

SÆRTRYK nr. 101

DK 699.86

Boligselskabernes årbog 1958

kr. 2,-

Poul Becher

Isolering

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
I kommission hos Teknisk Forlag · København 1958

61231P
Statens Byggeforskningsinstitut
Bibliotekseksemplar 2

ISOLERING

AF CIVILINGENIØR, DR. TECHN. POUL BECHER, STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Der findes vel efterhånden ingen, der ikke ved, at vore huse bør varmeisoleres, men det er sikkert de færreste, der helt har gjort sig klart hvorfor og hvorledes.

Til syvende og sidst er det den stigende velstand og de større krav til livets goder, der medfører, at vore huse må isoleres bedre. Alligevel føles varmeregningerne stadig mere tyngende. Folk vil nok have det varmt og rart, men da de på den anden side ikke kan se varmen, vil de nødtigt betale ret meget derfor.

En nem måde at spare varme på er imidlertid at varmeisolere, og da alle er interesserede i at spare brændsel af mange forskellige grunde, må det siges at være en borgerpligt for alle, der har med byggeri at gøre, at sørge for, at såvel gamle som nye huse bliver ordentligt varmeisolerede.

Brændselspriserne

Før krigen var der ikke mange, der tænkte dybere over varmeregningerne. Brændsel var billigt, i virkeligheden alt for billigt, og priserne lå meget fast fra år til år. Efter krigen kom det imidlertid til at se anderledes ud.

På fig. 1 er vist, hvorledes brændselspriserne har udviklet sig sammenlignet med detailpristallet. Mens pristallet er steget til lidt over det dobbelte fra 1938 til i dag, er brændselspriserne steget til det 3-5 dobbelte, og foreløbig ser det stadig ud til, at brændselspriserne vil stige stærkere i fremtiden end det almindelige pristal.

Det betyder, at det gælder om hurtigt muligt at få gjort alt, hvad der kan gøres for at spare på det dyrebare brændsel og ikke se så nøje på udgifterne til de brændselsbesparende foranstaltninger. Det vil med årene blive en mere og mere lukrativ forretning. Beboerne bør derfor heller ikke være

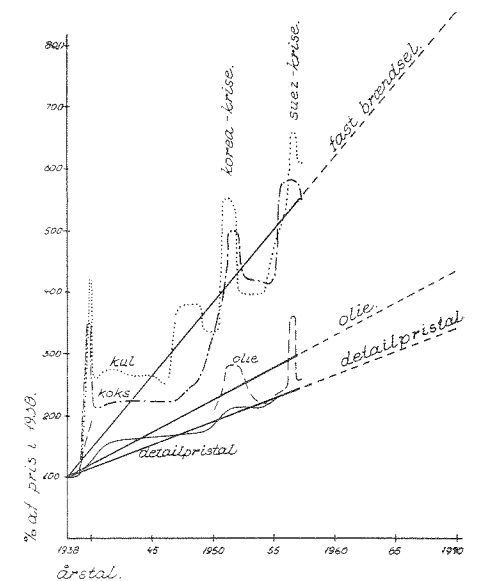


Fig. 1. Detailpristallets og brændselspriserens udvikling siden 1938. Det fremgår af diagrammet, at brændselspriserne er steget langt stærkere end pristallet, og da der ikke ser ud til foreløbig at ske nogen ændring heri, betyder det, at en brændselsbesparende foranstaltning, der i dag dårligt betaler sig, senere vil komme mange gange igen.

betænkelige ved de i virkeligheden ret små forhøjelser af huslejen, som sådanne brændselsbesparende forbedringer vil medføre, i det lange løb vil den samlede boligudgift til husleje + varme blive mindre.

Husejerne og boligselskaberne er også interesserede i, at varmeudgifterne i deres ejendomme bliver de mindst mulige. Før eller senere vil boligmarkedet igen blive frit, og publikum vil efterhånden lære at vurdere en lejlighed, ikke alene ud fra huslejen, men også ud fra varmebidraget. Forhåbentlig bliver det engang således, at varmebidraget opgives i annoncerne sammen med huslejen.

