nederst på foregående side)

materiale	bestående af	rumvægt kg/m <sup>3</sup>	pris pr. isolering- enhed E
-----------	--------------	------------------------------	-----------------------------------

## Materialer hvis bæreevne kan udnyttes i bærende konstruktioner

Beton			
jernbeton	armeret beton	2400	600
betonvæg	almindelig grovbeton	2200	300
Murværk af mursten i normalformat opmuret i kalkmørtel			
tunge, massive sten	brændt ler	1800	80
lette, massive sten	brændt ler, som har været tilsat brandbare stoffer	1600	65
tunge mangelhusten	brændt ler, teglmassens rumvægt 1800 kg/m <sup>3</sup> stenene er forsynet med 78 huller, 8 mm × 8 mm	1450	60
lette mangelhusten	som ovenfor, men med rumvægt 1600 kg/m <sup>3</sup>	1250	55
leca (klinkerbeton) mursten	betonklinker afbundet med cement	600	40
molersten	brændt ler og kiselskaller	800	40
Murværk af blokke opmuret i blandingsmørtel (bestardmørtel)			
leca (klinkerbeton)	betonklinker afbundet med cement	600	40
siporex	kvartssand, kalk, cement og vand tilsat aluminium	400	30
gasbeton	finmalet sand, kalk, cement og vand tilsat metalpulver	500	30
cellebeton	cement, evt. sand, vand og skum	300	30
Træs			
ru brædder	nåletræ	600	70

## Materialer til opsætning på bærende konstruktioner

Plader			
krydsfiner	sammenlimet nåletræ	600	250
mørk isoflex	plisserede, krydslagte lag af celluloseacetat	11	25
bløde træfiberplader	pressede, imprægnerede træfibre	250	20
durisolplader	imprægnerede kutterspåner afbundet med cement under tryk	600	20
wellit	asfaltimprægneret bølgepap	60	15
korkplader	presset, ekspanderet korksmuld	135	15
træuldbetonplader	groft, imprægneret træuld afbundet med cement under tryk	350	9
kramfors isoleringsplader	imprægnerede cellulosefibre	60	9
Måtter			
danfiber isoleringsmåtter opsat på trækonstruktion	imprægnerede tørvefibre indsyet i papir	80	9
rockwool, opsat på trækonstruktion	fine tråde fremstillet af sten, indsyet i papir	140	9
glasuld, opsat på trækonstruktion	fine, lange glastråde indsyet i papir	80	9
tangmåtter, opsat på trækonstruktion	imprægneret tang indsyet i papir	150	9
danfiber isoleringsmåtte, udlagt på indskud	imprægnerede tørvefibre indsyet i papir	80	6
rockwool, udlagt på indskud	fine tråde fremstillet af sten, indsyet i papir	140	6
glasuld, udlagt på indskud	fine, lange glastråde indsyet i papir	80	6

## Fyldstoffer udlagte som indskud med afdækning

brændt, knust moler	brændt ler og kiselskaller	450	11
kisulgur	kiselskaller med lertilsætning	600	8
betonklinker	blærede, sintrede lerkulper	310	7
korksmuld	affald fra korkvarefabrikation	85	7
celgrus	grus af cellebeton, se ovenfor	210	5
alfol knitterfolie	sammenkrøllet, tynd aluminiumsfolie	3	5
vermiculite	ekspanderet glimmer	80	5
granuleret rockwool	fine tråde fremstillet af sten, imprægneret	150	4
løs glasuld	fine, lange glastråde	60	4
slagge	rene, harpede kokslagge	800	3
høvlspån	rene kutterspån, let sammenpressede	125	2

## Gældende for alle bygningsdele

## Kuldebroer

Visse steder i bygningen, f. eks. ved overdækning af vinduesåbninger, er man af konstruktive grunde ofte nødsaget til at anvende materialer, som er mere varmeledende end de materialer, ydervæggen iverigt består af. Disse partier kræver ekstra isolering for at undgå dannelse af kuldebroer. Generne ved kuldebroer er, foruden det forøgede varmetab, risikoen for kondensation eller ansamlinger af støv, som har tilbøjelighed til at samle sig på de koldeste steder.

Med hensyn til foranstaltninger mod kuldebroer, se under de pågældende konstruktioner.

Som hovedregel gælder for alle isoleringer, at større utætheder nedsætter isolationsevnen, og at der så vidt muligt bør anvendes tørre isoleringsmaterialer for ikke at skabe unødigt komplicerede fugtighedsforhold (dette gælder især ved isolering af flade betontage, hvor isoleringen anbringes mellem to tætte lag). Man bør således f. eks. ikke anvende udstøbning på stedet af letbeton.

## Valg af isoleringstykkelse

Den økonomisk gunstigste tykkelse af isoleringen på en konstruktion er den tykkelse, som giver de mindste samlede udgifter for beboerne til husleje og varme, eller med andre ord de mindste årlige driftsudgifter. Beregninger har vist, at den mest økonomiske isolering tillige i de fleste tilfælde (efter alt at dømmen) er kraftigere end den, der kræves af sundhedsmæssige grunde.

Som almene regler gælder, at isoleringen bør være langt kraftigere, end man hidtil normalt har anvendt den, og at det altid kan betale sig at isolere. Selv en i sundhedsmæssig henseende fuldt tilfredsstillende væg som en 47 cm fuld mur af tunge teglsten kan det betale sig at isolere, ligesom andre traditionelle konstruktioner, som f. eks. 30 cm hul mur af tunge teglsten, teglstentag med 2 lag forskalling, pap, rørvæv og puds samt træbjælkelag med lerindskud mod kolde tagrum, er meget dyre i drift sammenlignet med konstruktioner isoleret med deciderede isoleringsmaterialer.

I almindelighed kan de nedenfor angivne isoleringstykkelser anvendes. Hvorledes den bærende del af konstruktionen er udført, og hvad den er udført af, er nogenlunde ligegyldigt i denne forbindelse, ligesom det gennem beregning er godtgjort, at disse tykkelser ændres meget lidt ved svingende priser på brændsel og materialer.

Hvor den bærende del af konstruktionen i sig selv er velisolerende, kan tykkelsen på isoleringslaget dog i reglen vælges lidt mindre end angivet. Ved f. eks. træydervægge er den mest økonomiske tykkelse på en tangmåtte 5 cm, mens den andre steder er på 10 cm.

## De mest økonomiske tykkelser af isolering på bærende konstruktioner

konstruktionen der isoleres	isoleringsmateriale	den mest økonomiske tykkelse i cm
ydervægge, tage og etageadskillelser	korkplader	3—4
	træuldbetonplader	10
	mineraluldsmåtter	10
	løse fyldstoffer	10—15
	letbetonblokke på teglstensmur	10
	klinkerbetonmursten og molersten i bagmur	11—17*)
letbetonblokke på jernbetonvæg eller -tag	fuld mur af letbetonblokke	15—17,5
		22,5
ydervægge bag radiatorer	korkplader	7,5
	træuldbetonplader	15

\*) 17 cm er gennemsnitstykkelsen af de isolerende sten i fulde mure og svarer således til skiftevis binder- og løberskifte.

Hvor der er angivet to tykkelser, gælder den mindste for konstruktioner, hvor den bærende del i sig selv er godt isolerende, som f. eks. mure af mangelhusten og tykke mure af massive teglsten.

Den største tykkelse skal anvendes ved konstruktioner, hvor den bærende del er dårligt isolerende, som f. eks. betonvægge eller indtil 35 cm tykke mure af tunge, massive teglsten.

Den mest økonomiske tykkelse af andre end de ovenfor nævnte isoleringsmaterialer kan beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$d_2 \sim \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \times \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} \times d_1 \quad \text{hvor}$$

$\lambda_1$ ,  $E_1$  og  $d_1$  er henholdsvis varmeledningstallet, prisen pr. isoleringsenhed (se tabellen over isoleringsmaterialer) og den mest økonomiske tykkelse for et af de kendte materialer, og  $\lambda_2$ ,  $E_2$  og  $d_2$  tilsvarende for det undersøgte materiale.

For at en isolering i forhold til en kendt konstruktion skal kunne betale sig, skal merprisen i kr. pr. m<sup>2</sup> for isoleringen (når der ses bort fra den ekstra plads, isoleringen optager), være mindre end  $\Delta k \times 50$ , hvor  $\Delta k$  er forskellen mellem transmissionstallene for de to betragtede konstruktioner.

## Isoleringsmaterialer

Stillestående, tør luft er det »materiale«, som har den største varmeisolationsevne.

Som følge heraf vil de letteste og dermed de mest porøse materialer have større varmeisolationsevne end de tunge og tætte. Et materiales isolationsevne står således i direkte forhold til dets rumvægt.

Som det fremgår af tabellen over isoleringsmaterialer på næste side, er de materialer, som kan anvendes i bærende konstruktioner så dårligt isolerende, at man som hovedregel bør regne med, at de rumbegrænsende bygningsdele sammensættes af en særligt bærende del og en særligt isolerende del.

Ved valget af isoleringsmateriale må prisen pr. isoleringsenhed (E i tabellen) være afgørende. Jo mindre prisen pr. isoleringsenhed er, jo mere isolering faar man for pengene.

De egentlige isoleringsmaterialer er langt de billigste at isolere med. Træ er f. eks. et meget dyrt isoleringsmateriale. Skal en trævæg isoleres, bør det derfor gøres ved at anvende et isoleringsmateriale og ikke ved at forøge trætykkelsen.



## Oversigtstabel over isoleringsmaterialer

## Bemærkninger:

Rumvægten er opgivet for det rene materiale i lufttør tilstand og inkluderer eventuelle hulheder.

Varmeledningstallet er et gennemsnitstal for materialet med den fugtighed, hvormed det normalt forekommer i et beboet hus. Ved murværk er mørtelens indflydelse medregnet.

Prisen er en gennemsnitspris for materialet inklusive opsætning eller anbringelse i bygningen. Der er overalt regnet med priserne i København foråret 1948, og de kan derfor kun benyttes som sammenligningsgrundlag.

Prisen pr. isoleringsenhed er et udtryk for den ovenfor omtalte byggepris i forhold til varmeisolationen. Tallene angiver således forholdet mellem byggepriserne for forskellige isoleringer med samme isolationsevne.

Flere af materialerne, i særdeleshed letbetonerne, kan leveres i andre rumvægte og med andre varmeledningstal end de anførte. Her er regnet med den almindeligst anvendte rumvægt. Det vil stort set være således, at for et givet materiale er den letteste sort den billigste pr. isoleringsenhed.

Enkelte af de anførte materialer er ikke egentlige isoleringsmaterialer, men er medtaget til sammenligning.

materiale	bestående af	rumvægt kg/m <sup>3</sup>	varme- ledningstal $\lambda$ kcal/m <sup>2</sup> ×h×°C	pris $K_1$ kr./m <sup>3</sup>	pris pr. isoleringseenhed $E = \lambda \times K_1$
<b>Murværk af mursten i normalformat opmuret i kalkmørtel</b>					
tunge, massive sten	brændt ler	1800	0,7	96,—	67
lette, massive sten	brændt ler, som har været tilsat brændbare stoffer	1600	0,58	112,—	65
tunge mangelhulsten	brændt ler, teglmassens rumvægt 1800 kg/m <sup>3</sup> , stenene er forsynet med 78 huller, 8 mm×8 mm	1450	0,5	96,—	48
lette mangelhulsten	som ovenfor, men med rumvægt 1600 kg/m <sup>3</sup>	1250	0,45	96,—	43
leca (klinkerbeton) mursten	betonklinker afbundet med cement	600	0,3	133,—	40
molersten	brændt ler og kiselskaller	800	0,3	127,—	38
<b>Murværk af blokke opmuret i blandingsmørtel (bastardmørtel)</b>					
leca (klinkerbeton)	betonklinker afbundet med cement	600	0,26	160,—	42
siporex	kvartssand, kalk, cement og vand tilsat aluminium	400	0,2	152,—	30
gasbeton	finmalet sand, kalk, cement og vand tilsat metalpulver	500	0,23	124,—	29
cellebeton	cement, evt. sand, vand og skum	300	0,17	168,—	29
<b>Isoleringsplader og -måtter</b>					
bløde træfiberplader	pressede, imprægnerede træfibre	250	0,042	474,—	20
mørk isoflex	plisserede, krydslagte lag af celluloseacetat	11	0,05	368,—	18
durisolplader	imprægneret cellulosestof (kutterspån) afbundet med cement under tryk	600	0,11	116,—	13
korkplader	presset, ekspanderet korksmuld	135	0,038	350,—	13
træuldplader	imprægneret træuld (groft) afbundet med specialcement og presset under tryk	470	0,085	112,—	9,5
halmplader	presset, imprægneret halm, på begge sider påklæbet papir	250	0,07	112,—	7,8
danfiber isoleringsmåtte, opsat på trækonstruktion	imprægnerede tørvefibre indsyet i papir	80	0,04	190,—	7,6
rockwool, opsat på trækonstrukt.	fine tråde fremstillet af sten, indsyet i papir	150	0,035	190,—	6,7
glasuld, opsat på trækonstrukt.	fine lange tråde af glas, indsyet i papir	100	0,035	190,—	6,7
tangmætter, opsat på trækonstruktion	imprægneret tang indsyet i papir	150	0,035	185,—	6,5
kramfors isoleringsplader	imprægnerede cellulosefibre	60	0,035	185,—	6,5
wellit	asfaltimprægneret bølgepap	60	0,04	152,—	6,1
danfiber isoleringsmåtte, udlagt på indskud	imprægnerede tørvefibre indsyet i papir	80	0,04	132,—	5,3
rockwool, udlagt på indskud	fine tråde fremstillet af sten, indsyet i papir	150	0,035	132,—	4,6
glasuld, udlagt på indskud	fine, lange tråde af glas, indsyet i papir	100	0,035	132,—	4,6
<b>Fyldstoffer</b>					
brændt, knust moler	brændt ler og kiselskaller	450	0,08	102,—	8,2
betonklinker	blærede sintrede lerkumper	310	0,08	92,—	7,4
durisolskærver	affald fra produktion af durisolplader	400	0,08	90,—	7,2
kisलगur	kiselskaller med lertilsætning	600	0,09	71,—	6,4
celgrus	grus af cellebeton (se cellebetonplader)	210	0,075	81,—	6,1
korksmuld	affald fra korkvarefabrikation	50	0,035	153,—	5,4
alfol knitterfolie	sammenkrollet, tyndt aluminiumsfolie	3	0,045	107,—	4,8
vermiculite	ekspanderet glimmer	100	0,06	76,—	4,6
granuleret (løs) rockwool	fine tråde fremstillet af sten	120	0,035	75,—	2,6
granuleret (løs) glasuld	fine, lange tråde af glas	45	0,035	75,—	2,6
slagger	rene, harpede koksslagger	800	0,15	14,—	2,1
høvlsplåner	rene splåner let sammenpressede	125	0,075	18,—	1,4
<b>Diverse</b>					
jernbetonvæg	armeret beton	2400	1,6	315,—	500
betonvæg	almindelig grovbeton	2200	1,3	200,—	260
træ, ru brædder	nåletræ	600	0,15	350,—	53

## Tabeller over forskellige konstruktioner med varierende isoleringer og isoleringstykkelser

På de følgende blade bringes tabeller over ydervægge samt tage og etageadskillelser mod kolde tagrum, isoleret med forskellige materialer af forskellig tykkelse.

Tabellerne omfatter størstedelen af de almindeligste konstruktioner, og selvom nogle mangler og andre kombinationer kunne tænkes, skulle der dog være stof nok, til at man kan danne sig et nogenlunde skøn over, hvorledes forholdene vil stille sig for andre konstruktioner.

For den, der ønsker nøjagtigere angivelse af, hvorledes andre konstruktioner stiller sig, bringes nedenfor nogle simple formler, som kan benyttes, når man kender prisen for den nye konstruktion.

### For hver konstruktion er angivet

1. Isoleringens tykkelse i cm.

2. Konstruktionens samlede tykkelse.

3. Transmissionstallet  $k$  (kcal/m<sup>2</sup>×h×°C) beregnet som angivet i Poul Becher »Økonomisk Varmeisolering«, Statens Byggeforskningsinstitut, rapport nr. 1, 2. udgave, København 1950.

4. Byggeprisen i kr. m<sup>2</sup> af den pågældende konstruktion.

5. Den samlede byggeudgift i kr. pr. m<sup>2</sup> af den pågældende konstruktion, omfattende selve byggeprisen og den til konstruktionen svarende del af centralvarmeanlægget.

Byggeprisen for varmeanlægget alene er pr. m<sup>2</sup> konstruktion ca.  $10 \times k$ , hvor  $k$  er konstruktionens transmissionstal. Byggeprisen for den del af varmeanlægget, som svarer til ydervægge bag radiatorer er pr. m<sup>2</sup> ydervæg ca.  $17 \times k_1$ , hvor  $k_1$  er væggen transmissionstal regnet fra væggen indvendige overflade til fri luft udenfor.

6. Den samlede årlige driftsudgift i kr. pr. m<sup>2</sup> af den pågældende konstruktion.

Denne udgift omfatter husleje + varmebidrag for: konstruktionen, den dertil svarende del af varmeanlægget, lejen for den plads konstruktionen optager og opvarmningsudgifterne til dækning af varmetabet gennem konstruktionen.

Overalt er tallene for den i dag almindeligt gængse konstruktion anført til sammenligning. Det fremgår af disse tal, at de »traditionelle« konstruktioner altid er højest uøkonomiske i drift, og selv om byggeprisen kan være lav, bliver det tilsvarende varmeanlæg dyrt, således at en bedre isoleret konstruktion alt i alt ikke behøver at blive væsentligt dyrere at anskaffe. På samme måde forøges de samlede byggeudgifter heller ikke væsentligt, selvom der anvendes en stor isoleringstykkelse, fordi varmeanlægget bliver tilsvarende billigt.

### Beregningsgrundlag

Der er overalt regnet med bygge- og materialepriser fra foråret 1948 i København. De opgivne tal angiver derfor kun forholdet mellem de forskellige priser.

Brændselsprisen er sat til 67,50 kr. pr. ton, en pris der antages at ville blive den gennemsnitlige pris i den tid, bygningen står. Tallene er baseret på centralopvarmede nye boliger i etagebyggeri, og der er regnet med en gennemsnitstemperatur i rummene på 17 °C.

### Anvisning

Priserne kan efter ovenstående ikke benyttes direkte ved lavt byggeri eller småhusbyggeri, men kan dog tjene til vejledning. Selvom forholdet mellem priserne ved højt og lavt byggeri kan variere, vil rækkefølgen dog være den samme, således at de angivne mest økonomiske konstruktioner også vil blive de mest økonomiske for det lave byggeri.

For eksisterende byggeri er det ikke muligt at opgive tilsvarende tal, fordi afskrivningstiden varierer med husets alder, og fordi varmeanlæggene, undertiden kakkelovne, eksisterer, så man ikke opnår nogen besparelse udover besparelsen i brændselsudgift.

Når tallene anvendes, må det tages i betragtning, at driftsudgifterne for vidt forskellige konstruktioner, som f. eks. jernbetonvæg og teglstensmur, ikke direkte kan sammenlignes, fordi deres egenskaber med hensyn til styrke, udseende, brandforhold, holdbarhed m. m. er helt forskellige.

Ved tabellernes brug må fremgangsmåden være den ved sammenligning mellem de forskellige muligheder at finde frem til den konstruktion, som har de mindste driftsudgifter, og som tillige opfylder de øvrige krav, konstruktive, æstetiske m. m., som stilles til den. Den isoleringstykkelse, som medfører de mindste driftsudgifter, er for hver konstruktionstype fremhævet med fede typer. Hvis det af en eller anden grund ikke kan lade sig gøre at anvende den mest økonomiske tykkelse, anvendes en tyndere og ikke en tykkere for at undgå unødigt store byggeudgifter.

### Myndighedernes krav

Visse af de angivne konstruktioner er ikke helt i overensstemmelse med myndighedernes krav allevegne, ved de paagældende konstruktioner er dette angivet ved en \*) og en fodnote.

Ved statsstøttet byggeri maa det erindres, at de af Boligministeriet stillede krav til varmeisolering skal overholdes.

### Formler til supplerig af tabellerne

De årlige driftsudgifter i kr. pr. m<sup>2</sup> ydervæg, hvor en tykkere isolering formindsker rummets nettogulvareal

$$D = 0,047 K_u + 2,3 k + 1,4 d \quad \text{hvor}$$

1. led hidrører fra byggeudgifterne, idet  $K_u$  er væggen pris pr. m<sup>2</sup>,

2. led hidrører fra opvarmningsudgifterne, idet  $k$  er transmissionstallet, og

3. led hidrører fra væggen pladsleje, idet  $d$  er væggen tykkelse i m.

De årlige driftsudgifter i kr. pr. m<sup>2</sup> for yderflader, hvor den plads væggen optager ikke influerer på rummets anvendelighed

$$D = 0,047 K_u + 2,3 k$$

De årlige driftsudgifter i kr. pr. m<sup>2</sup> for ydervægge bag radiatorer bliver for vægge med almindelig overfladebehandling

$$D = 0,047 K_u + 4 k_1 \quad \text{hvor}$$

$k_1$  er transmissionstallet fra væggen indvendige overflade til udvendig fri luft.

De årlige driftsudgifter i kr. pr. m<sup>2</sup> for ydervægge bag radiatorer for vægge med aluminiumstapet

$$D = 0,047 K_u + 2,3 k_1$$

### Mindreprisen for varmeanlægget

Hvis forskellen mellem transmissionstallene for to betragtede ydervægge er  $\Delta k$ , bliver prisdifferensen for varmeanlægget:

$$\text{For ydervægge} = \Delta k \times 10 \text{ kr. pr. m}^2 \text{ væg.}$$

For brystninger med limfarve bag radiatorer =  $\Delta k_1 \times 17$  kr. pr. m<sup>2</sup> væg.

### Afskrivningstiden for merudgiften ved isolering

Forskellen mellem merprisen til isoleringen og mindreprisen til varmeanlægget kaldes  $g$ , og dette beløb (gælden) skal afskrives ved den årlige besparelse  $a$  i brændsels- og pasningsudgifter. Hvis rentefoden er  $p$  % p. a., beregnes afskrivningstiden  $n$  af formlen

$$n = \frac{\log \left( 100 \frac{a}{g} \right) - \log \left( 100 \frac{a}{g} - p \right)}{\log \left( 1 + \frac{p}{100} \right)}$$

Afskrivningstiden for merudgiften til det isolerede hus i forhold til det uisolerede vil i de fleste tilfælde kun strække sig over ganske få år.