Samfundet som helhed er ligeledes interesseret i, at der spares brændsel. Udgiften til

Industri, håndværk og anlægsvirksomhed	32 %
Landbrug, gartneri og fiskeri	4 %
Transport	18 %
Boligopvarmning	30 %
Opvarmning iøvrigt (kontorer, industri, offentlige bygninger m. v.)	16 %
	100 %

Tabel 1. Omtrentlig fordeling af Danmarks energiforbrug i 1954. Bygningsopvarmningen sluger nær ved halvdelen af de 2 milliarder kroner, som energiforsyningen koster i valuta om året.

brændsel er den største enkeltpost på valuta-regnskabet, den nærmer sig stærkt to milliarder kroner om året, og henved halvdelen anvendes til bygningsopvarmning.

For at give et begreb om, hvor store beløb det drejer sig om, kan det anføres, at hvis alle landets 1 million lejligheder var varmeisoleret rationelt, som det nedenfor skal vises, ville brændselsforbruget til opvarmning være så meget mindre, at vi i løbet af årene siden krigen kunne have købt biler for de sparede penge til alle de familier, der ikke har bil idag.

Brændselsmanglen

Brændselsforsyningen er dog ikke alene et spørgsmål om priser, det er også et problem at skaffe brændsel i det hele taget. Atomkraftens anvendelse i større skala ligger langt ude i fremtiden, og de første 20-30 år må vi indstille os på at skulle klare os igennem med de traditionelle former for energiforsyning, fast og flydende brændsel og vandkraft.

Som på så mange andre områder er Europa også uheldigt stillet i denne henseende i forhold til USA. USA har meget store kulreserver, og kullene ligger meget højt, så de er lette at bryde, hvilket er grunden til, at amerikanske kul er konkurrencedygtige her i landet, sml. fig. 2.

Vore kulleleverandører begynder også at blive påholdende, og selv England køber nu kul i USA, idet Englands produktion ikke siden krigen har været i stand til at dække hjemmeforbruget. Europa og dermed Danmark er henvist til at dække sit voksende energibehov med olie, og det kan vi kun få i

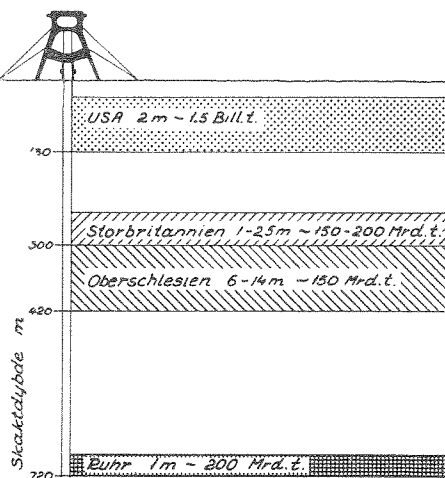


Fig. 2. Skaktybder og tykkelser af de vigtigste kullag i de lande, der leverer kul til Danmark. I 1955 kostede kullene bragt op på jordoverfladen i USA kr. 30,- pr. t, i England kr. 60,- pr. t og i Tyskland kr. 100,- pr. t.