## Isolering af ydervægge

2 stens fuld mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m<sup>3</sup>, opmuret i kalkmørtel, fuget udvendig og pudset indvendig, isoleret indvendig med:

1 leca (klinkerbeton) blokke, 600 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	
samlet tykkelse cm	58	57	54	
transmissionstal k	0,69	0,76	0,85	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	72,—	69,50	66,50	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	79,—	77,—	75,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,80	5,80	5,90	

uden isolering
48
1,11
53,50
64,50
5,70

2 gasbetonblokke, 500 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	
samlet tykkelse cm	59	57	54	
transmissionstal k	0,66	0,74	0,82	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	69,50	67,—	64,50	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	76,—	74,50	73,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,60	5,70	5,70	

3 siporexblokke, 400 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	
samlet tykkelse cm	59	57	54	
transmissionstal k	0,61	0,69	0,78	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	71,50	69,—	66,—	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	77,50	75,50	73,50	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,60	5,60	5,70	

6 kork-kølerumslader opsat i mørtel, indvendigt beklædt med galvaniseret trådnet					
isoleringstykkelse cm	4	3	2	1	
samlet tykkelse cm	53	52	51	50	
transmissionstal k	0,49	0,56	0,67	0,83	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	76,—	72,50	69,—	65,50	
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	81,—	78,—	75,50	73,50	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,50	5,40	5,50	5,70	

4 cellebetonblokke, 300 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	
samlet tykkelse cm	59	57	54	
transmissionstal k	0,57	0,65	0,75	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	72,50	69,—	65,50	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	78,—	75,50	73,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,50	5,50	5,60	

7 durisolplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnet over samlingerne					
isoleringstykkelse cm	12	10	8	5	3
samlet tykkelse cm	61	59	57	54	52
transmissionstal k	0,52	0,57	0,63	0,72	0,83
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	70,—	68,50	67,—	64,—	62,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	75,—	74,—	73,—	71,—	70,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,40	5,40	5,40	5,40	5,60

5 bløde træfiberplader opsat på 1" lister, fugerne beklædt med gaze og spartlet (ikke pudset)			
isoleringstykkelse cm	3/4"	1/2"	
samlet tykkelse cm	52	51	
transmissionstal k	0,64	0,71	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	69,—	67,50	
pris for konstruktion			
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	75,50	74,50	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,40	5,50	

8 træuldbetonplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnet over samlingerne				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	2,5
samlet tykkelse cm	59	57	54	52
transmissionstal k	0,45	0,54	0,66	0,87
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	71,50	69,—	67,—	64,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	76,—	74,50	73,50	73,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,20	5,30	5,40	5,80

Den mest økonomiske tykkelse for bløde træfiberplader ligger antagelig på 4 cm

## Isolering af ydervægge

1 1/2 stens fuld mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m<sup>3</sup>, opmuret i kalkmørtel, fuget udvendig og pudset indvendig, isoleret indvendig med:

9 leca (klinkerbeton) blokke, 600 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	
samlet tykkelse cm	47	45	42	
transmissionstal k	0,79	0,88	0,99	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	60,50	58,—	55,—	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	68,50	66,50	65,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,30	5,40	5,0	

uden isolering
36
1,37
42,—
55,50
5,60

10 gasbetonblokke, 500 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	
samlet tykkelse cm	47	45	42	
transmissionstal k	0,75	0,84	0,96	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	58,—	56,—	53,50	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	65,50	64,—	62,50	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,10	5,20	5,30	

11 siporexblokke, 400 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	
samlet tykkelse cm	47	45	42	
transmissionstal k	0,68	0,78	0,91	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	60,—	57,50	54,50	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	66,50	65,—	63,50	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,—	5,10	5,20	

12 cellebetonblokke, 300 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	
samlet tykkelse cm	47	45	42	
transmissionstal k	0,63	0,73	0,86	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	61,—	57,50	54,—	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	67,—	65,50	62,50	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,—	5,—	5,10	

13 bløde træfiberplader opsat på 1" lister, fugerne beklædt med gaze og spartlet (ikke pudset)			
isoleringstykkelse cm	3/4"	1/2"	
samlet tykkelse cm	40	39	
transmissionstal k	0,72	0,82	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	58,—	56,—	
pris for konstruktion			
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	65,—	64,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,90	5,10	

14 kork-kølerumslader opsat i mørtel, indvendigt beklædt med galvaniseret trådnet				
isoleringstykkelse cm	4	3	2	1
samlet tykkelse cm	41	40	39	38
transmissionstal k	0,53	0,62	0,76	0,97
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	65,—	61,50	57,50	54,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	70,—	67,50	65,—	63,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,80	4,90	5,—	5,30

15 durisolplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnet over samlingerne				
isoleringstykkelse cm	12	10	8	5
samlet tykkelse cm	49	47	45	42
transmissionstal k	0,57	0,63	0,71	0,82
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	58,50	57,—	55,50	52,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	64,—	63,—	62,50	60,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,80	4,80	4,90	5,20

16 træuldbetonplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnet over samlingerne				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	2,5
samlet tykkelse cm	47	45	42	40
transmissionstal k	0,49	0,59	0,75	1,02
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	60,—	57,50	55,50	53,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	65,—	63,50	63,—	63,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,60	4,70	4,90	5,40

17 hul mur med faste binderkolonner, 1/2 stens formur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m <sup>3</sup> , bagmur af molersten, 800 kg/m <sup>3</sup> .				uden isolering
isoleringstykkelse cm	23	15	11	
samlet tykkelse cm	48	40	36	36
transmissionstal k	0,71	0,89	1,04	1,37
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	53,—	46,—	39,50	36,00
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	60,—	54,50	49,50	49,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,80	4,80	4,70	5,40



## Isolering af ydervægge

1½ stens fuld mur af tunge mangehulsten, 1800 kg/m³ for teglmassen, opmuret i kalkmørtel, fuget udvendig og pudset indvendig, isoleret indvendig med:

18 kork-kølerumslader opsat i mørtel, indvendigt beklædt med galvaniseret trådnæt				
isoleringstykkelse cm	4	3	2	1
samlet tykkelse cm	41	40	39	38
transmissionstal k	0,48	0,55	0,65	0,80
konstruktionens pris kr./m²	64,—	61,—	57,—	53,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	69,—	66,—	63,50	61,50
årlig driftsudgift kr./m²	4,70	4,70	4,70	4,90

uden isolering	
	36
	1,06
	41,50
	52,—
	4,90

19 durisolplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnæt over samlingerne					
isoleringstykkelse cm	12	10	8	5	3
samlet tykkelse cm	49	47	45	42	40
transmissionstal k	0,51	0,56	0,62	0,70	0,80
konstruktionens pris kr./m²	58,—	56,50	55,—	52,—	50,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	63,—	62,—	61,—	59,—	58,—
årlig driftsudgift kr./m²	4,60	4,60	4,60	4,70	4,80

20 træuldbetonplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnæt over samlingerne				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	2,5
samlet tykkelse cm	47	45	42	40
transmissionstal k	0,44	0,53	0,65	0,84
konstruktionens pris kr./m²	59,50	57,—	55,—	52,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	64,—	62,—	61,50	61,—
årlig driftsudgift kr./m²	4,50	4,50	4,70	5,—

1½ stens hul mur af tunge mangehulsten, 1800 kg/m³ for teglmassen, med faste binderkolonner, opmuret i kalkmørtel, fuget udvendig og pudset indvendig, isoleret indvendig med:

21 durisolplader, opsat i mørtel, med galvaniseret trådnæt over samlingerne					
isoleringstykkelse cm	12	10	8	5	3
samlet tykkelse cm	49	47	45	42	40
transmissionstal k	0,52	0,57	0,64	0,72	0,84
konstruktionens pris kr./m²	58,—	56,50	55,—	52,—	50,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	63,—	62,—	61,—	59,50	58,50
årlig driftsudgift kr./m²	4,60	4,60	4,70	4,70	4,90

uden isolering	
	36
	1,13
	35,50
	47,—
	4,80

22 kork-kølerumslader opsat i mørtel, indvendigt beklædt med galvaniseret trådnæt				
isoleringstykkelse cm	4	3	2	1
samlet tykkelse cm	41	40	39	38
transmissionstal k	0,49	0,57	0,67	0,84
konstruktionens pris kr./m²	58,50	55,—	51,50	47,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	63,—	60,50	58,—	56,00
årlig driftsudgift kr./m²	4,50	4,50	4,50	4,70

23 træuldbetonplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnæt over samlingerne				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	2,5
samlet tykkelse cm	47	45	42	40
transmissionstal k	0,45	0,54	0,67	0,88
konstruktionens pris kr./m²	53,50	51,—	49,14	47,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	58,—	56,50	55,50	55,50
årlig driftsudgift kr./m²	4,20	4,30	4,40	4,80

## Isolering af ydervægge

30 cm hul mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m³, opmuret i kalkmørtel, fuget udvendig og pudset indvendig, isoleret indvendig med:

24 bløde træfiberplader opsat på 1" lister, fugerne beklædt med gaze og spartlet (ikke pudset)		
isoleringstykkelse cm	¾"	1½"
samlet tykkelse cm	35	34
transmissionstal k	0,76	0,86
konstruktionens pris kr./m²	52,—	50,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	59,—	58,50
årlig driftsudgift kr./m²	4,70	4,80

uden isolering	
	31
	1,50
	36,—
	51,—
	5,50

25 kork-kølerumslader opsat i mørtel, indvendigt beklædt med galvaniseret trådnæt					
isoleringstykkelse cm	5	4	3	2	1
samlet tykkelse cm	37	36	35	34	33
transmissionstal k	0,47	0,55	0,65	0,80	1,03
konstruktionens pris kr./m²	62,50	59,—	55,50	51,50	48,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	67,—	64,—	61,50	59,50	58,—
årlig driftsudgift kr./m²	4,50	4,50	4,60	4,80	5,10

26 durisolplader opsat i mørtel med galvaniseret trådnæt over samlingerne					
isoleringstykkelse cm	12	10	8	5	3
samlet tykkelse cm	44	42	40	37	35
transmissionstal k	0,59	0,66	0,74	0,86	1,03
konstruktionens pris kr./m²	52,50	51,—	49,50	46,50	45,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	58,50	57,50	56,50	55,—	55,—
årlig driftsudgift kr./m²	4,50	4,50	4,60	4,70	5,—

27 træuldbetonplader opsat i mørtel med galvaniseret trådnæt over samlingerne				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	2,5
samlet tykkelse cm	42	40	37	35
transmissionstal k	0,50	0,61	0,79	1,09
konstruktionens pris kr./m²	54,—	51,50	49,50	47,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m²	59,—	57,50	57,50	58,—
årlig driftsudgift kr./m²	4,30	4,40	4,70	5,20



## Isolering af ydervægge

Hule mure med 1/2 stens formur af tunge massive teglsten, 1800 kg/m<sup>2</sup>, ståltrådsbindere og bagmur af isolerende mursten eller blokke, fuget udvendig og pudset indvendig

28 bagmur af leca (klinkerbeton) mursten, 800 kg/m <sup>3</sup>				
isoleringstykkelse cm	35	23	15	11
samlet tykkelse cm	55	43	35	31
transmissionstal k	0,60	0,79	1,0	1,16
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	69,50	55,—	47,—	40,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	75,50	63,—	57,—	51,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,40	5,—	5,—	5,—

29 bagmur af leca (klinkerbeton) mursten, 600 kg/m <sup>3</sup>				
isoleringstykkelse cm	35	23	15	11
samlet tykkelse cm	55	43	35	31
transmissionstal k	0,53	0,71	0,91	1,07
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	69,50	55,—	47,—	40,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	75,—	62,—	56,—	51,—
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,20	4,80	4,80	4,80

30 bagmur af molersten, 800 kg/m <sup>3</sup>				
isoleringstykkelse cm	35	23	15	11
samlet tykkelse cm	55	43	35	31
transmissionstal k	0,56	0,74	0,95	1,11
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	66,50	53,—	45,50	39,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	72,—	60,—	55,—	50,—
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,20	4,80	4,80	4,80

31 bagmur af leca (klinkerbeton) blokke, 600 kg/m <sup>3</sup> *)				
isoleringstykkelse cm	20	17,5	15	10
samlet tykkelse cm	44	42	39	34
transmissionstal k	0,65	0,71	0,78	0,98
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	55,—	52,—	48,—	41,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	61,50	59,—	55,50	50,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,70	4,70	4,60	4,70

32 bagmur af gasbetonblokke, 500 kg/m <sup>3</sup> *)				
isoleringstykkelse cm	20	17,5	15	10
samlet tykkelse cm	44	42	39	34
transmissionstal k	0,60	0,66	0,73	0,92
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	49,50	47,—	44,—	38,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	55,50	53,50	51,50	47,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,30	4,30	4,30	4,40

33 bagmur af siporexblokke, 400 kg/m <sup>3</sup> *)				
isoleringstykkelse cm	20	17,5	15	10
samlet tykkelse cm	44	42	39	34
transmissionstal k	0,52	0,57	0,64	0,83
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	53,50	50,—	46,50	40,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	58,50	56,—	53,—	48,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,30	4,30	4,20	4,30

\*) Denne mur kan kun anvendes, hvis den godkendes af de stedlige bygningsmyndigheder.

## Isolering af ydervægge

1 stens fuld mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m<sup>2</sup>\*, opmuret i kalkmørtel, fuget udvendig og pudset indvendig, isoleret indvendig med:

34 leca (klinkerbeton) blokke, 600 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel			
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5
samlet tykkelse cm	35	33	30
transmissionstal k	0,91	1,05	1,20
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	49,—	46,50	43,50
pris for konstruktion			
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	58,—	56,50	55,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,90	5,10	5,20

uden isolering	
	24
	1,81
	30,50
	48,—
	5,90

35 gasbetonblokke, 500 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel			
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5
samlet tykkelse cm	35	33	30
transmissionstal k	0,86	0,99	1,16
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	46,50	44,—	41,50
pris for konstruktion			
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	55,—	54,—	53,—
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,70	4,80	5,10

36 siporexblokke, 400 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel			
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5
samlet tykkelse cm	35	33	30
transmissionstal k	0,78	0,90	1,08
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	48,—	46,—	43,—
pris for konstruktion			
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	56,—	54,50	53,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,60	4,70	4,90

37 cellebetonblokke, 300 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel			
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5
samlet tykkelse cm	35	33	30
transmissionstal k	0,71	0,84	1,01
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	49,50	46,—	42,50
pris for konstruktion			
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	56,50	54,—	52,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,40	4,60	4,70

38 bløde træfiberplader opsat på 1" lister, fugerne beklædt med gaze og spartlet (ikke pudset)			
isoleringstykkelse cm		3/4"	1/2"
samlet tykkelse cm		28	27
transmissionstal k		0,83	0,95
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>		46,—	44,50
pris for konstruktion			
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>		54,50	53,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>		4,50	4,60

39 kork-kølerumplader opsat i mørtel, indvendig beklædt med galvaniseret trådnæt				
isoleringstykkelse cm	4	3	2	1
samlet tykkelse cm	29	28	27	26
transmissionstal k	0,58	0,70	0,88	1,17
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	53,—	49,50	46,—	42,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	59,—	56,50	54,50	54,—
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,20	4,30	4,60	5,—

40 durisolplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnæt over samlingerne				
isoleringstykkelse cm	12	10	8	5
samlet tykkelse cm	37	35	33	30
transmissionstal k	0,64	0,71	0,81	0,96
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	47,—	45,50	43,50	41,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	53,—	52,50	51,50	50,50
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,20	4,30	4,40	4,60

41 træuldbetonplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnæt over samlingerne				
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5	2,5
samlet tykkelse cm	35	33	30	28
transmissionstal k	0,53	0,66	0,86	1,25
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	48,50	46,—	44,—	41,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	53,50	52,40	52,50	54,—
årlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,—	4,10	4,50	5,20

\*) 1 stens ydermur kan kun anvendes, hvis den godkendes af de stedlige bygningsmyndigheder.



## Isolering af ydervægge

Diverse teglstensmure, fuget udvendig og pudset indvendig

<b>42</b> fuld mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m <sup>3</sup> , formur af røde, maskinstrøgne sten og bagmur af flammede sten					
isoleringstykkelse cm	71	59	47	<b>35</b>	23
samlet tykkelse cm	72	60	48	<b>36</b>	24
transmissionstal k	0,80	0,93	1,11	<b>1,37</b>	1,81
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	76,50	65,—	53,50	<b>42,—</b>	30,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	84,50	74,—	64,50	<b>55,50</b>	48,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	6,50	6,—	5,70	<b>5,60</b>	5,90

<b>43</b> fuld mur af tunge mangelhulsten, 1800 kg/m <sup>3</sup> for teglmassen, formur af røde, maskinstrøgne mangelhulsten og bagmur af flammede mangelhulsten					
isoleringstykkelse cm	71	59	47	<b>35</b>	23
samlet tykkelse cm	72	60	48	<b>36</b>	24
transmissionstal k	0,59	0,69	0,84	<b>1,06</b>	1,44
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	76,—	64,50	53,—	<b>41,50</b>	30,—
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	82,—	71,—	61,—	<b>52,—</b>	44,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,90	5,50	5,10	<b>4,90</b>	5,10

<b>44</b> fuld mur af lette mangelhulsten, 1600 kg/m <sup>3</sup> for teglmassen, pudset indvendig og <i>udvendig</i>					
isoleringstykkelse cm	71	59	47	<b>35</b>	23
samlet tykkelse cm	72	60	48	<b>37</b>	24
transmissionstal k	0,55	0,66	0,78	<b>0,98</b>	1,34
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	75,50	64,—	52,50	<b>41,—</b>	29,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	81,—	70,50	60,—	<b>50,50</b>	42,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,80	5,40	4,90	<b>4,70</b>	4,80

<b>45</b> fuld mur af røde, maskinstrøgne, massive teglsten, 1800 kg/m <sup>3</sup> i formur og leca (klinkerbeton) mursten, 800 kg/m <sup>3</sup> , i bagmur					
isoleringstykkelse cm	41,5	29,5	<b>17,5</b>	5,5	
samlet tykkelse cm	60	48	<b>36</b>	24	
transmissionstal k	0,55	0,70	<b>0,97</b>	1,58	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	60,50	49,—	<b>37,50</b>	25,50	
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	66,—	56,—	<b>47,—</b>	41,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,—	4,60	<b>4,50</b>	5,20	

<b>46</b> hul mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m <sup>3</sup> , med udfyldning af betonklinker, ½ stens formur af røde, maskinstrøgne sten og ½ stens bagmur af flammede sten samt ståltrådsbindere *)					uden beton- klinker
isoleringstykkelse cm	<b>13</b>	10	8		
samlet tykkelse cm	<b>36</b>	33	31		31
transmissionstal k	<b>0,81</b>	0,90	1,0		1,50
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	<b>43,50</b>	42,—	41,—		36,—
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	<b>51,50</b>	51,—	50,50		51,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	<b>4,40</b>	4,50	4,70		5,50

<b>47</b> fuld mur af røde, maskinstrøgne, massive teglsten, 1800 kg/m <sup>3</sup> , i formur og leca (klinkerbeton) mursten, 600 kg/m <sup>3</sup> , i bagmur					
isoleringstykkelse cm	41,5	29,5	<b>17,5</b>	5,5	
samlet tykkelse cm	60	48	<b>36</b>	24	
transmissionstal k	0,47	0,61	<b>0,87</b>	1,49	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	60,50	49,—	<b>37,50</b>	25,50	
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	65,—	55,—	<b>46,—</b>	40,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,80	4,40	<b>4,30</b>	5,—	

<b>48</b> hul mur af tunge mangelhulsten, 1800 kg/m <sup>3</sup> for teglmassen, med udfyldning af betonklinker, ½ stens formur af røde, maskinstrøgne mangelhulsten og ½ stens bagmur af flammede mangelhulsten samt ståltrådsbindere. *)					uden beton- klinker
isoleringstykkelse cm	<b>13</b>	10	8		
samlet tykkelse cm	<b>36</b>	33	31		31
transmissionstal k	<b>0,68</b>	0,76	0,83		1,17
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	<b>43,—</b>	41,50	40,50		35,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	<b>50,—</b>	49,—	48,50		47,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	<b>4,10</b>	4,20	4,20		4,80

\*) I København tillades hule mure med udfyldning af betonklinker kun efter ansøgning.

## Isolering af ydervægge

Fuld mur af letbetonmursten eller -blokke, pudset udvendig og indvendig, bestående af:

<b>49</b> leca (klinkerbeton) mursten, 800 kg/m <sup>3</sup>					
isoleringstykkelse cm	47	<b>35</b>	23	11	
samlet tykkelse cm	49	<b>37</b>	25	13	
transmissionstal k	0,70	<b>0,89</b>	1,22	1,96	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	71,—	<b>54,50</b>	38,50	23,—	
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	78,—	<b>63,50</b>	50,50	42,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,60	<b>5,10</b>	5,—	5,80	

<b>50</b> leca (klinkerbeton) blokke, 600 kg/m <sup>3</sup>					
isoleringstykkelse cm	22,5	<b>20</b>	17,5	15	
samlet tykkelse cm	25	<b>22</b>	20	17	
transmissionstal k	0,80	<b>0,88</b>	0,98	1,10	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	41,—	<b>38,—</b>	34,50	30,50	
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	49,—	<b>46,50</b>	44,50	41,50	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,10	<b>4,10</b>	4,20	4,20	

<b>51</b> siporexblokke, 600 kg/m <sup>3</sup>					
isoleringstykkelse cm	22,5	<b>20</b>	17,5	15	
samlet tykkelse cm	25	<b>22</b>	20	17	
transmissionstal k	0,80	<b>0,88</b>	0,98	1,10	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	39,—	<b>36,—</b>	33,—	29,50	
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	47,—	<b>45,—</b>	42,50	40,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,—	<b>4,—</b>	4,10	4,20	

<b>52</b> gasbetonblokke, 700 kg/m <sup>3</sup>					
isoleringstykkelse cm	<b>22,5</b>	20	17,5	15	
samlet tykkelse cm	<b>25</b>	22	20	17	
transmissionstal k	<b>0,87</b>	0,96	1,06	1,19	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	<b>34,50</b>	32,50	30,—	27,—	
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	<b>43,50</b>	42,—	40,50	38,50	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	<b>4,—</b>	4,10	4,10	4,30	



## Isolering af ydervægge

15 cm jernbetonvæg, pudset udvendig og indvendig, isoleret indvendig med:

53 leca (klinkerbeton) blokke, 600 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	17,5	15	10	7,5
samlet tykkelse cm	36	33	28	26
transmissionstal k	0,78	0,87	1,13	1,33
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	83,50	80,50	73,—	70,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	91,50	89,—	84,—	83,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	6,20	6,30	6,40	6,70

54 gasbetonblokke, 500 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	17,5	15	10	7,5
samlet tykkelse cm	36	33	28	26
transmissionstal k	0,72	0,81	1,06	1,26
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	79,—	76,50	70,50	68,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	86,—	84,50	81,—	80,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,90	5,90	6,20	6,50

55 siporexblokke, 400 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	17,5	15	10	7,5
samlet tykkelse cm	36	33	28	26
transmissionstal k	0,62	0,70	0,93	1,12
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	82,—	79,50	72,50	70,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	88,50	86,—	81,50	81,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,80	5,80	5,90	6,20

56 cellebetonblokke, 300 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel				
isoleringstykkelse cm	17,5	15	10	7,5
samlet tykkelse cm	36	33	28	26
transmissionstal k	0,55	0,62	0,84	1,02
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	84,50	81,—	73,50	70,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	90,—	87,—	81,50	80,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,70	5,70	5,80	6,—

57 bløde træfiberplader opsat i støbeforskallingen, fugerne beklædt med gaze og spartlet (ikke pudset)				
isoleringstykkelse cm		3/4"	1/2"	
samlet tykkelse cm		18	17	
transmissionstal k		1,24	1,54	
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>		63,—	61,—	
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>		75,—	76,—	
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>		6,10	6,60	

uden isolering	
17	
3,1	
55,—	
85,50	
10,—	

Da væggenes transmissionstal kun ændres uvæsentligt ved andre betontykkelser, anvendelse af grovbeton i stedet for jernbeton og udvendig isolering med blokkene opsat i støbeforskallingen, kan tabellerne anvendes med de nedenfor anførte korrektioner for:

10 cm jernbetonvæg indv. isoleret,  
10 og 15 cm jernbetonvæg udv. isoleret og  
10 og 15 cm grovbetonvæg indv. og udv. isoleret.

Bemærk, at her er regnet med isoleringen *muret op indv.* og blokkene opsat i støbeforskallingen udv. Prisen er den samme, enten isoleringen anbringes indv. eller udv. i støbeforskallingen, men indv. isolering opsat i støbeforskallingen giver noget bedre isolering og dermed en lidt mindre driftsudgift end her anført.

korrektioner for tabellerne 53-60

væg		isolering		korrektion, fradrag i kr./m <sup>2</sup> ved	
art	tykkelse cm	anbringelse	art	priser	årlig driftsudgift
jernbeton	15	udv.	letbeton	1,50	0,10
	10	indv.	alle	3,50	0,20
grovbeton	10	udv.	letbeton	5,50	0,30
	15	indv.	alle	17,—	0,80
	15	udv.	letbeton	18,50	0,90

58 durisolplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnet over samlingerne					
isoleringstykkelse cm	12	10	8	5	3
samlet tykkelse cm	30	28	26	23	21
transmissionstal k	0,74	0,84	0,98	1,20	1,56
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	71,—	69,50	68,—	65,—	63,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	78,50	77,50	77,50	77,—	76,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,50	5,60	5,80	6,10	6,90

59 kork-kølerumsplader opsat i støbeforskallingen, indvendigt beklædt med galvaniseret trådnet					
isoleringstykkelse cm		5	4	3	2
samlet tykkelse cm		22	21	20	19
transmissionstal k		0,56	0,67	0,83	1,09
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>		79,50	75,50	72,—	68,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>		85,—	82,—	80,—	79,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>		5,30	5,40	5,60	6,—

60 træuldbetonplader opsat i støbeforskallingen, med galvaniseret trådnet over samlingerne				
isoleringstykkelse cm		10	7,5	5
samlet tykkelse cm		27	25	22
transmissionstal k		0,61	0,78	1,08
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>		71,50	69,—	66,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>		77,50	76,50	77,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>		5,10	5,40	5,90

## Isolering af ydervægge bag radiatorer

1 stens fuld mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m<sup>3</sup>, opmuret i kalkmørtel, fuget udvendig og indvendig pudset og limfarvet, isoleret indvendig med:

61 kork-kølerumsplader opsat i mørtel, indvendigt beklædt med galvaniseret trådnet				
isoleringstykkelse cm	7,5	5	4	2
samlet tykkelse cm	33	30	29	27
transmissionstal k	0,37	0,51	0,58	0,88
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	65,50	56,50	52,50	45,50
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	72,—	66,—	64,—	63,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,60	4,90	5,10	6,30

uden isolering	
24	
1,81	
30,—	
72,50	
11,30	

62 træuldbetonplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnet over samlingerne					
isoleringstykkelse cm	15	10	7,5	5	3,5
samlet tykkelse cm	40	35	33	30	29
transmissionstal k	0,39	0,53	0,66	0,86	1,06
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	54,—	46,50	44,—	42,—	40,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	61,—	56,50	56,50	59,—	62,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	4,20	4,50	5,—	5,90	7,—

1/2 stens formur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m<sup>3</sup>\*, opmuret i kalkmørtel, fuget udvendig og indvendig pudset og limfarvet, isoleret indvendig med:

63 gasbetonblokke, 700 kg/m <sup>3</sup> , opsat i mørtel					
isoleringstykkelse cm	25	20	15	10	5
samlet tykkelse cm	38	33	28	23	18
transmissionstal k	0,66	0,78	0,95	1,21	1,65
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	53,—	47,50	42,50	36,50	31,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	65,50	62,50	61,50	61,50	69,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,40	5,70	6,40	7,60	10,30

den mest økonomiske tykkelse er 30 cm gasbeton

Fuld mur, pudset udvendig og indvendig pudset og limfarvet, af:

64 gasbetonblokke, 700 kg/m <sup>3</sup>				
isoleringstykkelse cm	30	22,5	15	10
samlet tykkelse cm	32	25	17	12
transmissionstal k	0,69	0,87	1,19	1,58
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	44,50	36,—	29,50	23,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	57,50	53,—	54,—	58,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,20	5,70	7,20	9,30

den mest økonomiske tykkelse er 35 cm

10 cm jernbetonbrystning i muret hus, pudset udvendig og indvendig pudset og limfarvet, isoleret indvendig med:

65 kork-kølerumsplader opsat i mørtel, indvendigt beklædt med galvaniseret trådnet				
isoleringstykkelse cm	7,5	5	4	2
samlet tykkelse cm	20	17	16	14
transmissionstal k	0,42	0,58	0,69	1,14
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	86,—	77,—	73,50	66,—
pris for konstruktion				
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	93,50	87,50	86,50	89,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,80	6,10	6,50	8,60

66 træuldbetonplader opsat i mørtel, med galvaniseret trådnet over samlingerne					
isoleringstykkelse cm	15	10	7,5	5	3,5
samlet tykkelse cm	27	22	19	17	16
transmissionstal k	0,43	0,63	0,80	1,13	1,48
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	74,50	67,50	65,—	63,—	61,50
pris for konstruktion					
+ varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	82,50	79,—	80,50	86,—	94,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	5,30	5,90	6,70	8,40	10,50

\* I København tillades brystninger med 1/2 stens formur kun hvor forholdene efter myndighedernes skøn gør det forsvarligt.