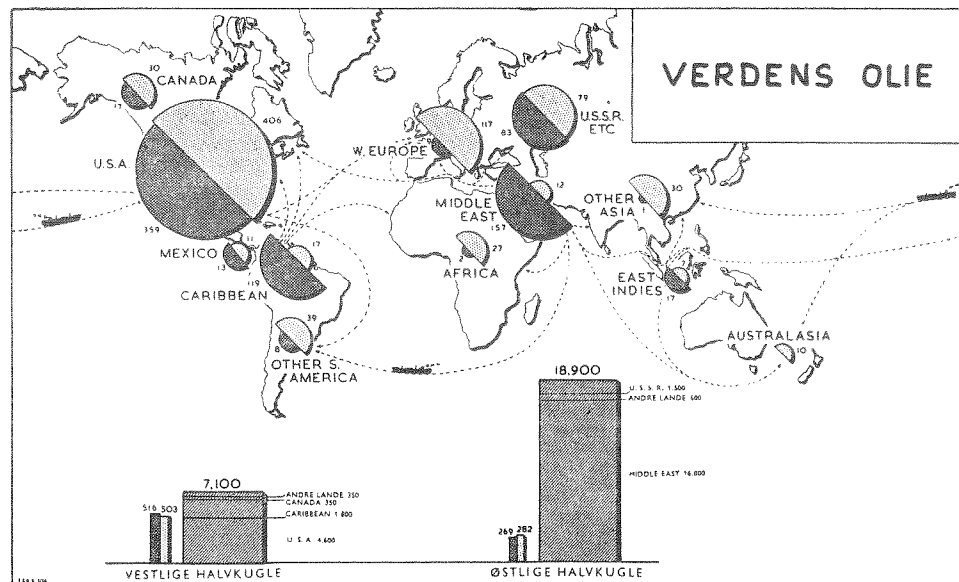


Fig. 3. Produktion og forbrug af olie. Der er to store områder med olieforekomster: et fra Borneo over Arabien op mod Danmark, et andet fra Venezuela over USA mod Alaska. Af kortet fremgår, hvilket misforhold der er mellem produktion og forbrug i Europa. Da der ikke mere vil ske transport af olie over Atlanten i normale tider, er Orienten det eneste sted, hvor Europa kan få dækket sit voksende energibehov. Prikkede ovaler angiver forbrug, krydsskraverede produktion og skraverede reserver. Tallene angiver millioner tons olie.

Det mellemste Østen. Her ligger verdens største oliereserver, og det er herom, de politiske kampe drejer sig. Man regner med, at Vesteuropa i de kommende 10 år skal investere 800 milliarder kroner i transportmidler og opbevaringsanlæg for olie, lige så meget som vi hidtil har investeret. Hertil kommer, at vi for hver ton olie, vi køber, i prisen betaler kr. 50,— til investeringer i olieudvindingsanlæg i Det mellemste Østen.

Det værste er, at vi i Vesteuropa vil blive ringere og ringere stillet med hensyn til kul. Der har i århundreder været brudt kul i Europas miner, og de bedste er ved at være tømte. Brydningen bliver derfor mere og mere besværlig, og kullenes kvalitet ringere. Der er ganske vist håb om at finde større mængder olie i Nordvesteuropa, fordi det ene af de to områder med olieforekomster

strækker sig her op imod, men endnu er det ikke fundet. Det samme gælder i Nordafrika.

Udsigterne er altså ikke alt for lyse, og det må derfor hilses med tilfredshed, at man nu endelig har fået nedsat et energiråd, som skal vejlede regeringen i alle spørgsmål om energiforsyningen.

Andre fordele ved varmeisolering

Bedre varmeisolering har imidlertid andre fordele end nedsættelse af brændselsforbruget. Disse fordele kan ikke så nemt gøres op i penge og tæller derfor ikke rigtig i folks bevidsthed.

For det første medfører isoleringen, at vedligeholdelsesomkostningerne nedbringes.

Det er ikke alle, der har så gode boligvaner, som de burde have, og sørger man ikke for ordentlig udluftning af lejligheden, er der meget stor fare for nedslag af kondensvand fra den fugtige rumluft på ydervægge og vinduer. Når yderfladerne isoleres, hæves den indvendige overfladetemperatur, og faren for fugtpletter o. lign. bliver meget mindre.

Det er også en kendt sag, at malingen på dobbelte vinduer holder meget længere end på enkelte, vel at mærke når de dobbelte vinduer er udført rigtigt med ventilation af glasmellemrummet udadtil.

Dette kan måske endda gøres op i penge, men den anden store fordel ved isoleringen, at opholdet i en godt isoleret lejlighed bliver langt behageligere, er naturligvis vanskeligere at få øje på.

Det er imidlertid en kendsgerning, at man føler sig langt bedre tilpas i en stue, hvor yderfladerne er godt isolerede, end i et gammeldags hus med kolde vægge og lofter. Dette skyldes, at mennesket skal af med en ganske bestemt mængde overskudsvarme, som afgives dels ved opvarmning af den luft, der stryger forbi legemet, og dels ved varme-stråling til koldere omgivelser. Bliver de omgivende vægge for kolde, stiger strålingstabet fra legemet, og legemets varmebalance kommer ud af ligevægt, hvad der føles ubehageligt.

Om det har nogen sundhedsmæssig fordel at nedsætte strålingstabet, er vel vanskeligt at påvise, men skade kan det i hvert fald ikke.