## Isolering af tagrum

Teglstenæg, spær og hanebånd 3½"×6" med 100 cm afstand, lægter 1½"×2¼" isoleret med:

67 træuldbetonplader med galvaniseret trådnæt over samlingerne, pudset indvendig			
isoleringstykkelse cm	10	7,5	5
samlet tykkelse cm	36	33	28
transmissionstal k	0,57	0,71	0,97
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	46,—	41,50	38,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	51,50	48,50	48,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,50	3,60	4,—

68 mineraluldsplader i asfaltpapir på ¾" forskalling med rørvæv og puds			
isoleringstykkelse cm	10	5	2,5
samlet tykkelse cm	27	27	27
transmissionstal k	0,34	0,53	0,79
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	48,50	43,50	38,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	52,—	48,50	45,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,10	3,30	3,60

Jernbetonetageadskillelse mod koldt tagrum, tykkelse 14 cm, 2" brede strøer med 1 m afstand (højde afpasset efter isoleringens tykkelse) på brikker af blød træfiberplade, 1¼" usorterede, hølvede og pløjede gulvbrædder, isoleret i mellemrummet med:

69 brændt, knust moler			
isoleringstykkelse cm	15	10	5
samlet tykkelse cm	34	29	24
transmissionstal k	0,34	0,45	0,65
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	59,—	54,—	49,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	62,50	58,—	54,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,50	3,50	3,70

70 betonklinker			
isoleringstykkelse cm	15	10	5
samlet tykkelse cm	34	29	24
transmissionstal k	0,40	0,51	0,71
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	56,50	52,—	48,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	60,50	57,—	54,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,50	3,50	3,70

71 durisolskærver			
isoleringstykkelse cm	15	10	5
samlet tykkelse cm	34	29	24
transmissionstal k	0,36	0,48	0,68
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	57,50	52,50	48,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	60,50	57,—	54,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,50	3,50	3,70

2 lag forskalling og pap, uden isolering

29
1,16
39,50
51,—
4,50

Der er regnet med revleunderlag for træuldbeton, som er tyndere end 3,5 cm. For træuldbetonplader, som er 7,5 cm tykke eller mere, er der regnet med 3½"×7" spær.

Der er regnet med trådnætsforstærkning ved mineraluldsplader, som er tykkere end 3 cm.

For massive jernbetonetage kan man regne, at de mest økonomiske isoleringstykkelser er de samme som ved de tilsvarende vægge.

uden isolering
24
1,14
44,—
55,—
4,30

For jernbetondæk og træbjælkelag er transmissionstallet beregnet for etageadskillelsen anvendt under et koldt tagrum som loft over opholdsrum. Ved beregningen af den tilsvarende del af varmeanlægget er der regnet med et 45° tegltag over tagrummet.

72 celgrus			
isoleringstykkelse cm	15	10	5
samlet tykkelse cm	34	29	24
transmissionstal k	0,31	0,40	0,60
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	56,—	52,—	48,—
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	59,—	55,50	53,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,30	3,30	3,50

73 vermiculite			
isoleringstykkelse cm	15	10	5
samlet tykkelse cm	34	29	24
transmissionstal k	0,27	0,36	0,55
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	55,50	51,50	47,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	58,—	55,—	52,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,20	3,20	3,40

fortsættes

74 granuleret (løs) mineraluld			
isoleringstykkelse cm	10	5	2,5
samlet tykkelse cm	29	24	24
transmissionstal k	0,26	0,42	0,60
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	51,—	47,50	45,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	54,—	51,—	51,—
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,—	3,10	3,40

Træbjælkelag mod koldt tagrum, 5"×9" bjælker med 98 cm afstand, forskallingen røret og pudset, isoleret med mineraluld under følgende forudsætninger:

75 ¾" forskalling, 1" indskudsbrædder på 1"×1½" lister, granuleret (løs) mineraluld udlagt på papir, 1¼" hølvede og pløjede gulvbrædder			
isoleringstykkelse cm	10	5	2,5
samlet tykkelse cm	31	31	31
transmissionstal k	0,24	0,34	0,45
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	53,—	50,—	48,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	55,50	53,—	52,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	3,—	3,10	3,30

uden isolering
5 cm ler
31
0,65
47,—
53,—
3,60

76 1" forskalling, granuleret (løs) mineraluld udlagt på papir direkte på forskallingen, 1¼" hølvede og pløjede gulvbrædder *)			
isoleringstykkelse cm	10	5	2,5
samlet tykkelse cm	31	31	31
transmissionstal k	0,27	0,38	0,53
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	45,—	42,—	40,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	47,50	45,50	45,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	2,70	2,80	3,10

uden isolering
5 cm ler
31
0,53
39,50
46,50
3,60

77 ¾" forskalling, 1" indskudsbrædder på 1"×1½" lister, mineraluldsplader i asfaltpapir, intet gulv			
isoleringstykkelse cm	10	5	2,5
samlet tykkelse cm	28	28	28
transmissionstal k	0,26	0,40	0,56
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	43,—	39,—	35,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	45,50	42,50	40,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	2,60	2,70	2,90

uden isolering
5 cm ler
28
0,92
33,—
41,—
3,40

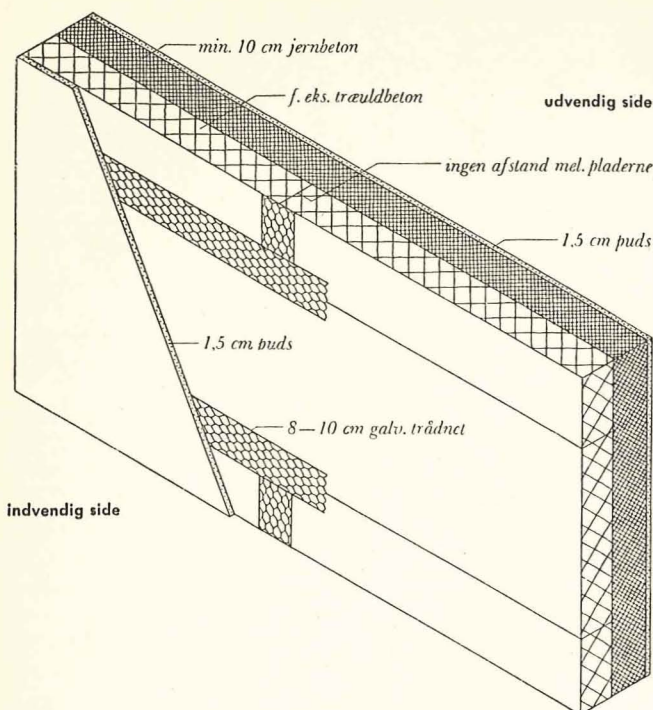
78 1" forskalling, mineraluldsplader i asfaltpapir, direkte på forskallingen, intet gulv			
isoleringstykkelse cm	10	5	2,5
samlet tykkelse cm	28	28	28
transmissionstal k	0,28	0,45	0,68
konstruktionens pris kr./m <sup>2</sup>	35,—	31,—	27,50
pris for konstruktion + varmeanlæg kr./m <sup>2</sup>	37,50	35,—	33,50
aarlig driftsudgift kr./m <sup>2</sup>	2,30	2,40	2,70

uden isolering
5 cm ler
28
1,39
25,—
36,50
3,80

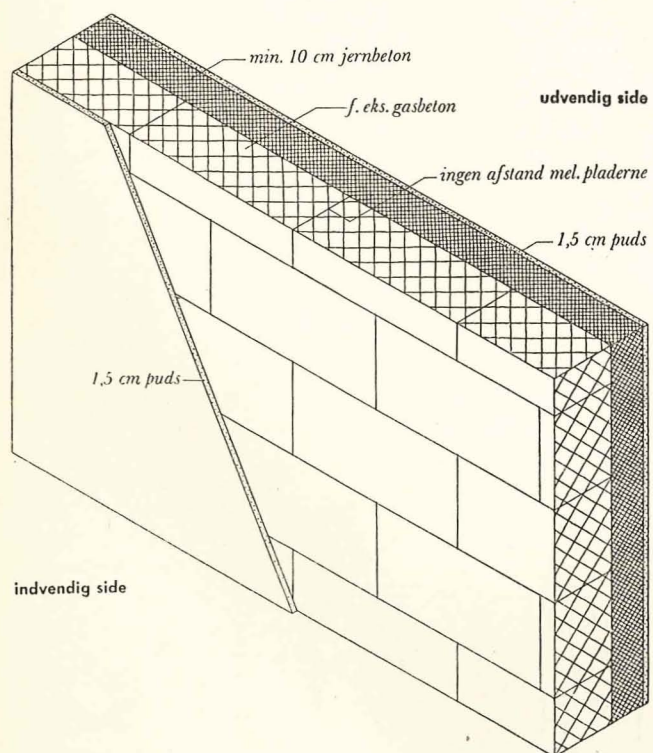
\*) I København tillades indskudsbrædder i mellemetageadskillelser kun udeladt i enfamiliehuse.



## Betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen



betonvæg isoleret indvendig med isoleringsplader med organiske bestanddele, isoleringen er vist i den mest økonomiske tykkelse



betonvæg isoleret indvendig med uorganiske letbetonblokke, isoleringen er vist i den mest økonomiske tykkelse

mål 1:20, isometri

Denne isoleringsmåde kommer på tale, hvor man har særlige grunde til at benytte betonen som yderflade i vægkonstruktioner, således f. eks. når der skal tages specielt hensyn til vejrbestandighed eller til modstand overfor mekaniske påvirkninger.

Da etageadskillelser og en del af tværvæggene har direkte forbindelse med den helt udvendigt anbragte beton, rummer konstruktionen særligt mange problemer i form af kuldebroer.

Løsning af kondensationsproblemet kan også give vanskeligheder.

### Konstruktionsprincip

Betonen udstøbes mellem to forskallingsflader, hvoraf den inderste fores med de isolerende plader eller blokke, som i den færdige konstruktion alene bæres af betonen i ydervæggen. I overensstemmelse med konstruktionsprincippet anbringes de isolerende plader over vinduesåbninger og lignende steder på samme måde som ved selve vægfladen. Spørgsmålet om forankring af pladerne til betonen er behandlet nedenfor under forskallingsarbejdet. Efter afforskallingen pudses væggen i reglen indvendigt, mens der for den udvendige side kan være tale om andre behandlingsmetoder eller beklædninger.

### Materialer

Blandt de i handelen forekommende materialer, som er anvendelige til denne isolering, kan nævnes:

- Materialer med organiske bestanddele: Plader af ekspanderet kork, format 50 cm × 100 cm  
træuldbeton, format 50 og 75 cm × 200 cm  
durisol, format 50 cm × 150 cm
- Uorganiske materialer: Blokke (eller plader) af gasbeton, format 25 cm × 50 cm  
siporex, format 25 cm × 50 cm  
cellebeton, format 25 cm × 50 cm  
leca (klinkerbeton), format 25 cm × 50 cm

De mest anvendelige tykkelser på disse materialer fremgår af de varmeøkonomiske tabeller side 18. Rumvægte og varmetekniske egenskaber m. m. er anført i tabellen over isoleringsmaterialer side 8.

Til sådan isolering må ikke anvendes organiske materialer som f. eks. træfiber- og tørveplader, der ikke er effektivt imprægneret og derved beskyttet mod skadelige påvirkninger af fugt (deformering, råd m. v.).

### Arbejdsudførelse

#### Forskallingsarbejdet

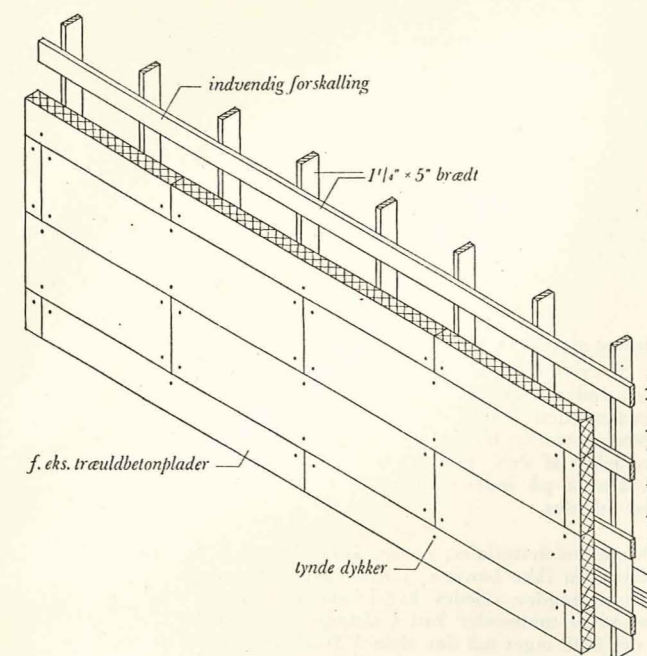
Den indvendige forskalling opstilles for den udvendige af hensyn til isoleringspladernes hensigtsmæssige anbringelse.

Kork kræver helt tæt forskalling. Ved de øvrige materialer kan der i almindelighed selv ved ret tynde plader anvendes åben forskalling med et brædt ud for hver vandret fugt. Afstanden mellem disse brædder vil således alt efter pladestørrelsen blive 25-50 cm. Pladerne eller blokkene anbringes tæt uden mørtel i fugerne og i forbandt. De smalle luftspalter, som kan fremkomme mellem pladerne, isolerer bedre end mørtel.

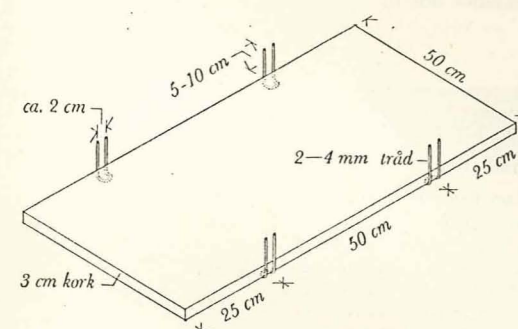
Plader, som er mindre end 5 cm tykke, hæftes til forskallingen med tynde dykker (ikke søm med hoved), der ved hjælp af dyknagle slås så langt ind, at de, uden at pladerne ødelægges, kan følge med forskallingen, når denne tages ned. Dykkerne må i alle tilfælde være fjernet i den færdige konstruktion, da der i modsat fald dannes små kuldebroer, som kan forårsage fugt- eller støvpletter på væggen. Der anvendes kun det antal dykker, som er nødvendige for at holde pladerne på plads under støbningen. Der passes på, at sømning ikke foretages så nær pladekanten, at pladen flækker.

Tykkere plader eller blokke kan i almindelighed holdes på plads uden sømning, når de opstilles efterhånden i højder svarende til de enkelte udstøbninger.

## Betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen



eksempel på anvendelse af åben forskalling, isometri, mål 1:50



eksempel på forankring af korkplade, f. eks. til underside af etageadskillelse, hvor denne støder til ydervæg, isometri, mål 1:20

Vedhængskraften mellem beton og de nævnte isoleringsplader vil i reglen være så stor, at supplerende forankring er unødvendig. Dog kan en sådan forankring ofte være ønskelig ved korkplader. Hvor f. eks. en ydervæg støbes i forbindelse med loft eller inder-vægge, beklædes disse ofte med tynde korkplader, som, især ved loftet, nødvendiggør forankring. Denne kan udføres med galvaniseret 2-4 mm jerntråd, som bukes i hårnåleform og stikkes gennem pladerne, eller bedre, anbringes i fugerne bøjet ind under pladerne, uden at disse gennemstikkes (se tegning). En »hårnål« kan f. eks. være 2-5 cm bred og med en længde svarende til pladetykkelsen + 5-10 cm. Når man ved særligt omhyggeligt arbejde vil overspænde korkpladerne med trådnet som underlag og armering for puds, »sys« nettet sammen med bindetråd. Hårnålene kan også her anbringes i fugerne mellem pladerne, så gennemstikning undgås. Ved en sådan overspænding med net skal hårnålene helst ikke have nogen bredde, men trækkes an omkring en tråd i nettet, så de forankres så dybt i korken, at kuldebroer bliver af ringe betydning.

Visse materialer er så skøre, at de kan være udsat for beskadigelse, når forskallingen spændes sammen. I sådanne tilfælde forøges antallet af afstandsklodser, og der spændes særligt forsigtigt.

Hvor det er nødvendigt at anbringe træklodser til fastgørelse af større beslag, elektriske afbrydere m. v., kan disse sømnes til pladerne efter opstillingen (med så få søm som muligt). Træklodserne udføres kileformede for bedre at kunne holdes fast i betonen, og træets fibre må være parallelle med vægfladen, således at der ikke skal sømnes eller skrues i endetræ. Inden anbringelsen må klodserne fugtimpregneres.

Den udvendige forskalling opstilles, efterhånden som den indvendige forskalling og den dermed sammenhørende isolering er udført. Arten af den udvendige forskalling afhænger af væggenes udvendige behandling, i mange tilfælde vil det kunne være en almindelig tæt bræddeforskalling.

#### Støbearbejdet

Udstøbningen foregår i det store og hele som ved støbning imellem almindelige bræddelager, dog må der tages særligt hensyn til, at isoleringspladerne ikke beskadiges, således at der opstår større huller, som fyldes med beton, hvorved væggenes isolation kan nedsættes betydeligt. En udspartling af fugerne mellem pladerne inden støbningen skulle ikke være nødvendig, idet selv en tynd betonmørtel ved tæt sammenstillede plader kun trænger et ubetydeligt stykke ind i fugen.

For at sikre tilfredsstillende vedhængning mellem beton og isoleringsplader og for at disse ikke skal suge vandet fra betonen er det ved visse materialer nødvendigt at vande pladerne umiddelbart før støbningen. Dette gælder især de vandsugende, porøse plader. Er betonen af stiv konsistens, er det vigtigt, at den bearbejdes godt langs isoleringspladerne, da vedhængningen ellers kan blive for ringe.

#### Murerarbejdet

Efter afforskallingen skal væggen i reglen pudses indvendigt. Eventuelle større huller i isoleringen udmures med pladestumper, helst i isolerende mørtel. Kun mindre huller kan det forsøres at dække alene med pudsmørtelen. Kravene til pudsearbejdet afhænger af det benyttede isoleringsmateriale, idet nogle i sig selv er gode pudsbærere, mens andre kræver særlige foranstaltninger.

Korkplader bør inden pudningen forsynes med galvaniseret trådnet over hele fladen, idet puds hæfter forholdsvis dårligt ved kork. Trådnettet bør ikke sidde for klods på korken, og hvis pudsen ved større arbejder armeres, f. eks. med vandrette 5 mm rundjern, bør disse anbringes mellem net og kork. Denne anbringelse kan ske umiddelbart inden pudsearbejdet, idet jernene forholdsvis let kan skydes ind gennem nettets masker.

Træuldbeton og durisol forsynes inden pudningen med ca. 10 cm brede strimler af galvaniseret trådnet over fugerne for at modvirke revnedannelser i pudsen ved materialernes arbejde.

I reglen anvendes trådnet med 20 mm maskevidde, og fastgørelsen sker med galvaniserede 1" rørsøm. Ved ganske tynde isoleringsplader, som f. eks. korkplader, kan disse rørsøm fungere som kuldebroer og forårsage fugt- eller støvpletter på væggen. Man har i nogle tilfælde for at undgå disse gener ved søm arbejdet med udkastning med ren cementmørtel, hvori trådnettet trykkes fast uden yderligere fastgørelse, men der foreligger imidlertid næppe endnu tilstrækkelig mange erfaringer til bedømmelse af denne metodes anvendelighed.

Galvaniseret trådnet i 15 cm brede strimler bør ved de nævnte materialer anbringes ved udadgående hjørner, ved tilslutning til andre materialer og på tilsvarende steder, med mindre der over sådanne samlinger anbringes dæklistes eller anden beskyttelse.

Udadgående hjørner kan tillige ved alle materialer med fordel yderligere beskyttes ved anbringelse af galvaniserede hjørnebeskyttere.

Galvaniseret trådnet, elektriskerrør og andre jerndele skal inden pudningen udkastes med ren cementmørtel, der beskytter langt bedre mod rustdannelse end den almindelige porøse aggressive kalkmørtel.

Samtlige nævnte isoleringsplader udkastes over hele fladen med et ganske tyndt lag af en lind (ved kork lidt stivere) cementmørtel 1:3, som lader underlaget skinne igennem hist og her. Nogle timer senere — senest næste dag — udkastes grovpudslaget med blandingsmørtel, 1 del cementmørtel : 3 dele kalkmørtel (cementmørtelen 1:3 à 1:5, kalkmørtelen 1:5, sandet groft). Almindelig kalkmørtel bruges ofte, men giver et ringere resultat.

Derefter finpudses med fed kalkmørtel.

Det er vigtigt, at letbetonplader er godt vædede, inden de pudses. Helst bør de være vandede dagen før, og tillige umiddelbart inden pudningen foretages.



## Betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen

### Anvendelse

Ydervægge isoleret med de her beskrevne materialer vil normalt kunne anvendes som begrænsning for alle rum, herunder også opholds- og arbejdsrum.

Isoleringsmaterialer med organiske bestanddele som kork og træuldbeton bør ikke anvendes, hvor der kan være særlig brandfare, eller hvor der, som f. eks. i kældre, køkkener og baderum, kan optræde fugt i større mængde.

I Københavns kommune vil konstruktioner med organiske bestanddele eller evt. andre brændbare materialer med hensyn til brandfaren blive underkastet samme bestemmelser som bræddewægge.

Københavns kommune forbeholder sig i de enkelte tilfælde at fremsætte krav med hensyn til eventuel forankring af pladerne.

### Egenskaber

#### Varmeisolation

Se side 18.

#### Montering (tildannelse, opsætning m. m.)

Alle de nævnte isoleringsplader og -blokke kan tildannes ved hugning eller savning.

Ved anbringelse af rør og andre installationer i væggene er det vigtigt, at der anvendes værktøj, som beskadiger pladematerialet mindst muligt, f. eks. må der i træuldbeton udskæres med gratsav for elektrikerør og ikke hugges med mejsel.

I alle de nævnte materialer kan der sømme, men kun i nogle af dem holder sømmene godt fast og yder modstand mod udtrækning.

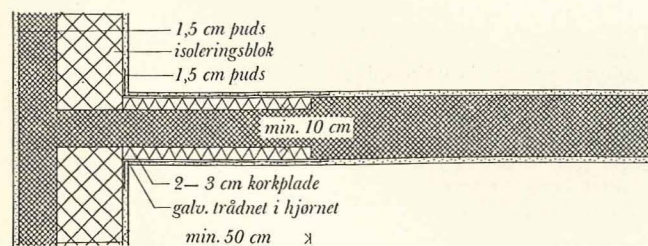
Når det gælder egentlig fastgørelse af ting ved sømning i væggen, bør der anvendes flere søm, som slås i i forskellige retninger.

Søm og skruer anbragt i isoleringen nedsætter ikke den samlede væggs isolationsevne væsentligt, men kan give synlige støvsamlinger på væggen.

Ved visse tynde eller stærkt porøse isoleringsplader kan anbringelse af større beslag, som f. eks. bæringer for radiatorer, volde besvær. Sikrest er det bag disse plader at indstøbe trækloster i betonen ud for beslagene. Ved at skrue eller sømme i sådanne trækloster nedsættes tillige risikoen for de omtalte støvpletter. For elektriske afbrydere m. v. vil det ligeledes i visse tilfælde være nødvendigt at indstøbe trækloster i betonen.

#### Stabilitet (styrke og holdbarhed)

Den samlede vægkonstruktions styrke og holdbarhed afhænger bl. a. af følgende faktorer: 1) isoleringsmaterialets evne til at hæfte ved beton, 2) dets bestandighed, 3) dets egenskaber som puds-bærer.



isolering ved forbindelsen mellem ydervæg og støbte skillerum

mål 1:20

ad 1) alle letbetonplader hæfter godt ved beton, når støbningen udføres på rigtig måde. Kork må forankres (f. eks. med trådbøjler) på udsatte steder.

ad 2) isoleringsmaterialer med organiske bestanddele, som f. eks. kork, træuldbeton og durisol, kan beskadiges af fugt og bør således ikke anvendes i »fugtige« rum (baderum, vaske- rum o. l.). Korkisoleringen kan under særligt ugunstige forhold ødelægges helt, således at pladerne slår fra underlaget og falder ned.

ad 3) puds på kork bør armeres og muligvis forankres med galvaniseret trådnæt. Ved træuldbeton og durisol anbringes trådnæt over fugerne for at modvirke revnedannelser ved pladernes arbejde. De uorganiske letbetoner som f. eks. gasbeton, siporex og leca kræver normalt ingen særlige foranstaltninger i forbindelse med pudsningen.

#### Forhold overfor fugt

Se til orientering afsnittet kondensation side 5.

Ved indvendigt isolerede betonvægge kan der være fare for kondensation i selve isoleringen. Vanddampe indefra vil om vinteren vandre hurtigt gennem den porøse isolering, men standes delvis af den tætte beton, som isolerer dårligt, hvorved temperaturen på indersiden af betonen ikke bliver meget højere end udenfor.

Organiske materialer, f. eks. kork, bør på grund af kondensationsfaren ikke benyttes i rum, hvor der udvikles større vanddampmængder, således ikke i køkken, baderum og lignende. De organiske materialer kan i sådanne rum med tiden rådne op. I det hele taget må det vistnok frarådes i større udstrækning at anvende isoleringsmaterialer med organiske bestanddele som indvendig isolering på beton.

Facadebehandlings udførelse med hensyn til fugtighedsforholdene er behandlet side 6.

### Konstruktionsdetaljer

#### Forbindelse mellem den egentlige ydervæg og kælderydervæg

I kældre, som ønskes varmeisoleret, anvendes på grund af rådnefare kun uorganiske materialer til isoleringen. Kælderydervægge mod jord må isoleres så effektivt som muligt mod grundfugtighed, og for at modvirke kondensation i isoleringen, kan denne indvendigt forsynes med et dampstandsende lag, f. eks. asfalt, som pudses. Overfladekondensation kan undgås, dels ved en kraftig isolering og dels ved kraftig ventilation, f. eks. udluftning.