Den tredje fordel ved den bedre isolering skyldes, at det bliver lettere og billigere at holde huset godt varmt. Folk vil derfor i almindelighed, når de har fået isoleret, holde en noget højere rumtemperatur end før, og dette medfører igen, at de kan gå lettere påklædt inden døre, og at de spiser en lille smule mindre. Det er muligt at gøre dette nogenlunde op i penge, og det viser sig, at for en familie på fire personer vil på langt

sigt den lille brændselsbesparelse, der opnås ved at sænke rumtemperaturen, sluges af en 10-20 gange så stor merudgift til klæder og madvarer. Tøj- og madkalorier er langt, langt dyrere end brændselskalorier.

Myndighedernes krav til isolering

I de gældende byggelove findes ingen krav om varmeisolering i moderne forstand, og langt den største del af den eksisterende boligmasse er derfor bygget uden tanke herfor.

Det første krav kom i februar 1947, idet der i kravene til statsstøttet byggeri forlangtes, at transmissionstallet for ydervægge ikke måtte komme over 1,00.

Det var faktisk en stor dag i dansk byggeri, da man tog mod til sig og fremsatte dette krav, og udviklingen har vist, at det var fuldstændig rigtigt at gøre det.

Det tog selvfølgelig nogle år, før de byggende blev helt klare over, hvordan de skulle efterleve kravet, men der er nu ingen projekterende arkitekter eller ingeniører med respekt for sig selv, der ikke isolerer endnu bedre end krævet.

Efterhånden er byggematerialeindustrien også kommet så godt med, at Boligministeriet har været i stand til at skærpe og præcisere kravene til varmeisolering. I de nu gældende tekniske krav til etagebyggeri fra 1956 findes en oversigt som tabel 2 med angivelse af transmissionstal, som skal overholdes for de forskellige bygningsdele. Transmissionstallene skal beregnes efter Dansk Ingeniørforenings »Regler for beregning af varmetab fra bygninger«.

I tabellen er der taget hensyn til, at materialerne har forskellig varmeakkumulerings-evne. En trævæg eller en letbetonmur vejer ikke så meget som en teglstensmur, de akkumulerer derfor ikke så megen varme og afkøles hurtigere, eller en temperatursenkning udvendig slår lettere igennem. Dette må modvirkes ved at sænke transmissionstallet for lette vægge, så de holder bedre på den varme, der er indvendig.

Ydervægge

teglstensmure	k = 1,2 kcal/m ² · h · °C
letbetonmure	k = 1,05 —
jernbeton- eller grovbetonvægge med isolering	k = 1,05 —
andre vægge end de ovenfor nævnte	k = 0,9 —

Indervægge

mod uopvarmede rum udenfor den egentlige lejlighed k = 1,7 —

Tag og tagvægge mod tag k = 0,7 —

Etageadskillelser

mod ikke særlig kolde, uopvarmede rum f. eks. kældre, hvorigennem der løber isolerede varmeledninger k = 0,65 —

over det fri eller mod særlig kolde rum såsom: port-rum, skarnkasserum, brændselsrum, tørrerum og gennemgange og direkte mod jord eller mod særlig varme rum såsom: kedelrum og bagerier k = 0,5 —

Tabel 2. Boligministeriets krav til varmeisolering i statsstøttet etagebyggeri 1956. Transmissionstallene eller k-værdierne må ikke være højere end angivet og skal beregnes efter Dansk Ingeniørforenings »Regler for beregning af varmetab fra bygninger«.

Tag er som regel meget lette og i almindelighed meget billige at isolere kraftigt, så herfor kan forlanges et lavt transmissionstal.

Der forlanges også en moderat isolering af indervægge mod kolde rum, f. eks. trapperum, for selv om temperaturen på væggen side aldrig bliver så lav som udenfor, er sådanne vægge som regel ret store, og varmetabet derigennem er betydeligt, hvis de ikke isoleres noget.

Endvidere forlanges der i statslånskravene dobbelte vinduer og yderdøre i alle opvarmede rum.

I statslånskravene til småhusbyggeri har man ikke ment at kunne stille fordringer i form af overholdelse af bestemte transmissionstal, idet der ofte ikke anvendes sagkyndig teknisk assistance ved sådant byggeri. Her er som eksempel angivet en række konstruktioner, som er tilstrækkelig godt varmeisolerende, og som uden videre kan anvendes. Det fremgår heraf, at den tidligere næsten overalt anvendt 30 cm hule mur med massive tunge teglsten både i for- og bagmur ikke må anvendes mere. Bagmuren, og helst også formuren, skal udføres af godt isolerende sten.