#### Forbindelse mellem ydervæg og skillerum

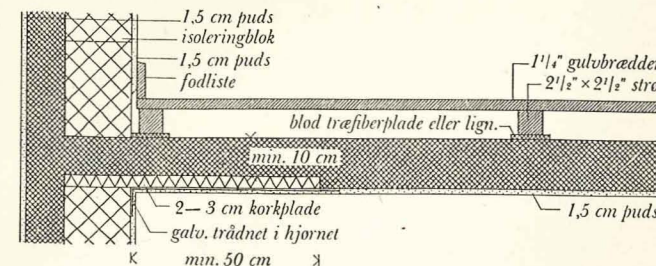
Hvor skillerum støbes i direkte forbindelse med ydervæggen, vil isoleringen blive afbrudt, således at der på dette sted dannes kuldebro. For at modvirke denne nedsættelse i isolationsevnen og for at fjerne den deraf følgende fare for kondensvandsdannelse anbringes på begge sider af skillerummet tynde isoleringsplader som vist på tegningen.

I reglen anvendes kork til denne isoleringsopgave, da kork selv i ringe tykkelse har stor varmeisolationsevne, men også træuldbeton og durisol kan anvendes.

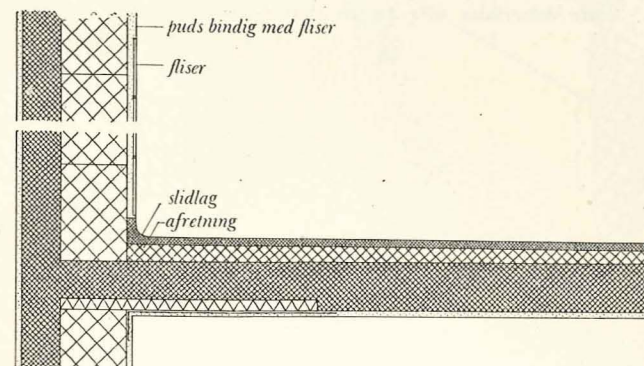
Kork benyttes i 2 eller 3 cm tykkelse, træuldbeton og durisol i 5 cm tykkelse. Isoleringen føres mindst 50 cm ind på skillerummet, hvad der erfaringsmæssigt skulle være tilstrækkeligt både til at begrænse varmetabet og til at forhindre en for stærk afkøling af den uisolerede del af betonskallerummet og den deraf følgende farveforskel i pudsen ved isoleringens grænse.

Opstillingstekniken er som beskrevet ved tilsvarende isolering af selve ydervæggen. Afstanden mellem isoleringspladerne på skillerummets to sider bør ikke være under 8 cm. Træuldbeton og durisol forsynes inden pudsningen med ca. 10 cm brede galvaniserede trådnæstrimler over fugerne, og over de indadgående hjørner anbringes på tilsvarende måde galvaniseret trådnæt i 15 cm bredde. Korkplader bør forsynes med galvaniseret trådnæt over hele fladen. Trådnættet bør også her føres igennem ved indadgående hjørner og iøvrigt overalt føres et stykke ind på de tilstødende betonflader.

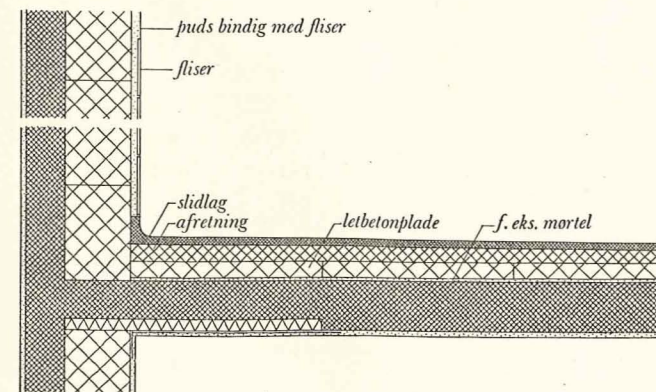
## Betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen



isolering ved forbindelsen mellem ydervæg og etageadskillelse med bræddegulv på stroer



isolering ved forbindelsen mellem ydervæg og etageadskillelse under baderum eller lignende



isolering ved forbindelsen mellem ydervæg og etageadskillelse med flisebelægning eller lignende slidlag under et større, opvarmet rum

mål 1:20

#### Forbindelse mellem ydervæg og etageadskillelse

Ved forbindelse med etageadskillelse bør i princippet anvendes samme isoleringsforanstaltninger som ved forbindelse med skillerum.

Ved etageadskillelsens underside udføres isoleringen ganske som ved skillerum, idet dog isoleringspladerne ofte føres helt ud til ydervæggens beton for bedre at holdes på plads. Angående pladernes fastgørelse i betonen se under forskallingsarbejdet.

På etageadskillelsens overside vil den valgte gulvbelægning i mange tilfælde være tilstrækkeligt isolerende, således at særlig isolering kan undværes.

Dette gælder f. eks. ved bræddegulve på stroer. Her kan iøvrigt let etableres en yderligere forbedret isolering ved pålægning af et lag løst isoleringsmateriale (f. eks. betonklinker, molerskærver etc.) mellem stroerne.

Hvor man har støbt gulvbelægning, fliser eller lignende og ønsker en god varmeisolation, vil det være hensigtsmæssigt at isolere dækkets overside på samme måde som undersiden. Mange af disse gulve (f. eks. terrazzogulve i W. C.- og baderum) har dog så ringe udstrækning, at isolering kun får uvæsentlig betydning og derfor kan udelades.

Ved støbte gulvbelægninger eller flisebelægninger kan isoleringen ofte med fordel foretages med letbetonsten, der henlægges i sand eller mørtel i forbindelse med et eventuelt afretningslag.

#### Altaner

Altaner frembyder ved indvendigt isolerede betonvægge ingen særlige isoleringsproblemer. Kuldebroen ved altanpladens overgang til etageadskillelsen er i forvejen modvirket ved de foranstaltninger, som er beskrevet på forrige side under forbindelse mellem ydervæg og etageadskillelse.

Opmærksomheden må med henblik på kuldebrovirkningen særlig henledes på altandørens tilslutning forned.

#### Udsparinger (nicher)

I tykkere betonvægge, f. eks. grovbetonvægge, kan udsparinger forekomme.

Alt efter nicherens art må isoleringen føres rundt i nicherne eller hen over dem. Ved nicher for rørledninger, hvor varmetabet spiller en rolle, er det i reglen simplest at isolere selve rørledningen og føre vægisoleringen hen over nichen. Når vægisoleringen føres hen over nicher, er opstillingstekniken for isoleringen lidt anderledes end ved den øvrige vægflade, idet isoleringspladerne her må opsættes i mørtel (se under »vægge isoleret indvendig med opklæbte plader« side 30).

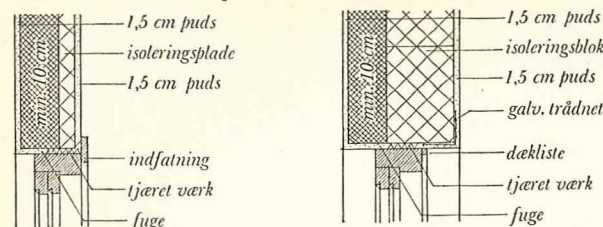
#### Elektriske installationer

Skjult elektrisk installation ved indvendigt isolerede betonvægge, med indhugning af rørene i isoleringsmaterialet, bør så vidt muligt kun anvendes ved de tykkere isoleringsplader, hvor en udhugning og tilstøbning i overfladen kun nedsætter isolationsevnen i mindre grad. Ved tyndere plader vil udhugningen betyde en kraftig nedsættelse af isolationsevnen og kunne medføre alvorlige ulemper. Dels kan der fremkomme støvsamlinger på selve vægfladen, fordi pudsen over udhugningen har mindre temperatur end omgivelserne. Dels kan der være fare for kondensation i selve elektrikerørerne, hvor vanddampe fra rummet forholdsvis let trænger ind. Ved afbrydere og dåser gælder tilsvarende forhold.

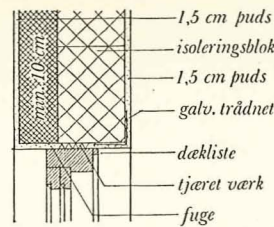
Udførelse af skjult installation i selve betonen er helt forkasteligt, da kondensationen her er uundgåelig.



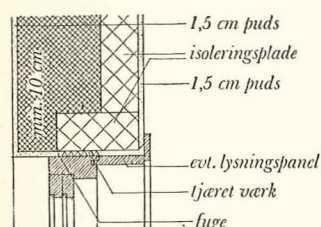
## Betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen



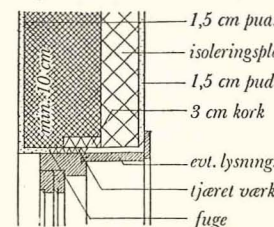
eksempel på vindueskarmens placering ved anvendelse af tynde isoleringsplader



eksempel på vindueskarmens placering ved anvendelse af tykke isoleringsplader eller -blokke, hvori karmen kan fastgøres

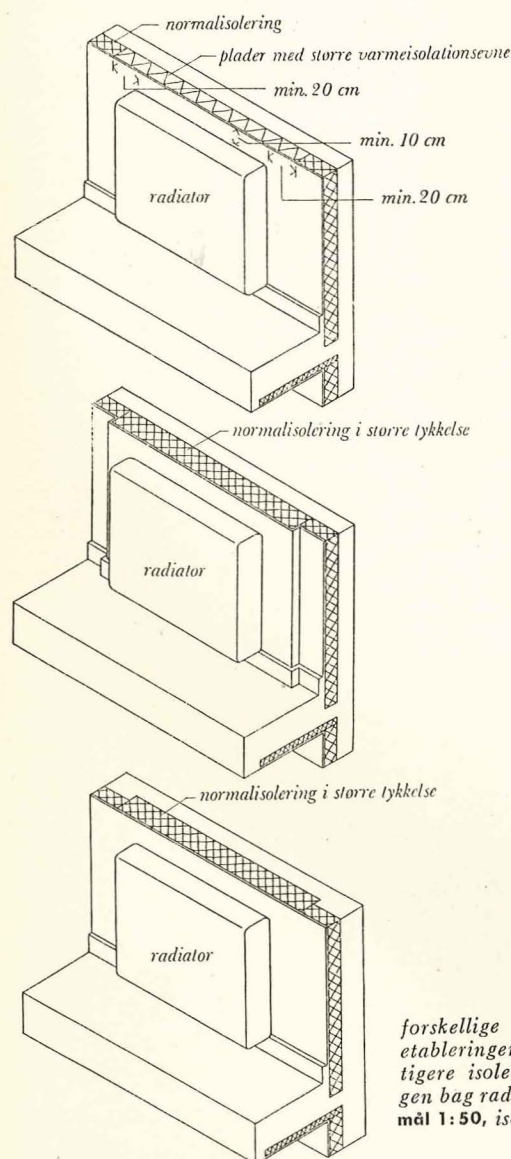


eksempel på vindueskarmens placering ved tykke betonvægge, hvor lysningen isoleres med tykke isoleringsplader eller -blokke, hvori karmen kan fastgøres.



eksempel på vindueskarmens placering ved tykke betonvægge, hvor lysningen isoleres med kork

mål 1:20



forskellige muligheder for etableringen af den kraftigere isolering af ydervæggen bag radiatorer, skematisk mål 1:50, isometri

### Vindues- og døråbninger

Ud fra et isoleringssynspunkt bør karmen anbringes således, at den dækker så meget som muligt af isoleringspladen, hvorved varmetabet ved kuldebroer i vindueslysningen bliver det mindst mulige. Dette varmetab kan yderligere nedsættes ved udførelse af lysningspanel og ved at stoppe rummet mellem panel og væggen lysninger med tjæret værk, den samme teknik, som anvendes ved mellemrummet mellem karm og væg. Karmens fastgørelse kan frembyde visse problemer og være medbestemende for detailudformningen.

I princippet kan fastgørelsen ske på to måder:

- 1) **Karmen fastgøres i betonen ved**
  - a) sømning i indstøbte klodser af træ eller andet sømfast materiale. Klodsernes anbringelse kan være vanskelig ved tynde vægge,
  - b) indstøbning af ankre i jernbetonen, hvortil karmen skrues,
  - c) hugning eller automatisk boring med specialværktøj af huller til fastgørelse med skruer i rawplugs eller søm i træpropper. Hugning er langsommelig og ikke meget anvendt ved nybyggeri, mens automatisk boring er ved at vinde indpas.
- 2) **Karmen fastgøres i isoleringsmaterialet.** Kan kun ske ved de materialer, som er sømfaste og yder god modstand mod udtrækning af sømmene. Som vejledning kan man regne med, at de materialer, der kan anvendes til selvstændige ydervægge, har disse egenskaber. I alle tilfælde må der udvises den største forsigtighed ved karmenes anbringelse. Pladerne må tillige have en tykkelse, der gør det muligt at sømme i kanten, uden at pladen flækker. En pladetykkelse på ca. 10 cm, svarende til ca. 5 cm fra kanten, vil for de fleste materialer tilfredsstillende dette krav.

### Brystninger

Den kraftigere isolering udfør radiatorer kan f. eks. etableres på en af de følgende tre måder:

- 1) På brystningen opsættes plader af samme tykkelse som den øvrige væggs isoleringsplader, men af et bedre isolerende materiale. Ved denne metode kan væggen indvendige side, brystningerne iberegnet, komme til at ligge i samme plan.
- 2) På brystningen opsættes plader af samme materiale som væggen øvrige isolering, men af en større tykkelse, svarende til det større isoleringskrav. Ved denne metode vil brystningen få et fremspring ind i rummet for den øvrige vægflade.
- 3) De to første metoder forudsætter samme tykkelse på betonvæggen i brystning og i normalvæg. Såfremt der kan udspares i betonen for brystningen, kan isoleringsprincippet for 2. anvendes (samme materiale i større tykkelse ved brystningen), således at væggen indvendige side som ved 1 bliver plan uden fremspring af brystningen.

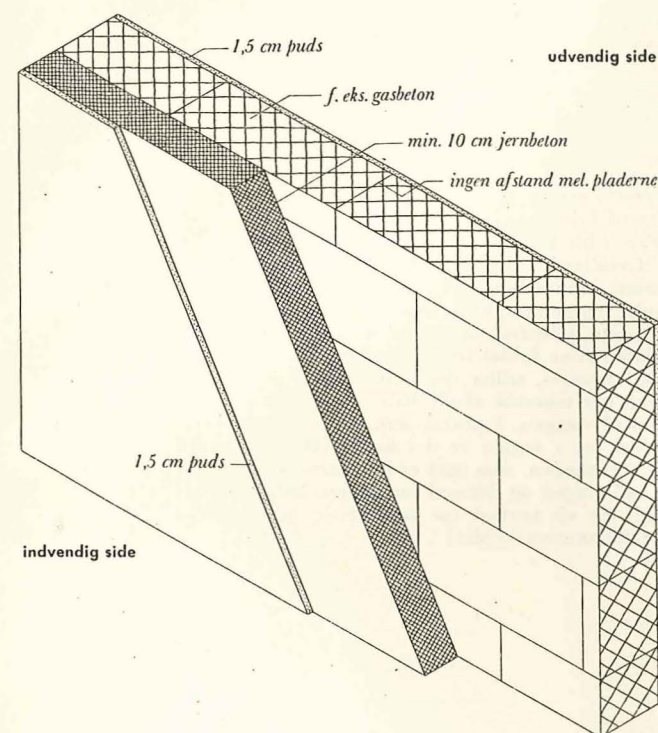
Ved de lettere isoleringsmaterialer kan radiatoranbringelse på brystningen volde vanskeligheder. Det kan blive nødvendigt med specielle ophængningsbeslag med større anlægsflade end sædvanligt, hvorved trykket pr. arealenhed nedsættes, og knusning af pladen undgås.

Ved tykkere søm- og skruefaste plader kan fastgørelsen ofte ske på sædvanlig vis direkte i pladen med skruer eller ved ekspansionsbolte.

Ved tyndere plader (f. eks. kork) kan det være nødvendigt i betonvæggen at indstøbe klodser af træ, hvori hængesbeslaget fastgøres ved skruer, der er ført gennem isoleringspladen.

Eventuelt fabriksfremstillede brystninger kan forsynes med indstøbte radiatorbæringer.

## Betonvæg isoleret udvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen



betonvæg isoleret udvendig med letbetonblokke, isoleringen vist i den mest økonomiske tykkelse

mål 1:20, isometri

Det er en fordel ved denne ydervægskonstruktion, at isoleringen helt omslutter den bærende konstruktion således, at denne ikke udsættes for større temperaturforskelle og således, at kuldebroer vanskeligt opstår.

Ligeledes er væggen fordelagtig set ud fra kondensationssynspunktet, idet væggen porøsitet tiltager udefter.

### Konstruktionsprincip

Betonen udstøbes mellem to forskallingsflader, hvoraf den yderste fores med de isolerende plader eller blokke, som i den færdige konstruktion alene bæres af betonen. I overensstemmelse med konstruktionsprincippet anbringes de isolerende blokke over vinduesåbninger og lignende steder på samme måde som ved selve vægfladen. Da blokkene ikke belaster hinanden, er der ingen højdegrænse for isoleringens udstrækning, forudsat at de (eventuelt ved hjælp af forankring) har tilstrækkelig forbindelse med betonen.

Efter afforskallingen pudses væggen i reglen indvendigt, mens der for den udvendige side kan være tale om andre behandlingsmetoder eller beklædninger.

### Materialer

Blandt de i handelen forekommende materialer, som er anvendelige til denne isolering, kan nævnes: Blokke (eller plader) af

gasbeton, format 25 cm×50 cm  
siporex, format 25 cm×50 cm  
cellebeton, format 25 cm×50 cm  
leca (klinkerbeton), format 25 cm×50 cm.

De vigtigste tykkelser på disse materialer fremgår af de varmeøkonomiske tabeller side 18. Rumvægte og varmetekniske egenskaber m. m. er anført i tabellen over isoleringsmaterialer side 8. Materialer med organiske bestanddele selv de bedst imprægnede kan være udsat for råd og generende rumfangsforandringer og bør derfor anvendes med forsigtighed til sådan isolering. Det skal dog nævnes, at man bl. a. i Sverige har anvendt træuld-beton beklædt med keramiske fliser til udvendig isolering af betonvægge.

### Arbejdsudførelse

#### Forskallingsarbejdet

Forskallingsarbejdet udføres principielt som beskrevet under »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen« side 22, således at det her er den udvendige forskalling, som opstilles først.

Eventuelle dykker til fastholdelse af tynde plader i forskallingen må også her fjernes inden overfladebehandlingen på grund af faren for rustdannelse. Ligesom ved den indvendige isolering bør der ikke anvendes søm med hoved til fastholdelse af pladerne. Er det alligevel sket, må sømmene knibes af så dybt i isoleringen som muligt.

Støbearbejdet udføres som beskrevet under »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen«, side 23.

#### Murerarbejdet

Visse materialer kan, når opstillingen og afforskallingen udføres omhyggeligt, stå ubehandlede, evt. svummet med blandingsmørtel, men i mange tilfælde foretrækkes dog en overfladebehandling, som beskytter mere effektivt mod slagregn.

Beklædning med tætte fliser, natursten eller lignende må i almindelighed frarådes af hensyn til kondensationsfaren, se side 5. Her omtales kun den almindeligst anvendte overfladebehandling, pudning.

Teoretisk skulle pudsens styrke være mindre end underlagets (isoleringens) styrke, men i praksis giver dette en for svag puds. Styrken for gasbeton og lignende svarer til en anvendelig puds af blandingsmørtel, bestående af cementmørtel og kalkmørtel i blandingsforholdet 1:1 til 1:2.

Efter at isoleringsblokkene er rensede og grundigt vædede, udkastrer et ganske tyndt lag af ren cementmørtel, cement og sand i blandingsforholdet 1:2 til 1:3. Sandet skal være godt, skarpt og rent med en største kornstørrelse på 2-3 mm. Udkastet slås på med stor kraft, hvorved større styrke opnås, og det må ikke bag efter jævnes. Tværtimod bør isoleringsblokkene hist og her kunne ses, så vanddampe indefra frit kan vandre gennem den færdige puds (se nedenfor under forhold overfor fugt). Blokkene vandes helst dagen før og umiddelbart inden udkastningen foretages. De skal være godt våde, men der må ikke stå blankt vand.

Den fugtige væg hjælper til at holde udkastet fugtigt, indtil pudslaget udkastes senest næste dag, undertiden, hvis væggen hurtigt tørrer, nogle få timer efter. Det er vigtigt, at pudslaget ikke bliver for tykt og tæt, idet vanddampe indefra som før antydet i så fald vanskeligt kan trænge igennem. Blandt andet af denne grund vil en blandingsmørtel give en mere bestandig puds end ren cementmørtel, hvis svindkræfter også bliver for store.



## Betonvæg isoleret udvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen

### Anvendelse

Ydervægge isoleret med de her beskrevne materialer vil normalt kunne anvendes som begrænsning for alle rum, herunder også opholds- og arbejdsrum. Isoleringen bør i almindelighed ikke benyttes ved vægge, som danner støtte for jord, fordi materialerne ved utætheder i fugtisoleringen kan optage for megen fugt.

Ved Södra Sjukhuset i Stockholm har man dog med godt resultat anvendt en sådan isolering ved kælderydervægge mod jord, men det stiller særligt store krav om en god puds. Jo mindre grundfugtighed, des mindre vil kravene til pudsen være.

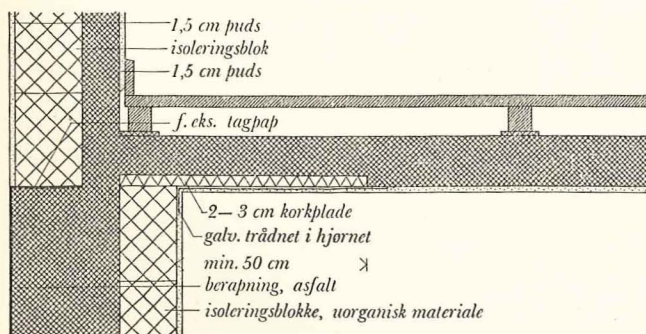
Københavns kommune forbeholder sig i de enkelte tilfælde at fremsætte krav med hensyn til eventuel forankring af blokkene, og såfremt isoleringen beklædes med fliser eller lignende, skal bestemmelserne i regulativet vedr. facadebeklædninger overholdes.

### Egenskaber

#### Varmeisolation

Se side 18.

Her skal yderligere nævnes, at den udvendige isolering skåner den bærende konstruktion for store temperaturændringer, der især i jernbeton kan fremkalde ekstraspændinger og frostska-



isolering ved forbindelse mellem den egentlige ydervæg og kælderydervæg

mål 1:20

### Montering

Alle de nævnte isoleringsblokke kan tildannes ved hugning eller savning. Ligeledes kan der i alle de nævnte materialer sømmes, men kun i nogle af dem holder sømmene godt fast og yder modstand mod udtrækning. Ved fastgørelse af vindueskarmer til isoleringen får dette sidste forhold dog mindre betydning, idet sømmene her ikke påvirkes i deres længderetning.

### Stabilitet (styrke og holdbarhed)

Den samlede vægkonstruktions styrke og holdbarhed vil stort set afhænge af, hvor omhyggeligt arbejdet er udført, specielt med hensyn til en udvendig pudsning, idet alle de her nævnte materialer dels hæfter godt ved beton, dels er temmelig bestandige og dels i sig selv er gode pudsbærere.

### Forhold overfor fugt

Se til orientering afsnittet »kondensation« side 5.

Faren for kondensation i selve isoleringen er i reglen ringe ved udvendigt isolerede betonvægge. Vanddampe indefra vil om vinteren vandre langsomt gennem den tætte beton, ved hvis yderside temperaturen til gengæld kun er lidt lavere end temperaturen indenfor, og hurtigt gennem den porøse isolering.

Hvis denne fordel frem for de indvendigt isolerede betonvægge skal bevares, stilles der særlige krav til overfladebehandlingen, som her teoretisk skulle have en porøsitet større end den øvrige del af væggen. I praksis kan det være vanskeligt at opnå dette ideal, og i reglen er det heller ikke nødvendigt. Hensynet til regntæthed, som også er bestemmende for fugtighedsindholdet i isoleringen og dermed for dennes isolationsevne, kræver på sin side en vis tæthed (se vedrørende udvendig pudsning ovenfor under murerarbejdet).

### Konstruktionsdetaljer

#### Forbindelse mellem den egentlige ydervæg og kælderydervæg

Kælderydervægge mod jord i rum, som ønskes varmeisoleret, må isoleres indvendigt, hvilket kan gøres med en tilsvarende isoleringsteknik.

En udvendig isolering, som beskyttes effektivt mod grundfugtighed, vil ved den mindste revne i dette beskyttelseslag kunne blive gennemvædet. For at hindre kondensation i isoleringen, kan den indvendige overflade forsynes med et dampstandsende lag, f. eks. asphalt, som pudses.

Overfladekondensation kan undgås, dels ved en kraftig isolering og dels ved ventilation, f. eks. udluftning.

Fundamentet eller kælderydervæggen, hvorpå den udvendige isolering anbringes, må føres så højt over terræn, at isoleringen er beskyttet mod slagregn, som kastes tilbage fra jorden, og de nederste isoleringsblokke bør beskyttes mod grundfugtighed, som kan trænge op gennem fundamentet.

Forbindelse mellem ydervæg og skilletrum samt ydervæg og etageadskillelser volder ingen problemer i isoleringsmæssig henseende, da hele denne konstruktion er beskyttet af den udvendige isolering.

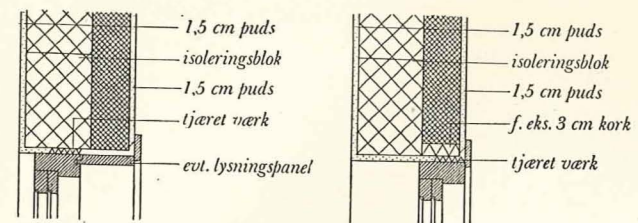
#### Altaner

Ved udvendigt isolerede betonvægge afbrydes isoleringen af eventuelle altanplader, således at der disse steder dannes kuldebroer.