I kravene til etagebyggeri findes en lignende liste, således at de projekterende slipper for at beregne transmissionstallene for de almindeligste typer.

Iøvrigt findes der i de foran nævnte »Regler for beregning af varmetab fra bygninger« tabeller over en lang række konstruktioner med direkte angivelse af deres transmissionstal.

I vejledningen til statslånskravene for etagebyggeri findes desuden en tabel som vist her i tabel 3 over de mest økonomiske isoleringstykkelser. Det er de tykkelser, som, alle forhold taget i betragtning, giver de mindste boligudgifter for beboerne, nemlig til husleje + varme. Det anbefales derfor at anvende disse tykkelser, der er betydeligt større end de, der tilfredsstiller kravene, og de burde anvendes i langt højere grad, end det vist nok er tilfældet.

I fortegnelsen over på forhånd godkendte konstruktioner er i kravene angivet en del konstruktioner, hvor disse svære isoleringstykkelser er anvendt. I tabel 4 er disse anbefalelsesværdige konstruktioner opstillet, og enhver bygherre burde forlange dem anvendt.

Konstruktion	Isoleringsmateriale	Den mest økonomiske tykkelse i cm
Ydervægge, tage og etageadskillelser	Korkplader	3 — 4
	træuldbetonplader	10
	mineraluldsmåtte	10
	løse fyldstoffer	10 — 15
	letbetonblokke på teglstensmur	10
	molersten og klinkerbetonmursten i bagmur	11 — 17,5
Ydervægge bag radiatorer	letbetonblokke på jernbetonvæg eller -tag	15 — 17,5
	fuld mur af letbetonblokke	22,5
	korkplader	7,5
	træuldbetonplader	10

Tabel 3. De mest økonomiske isoleringstykkelser, som Boligministeriet anbefaler at anvende. Disse isoleringstykkelser giver de mindste samlede udgifter for beboerne til husleje + varme.

Beregning af den mest økonomiske isoleringstykkelser

Hvorledes den mest økonomiske isoleringstykkelser bestemmes er vist i en rapport, Økonomisk varmeisolering, som Statens Byggeforskningsinstitut har udsendt første gang i 1949.

Driftsudgifterne i varmeøkonomisk henseende ved en ydervæg består af følgende:

1. forrentning og afskrivning af byggeudgifterne,
2. brændselsudgifterne til dækning af varmetabet,
3. forrentning og afskrivning af varmeanlægget, og
4. lejen for den plads, væggen optager.

Dette er, hvad beboerne skal betale i husleje + varme, og de er selvfølgelig interesserede i, at disse udgifter tilsammen bliver de mindst mulige. Det er det, der tæller i det lange løb; hvad huset har kostet at opføre,

interesserer ikke primært beboerne. Hvad hjælper det at sidde med en lav husleje, fordi huset er billigt og dårligt bygget, når varme-regningen til gengæld bliver stor.

Hvis priserne pr. m² væg og de tilsvarende transmissionstal kendes, er det meget nemt at beregne driftsudgifterne, der kan optegnes, som vist på fig. 4 og 5.

På fig. 4 er vist forholdene for en 35 cm teglstensmur isoleret indvendig med træuldbeton. Driftsudgifterne D, det beboerne skal betale pr. m² væg i husleje + varme, er beregnet for en kulpris på 200,— kr./t, dagsprisen, og for en kulpris på 400,— kr./t.

Med dagsprisen ses den mest økonomiske isoleringstykkelser at ligge på ca. 10 cm træuldbeton med en driftsudgift på ca. 10,— kr./m² · år. Den uisolerede mur ses at have en driftsudgift på ca. 12,— kr./m² · år. Hvis muren, når huset bliver opført, beklædes med 10 cm træuldbeton, vil beboerne altså bo 2,— kr. pr. m² ydermur billigere om året.