Kuldebroerne kan modvirkes ved at isolere indvendigt på betonen med tynde korkplader i lighed med teknikken ved indvendigt isolerede betonvægges forbindelse med etageadskillelser og altaner. Korkpladerne anbringes her på betonvæggen både over og under etageadskillelsen i en bredde af ca. 50 cm ligesom ved dækkets underside. Korkisoleringen bør føres et stykke forbi begge sider af altanpladen.

Opmærksomheden må med henblik på kuldebrovirkningen særlig henledes på altandørens tilslutning forned.

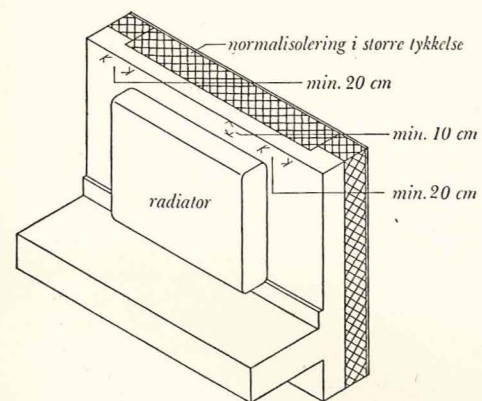
## Betonvæg isoleret udvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen



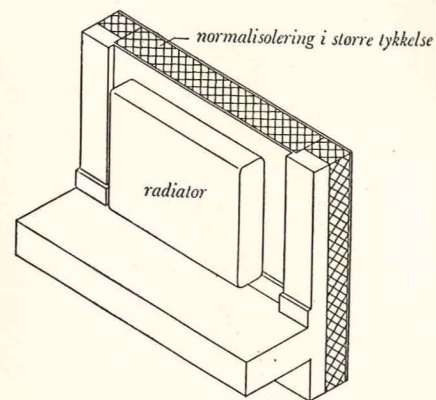
eksempel på vindueskarmens placering ved fastgørelse i isoleringen

eksempel på vindueskarmens placering ved fastgørelse i betonen

mål 1:20



etablering af den kraftigere isolering af ydervæggen bag radiatorer ved delvis udsparring i betonen, skematisk



etablering af den kraftigere isolering af ydervæggen bag radiatorer ved gennemgående udsparring i betonen, skematisk

mål 1:50, isometri

Udsparring (nicher) i væggen inderside volder ingen særlige problemer, fordi isoleringen sidder udvendigt. På samme måde udføres skjult elektrisk installation uden isoleringsmæssige problemer.

### Vindues- og døråbninger

Her gælder samme principielle betragtninger som for »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen«, side 26. Ved den her omtalte isoleringsmetode kan man uden større besvær opnå enhver tænkelig placering af karmene i forhold til vægfladen, se tegningerne.

### Brystninger

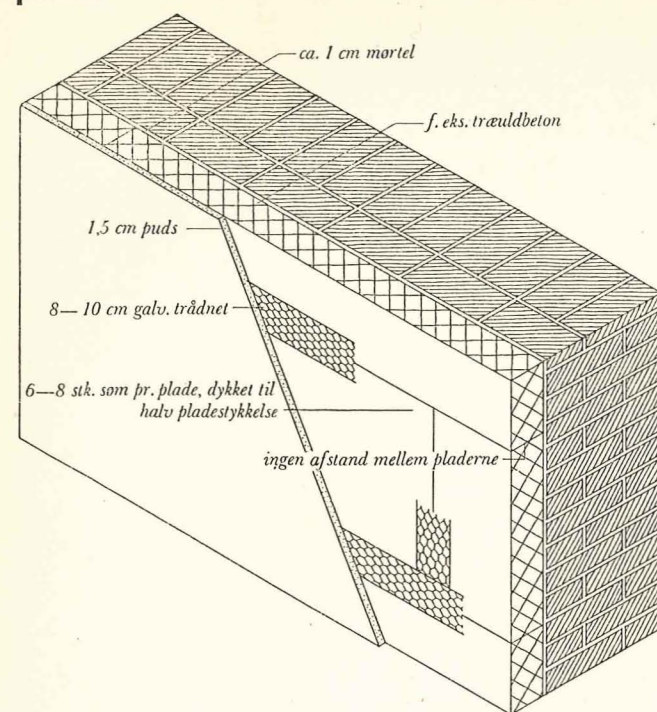
Den kraftigere isolering ud for radiatorerne kan være vanskelig at etablere ved udvendigt isolerede betonvægge, men er heller ikke så påkrævet, da varmen bag radiatorerne i betonen ledes til alle sider og derved kommer rummet til gode. Isoleringen kan etableres på en af følgende måder:

- 1) Opsætning af blokke i samme tykkelse som ved den øvrige væg, men af et bedre isolerende materiale. Kan muligvis komme på tale for nye isoleringsmaterialers vedkommende, forudsat at disse over for facadebehandlinger m. m. stiller sig som den øvrige isolering.
- 2) Opsætning af blokke af samme materiale som væggen øvrige isolering, men i en større tykkelse. Giver på ydersiden et fremspring i væggen ud for brystningerne, hvilket i mange tilfælde ikke er ønskeligt.
- 3) Hel eller (ved tykkere vægge) delvis udsparring i betonen. Giver mulighed for som ved 2 at anvende det samme isoleringsmateriale som ved den øvrige væg i større tykkelse uden fremspring i væggen yderside.

Radiatoranbringelse på betonen volder ingen særlige problemer, mens det ved de lettere isoleringsmaterialer kan blive nødvendigt med specielle ophængningsbeslag med større anlægsflade end sædvanligt, hvorved trykket pr. arealenhed nedsættes, og knusning af blokkene undgås.



## Vægge isoleret indvendig med opklæbede plader



*murværk af teglsten isoleret indvendig med isoleringsplader med organiske bestanddele, isoleringen er vist i den mest økonomiske tykkelse, isometri, mål 1 : 20*

Denne vægkonstruktion finder ved nybygninger især anvendelse ved murede vægge, hvor murværket er dimensioneret alene ud fra konstruktive hensyn og hvor transmissionstallet for selve muren ikke er tilstrækkelig lavt.

Konstruktionen skulle også kunne anvendes til forbedret isolering af eksisterende murværk eller beton.

### Konstruktionsprincip

Den bærende del af konstruktionen, murværket eller betonen, udføres for sig, hvorefter pladerne »klæbes« til underlaget med mørtel. Egentlig opmuring, hvor pladerne belaster hinanden, er der således ikke tale om. I overensstemmelse med konstruktionsprincippet anbringes de isolerende plader over vinduesåbninger og lignende steder på samme måde som ved selve vægfladen (idet dog forankring i visse tilfælde kan være nødvendig). Efter opsætningen pudses isoleringen i reglen på normal vis.

**Materialer** som ved »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen«, side 22.

### Arbejdsudførelse

#### Murerarbejdet

Inden opsætningen fjernes eventuelt støv på pladerens overflade, f. eks. ved svumning med cementmørtel, hvilket i særdeleshed kan anbefales ved kork-, træuldplader og lignende.

Pladerne opsættes i blandingsmørtel (bastardmørtel) i blandingforholdet 1 del cementmørtel til 2 dele kalkmørtel, som slås på væggen, efterhånden som pladerne anbringes.

Pladerne må under ingen omstændigheder opsættes i asfalt, hverken ved nye eller eksisterende vægge.

Undertiden har man ved ikke alt for vandsugende materialer anvendt en teknik, hvor pladerne svummes med cementmørtel og pålægges et lag blandingsmørtel, hvorefter de trykkes og bankes fast til væggen ved hjælp af en klaphammer med et kort brædt som underlag.

Væggen skal i begge tilfælde være relativt fugtig, men dog sugende, når opsætningen foretages.

Pladerne anbringes på den lange led i forbandt og stødes tæt sammen uden mørtel i fugerne, idet de smalle luftspalter, som kan fremkomme mellem pladerne, isolerer bedre end mørtel. Kork-, træuld- og durisolplader fastholdes med hjælp af søm, som dykkes til ca. halv pladetykkelse for at undgå kuldebrovirkning. Til orientering kan anføres, at der til træuldplader (50 cm × 200 cm) anvendes 6-8 stk. søm pr. plade. De øvrige plader kan i reglen bære sig selv.

Ved overdækning af vinduesåbninger og lignende vil det i mange tilfælde være rigtigst at udføre særlig forankring af pladerne. Er åbningen ikke bredere, end at man kan kilskære en eventuel midterplade, så den støtter på de indspændte sideplader, er dette i reglen tilstrækkeligt.

Er åbningen bredere, kan f. eks. følgende to metoder anvendes:

- 1) Indhugning i underlaget af dørne, f. eks. galvaniserede rundjernsritter, som pladerne bankes ind over ved anbringelsen.
- 2) Indlægning af galvaniserede eller på anden måde rustbeskyttede rundjern i fugen henholdsvis over og under den nederste pladerække sammenbundet med galvaniseret bindetråd i de lodrette fuger.

Efter ca. 14 dages forløb, når opsætningsmørtelen er tør, pudses pladerne. Pudsearbejdet udføres som beskrevet under »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen«, side 23.

### Anvendelse

Som »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen« side 24.

Den her beskrevne isoleringsmetode vil tillige kunne finde anvendelse ved eksisterende bygninger, hvis varmeisolation ønskes forbedret.

### Egenskaber

#### Varmeisolation

Side 10, 13 og 15 bringes tabeller over de forskellige isoleringers varmeøkonomi for murede vægges vedkommende. For betonvægge findes der mere økonomiske isoleringsmetoder med de samme isoleringsmaterialer, og der bringes derfor ikke tabeller specielt for støbte vægge, isoleret på denne måde.

For isolering af eksisterende bygninger er tallene, som udtrykker varmeøkonomien (navnlig ved kakkelovnsfyrede bygninger) dels vanskelige at fremskaffe og dels af tvivlsom værdi som sammenligningsgrundlag, bl. a. fordi afskrivningstiden varierer, og varmeanlæggene eksisterer.

Til orientering om de forskellige materials varmeisolationsevne henvises man i sådanne tilfælde til tabellen over isoleringsmaterialer side 8.

#### Montering (tildannelse, opsætning m. m.)

Vedrørende montering gælder samme bemærkninger som for »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen« side 24. Mens denne metode medfører en besparelse i forskallingsarbejdet, kræver den her omtalte tæt forskalling ved de støbte vægge, og der medgår mere tid til færdiggørelsen, fordi isoleringen først kan anbringes efter afforskallingen. For murede vægges vedkommende er der ingen særlige bemærkninger udover de principielle, som fremgår af henvisningen.

#### Stabilitet (styrke og holdbarhed)

Den samlede vægkonstruktions styrke og stabilitet afhænger bl. a. af følgende faktorer: 1) isoleringsmaterialets evne til at hæfte til væggen ved hjælp af opmuringsmørtelen, 2) dets bestandighed og 3) dets egenskaber som pudsbræker.

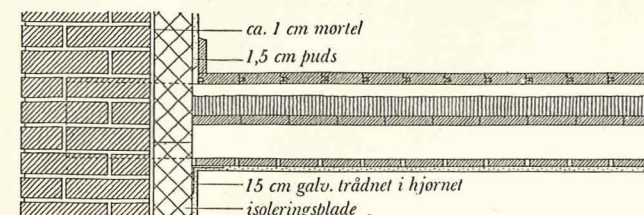
- ad 1) plader af kork, træuldbeton og durisol må forankres med søm, mens de øvrige materialer i reglen ikke kræver særlige foranstaltninger (når der ses bort fra overdækning over brede vinduesåbninger og lignende).

- ad 2) og 3) som ved »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen«, side 24.

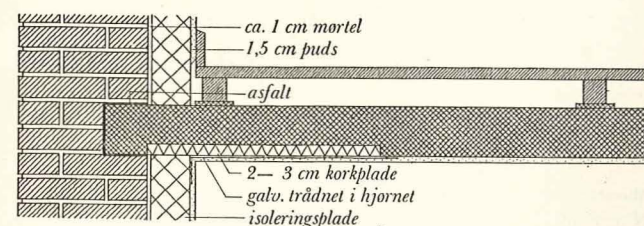
#### Forhold overfor fugt

Se til orientering »kondensation« side 5. Faren for kondensation i selve isoleringen vil i reglen være betydelig mindre for de murede end for de støbte vægges vedkommende, fordi murværket er mere porøst end beton og derfor lettere lader vanddampe indefra passere.

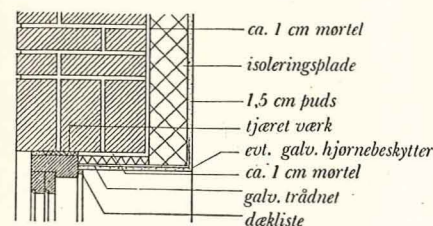
## Vægge isoleret indvendig med opklæbede plader



isolering udfor træbjælkelag



isolering ved forbindelsen mellem ydervæg og jernbetondæk



eksempel på isolering af vindueslysning og placering af vindueskarm ved murværk

mål 1 : 20

### Konstruktionsdetaljer

#### Forbindelse mellem den egentlige ydervæg og kælderydervæg

De uorganiske materialer kan anvendes til isolering af kælderydervægge mod jord, mens de organiske i for høj grad er udsat for nedbrydning.

Udvendigt isoleres kælderydervæggen så effektivt som muligt mod grundfugtighed, og indvendigt kan den for at hindre kondensation i isoleringen forsynes med et dampstandsede lag, f. eks. asfalt, som pudses.

Overfladekondensation undgås, dels ved en kraftig isolering og dels ved ventilation, f. eks. udluftning.

#### Forbindelse mellem ydervæg og skillerum

Ved skillerum, som støder til ydervæggen, afbrydes isoleringen, således at der dannes kuldebro. Almindeligvis isoleres der ikke særligt af den grund, men kuldebroens virkning kunne imødegås ved at isolere et stykke ind på begge sider af skillerummet, f. eks. med tynde korkplader.

Ved murede ydervægge spiller varmetabet på dette sted som oftest mindre rolle.

#### Forbindelser mellem ydervæg og etageadskillelser

Ved træbjælkelag kan isoleringen i mange tilfælde føres igennem udfor bjælkelaget, således at der ikke opstår særlige isoleringsproblemer på dette sted, når isoleringen anbringes tæt omkring bjælkerne.

Afbrydes isoleringen udfor bjælkelaget, kan der dannes kuldebro på dette sted, men ved tykkere, murede vægge vil varmetabet, når det drejer sig om træbjælkelag, næppe spille større rolle.

Ved støbte dæk afbrydes isoleringen altid, således at der dannes kuldebro. Ved murede ydervægge spiller varmetabet dog som oftest mindre rolle, men det er ved rene jernbetondæk ofte rimeligt at isolere dækkets underside, f. eks. med tynde korkplader som vist på tegningen. Denne isolering ved støbte etageadskillelser med forskellige gulvbelagninger er nærmere beskrevet i samme afsnit under »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen« side 25.

#### Altaner

Når altanplader støbes i forbindelse med støbte dæk, er det i alle tilfælde, uanset om det drejer sig om murede eller støbte ydervægge, nødvendigt at modvirke kuldebroen ved altanpladens overgang i etageadskillelsen. I almindelighed er det tilstrækkeligt at isolere dækkets under- og overside som anvist i det foregående afsnit.

Er altanpladen ved træbjælkelag forankret til etageadskillelsen ved hjælp af U-jern, spiller varmetabet gennem disse jern næppe større rolle, men de må varmeisoleres mod kondensation. Er altanpladen ved træbjælkelag udført med støbt bagplade, er det absolut nødvendigt at modvirke kuldebroen ved altanpladens overgang i etageadskillelsen. Dette kan gøres ved lignende foranstaltninger som ved altanplader i forbindelse med støbte dæk. Det må bemærkes, at det i alle tilfælde vil være nødvendigt at isolere den støbte bagplade på undersiden med tynde korkplader, selvom der anbringes røret og pudset forskalling under den, idet forskallingen er meget porøs.

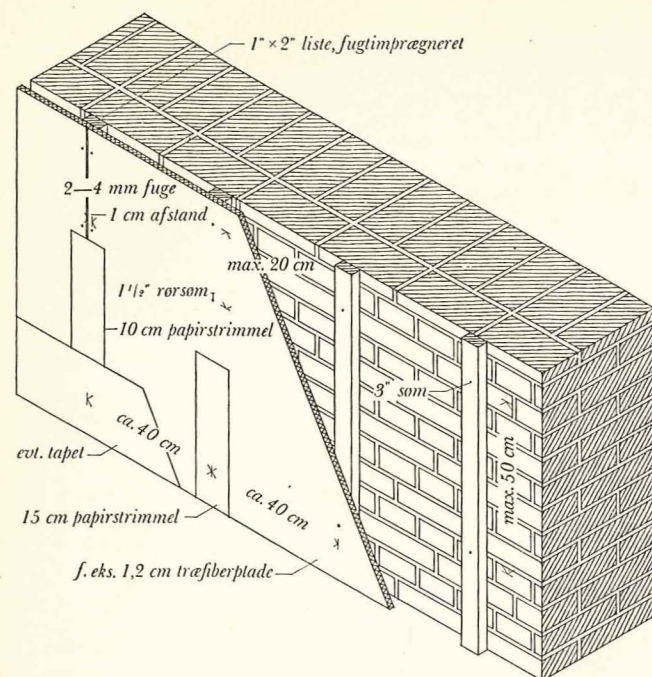
Opmærksomheden må med henblik på kuldebropåvirkningen i alle tilfælde særlig henledes på altandørens tilslutning forned.

De øvrige detaljer løses principielt som ved »betonvæg isoleret indvendig med plader eller blokke opsat i forskallingen« side 25. Ved murede ydervægge vil visse af disse detaljeproblemer være lettere at løse end ved støbte vægge.

Ved vinduer og lignende vil fastgørelse af karmene til murværk således volde mindre besvær. Ligeledes vil faren for kondensation i elektriskrør, som er indhugget i isoleringen, være betydelig mindre ved murværk end ved støbte vægge, fordi murværk i sig selv isolerer bedre end beton.



## Murværk isoleret indvendig med påsømmede plader



murværk isoleret indvendig med plader på lister, isometri, målt 1 : 20

Denne isoleringsmåde anvendes ikke meget ved nybyggeri, hvor andre konstruktioner i reglen er mere fordelagtige.

Derimod er metoden særlig anvendelig til isolering af eksisterende bygninger, idet de nødvendige arbejder kan foretages enkelt og hurtigt og i visse tilfælde uden anvendelse af puds, hvis udførelse giver særlige gener i beboede rum.

### Konstruktionsprincip

Den bærende del af konstruktionen, selve murværket, udføres for sig, hvorefter pladerne sømmes, evt. skrues til underlaget. Af hensyn til vanskeligheden ved at sømme i underlaget anbringes pladerne ofte på fugtimpregnerede lister, hvorved isolationsevnen tillige forøges på grund af luftmellemrummet. Dette mellemrum medfører yderligere den fordel, at eventuelle ujævnheder i underlaget ikke virker generende for pladernes fastgørelse. Anvendes uimpregnerede, organiske materialer, er mellemrummet i alle tilfælde påkrævet på grund af faren for råd. Hvor underlaget er til at sømme eller skrue i, kan anvendes dobbelte tagpapstrimler i stedet for lister. Isoleringens overfladebehandling afhænger af pladernes art, idet nogle kræver puds, mens andre kan tapetseres eller males direkte.

### Materialer

Blandt de i handelen forekommende materialer, som er anvendelige til denne isolering, kan nævnes: Plader af

- træuldbeton, format 50 og 75 cm × 200 cm, tykkelse 15, 25 og 35 mm (tykkere plader anvendes sjældent til dette formål)
- durisol, format 50 cm × 150 cm, tykkelse 30 mm (tykkere plader anvendes sjældent til dette formål)
- presset halm, format 122 cm × 250 cm, tykkelse 50 mm
- presede træfibre, bredde 122 cm, længder op til ca. 400 cm, tykkelse 12 og 19 mm

Rumvægte og varmetekniske egenskaber m. m. er anført i tabellen over isoleringsmaterialer side 8.

### Arbejdsudførelse

#### Tømrerarbejdet

Anvendes lister som underlag for pladerne, benyttes i reglen 1" × 2" lister på fladen, undertiden opkilet, så eventuelle ujævnheder i vægfladen udlignes. Listerne anbringes lodret med ca. 40-60 cm afstand, afhængigt af pladebredden, pladetykkelsen og materialets art. Ved anvendelse af træfiberplader bør afstanden således være ca. 40 cm svarende til 1/3 pladebredde, for at de forholdsvis tynde plader ikke skal give efter. Dette hensyn gælder især for plader, som skal pudses. Under vandrette pladesamlinger bør også opsættes lister.

Listerne fastgøres i væggen med 2 stk. 3" galv. søm pr. m og bør inden anbringelsen fugtimpregneres. Den bedste sikring mod råd opnås, når der inden imprægneringen bores huller for sømmene.

I murværk af teglsten kan listerne sømme i fugerne.

Pladerne anbringes med 2-4 mm fuger for at imødegå følgerne af materialernes arbejde. Fastsømning foretages som angivet nedenfor, idet der sømme fra midten af pladerne og ud mod kanterne. Sømmene skal så vidt muligt dykkes godt og over-spärtles for ikke at danne kuldebroer. Efter opsætningen bør kanten af afsavede plader, som ikke skal pudses, ved udadgående hjørner og lignende steder gås efter med sandpapir, så opfløsninger fjernes.

Træuldbeton- og durisolplader fastgøres med galv. 2"-3" søm med en 2 cm × 2 cm underlagsskive af galv. båndjern. Under normale forhold findes specialsøm til dette formål i handelen. Sømmene anbringes ca. 2,5 cm fra kanterne og med ca. 10 cm afstand. I evt. mellemliggende lister sømme med ca. 20 cm afstand.

Halmplader fastgøres med galv. 4" søm anbragt ca. 3 cm fra kanterne og med 15-20 cm afstand. I mellemliggende lister sømme med ca. 30 cm afstand.

(Bløde) træfiberplader fastgøres med galv. 1"-1 1/2" rørsøm anbragt ca. 1 cm fra kanterne og med 15-20 cm afstand. I mellemliggende lister sømme ligeledes med 15-20 cm afstand. Såfremt træfiberplader ønskes pudset, bør de anbringes med den ru side indefter i rummet.

#### Murerarbejdet

Når plader, som skal pudses, træuldbeton- og durisolplader, er opsat, og eventuelle installationsgenstande er anbragt, forsynes de med puds i en tykkelse af mindst 1,5 cm.

Ved alle samlinger, også ved hjørner, samt ved alle samlinger med andet materiale, hvor der ikke senere anbringes dækliste, anvendes galv. trådnæt, i reglen med 20 mm maskevidde. Ved udadgående hjørner anbringes evt. tillige en galv. hjørnebeskytter. Over samlinger mellem pladerne anvendes ca. 10 cm brede strimler trådnæt, ved hjørner og ved samlinger med andet materiale ca. 15 cm brede strimler. Trådnettet fastgøres med galv. 1" rørsøm.

Inden pudsningsen udkastes trådnettet med ren cementmørtel. Elektrikerrør og andre installationsgenstande af jern skal ligeledes, såfremt de dækkes af puds, inden pudsningsen tilstøbes eller svømmes i ren cementmørtel, som beskytter bedre mod rustdannelse end den almindelige pudsmørtel.

For at pudsen skal binde godt til pladerne udkastes med blandingsmørtel (bastardmørtel) i reglen i blandingsforholdet 1 del cementmørtel til 1 del kalkmørtel. Dagen efter grovpudses med almindelig kalkmørtel, hvorefter der finpudses med fed kalkmørtel.

Pudses der ikke dagen efter, bør udkastet fugtes dagligt, indtil der pudses.

#### Malerarbejdet

Ved halmplader udspärtles fuger og sømhuller f. eks. med gips, som afslibes, når det er tørt. Over fugerne og sømhuller udenfor fugerne anbringes her 15-20 cm brede strimler af stærkt papir, evt. lærred, som påklæbes med alm. tapetklister.

Ved træfiberplader foretages udspärtling og fugebehandling på lignende måde som ved halmplader, men i reglen anvendes kun ca. 10 cm brede papir- eller lærredsstrimler.

Vægfladerne kan derefter males eller tapetseres på sædvanlig vis.

## Murværk isoleret indvendig med påsømmede plader

### Anvendelse

Ydervægge isoleret på denne måde med de her beskrevne materialer vil normalt kunne anvendes som begrænsning for alle rum, herunder også opholds- og arbejdsrum. Isoleringen bør dog på grund af de organiske bestanddele ikke benyttes i rum, hvor der kan være særlig brandfare eller hvor der, som f. eks. i kældre, køkkener og baderum, kan optræde fugt i større mængde.

Københavns kommune stiller ikke særlige krav med hensyn til listeaftand, pudsnings m. m., men brandvæsenet vil ved anvendelse i særlige rum, f. eks. forsamlingslokaler, kunne fremsætte krav om opdelingen af listemellemrummet i mindre felter. Denne isoleringsmåde må i Københavns kommune ikke benyttes ved vægge i bade- og W.C.-rum samt i kedelrum, trapperum og lignende steder. Bestemmelserne for træværks afstand fra skorsten, aftræks- og ventilationskanaler m. v. gælder både for listernes og selve isoleringsmaterialets vedkommende.

Denne isoleringsmetode finder hyppigt anvendelse ved eksisterende bygninger, hvis varmeisolation ønskes forbedret.

### Egenskaber

#### Varmeisolation

Beregninger har godtgjort, at denne isoleringsmetode i varmeøkonomisk henseende næppe vil være fordelagtig ved nybyggeri. Derimod finder metoden som før nævnt hyppigt anvendelse ved eksisterende bygninger, men her er tallene, som udtrykker varmeøkonomien (navnlig ved kakkelovnsfyrede bygninger) dels vanskelige at fremskaffe og dels af tvivlsom værdi som sammenligningsgrundlag, bl. a. fordi afskrivningstiden varierer, og varmeanlæggene eksisterer.

Til orientering om de forskellige materials varmeisolationsevne henvises til tabellen over isoleringsmaterialer side 8.

#### Montering (tildannelse, opsætning m. m.)

De enkelte materialer, som isoleringen består af, lader sig let tildanne. Pladerne kan saves og er lette at sømme i, men søm, som ikke er anbragt i en liste, har ringe bæreevne. Tungere genstande, der skal anbringes på væggen, bør derfor fastgøres i lister (evt. vandrette) opsat med dette formål for øje. Søm anbragt i listerne nedsætter ikke isolationsevnen, men kan give synlige støvansamlinger på væggen ved plader, som ikke pudses. Isoleringen er let og hurtig at opstille, især for de pladers vedkommende, som ikke skal pudses. Pudsnings kan medføre større rengøringsarbejde, og der hengår nogen tid, inden væggen kan males eller tapetseres. Ved anvendelse i eksisterende bygninger benyttes derfor oftest plader, som ikke skal pudses.

#### Stabilitet (styrke og holdbarhed)

Isoleringens levetid er bl. a. afhængig af, hvor godt de forskellige materialer, i særdeleshed listeunderlaget, er beskyttet mod råd og lignende angreb.

Isoleringens modstand overfor mekaniske påvirkninger afhænger af listeaftanden og pladetykkelsen. Ved vægge isoleret med tynde plader bør man så vidt muligt undgå, at genstande, f. eks. møbler, stødes hårdt mod væggen.

For pudsede pladers vedkommende gælder, at pudslaget naturligvis er relativt sart, når pladerne ikke overalt har fast underlag.

#### Forhold overfor fugt

Se til orientering afsnittet »kondensation« side 5. Faren for kondensation i selve isoleringen er i reglen ikke så stor ved den her beskrevne isoleringsmetode i forbindelse med murede ydervægge, når der er en passende afstand mellem den bærende væg og isoleringen. Isoleringen bør dog som nævnt ovenfor under anvendelse ikke benyttes i rum, hvor der kan optræde fugt i større mængde.

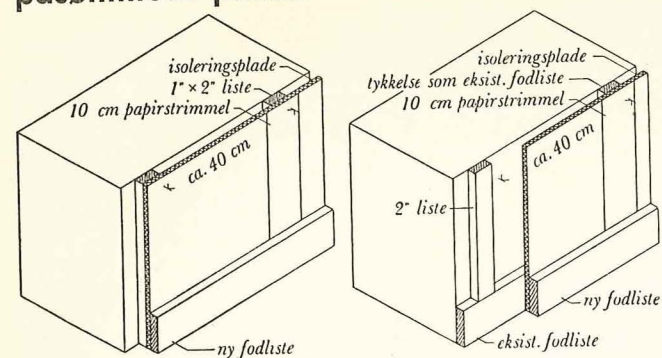
Betonvægge bør aldrig isoleres på denne måde, fordi risikoen for kondensationsdannelse mellem isoleringspladerne og væg er for stor.

Isoleringspladerne må ikke asfalteres på den side, som vender mod den bærende væg.

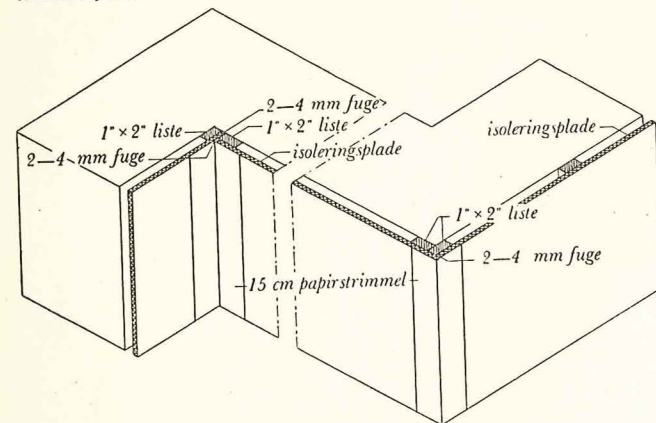
Både isoleringspladerne og listerne kan arbejde en del under skiftende fugtighedsforhold. Pladerne anbringes derfor med fuger, og samlingerne forstærkes med papir, lærred, eller, hvis pladerne skal pudses, med galv. trådnæt.



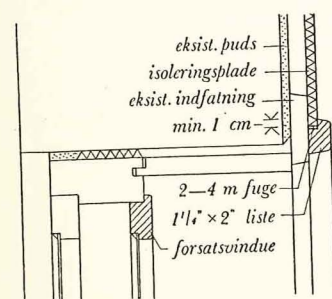
## Murværk isoleret indvendig med påsømmede plader



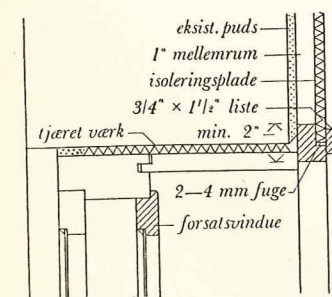
tilslutning til gulv, hvor den eksisterende fodliste fjernes, isometri, mål 1 : 20



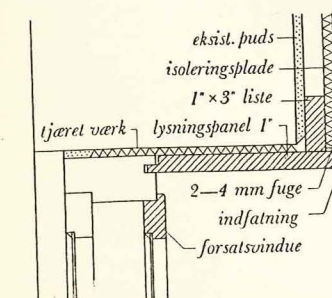
indadgående og udadgående hjørne, isometri, mål 1 : 20



eksempel på afslutning ved vindue, hvor den eksisterende indfatning bibeholdes, mål 1 : 10



eksempel på afslutning ved vindue, hvor den eksisterende indfatning fjernes, mål 1 : 10



eksempel på afslutning ved vindue, hvor der ikke tidligere har været lysningspanel og indfatning, mål 1 : 10

## Konstruktionsdetaljer

Principielt løses detaljerne ens både ved nybyggeri og ved eksisterende bygninger, men da disse sidste frembyder særlige problemer, gennemgås detaljerne specielt med henblik herpå.

I kældre bør af hensyn til den større risiko for raad fortrinsvis anvendes plader af uorganisk materiale.

### Forbindelse mellem ydervæg og skillerum

Bærende skillerum, som støder til ydervæggen, afbryder isoleringen, således at der dannes kuldebro. I reglen isoleres der ikke særligt af denne grund, men kuldebroen kan modvirkes ved at isolere et stykke ind på begge sider af skillerummet, f. eks. med tynde korkplader. Ved murede vægge spiller varmetabet på dette sted som oftest mindre rolle. Pladerne holdes 2-4 mm fra skillerummet, og over hjørnerne udspændes papir, lærred eller trådnat alt efter pladernes og efterbehandlings art.

### Forbindelse mellem ydervæg og etageadskillelse

Såfremt den eksisterende fodliste har en rimelig tykkelse, er det simplest at benytte lister i samme tykkelse som underlag for pladerne. Den nye fodliste kan så skrues eller sømnes direkte gennem pladerne ind i den gamle. Fjernes den eksisterende fodliste, føres listerne under pladerne til gulv, og placeringen mærkes af på den nye fodliste, som så kan fastgøres i listerne. Ved etageadskillelsens underside kan som ved forbindelse mellem væg og skillerum opstå kuldebro, men også her foretages sjældent særlig isolering for at modvirke denne.

### Hjørner

Ved indadgående hjørner anbringes først lister og plader på den ene væg, og derefter lister og plader på den anden. Ved udadgående hjørner anbringes den ene liste langs hjørnet og den anden udover den første, så der dannes fast underlag for pladerne. Mellem pladerne holdes en afstand på 2-4 mm, ligesom pladerne ikke stødes mod mur, men holdes et stykke fra denne. Over hjørnerne udspændes papir, lærred eller trådnat alt efter pladernes og efterbehandlings art.

### Vindues- og døråbninger

Såfremt de eksisterende indfatninger og fodlister har en passende tykkelse, er det simplest at benytte lister af samme tykkelse som underlag for pladerne. Pladerne føres et stykke ind på indfatningen og dækkes med en liste, hvori der udføres for pladerne. Ved tykke plader, som skal pudses, kan det være nødvendigt at udføre denne dækliste i to dele.

Er den eksisterende indfatning uegnet til denne fremgangsmåde, erstattes den simplest med en liste, som er så meget tykkere end de normale underlagslister, at der kan falses ud for pladerne (+ evt. puds). Samlingen dækkes med en mindre dækliste. Er vindueslysningen ikke i forvejen forsynet med panel, kan et sådant anbringes, og mellemrummet mellem panel og væg udstoppes f. eks. med tjæret værk.

Ved den sidste metode har man i alle tilfælde mulighed for at forbedre isoleringen i vindueslysningen.

### Brystninger

Såfremt en kraftigere isolering ønskes udfor eventuelle radiatorer, er det ofte nødvendigt at benytte en anden isoleringsmetode på dette sted, f. eks. kork- eller træuldplader opklæbet i mørtel. Benyttes isolering med påsømmede plader, må der anbringes en liste som underlag for radiatorbæringerne.

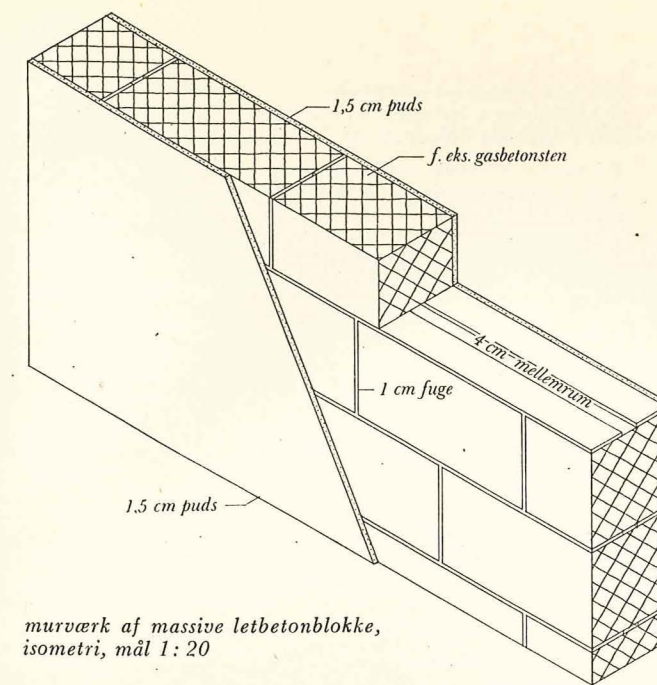
### Udsparinger (nicher)

Isoleringen føres ubrudt hen over evt. nicher. Såfremt varmetabet fra ledninger i nicher ønskes nedsat, er det simplest at isolere ledningerne eller forbedre den evt. eksisterende rørisolering.

### Elektriske installationer

Nye installationer kan evt. anbringes skjult bag pladerne, forudsat at den eksisterende ydervæg har en vis isolationsevne, således som det er tilfældet ved f. eks. murværk udført i overensstemmelse med byggemyndighedernes krav. I modsat fald kan der være fare for kondensation i selve elektrikerlørene, hvor vanddamp fra rummet forholdsvis let trænger ind. Udfor eksisterende og nye afbrydere anbringes klodser som underlag for pladerne.

## Murværk af letbetonblokke



murværk af massive letbetonblokke, isometri, mål 1 : 20

Denne konstruktion egner sig især til vægge i småhuse og til udfyldningsvægge i skeletkonstruktioner eller bygninger med bærende tværvægge.

### Konstruktionsprincip

Opmuring i forbandt af isolerende sten af større format end almindelige mursten, hvorved opmuringen forenkles.

### Materialer

Til opmuring af ydervægge, bestående af isolerende, massive eller hule blokke, kan i Københavns kommune anvendes de af magistraten principielt godkendte stentyper. For de mest anvendte blokke er formatet 25 cm x 50 cm. Rumvægte og varmetekniske egenskaber m. m. er anført i tabellen over isoleringsmaterialer side 8.

### Arbejdsudførelse

Vedrørende detaljer i selve arbejdsudførelsen henvises man til fabrikkernes egne anvisninger. For pusgearbejdet vedkommende kan dog til orientering henvises til afsnittet »murerarbejdet« side 23 og 27.

### Anvendelse (Københavns kommunes bestemmelser)

For anvendelsen af isolerende, massive eller hule blokke gælder de af magistraten for hvert enkelt materiale fastsatte særlige betingelser. Det forudsættes, at middeltrykstyrken mindst er 35 kg/cm<sup>2</sup> af hele tværsnittet (inklusive hulhederne ved hulblokke).

Som hovedregel gælder vedrørende anvendelsesområdet, at blokke ikke tillades anvendt til opførelse af bærende mure i bygninger med mere end 3 etager. Murværket kræves almindeligvis dimensioneret med følgende murtykkelser:

- 1-etages bygninger, eventuelt med udnyttet tagetage med en 1 m høj trempel (tagets højde må ikke overstige bygningsens halve bredde med et tillæg af 1 m, idet taghøjden regnes fra overkanten af tagbjælkelaget til overkanten af tagrygningen).  
Det tillades at udføre:  
Facademure, gavlmure, bagmure og andre ydermure med 20 cm tykkelse (eksklusive puds),  
Brandmure: 25 cm.
- 2-etages bygninger med en taghøjde (se under a) på højst 1,5 m.  
Det tillades at udføre:  
Facademure: 20 cm i øverste etage og 25 cm i stueetagen,  
Bagmure, gavlmure og andre ydermure: 20 cm i begge etager,  
Brandmure: 25 cm i alle etager.

- 3-etages bygninger med en taghøjde (se under a) på højst 1,5 m.  
Det tillades at udføre:  
Facademure: 25 cm i de to øverste etager og 30 cm i den nederste etage,  
Bagmure, gavlmure og andre ydermure: 25 cm i alle etager,  
Brandmure: 25 cm i alle etager.  
Det er en forudsætning ved 3-etages bygninger, at afstanden mellem afstivende tværskillerum ikke overstiger 8 m.

Som hovedregel vedrørende udførelsesmåden gælder følgende almindelige bestemmelser:

- Murværk af de pågældende blokke må ikke udsættes for større påvirkning end 3 kg/cm<sup>2</sup> af bruttotværsnittet, idet der dog for lokal påvirkning (bjælkevederlag o. lign.) kan tillades en påvirkning på 5 kg/cm<sup>2</sup>. Løvrigt skal bestemmelserne i Dansk Ingeniørforenings normer for beregning af bygningskonstruktioner (særligt vedrørende beregning af trykspændinger i murværk) iagttages.
- Til opmuring skal anvendes blandingsmørtel (bastardmørtel).
- Bærende piller skal uanset deres belastning have en bredde af mindst 75 cm. Ved små 1-etages bygninger, såsom toiletbygninger, kiosker o. lign., kan 50 cm brede piller dog tillades.
- Bestemmelserne i bygningsvedtægtens § 22 (om etagehøjde, afstand fra facademurens yderside til midten af hovedskillerummet, bygningens afstivning ved tværskillerum el. lign., muråbningers placering i etagerne og forholdet mellem bredden af bærende piller og tilstødende muråbninger) skal iagttages.
- Der må ikke uden særlig tilladelse foretages udhugninger i murværket. I murværk af mindst 25 cm tykkelse kan tillades udført nicher, når disse er tildannet ved blokkernes støbning og ikke har en større dybde end 5 cm.
- Der skal udføres forsvarligt forbandt mellem ydermure og skillerum.
- Der skal i de enkelte tilfælde gøres rede for anbringelse og forankring af bjælkelag og tagværk, der så vidt muligt skal anbringes således, at muren belastes centralt.
- Bestemmelserne i bygningsvedtægtens § 45, stk. 5 a (om varmeisolering af ydermure i opholds- og arbejdsrum) må iagttages.

### Egenskaber

Varmeisolation se side 7.

### Montering

For de pågældende materialer gælder generelt: De kan alle forholdsvis let tildannes ved hugning, materialer som f. eks. gasbeton og siporex tillige ved savning. Opmuringsarbejdet forenkles en del på grund af de store formater, og mest ved anvendelse af de letteste blokke, som er de mest håndterlige. Det må bemærkes, at mange lette betonblokke kræver puds udførelse.

I alle materialerne kan der sømnes, men kun i nogle af dem holder sømmene godt fast og yder modstand mod udtrækning. Ved hulblokke bestående af almindelig beton kan det ved sømning være nødvendigt at anvende stålsøm eller lignende. Indhugning af f. eks. elektriske installationer er i visse kommuner ikke tilladt, i alle tilfælde ikke uden særlig tilladelse, og ved hule blokke må det direkte frarådes. Det må tillige bemærkes, at ophængning af tungere genstande, f. eks. radiatorer, kan volde besvær ved de hule blokke. Med de tykkelser, blokkene anvendes i, vil kuldebroer ved søm eller lignende næsten ingen rolle spille.

### Stabilitet (styrke og holdbarhed)

For de pågældende materialer kan endnu ikke siges noget generelt, dog vil deres egenskaber som pudsberærere i alle tilfælde være af betydning for den samlede konstruktions styrke og holdbarhed, således at blokke udført af letbetoner i så henseende må foretrakkes for blokke udført af almindelig beton.

### Forhold overfor fugt

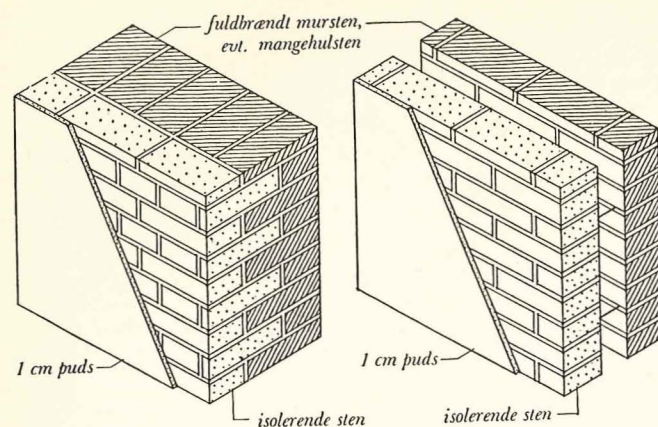
Se til orientering afsnittet »kondensation« side 5. Faren for kondensation i blokkene er i reglen ikke stor ved de her omtalte ydervægge, som er af samme materiale i hele vægtykkelsen og derfor ikke frembyder pludselige hindringer for vanddampens passage indefra og udefter. Kondensationsforholdene vil dog være betinget af facadebehandlingen.

### Konstruktionsdetaljer

Ved udførelsen af konstruktionsdetaljerne må man som før nævnt indtil videre henholde sig til fabrikkernes egne anvisninger.



## Murværk af teglsten med isolerende sten i bagmuren



1½ stens fuld mur og hul mur, begge med isolerende sten i bagmur, isometri, mål 1 : 20

Denne vægkonstruktion vælges ofte, når det i murede nybygninger drejer sig om at opnå en bedre isolation end den, der opnås ved det af statiske hensyn nødvendige murværk alene. Metoden finder således især anvendelse i småhuse og i de øverste etager i højere byggeri.

### Konstruktionsprincip

Udførelsesmåde og stenformater er som ved almindeligt murværk, men stenene i bagmur har større varmeisolationsevne end de almindelige teglsten. I 1½ stens fulde mure bliver de isolerende sten således anvendt i skiftevis ½ stens og 1 stens tykkelse, mens man ved hule mure har mulighed for at udføre bagmuren i mere end ½ stens tykkelse.

### Materialer

Til bagmuring med isolerende sten i forbindelse med almindelige mursten i ydervægge kan i Københavns kommune anvendes de af magistraten principielt godkendte stentyper. Disse kan inddeles i 3 grupper, hvis anvendelsesområde er bestemt ud fra stenenes garanterede middeltryksstyrke:

- 1) Sten med middeltryksstyrke mindst 45 kg/cm<sup>2</sup>, f. eks. lette lecasten og lettonsten
- 2) Sten med middeltryksstyrke mindst 70 kg/cm<sup>2</sup>, f. eks. normale lecasten, molersten og porøse mursten
- 3) Sten med middeltryksstyrke mindst 150 kg/cm<sup>2</sup>, f. eks. normale mangelhulsten.

### Arbejdsudførelse

#### Murerarbejdet

Af særlige forhold, der får betydning for murerarbejdet, skal nævnes følgende: Vinduesfalse og lignende bør i alle tilfælde isoleres med asfalt, som tillige stryges mindst 30 cm ind på ydervæggens inderside bl. a. for at modvirke følgerne af slagregn. Molersten i falsens lodrette sider bør desuden i 1 stens bredde isoleres fra det øvrige murværk, enten ved indlægning af en tagpapstrimmel, som følger fortandingen mellem de almindelige mursten og molerstenene, eller ved at dykke molerstenene i asfalt, så siderne mod det øvrige murværk er dækkede. Den første metode giver den mest effektive beskyttelse, mens den sidste til gengæld giver den bedste forbindelse mellem formur og bagmur, hvilket kan være af særlig betydning ved hule mure.

Ved materialer som f. eks. molersten, der i særlig grad suger vand fra mørtelen, kan det anbefales inden pudningen at vande stenene eller at udkaste et tyndt lag ren cementmørtel, især hvis arbejdet udføres i meget tørre vejrperioder. For materialer, som er mindre vandsugende, kan det anbefales under lignende forhold at udkaste med blandingsmørtel (bastardmørtel) i blandingsforholdet 1 del cementmørtel til 2-3 dele kalkmørtel.

Ved hule mure er det vigtigt, at ståltrådsbindere anbringes med fald udefter, eller bedre at der anvendes bindertyper, som ved deres udformning hindrer fugt hidrørende fra slagregn i at vandre fra formur til bagmur.

### Anvendelse (Københavns kommunes bestemmelser)

De omtalte materialer kan anvendes ved opmuring af ydervægge i den nedenfor anførte udstrækning:

- 1) Sten med middeltryksstyrke mindst 45 kg/cm<sup>2</sup> kan tillades anvendt til bagmuring i forbindelse med formur af almindelige mursten i følgende udstrækning:

Ydervæge, herunder vinduesbrystninger, i 1-etages bygninger og i 2-etages bygninger med en taghøjde af højst 1,5 m på betingelse af,

- at murværk, udført helt eller delvis af de pågældende sten, ikke udsættes for større påvirkning end 3 kg/cm<sup>2</sup>, hvilket i de enkelte tilfælde må påvises,
- at bestemmelserne i bygningsvedtægten §§ 21-32 (vedr. udførelse af murede vægge) samt Dansk Ingeniørforenings normer for beregning af bygningskonstruktioner iøvrigt iagttages, samt
- at der ikke — uden forud i hvert enkelt tilfælde indhentet tilladelse — udføres nicher eller andre udsparinger i murværket.

- 2) Sten med middeltryksstyrke mindst 70 kg/cm<sup>2</sup> kan tillades anvendt til bagmuring i forbindelse med formur af almindelige mursten i følgende udstrækning:

- a. Facademure, bagmure og andre bærende ydervæge i 1-, 2- og 3-etages bygninger samt i de 3 øverste etager i bygninger med 3-6 etager på betingelse af:

at der fremsendes beregning af trykket i murværket i den underste etage, såfremt stenene anvendes til bagmuring i 3 etager, samt iøvrigt hvor belastningens størrelse og fordeling er af en sådan art, at en undersøgelse skønnes nødvendig.

- b. Gavlmure, udvendige brandmure, facademure og andre ydervæge i samtlige etager i bygninger med indtil 6 etager på betingelse af,

at murene ikke er bærende, men kun modtager belastning fra tagværket, at der ikke findes blændinger i gavlmure, samt at der, såfremt der findes muråbninger, fremsendes beregning af trykket i murværket, når bygningen har mere end 4 etager, heri medregnet tagetage med gavlmur, eller mere end 1 m høj trempelmur.

- c. Vinduesbrystninger bestående af 2 halve sten indbyrdes forbundne med ståltrådsbindere i 1-, 2- og 3-etages bygninger samt i de 3 øverste etager i bygninger med 3-6 etager og vinduesbrystninger af 1½ stens fuld mur i alle etager i højere bygninger.

at forbandtet mellem brystninger og piller i etager, hvor facadepillerne i henhold til ovenstående ikke kan tillades udført med lette bagmuringsten, udføres således, at isoleringsstenene intetsteds går ind i facadepillerne.

Som almindelige betingelser for de under a-c nævnte anvendelser gælder,

- at murværk, udført helt eller delvis af isoleringssten med tryksstyrke 70 kg/cm<sup>2</sup> ikke må udsættes for en større påvirkning end 5 kg/cm<sup>2</sup>, såfremt opmuringen sker i kalkmørtel, 6,5 kg/cm<sup>2</sup>, såfremt opmuringen sker i blandingsmørtel (bastardmørtel) og 8 kg/cm<sup>2</sup>, såfremt opmuringen sker i cementmørtel
- at bestemmelserne i bygningsvedtægten §§ 21-32 (vedr. udførelse af murede vægge) samt Dansk Ingeniørforenings normer for beregning af bygningskonstruktioner iøvrigt iagttages, samt
- at der ikke — uden forud i hvert enkelt tilfælde indhentet tilladelse — må udføres nicher eller andre udsparinger i murværket.

- 3) Sten med middeltryksstyrke mindst 150 kg/cm<sup>2</sup> kan forventes tilladt anvendt til bagmuring i samme udstrækning som almindelige, fuldbrændte mursten af tegl.

## Murværk af teglsten med isolerende sten i bagmuren

### Egenskaber

#### Varmeisolation

Side 14 og 16 bringes tabeller over de forskellige isolerings varmeøkonomi.

#### Montering (tildannelse, opsætning m. m.)

Stort set som ved almindeligt murværk. De isolerende sten er i reglen lettere at sømme i end normale teglsten, hvilket kan have betydning ved fastgørelser i væggen.

#### Stabilitet (styrke og holdbarhed)

Som ved almindeligt murværk, se dog under forhold overfor fugt.

#### Forhold overfor fugt

Se til orientering afsnittet »kondensation« side 5.