Ydervægge

- 47 cm fuld mur af mangehulsten, 1800 kg/cm³ for teglmassen, fuget udv., pudset indv. k = 0,85
- 47 cm fuld mur af lette mangehulsten, 1600 kg/m³ for teglmassen, pudset udv. og indv. . . . k = 0,78
- 47 cm fuld mur, formur af massive, tunge teglsten, 1800 kg/m³, løbere og bindere, bagmur af klinkerbetonmursten, 600 kg/m³, fuget udv., pudset indv. k = 0,75
- 35 cm fuld mur af lette mangehulsten, 1600 kg/m³ for teglmassen, pudset udv. og indv. k = 0,99
- 35 cm fuld mur, formur af massive, tunge teglsten, 1800 kg/m³, bagmur af klinkerbetonmursten, 600 kg/m³, fuget udv., pudset indv. k = 0,87
- 35 cm hul mur af mangehulsten, 1800 kg/m³ for teglmassen, med faste binderkolonner, fuget udv. og indv. isoleret med 10 cm træuldbeton k = 0,46
- 35 cm hul mur af mangehulsten, 1800 kg/m³ for teglmassen, med ståltrådsbindere og med udfyldning af betonklinker, fuget udv., pudset indv. k = 0,66
- 30 cm hul mur med ståltrådsbindere med formur af massive, tunge teglsten, 1800 kg/m³, bagmur af molersten, 800 kg/m³, fuget udv., pudset indv. k = 1,06
- 22,5 cm mur af letbetonblokke, 600 kg/m³, pudset udv. og indv. k = 0,83
- 15 cm jernbeton isoleret med 15 cm letbetonblokke, 400 kg/m³, pudset udv. og indv. k = 0,68
- 15 cm jernbeton isoleret udvendig med 4 cm kork opsat i mørtel, pudset udv. og indv. k = 0,77
- do. — men med 10 cm træuldbeton opsat i forskallingen . . . k = 0,63

Lette ydervægge med vægt under 100 kg/m² væg bør isoleres særlig godt på grund af væggenes dårlige varmeakkumuleringsevne, transmissionstallet bør ikke komme over k = 0,6. Som eksempler kan nævnes:

- Trævæg, stolpevæg med brædder udvendig og indvendig, og isoleret i hulrummet med 5 cm isoleringsmåtte k = 0,59
- 2 gange 7,5 cm træuldbeton på træskelet pudset udv. og indv. k = 0,46

Indervægge

- ¾ stens mur af mangehulsten, 1800 kg/m³ for teglmassen, pudset på begge sider k = 1,5
- ¾ stens mur af massive, tunge teglsten, 1800 kg/cm³, isoleret med 3,5 cm træuldbeton, opsat i mørtel, pudset på begge sider . . . k = 1,09
- do. — men isoleret med 1,5 cm kork opsat i mørtel k = 1,04
- 10 cm jernbetonvæg isoleret med 6 cm Durisol, opsat i mørtel . . k = 1,03

Tage og tagvægge mod tag

- Teglstenstag indv. med forskalling, rør og puds og isoleret med 10 cm mineraluldsmåtter k = 0,3
- massivt tag af 22,5 cm armeret letbeton, 850 kg/cm³, 2 lag asfalt-pap på oversiden og pudset på undersiden k = 0,96

Etageadskillelser

- Træbjælkelag med gulvbrædder, 10 cm indskud af mineraluld, forskalling, rør og puds k = 0,27
- 14 cm jernbetonetageadskillelse med strøer og gulvbrædder isoleret med:
 - 10 cm betonklinker k = 0,52
 - 10 cm brændt, knust moler k = 0,54
 - 10 cm Durisol-skærver k = 0,54
 - 10 cm celgrus k = 0,41
 - 10 cm Vermiculite k = 0,41
 - 10 cm mineraluld k = 0,27

Tabel 4. Nogle af de konstruktioner, som Boligministeriet anbefaler som særlig varmeøkonomiske.

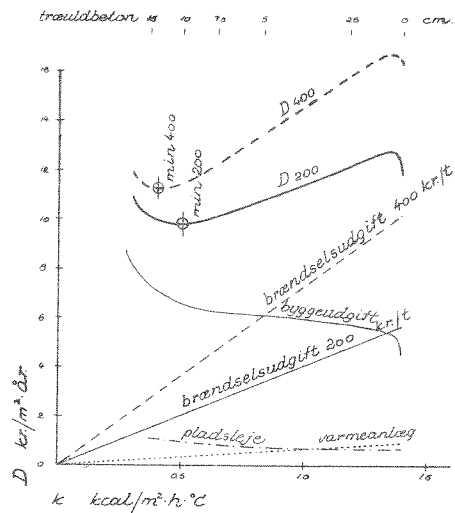


Fig. 4. Diagram, der viser, hvorledes de årlige driftsudgifter D bestående af husleje + varme varierer med tykkelsen af trældbetonpladerne, som en 35 cm fuld mur af tunge teglsten isoleres med. Dette eksempel med en teglstensmur er valgt, fordi det viser, at det altid kan betale sig at isolere en teglstensmur ekstra. Alle gavlmure bør alene af varmeøkonomiske hensyn isoleres godt.