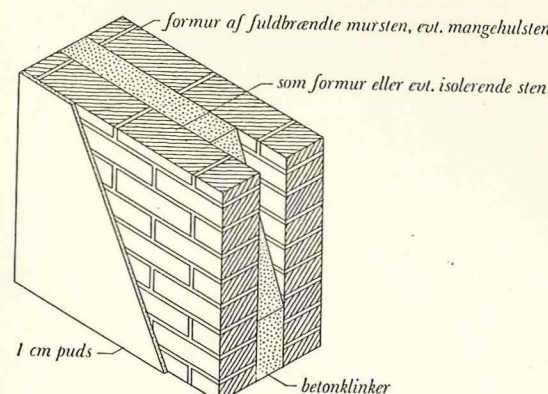
Faren for kondensation i selve isoleringen er i reglen ikke så stor ved den her omtalte isoleringsmetode, fordi vanddamp indefra vandrer forholdsvis let også gennem de almindelige mursten.

Isoleringen bør ved kælderydervæge mod jord beskyttes omhyggeligt mod grundfugt, ligesom man ved vinduesfalse og lignende steder bør beskytte de isolerende sten mod slagregn.

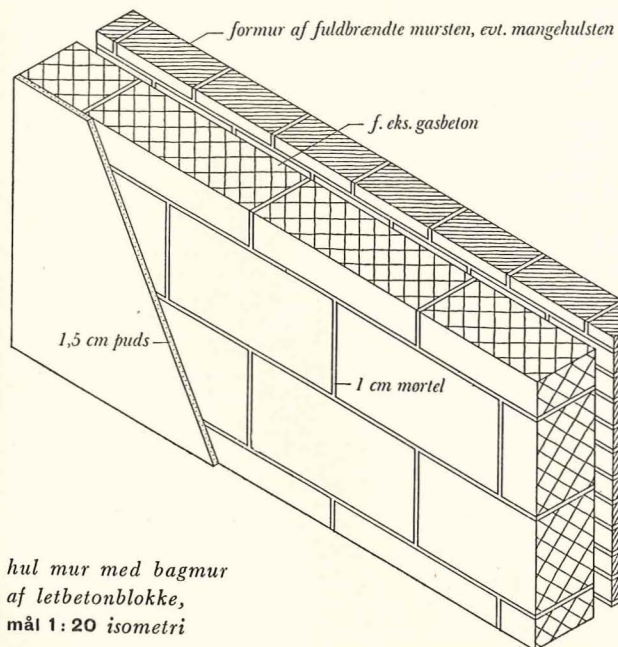
Ved stærkt vandsugende materialer, som f. eks. molersten, må isoleringen mod slagregn udføres på særlig måde (se ovenfor under murerarbejdet), og man bør være varsom med anvendelsen af sådanne materialer i rum, hvor der udvikles større mængder vanddamp, og i alle tilfælde i disse rum sørge for en rigelig ventilation.

### Konstruktionsdetaljer

udføres stort set som ved almindeligt murværk. Ved anvendelse af molersten skal murværket udføres etageadskillelser og 2 skifter under disse udføres med almindelige fuldbrændte mursten, hvilket kan medføre et vist varmetab.



30 cm hul mur udfyldt med letbetonklinker



hul mur med bagmur af letbetonblokke, mål 1 : 20 isometri

Isolering mod kuldebroer ved støbte dæks forbindelse med ydervæg samt ved altanpladers overgang i etageadskillelse udføres som beskrevet i de tilsvarende afsnit under »vægge isoleret indvendig med opklæbte plader«, side 31.

Ved anbringelse af vindueskarmer og lignende bør man sørge for, at disse dækker så meget som muligt af de isolerende sten, eventuelt anvendes lysningspaneler, som stoppes ud f. eks. med tjæret værk ligesom mellem selve karmen og muren.

## Hule mure udfyldt med betonklinker

Denne isoleringsmetode kan komme til anvendelse, hvor der i murede nybygninger ønskes en bedre varmeisolation end den, der opnås ved det af statiske hensyn nødvendige murværk alene. Metoden skulle således kunne anvendes ved småhuse, udfyldningsvægge og andre steder, hvor hule mure iøvrigt er tilladt. Med egnede materialer og en hensigtsmæssig teknik skulle der være principiel mulighed for også at anvende metoden til efterisolering af eksisterende hule vægge.

### Konstruktionsprincip

Hule mure både med faste binderkolonner og ståltrådsbindere udført på normal vis, hvor hulrummene udfyldes med et dertil egnet isoleringsmateriale, som isolerer mere end hulrummet. Når det kan betale sig at isolere på denne måde skyldes det bl. a., at luften i hulrummet ikke er stillestående, og derfor har forholdsvis ringe isolationsevne.

### Materialer

Der stilles særlige krav til udfyldningsmaterialet, som må være bestandigt (i alle tilfælde uorganisk) og således beskaffent, at det tillader fugtighedsvandring indefra og udefter. Det må tillige ikke kunne synke sammen. Af kendte materialer er især betonklinker egnet til dette formål.

### Arbejdsudførelse

Udfyldningsmaterialet fyldes i hulrummet, efterhånden som opmuringen skrider frem. Det må påses, at der ikke falder mørtelklatter ned på udfyldningen, hvorved der kan opstå kuldebroer. Bomhuller dækkes under opmuringen med et stykke tagpap eller lignende.

Hvor konstruktionen anvendes som udfyldningsmurværk i jernbetonskeletkonstruktioner, kan det volde problemer at få udfyldningsmaterialet anbragt øverst oppe. Eventuelt mures øverste, indvendige skifte af isolerende sten anbragt som kopskifte, så de dækker ind over hulrummet.

### Anvendelse

Ydervægge isoleret på den her beskrevne måde vil normalt kunne anvendes som begrænsning for alle rum, herunder også opholds- og arbejdsrum. Anvendelsesområdet må iøvrigt følge de gældende bestemmelser for hule mure.

Varmeisolation se side 16.

## Hule mure med bagmur af letbetonblokke

Denne vægkonstruktion er en ny type, som skulle kunne anvendes sideordnet med hule mure med bagmur af isolerende sten i murstensformat.

Metoden ville være mere anvendelig, hvis målforholdet mellem murværk af almindelige teglsten og murværk af letbetonblokke kunne passes sammen.

### Konstruktionsprincip

Hul mur med ståltrådsbindere, hvor formuren udføres i ½ stens tykkelse af almindelige fuldbrændte mursten og bagmuren af letbetonblokke.

### Anvendelse

Da konstruktionen er en ny type, foreligger der endnu ikke principiel tilladelse fra byggemyndighederne.

På samme måde er detaljerne endnu ikke gennemklaret principielt. Af særlige problemer, som man i givet fald må tage stilling til, kan nævnes:

Anbringelse af bindere.

Forbindelse mellem den egentlige ydervæg og kælderydervæg. Forbindelse mellem ydervæg og skillerum (forbandt).

Aflægning af etageadskillelser.

Altaner (særligt med henblik på kuldebroer).

Aflægning af tagværk.

Overdækning af vinduesåbninger.

Varmeisolation side 14 bringes tabeller over de forskellige isolerings varmeøkonomi.



## Isolering af tagrum

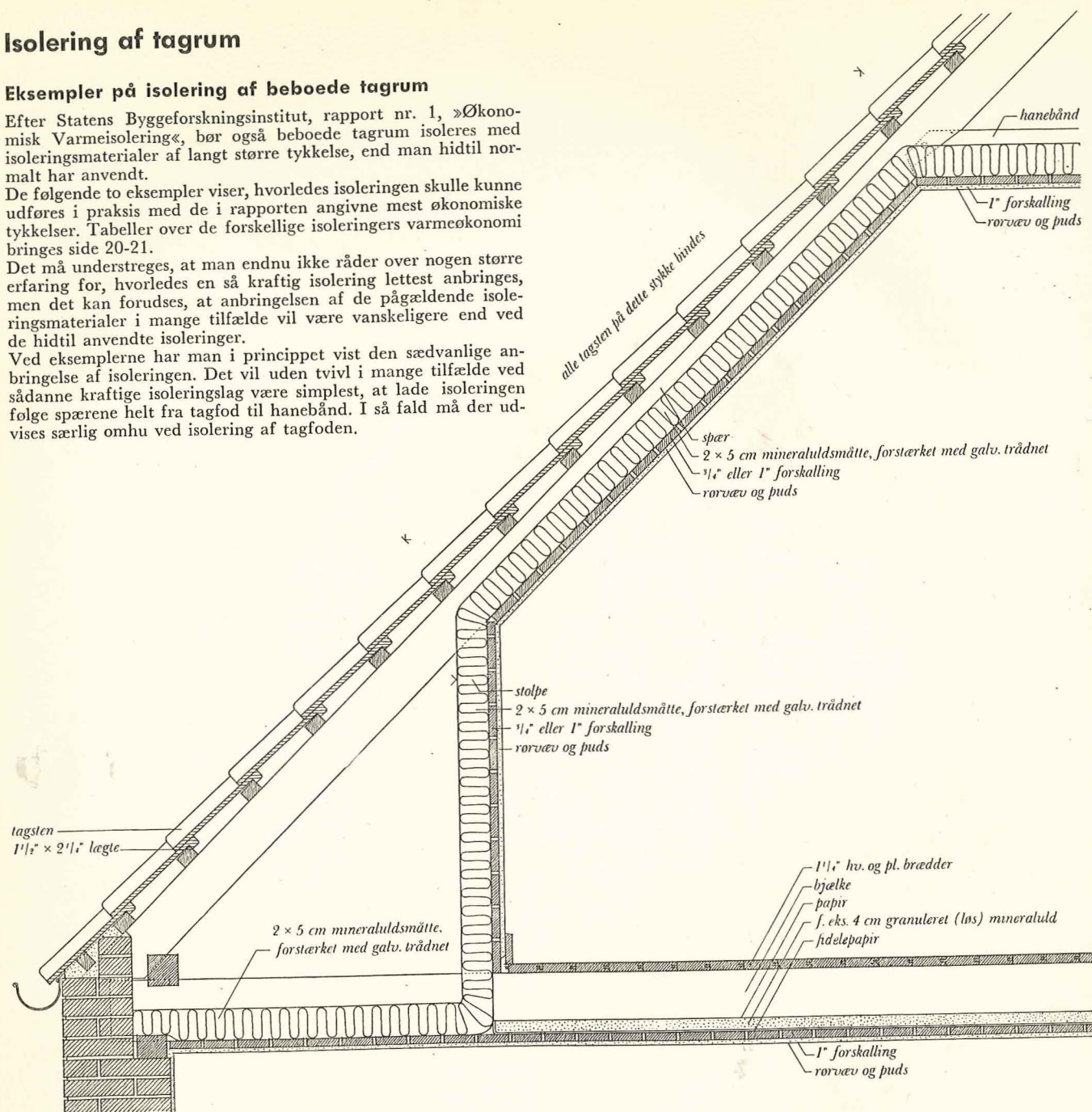
## Eksempler på isolering af beboede tagrum

Efter Statens Byggeforskningsinstitut, rapport nr. 1, »Økonomisk Varmeisolering«, bør også beboede tagrum isoleres med isoleringsmaterialer af langt større tykkelse, end man hidtil normalt har anvendt.

De følgende to eksempler viser, hvorledes isoleringen skulle kunne udføres i praksis med de i rapporten angivne mest økonomiske tykkelser. Tabeller over de forskellige isoleringers varmeøkonomi bringes side 20-21.

Det må understreges, at man endnu ikke råder over nogen større erfaring for, hvorledes en så kraftig isolering lettest anbringes, men det kan forudses, at anbringelsen af de pågældende isoleringsmaterialer i mange tilfælde vil være vanskeligere end ved de hidtil anvendte isoleringer.

Ved eksemplerne har man i princippet vist den sædvanlige anbringelse af isoleringen. Det vil uden tvivl i mange tilfælde ved sådanne kraftige isoleringslag være simplest, at lade isoleringen følge spærrene helt fra tagfod til hanebånd. I så fald må der udvises særlig omhu ved isolering af tagfoden.



mål 1:20

## Eksempel 1

Både tagbjælkelaget mod det uopvarmede tagrum, samt skunkvæg, skråvæg og hanebåndsoft isoleres med 10 cm mineraluldsmatte (90 cm x 10 m), som af hensyn til oplægningen kan deles i to 5 cm tykke måtter. Ved eventuel samling af måtterne kan de to lag forskydes i forhold til hinanden, således at der ikke bliver gennemgående samlinger. Selve samlingen udføres ved at sy bærernes trådnetsforstærkning sammen med galvaniseret bindetråd. Bindetråden bør, for at der ikke skal opstå kuldebro, kun sys på langs af måtterne, og ikke tværs gennem måtterne.

Skunkvæg og skråvæg kan udføres med 3/4" eller bedre 1" forskallingsbrædder. Forskalling under hanebånd og tagbjælkelag udføres af mindst 1" forskallingsbrædder.

For at opnå tæthed langs spærersider m. m. må måtterne, som er ret tunge og stive, anvendes i en bredde, der er lidt større end den tilsvarende afstand, og presses på plads.

Det kan anbefales at lade stolperne, som danner underlag for skunkvæggens beklædning, flugte med spærrene, således at udskæring i måtterne undgås. For bjælkerne er det i reglen altid nødvendigt at udskære.

Da det kan være vanskeligt at opnå tæthed langs spærersider m. m. på anden måde end den her beskrevne, bør spærstafstanden altid rette sig efter måtternes bredde.

På de lodrette og skrå flader kan måtterne fastholdes ved binde-tråd, som bindes ind gennem trådnetsforstærkningens masker og omkring et forskallingsbrædt.

Selve oplægningen af måtterne kan være vanskelig. Udførelsen kan f. eks. ske på følgende måde: Først anbringes måtterne i tagbjælkelaget, og dernæst føres de op langs skunkvægge, idet forskallingsbrædderne fastsømmes, efterhånden som måtten er bragt på plads. Stolperne i skunkvæggen bør være lige så tykke som isoleringsmåtterne, for at der ikke skal opstå kuldebro på dette sted.

For at den yderste af de to måtter under arbejdets gang ikke skal forskyde sig, kan det være nødvendigt på de lodrette og skrå flader at sy måtternes trådnetsforstærkninger sammen ved hjælp af bindetråd.

Der må udvises stor omhu med isoleringens sammenskæring med gavlvægge.

Da tagundersiden udfor skråvægge ikke er tilgængelige for reparationer m. m., bør det i hvert enkelt tilfælde overvejes at beskytte isoleringen her ved en bræddebeklædning og et tagpaplag under tagdækningen, og i så fald bør mellemrummet mellem det tætte lag og isoleringen ventileres meget kraftigt med luft udefra for at hindre kondensation.

## Isolering af tagrum

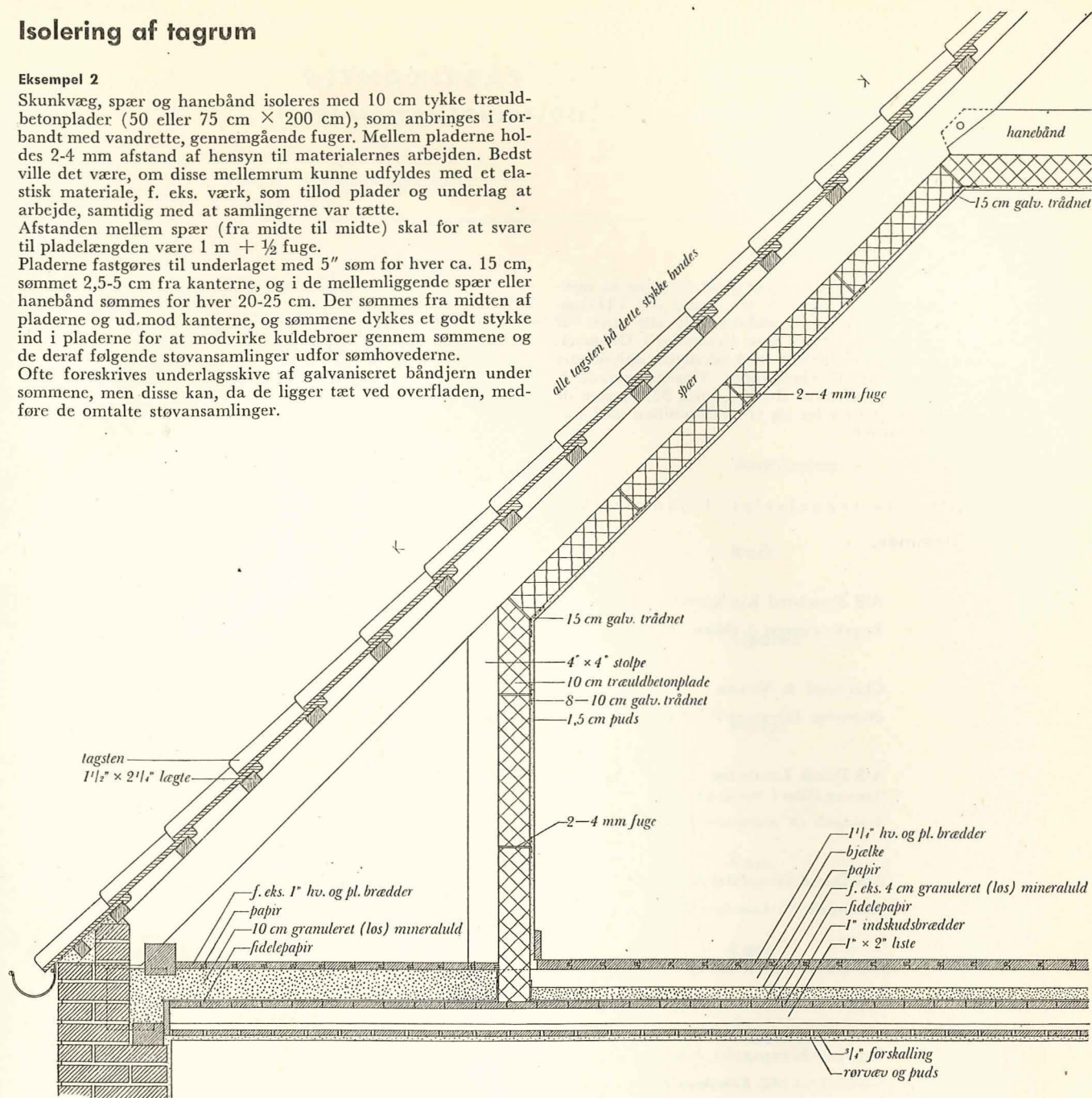
## Eksempel 2

Skunkvæg, spær og hanebånd isoleres med 10 cm tykke træuld-betonplader (50 eller 75 cm x 200 cm), som anbringes i forbandt med vandrette, gennemgående fuger. Mellem pladerne holdes 2-4 mm afstand af hensyn til materialernes arbejde. Bedst ville det være, om disse mellemrum kunne udfyldes med et elastisk materiale, f. eks. værk, som tillod plader og underlag at arbejde, samtidig med at samlingerne var tætte.

Afstanden mellem spær (fra midte til midte) skal for at svare til pladelængden være 1 m + 1/2 fuge.

Pladerne fastgøres til underlaget med 5" søm for hver ca. 15 cm, sømnet 2,5-5 cm fra kanterne, og i de mellemliggende spær eller hanebånd sømnes for hver 20-25 cm. Der sømnes fra midten af pladerne og ud mod kanterne, og sømme dykkes et godt stykke ind i pladerne for at modvirke kuldebroer gennem sømme og de deraf følgende støvansamlinger udfor sømhovederne.

Oftede foreskrives underlagsskive af galvaniseret båndjern under sømme, men disse kan, da de ligger tæt ved overfladen, medføre de omtalte støvansamlinger.



mål 1:20

Efter opsætningen anbringes over alle samlinger mellem pladerne 8-10 cm brede strimler af galvaniseret trådnæt med 20-25 mm maskevidde, over de indadgående hjørner bør bredden af trådnettet være 15 cm. Trådnettet virker som armering og modvirker revnedannelser i pudsen. Fastgørelse af nettet sker med 1" galvaniserede rørsøm, som ved de tykke isoleringsplader kun danner kuldebroer af mindre betydning.

Skunkvæggen udføres med f. eks. 4" x 4" stolper udfor spærrene. Den nederste plade anbringes på indskudet for at forhindre, at kold luft trænger ind under gulvbrædderne i det opvarmede tagrum.

For at sikre, at isoleringslaget på indskudet overalt er tæt, vil det være mest betryggende at lægge gulvet bag skunkvæggen, efter at den første plade er anbragt.

Tagbjælkelaget mod det uopvarmede tagrum isoleres med 10 cm løs mineraluld, som henlægges på fidelepapir ligesom det øvrige indskudsmateriale. Indskudsmaterialet skal som vist dække ned over remmen, så der ikke opstår kuldebro på dette sted, og for at hindre indskudsmaterialet i at trænge ned på forskallingen, anbringes for enden af indskudet et brædt på kant. Den løse mineraluld afdækkes med papir og bør altid til yderligere beskyttelse dækkes med f. eks. 1" bræddegulv for at hindre, at isoleringsmaterialet med tiden rives op.

Efter at træuldbetonpladerne er anbragt og forsynet med trådnæt over samlingerne, pudses de. Se til orientering om pudsearbejdet, installationers anbringelse m. m. under »murværk isoleret indvendigt med opløbende plader«, side 30.

Det må nøje påses, at der hele vejen rundt fra den ene bjælkelagsrem over skunkvæg, skråvæg og hanebåndsoft til den anden bjælkelagsrem overalt er anbragt isolering i den foreskrevne tykkelse, da større utætheder (f. eks. ved de indadgående hjørner mellem pladerne) danner kuldebroer, som foruden at forøge varmetabet kan medføre kondensvandsdannelse i isoleringen. Ligeledes må der udvises stor omhu med isoleringens sammenskæring med gavlvægge.

Da tagundersiden udfor skråvægge ikke er tilgængelig for reparationer m. m., bør det i hvert enkelt tilfælde overvejes at beskytte isoleringen her ved en bræddebeklædning og et tagpaplag under tagdækningen, og i så fald bør mellemrummet mellem det tætte lag og isoleringen ventileres meget kraftigt med luft udefra for at hindre kondensation.

Man må her være opmærksom på, at pladernes fastgørelse, der foretages med ret kraftige søm, kan medføre, at tagstenenes understrykning bankes løs, hvorfor det nævnte brædde- og paplag ved denne isoleringsmåde er særligt motiveret.



**FORENINGEN AF FABRIKANTER  
AF DANSKE VARMEISOLERINGSMATERIALER**

HAGEMANNSGADE 2 · KBHVN. V  
TELEFON C. 8760 · LOK. 55

*Virker for forståelse af varmeisoleringens betydning  
i hygiejnisk, national- og privatøkonomisk henseende.*

Nedenstående fortegnelse viser Dem foreningens medlemmer pr. dato — som De ser, findes der VIF-kontrollerede materialer af praktisk talt alle arter af varmeisoleringsmaterialer, som fremstilles i Danmark. Vor forening er til tjeneste med yderligere oplysninger ved henvendelse til sekretariatet: Hagemannsgade 2, København V., tlf. central 8760, lokal 55, ligesom de nævnte firmaer hver for sig er til disposition med tekniske oplysninger.