Hvis man tænker sig, at der er tale om gavlene i en 3-etages blok med 36 lejligheder, vil besparelsen for hele blokken være ca. 200,— kr. om året, et ganske pænt beløb.

Figuren viser, at den mest økonomiske tykkelse ligger på ca. 13 cm trældbeton, når der regnes med den dobbelte brændselspris, 400,— kr./t. Minimet flytter sig ikke ret meget, den mest økonomiske isoleringstykkelser er næsten uafhængig af prisudviklingen. Disse beregninger ville heller ikke være meget værd, hvis det ikke var sådan, da huset skal stå i mange år, mens brændselspriserne ændrer sig.

På fig. 5 er vist driftsudgifterne for en letbetonmur. Her ses den mest økonomiske tykkelse i dag at ligge på ca. 23 cm, og med en dobbelt så høj brændselspris på ca. 28 cm. Letbetonydervægge bør altså være 25 cm tykke, og denne tykkelse vil gælde som den mest økonomiske en lang årrække fremover.

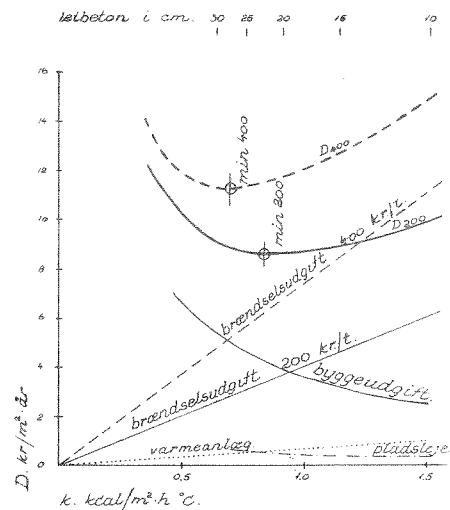


Fig. 5. For en fuld mur af letbetonblokke, 600 kg/m³, stiller de årlige udgifter sig som vist her. Det ses her ligesom på fig. 4, at den mest økonomiske isoleringstykkelser ikke ændrer sig synderligt, selvom brændselsprisen fordobles.

Hvis man regner en mængde forskellige konstruktioner igennem på denne måde, kommer man til en liste som tabel 3, der viser de mest økonomiske isoleringstykkelser. I denne tabel er angivet større isoleringstykkelser for ydervægge bag radiatorer, hvilket skyldes, at væggens indvendige overflade her bliver varmere, og varmetabet derfor større end ved en normal væg.

Det karakteristiske ved den slags kurver, som er vist på fig. 4 og 5, er, at de er ret flade omkring minimet; det spiller altså ikke så stor rolle, om man går lidt til den ene eller anden side. Hvor det er vanskeligt at skaffe kapital, kan det altså være tilrådeligt at anvende en lidt mindre tykkelse, så byggeudgifterne bliver de mindst mulige. Her må man dog ikke glemme, at når der isoleres, skal centralvarmeanlægget være mindre, og dermed bliver det billigere. I mange tilfælde vil det være sådan, at det ekstra, isolering-

gen koster, tjenes ind igen på varmeanlægget, således at den samlede byggeudgift ikke bliver større. Dette gælder f. eks. for dobbelte vinduer; et hus med centralvarme bliver lige dyrt, hvad enten det bygges med dobbelte eller enkelte vinduer.

Men i mange tilfælde koster det slet intet at isolere godt. De lette moderne teglsten f. eks. bliver ikke dyrere end de gammeldags, massive, tunge mursten, der isolerede dårligt.

Valg af isoleringsmateriale

Det bedste isoleringsmateriale, der findes, er stillestående luft, og jo flere luftfyldte porer et byggemateriale indeholder, jo bedre isolerer det. Derfor er de letteste materialer de bedste isoleringsmaterialer, og på fig. 6 er vist et diagram over sammenhængen mellem materialernes vægt og isoleringsevne.