Medlemsfortegnelse pr. 1. januar 1950

**Medlemmer:**

A/S Brøndsted Kiselgurværk  
*Kragshjergvænget 3, Odense, tlf. Odense 3417*

Christiani & Nielsen  
*Ørstedshus, København V., tlf. central 1233*

A/S Dansk Lecabeton  
(Lemvig-Müller & Munck A/S)  
*Vestergade 16, København K., tlf. central 525*

A/S Dansk Glasuldfabrik  
*Amaliegade 15, København K., tlf. central 6388*

A/S Dansk Isolations- og Tætningsindustri  
*Prags Boulevard 65, København S., tlf. Su. 6631*

Expanko-Kompagniet A/S  
*Godthaabsvej 142, København F., tlf. central 948*

A/S Frederiksholms Tegl- og Kalkværker  
*Rosenørnsalle 18, København V., tlf. central 282*

A/S Gauerslund Kiselgurværk  
*Strandgade 12, København K., tlf. Am. 1548*

A/S Hantias  
*Shell-Huset, Kampmannsgade 2, København V.,  
tlf. central 3785*

**Kiselgur**

**Cellebeton**

**Betonklinker**

**Glasuld**

**Isolermørtel**

**Kork**

**Lette Teglsten**

**Kiselgur**

**Vermiculit**

A/S Hedehus-Teglværket  
*Hedehusene, tlf. Hedehusene 2*

A/S Hotaco  
*Holbæk, tlf. Holbæk 1213*

A/S Justco  
*Godthaabsvej 142, København F., tlf. central 948*

A/S Knabstrup Teglværk  
*Knabstrup, tlf. Knabstrup 61 og 62*

A/S Mica-Fabrikerne  
*Østergade 1, Roskilde, tlf. Roskilde 3157*

A/S Sano  
*Godthaabsvej 142, København F., tlf. central 948*

A/S Siporex  
*Aalborg, rigstelefon 949, jydsk telefon 6817*

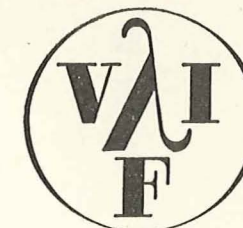
A/S Skarrehage Molerværk  
*Nykøbing M., telefon Nykøbing M. 109  
Københavnkontor: St. Kongensgade 36-38, K.,  
tlf. central 11 593*

Skivehus Asfalt- og Tagpapfabrik  
*Skive, telefon Skive 944*

A/S Teknisk Korkindustri  
*Sorø, telefon Sorø 629*

A/S Trælaston  
*Roskilde, Algade 17, telefon Roskilde 768 - 158*

Østengaards Kiselgurværk I/S  
*Vejle, telefon Vejle 1915 - 1955*



**VIF-mærket betyder  
kvalitetskontrol**

**Lette Teglsten**

**Isoflex**

**Kivron og Træbeton**

**Moler**

**Vermiculite**

**Kork**

**Siporex**

**Moler**

**Kork**

**Kork**

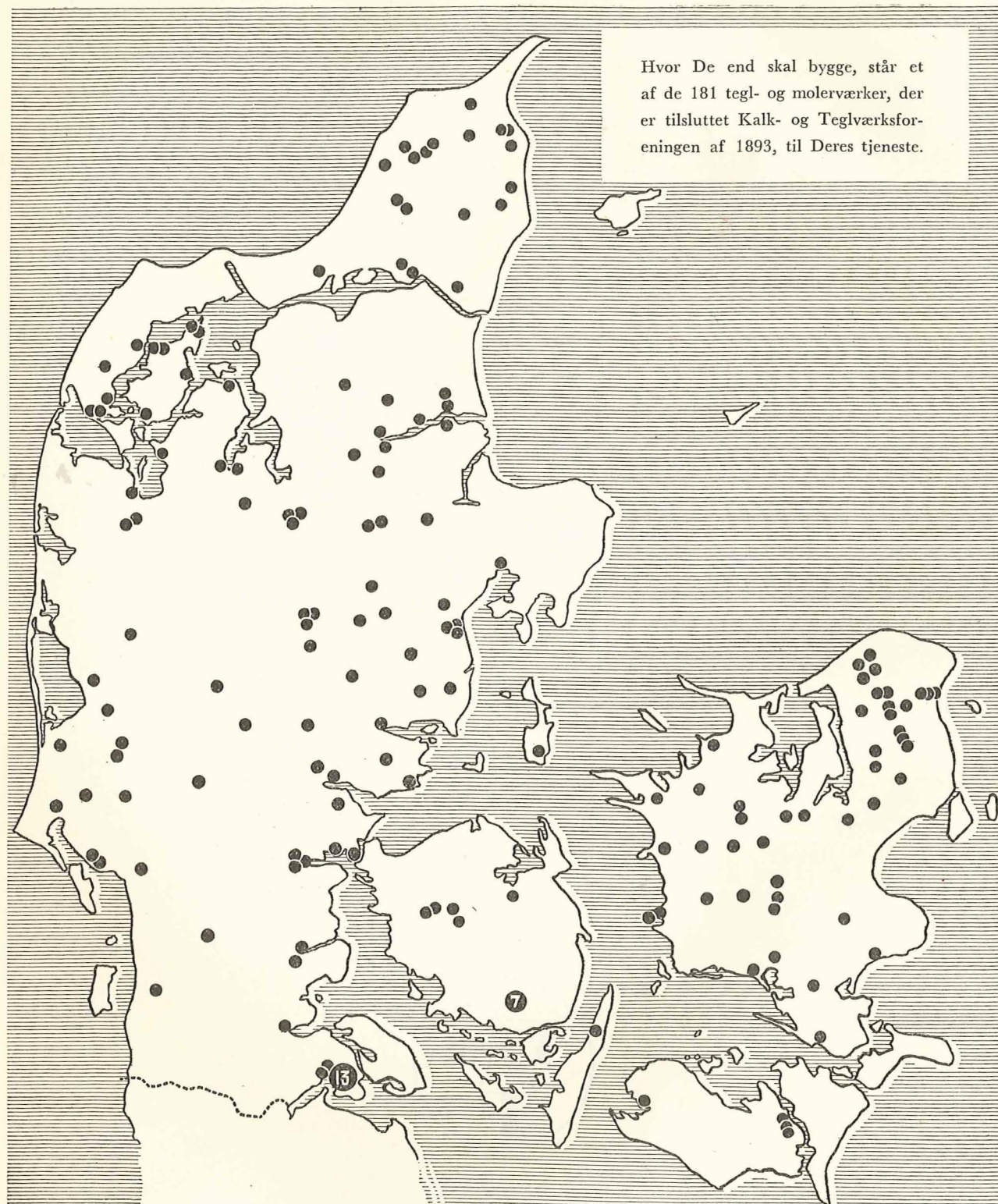
**Træbeton**

**Kiselgur**



## KALK OG TEGLVÆRKSFORENINGEN AF 1893

NØRREVOLDGADE 34 · KBHVN. K · TLF. C. 1700



Hvor De end skal bygge, står et af de 181 tegl- og molerværker, der er tilsluttet Kalk- og Teglværksforeningen af 1893, til Deres tjeneste.

### Brug teglprodukter

de giver stærke, sunde, smukke, brandsikre og varmetætte boliger med små vedligeholdelsesomkostninger. Mangelsten, porøse sten, porøse mangelsten og molersten kan anvendes med fordel overalt til isolerende mure også i statslånsbyggeri.

## AKTIESELSKABET MICA-FABRIKKERNE

VERMICULITE

ROSKILDE · TLF. ROSKILDE 3157

### MICA-BETON

Fremstilling af Mica-beton er så simpel som blanding af almindeligt grusbeton. Mica-beton kan fremstilles ved håndblanding eller maskinblanding. Sammensætning af Mica-beton kan varieres efter de krav, betonen skal opfylde. Overforstående er vist nogle eksempler på blandinger, som igennem flere år er anvendt med de bedste resultater.

### MICA-PUDS

Til blanding af Mica-puds anvendes: Mica-fyld nr. 1

Blandingen kan foretages i forskellige forhold. Ønskes en meget høj isoleringsevne, skal mængden af Mica-fyld være stor i forhold til mængden af bindemiddel. Man skal dog iagttage, at en meget mager blanding mister en væsentlig del af sin bindingsevne og trykstyrke (Mica-kornene er i sig selv meget elastiske, derfor den ringe trykstyrke).

En god mørtel, som kan anvendes til de fleste pudsarbejder, fremstilles i nedenstående blandingsforhold:

1 sæk Mica-fyld  
½ pose cement  
2-3 liter kalk

Mica-fyldet og bindemidlet oprøres med vand til en god, jævn ikke for våd mørtel. Hvis der er tid til rådighed, har mørtelen godt af at henstå et øjeblik, inden pålægningen begynder. Mica-kornene når derved at optage noget fugtighed, og mørtelen bliver mere sammenbindende.

### MICA-FYLD NR. 1

Anvendes til varmeisolerende, lydabsorberende og brandsikrende puds. Rumvægt 120-150 kg pr. m<sup>3</sup>. Sække à 12-15 kg = 1 hl.

### MICA-FYLD NR. 2-3

Anvendes til MICA-BETON, isolerende letbeton. Som isolerende løsfyld i ovne og kedler af enhver art samt til køle- og fryserum og -skabe. Rumvægt 100-120 kg pr. m<sup>3</sup>. Sække à 1 hl à 10-12 kg.

### MICA-FYLD NR. 3-4

Anvendes som indskud i etageadskillelser. Rumvægt 80-100 kg pr. m<sup>3</sup>. Sække à 1 hl à 8-10 kg. Til ethvert formål kan specielle kornstørrelser fremstilles efter opgave. Brochurer og yderligere oplysninger fås på fabrikken.

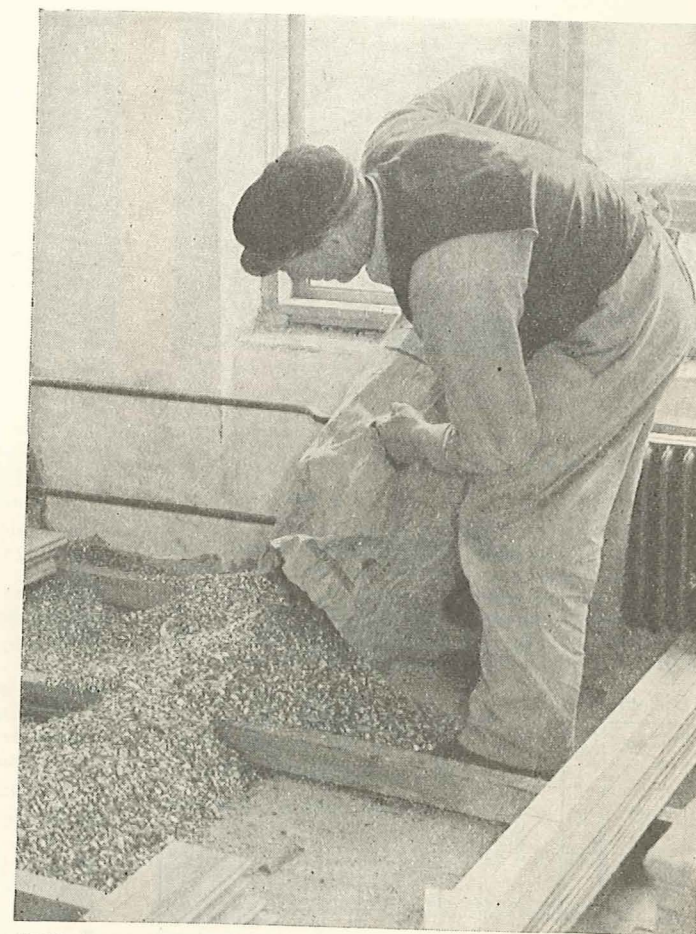
### BLANDINGSFORHOLD FOR MICA BETON

Materialer		Blandingsbetegnelser			
		1:4	1:6	1:8	1:10
Materialeforbrug ved blanding af 1 hl	Mica-fyld 2-3	1 sæk	1 sæk	1 sæk	1 sæk
	Cement	25 liter ¾ pose	18 liter ½ pose	12 liter ⅓ pose	10 liter ¼ pose
	Vand	30-40 liter vand			

Mica-fyldet og cementen sammenblandes og tilsættes vand til en jævn, ensfarvet ikke for våd mørtel. Blandingen skal ikke fortsættes længere end nødvendigt, idet betonen svinder ved for lang blandetid.

### UDSTØBNING AF MICA BETON

Mica-beton kan transporteres i spande, med trillebør og skovles fuldstændigt som almindeligt beton.



MICA-FYLD SOM INDSKUD

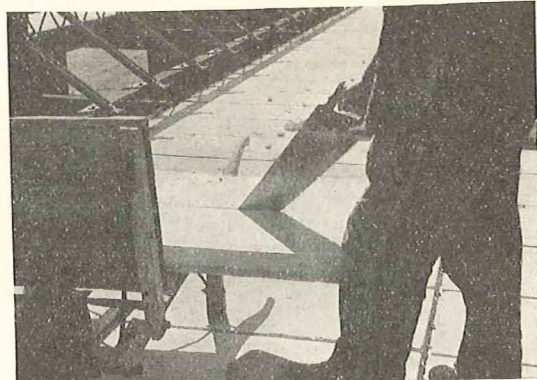


# DANSK GASBETON AKTIESELSKAB

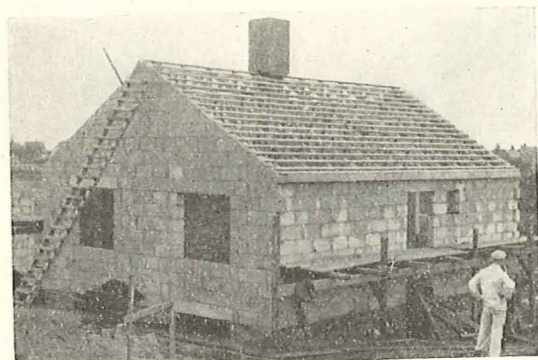
KØBENHAVN · TELF. C. \*9575 · RIGSTELF. 339



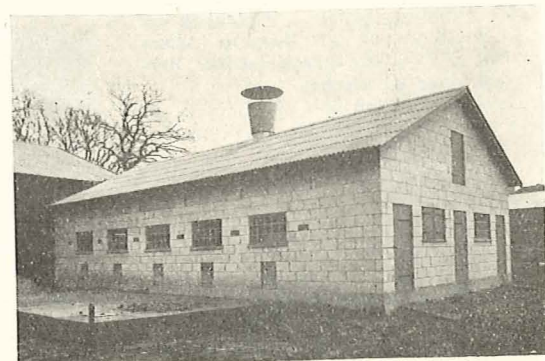
Opmuring af gasbeton



Tilskæring af gasbeton



Parcelhus af gasbeton



Stald af gasbeton

### Leveringsformer:

#### Gasbetonsten

**Anvendelse:**  
Til bærende ydermure og skillevægge i 1, 2 og 3 etagers bygninger.  
Til lette skillevægge.  
Til udmuring af skeletbygninger.  
Til såvel udvendig som indvendig isolering af jernbetonbygninger, betontage, kældermure m. m.

#### Dimensioner:

Længde cm	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Højde cm	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Tykkelse cm	5	6	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30
Vægt kg/m <sup>2</sup> ca.	40	48	60	80	100	120	140	160	180	200	240

#### Armerede gasbetonbjælker

**Anvendelse:**  
Til vindues- og dørøverliggere.

#### Dimensioner:

Højde: 25 cm.  
Længder: 101, 126, 152, 177, 203, 228, 254, 279 og 305 cm.  
Tykkelser: 10,0, 12,5, 15,0, 17,5, 20,0, 22,5, 25,0 og 30 cm.

#### Armerede gasbetonplader

**Anvendelse:**  
Isolerende tagplader til fabriksbygninger, staldbygninger, garagebygninger m. v.

#### Dimensioner:

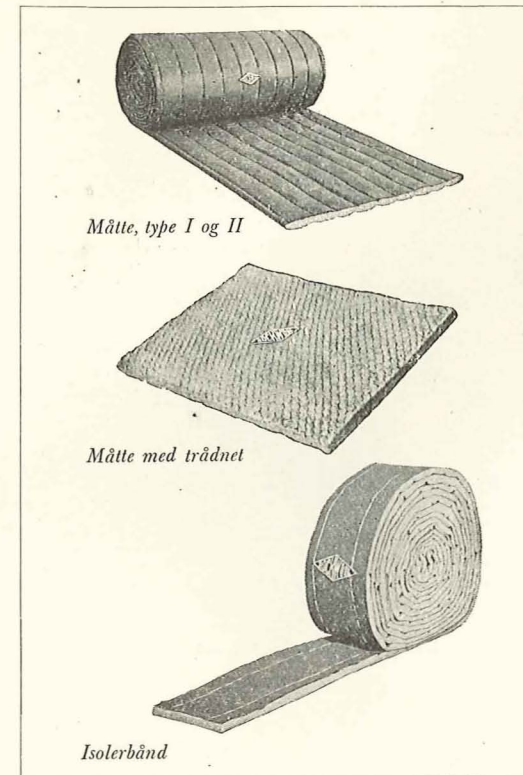
Bredde: 50 cm.  
Længder: 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5 og 6,0 m.  
Tykkelser: 10,0, 12,5 og 15 cm.

#### Service:

Firmaet opgiver beredvilligt priser og tekniske oplysninger.

# AKTIESELSKABET ROCKWOOL

KØBENHAVN · TELF. C. \*9575 · RIGSTELF. 339



Måtte, type I og II

Måtte med trådnæt

Isolerbånd

#### Rockwool fabrikater

#### Rockwool måtter, type I

**Udførelse:** Indsyet og omsl. af imprægneret asfaltpapir.  
**Anvendelse:** Til indstøbning i beton og betongulve, til lyd- og varmeisolerering.  
**Dimensioner:** Bredde 90 cm. Tykkelser 10, 15 og 20 mm i 10 m længder og tykkelser 25, 30, 40, 50 og 60 mm i 5 m længder.  
Andre dimensioner på bestilling.

#### Rockwool måtter, type II

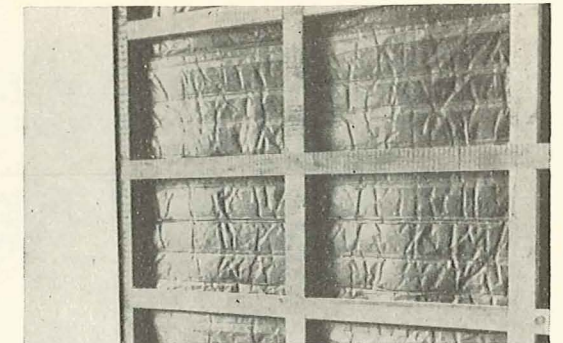
**Udførelse:** Indsyet imellem imprægneret crepepapir.  
**Anvendelse:** Til varmeisolerering af rør, beholdere, tagkonstruktioner, bjælkelag m. m. Til lyd- og varmeisolerering af skillevægge og etageadskillelser.  
**Dimensioner:** Bredde 90 cm. Tykkelser 10, 15 og 20 mm i 10 m længder og tykkelser 25, 30, 40, 50 og 60 mm i 5 m længder.  
Andre dimensioner på bestilling.

#### Rockwool måtter med trådnæt

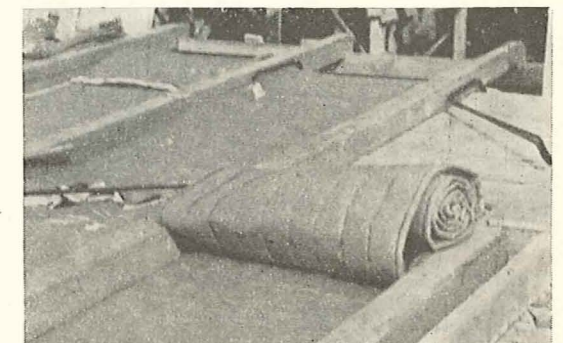
**Udførelse:** Beklædt med galvaniseret trådnæt på en eller begge sider.  
**Anvendelse:** Til bygningsbrug: For varme- og lydisolering på skille- og ydervægge.  
Til akustiske konstruktioner.

#### Rockwool rørisolering med bølgepap

**Produkt:** Rørisolering af formlåst Rockwool med kappe af bølgepap.  
**Anvendelse:** Isolering af både varme og kolde rør.



Rockwool måtte, type II, som lydisolering i skillevæg



Rockwool måtte, type II, som varmeisolation i tag

#### Rockwool rørisolering med trådnæt

**Produkt:** Formtilpasset rørisolering med trådnæt på en eller to sider.  
**Anvendelse:** Til isolering af rør med høje temperaturer, store dimensioner eller store isolationstykkelser.

#### Rockwool isolerbånd

**Produkt:** Måtte type II i tilskårne strimler.  
**Anvendelse:** Ved varmeisolerering til omvikling af rørbøjninger. Ved lyd- og varmeisolerering af etageadskillelser, til opklodsning af strøer, hvorimellem der desuden kan udlægges granuleret Rockwool.  
**Dimensioner:** Længde 10 m. Bredder 6, 9 og 18 cm. Tykkelser 10, 15, 20 og 25 mm.

#### Løs Rockwool isolation

**Anvendelse:** Udfyldning af hulrum i vægge til ovne og kedler m. m.  
**Levering:** I papirsække à 15 kg.

#### Granuleret Rockwool isolation

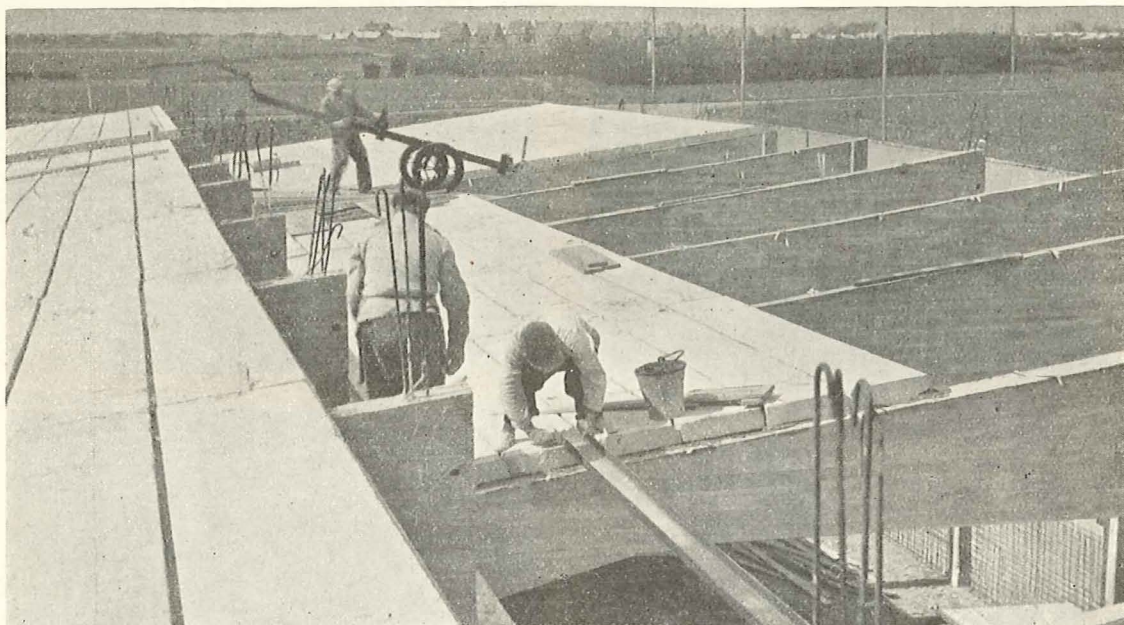
**Anvendelse:** Til indskud, udfyldning af hulrum og vanskeligt tilgængeligt steder. Er lettere at arbejde med end den løse.  
**Forbrug:** Stopningsvægt som indskudsmateriale 120-150 kg/m<sup>3</sup>.  
**Levering:** I papirsække à 20 kg.  
**Kendemærke:** Rød etiket.

Firmaet giver beredvilligt priser og tekniske oplysninger.



## AKTIESELSKABET SIPOREX

AALBORG · RIGSTELF. NR. 949 · JYDSK TELF. NR. 6817



## SIPOREX LETBETON

leveres som TAGPLADER · BYGGEBLOKKE · ISOLERINGSPLADER

### Tagplader

Tykkelse	Længde i cm										Bredde	
8,7 cm	100	150	200									50 cm
10,0 »	100	150	200	250								50 »
11,8 »	100	150	200	250	300	350						50 »
14,5 »	100	150	200	250	300	350	400	450				50 »
16,0 »	100	150	200	250	300	350	400	450	500			50 »
18,0 »	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550		50 »
20,7 »	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	50 »

### Byggeblokke

Tykkelse	Længde	Højde
15 cm	50 cm	25 cm
17 1/2 »	50 »	25 »
20 »	50 »	25 »
22 1/2 »	50 »	25 »
25 »	50 »	25 »
27 1/2 »	50 »	25 »
30 »	50 »	25 »

### Isoleringsplader

Tykkelse	Længde	Højde
5 cm	50 cm	25 cm
7 1/2 »	50 »	25 »
10 »	50 »	25 »
12 1/2 »	50 »	25 »
15 »	50 »	25 »

SIPOREX-letbeton forhandles af bygningsmaterialeforretninger. Brochurer og yderligere oplysninger hos forhandlerne og fra fabrikken.

## TAGE PEETZ & CO.

KRISTIANSGADE 22 · KBHVN. · TLF. C. 5530

## HØJPORØS KRAMFORSPLADE TYPE M

### Produkt:

Højpørøs isoleringsplade fremstillet af pisket cellulosemasse.

### Anvendelsesområde:

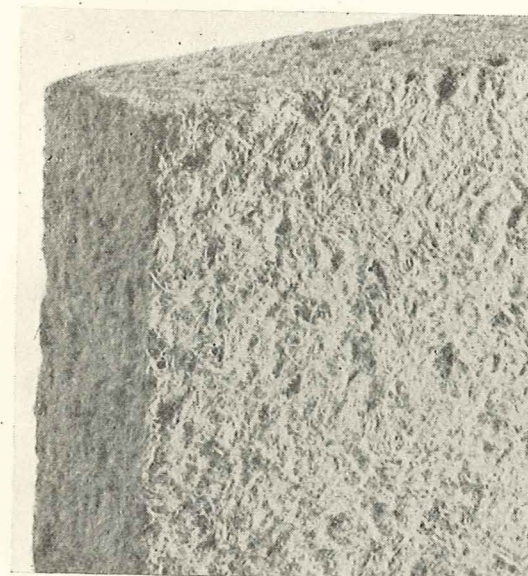
Varmeisolerende udfyldning i vægge, etageadskillelser, loft og tagkonstruktioner.

Efterisolering af vægge og tage.

Isolering af køle- og fryseanlæg.

Endvidere anvendes pladen ved akustiske og lyd-dæmpende konstruktioner.

Plader er imprægneret mod fugt, skadedyr, råd og svamp.



### Dimensioner:

Tykkelse: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80 og 85 mm

### Standardformat:

122×274 cm (4×9')

122×183 cm (4×6')

122×137 cm (4×4 1/2')

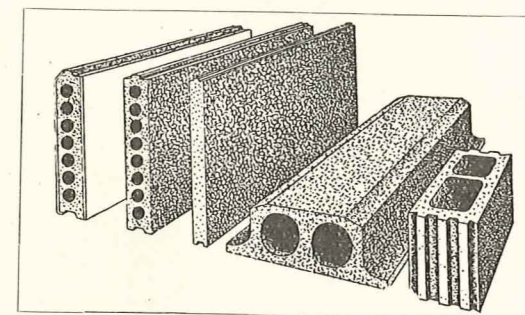
### Vægt:

Ca. 60 kg pr. m<sup>3</sup>.

Firmaet står til disposition med alle yderligere oplysninger

## DANSK DURISOL A. M. B. A.

RYSENSTENSGADE 14 · KBHVN. V · TLF. C. 10 565



### Durisol fabrikater

Skriv efter oplysninger og brochure til

**Durisol**

Nørresundby. Telf. Aalborg 6165—6250.

Byggeteknisk Service, Rysenstensgade 14, København V. — Telf. C. 10.565.

### Fabrikspudsede plader

10 cm tykke, 150 cm×50 cm — til skeletkonstruktioner. Tørt, demontabelt byggeri. — Særlig til erhvervsbyggeri.

### Isoleringsplader

i 3, 4, 5, 6 og 8 cm tykkelse, størrelse 150 cm×50 cm alle undt. 3 cm med fjer og not.

### Hurdisblokke

i 8, 12, 15, 18 og 21 cm tykkelse, størrelse 150 cm×50 cm — til etageadskillelser.

### Hulbloksten

20 cm tykke, 50 cm×25 cm til ydermure.

### Durisol-skærver

til indskudsmateriale og letbeton.



Eftertryk tilladt, men kun mod kildeangivelse  
Reproduction permitted when reference is made to this direction  
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT, KØBENHAVN  
1. udgave 4000 eksemplarer

Trykt hos / Printed at  
KROHNS BOGTRYKKERI, HARALD JENSENS BOGTRYKKERI  
KØBENHAVN

Clicheer fra / Cliches from  
FOLKER & SØN, KØBENHAVN

Omslag tegnet af / Cover by  
ERLING ZEUTHEN NIELSEN, ARKITER T M. A. A.