Isoleringsevnen angives som den varmemængde i kilokalorier, der går igennem 1 m² af materialet med tykkelsen 1 m og en temperaturforskel på 1°C mellem de to overfladetemperaturer. Den kaldes varmeledningstallet og betegnes sædvanligvis med λ (det græske bogstav lambda) med dimensionen kcal/m · h · °C (kilokalorier pr. m pr. time pr. grad Celsius).

Af kurven på fig. 6 fremgår, at når vægten er under 200 kg/m³, ligger varmeledningstallet på ca. 0,04; dette betyder for brugeren, at blot vægten er under 200, behøver han ikke at interessere sig mere herfor, varmeledningstallet er da så lavt, som det kan blive i praksis. Materialefabrikanten er derimod stærkt interesseret i at presse rumvægten ned, da han derved sparer materiale.

Men de letteste materialer, mineraluld, høvlspåner o. lign., er også de billigste pr. isoleringsenhedspris, som det fremgår af tabel 5. Prisen pr. isoleringsenhed er produktet af varmeledningstallet og prisen pr. m³ for materialet anbragt på plads i huset. Af

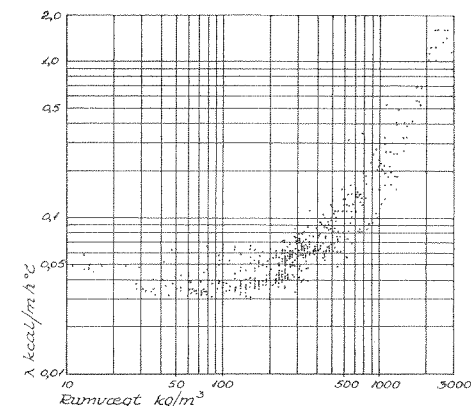


Fig. 6. Samtlige værdier af varmeledningstal for forskellige materialer, målt på Statens Provningsanstalt i Stockholm i årene 1930—54. Af kurven fremgår, at der er en nøje sammenhæng mellem varmeledningstallet og rumvægten.

tabellen fremgår, at de udprægede isoleringsmaterialer er de billigste, de giver mest for pengene. Dette betyder, at man såvidt muligt skal anvende de egentlige isoleringsmaterialer til at isolere med; de tunge, stærke materialer bør ikke anvendes i større tykkelser end nødvendigt af hensyn til bæreevnen.

Hvis en 1½ stens mur er stærk nok, men ikke isolerer nok, er det bedre og billigere at beklæde den med en isoleringsplade end at forøge murtykkelsen. Såvidt muligt bør konstruktionerne skilles i en bærende og en isolerende del af hver sit dertil egnede materiale.

Men materialernes isoleringsevne er også afhængig af fugtindholdet. Hvis de bliver fugtige, isolerer de dårligere, og på fig. 7 er vist, hvorledes varmeledningstallet stiger stærkt med fugtindholdet. Materialerne skal altså indbygges, så de ikke kan blive fugtige hverken af regn udefra eller af fugt i rumluften indefra.

Regnen er særlig slem, hvor den er ledsaget af stærk vind, således at man får slagregn på væggene, og vandet ligefrem presses ind gennem revner og sprækker. Hvor

Materialer	Vægt kg/m ³	Pris pr. isolerings- enhed
Jernbeton	2400	330
<i>Murværk af normalformat opmuret i kalkmørtel</i>		
tunge, massive sten	1800	87
lette, massive sten	1600	70
tunge mangelhulsten	1450	65
lette mangelhulsten	1250	60
klinkerbetonsten	600	44
<i>Murværk af letbetonblokke</i>		
letbeton	600	44
letbeton	500	33
<i>Materialer til opsætning på bærende konstruktioner</i>		
<i>plader</i>		
bløde træfiberplader	250	23
korkplader	135	16
træuldplader	350	10
<i>måtter</i>		
mineraluld, opsat på trækonstruktion	140	10
mineraluld, udlagt på indskud	140	7
<i>fyldstoffer</i>		
betonklinker	310	8
løs mineraluld	150	4,50
slagge	800	3,50
høvlspåner	125	2,50

Tabel 5. Tabel over pris pr. isoleringsenhed for forskellige bygge- og isoleringsmaterialer. De lette, udprægede isoleringsmaterialer er de billigste og giver mest for pengene.

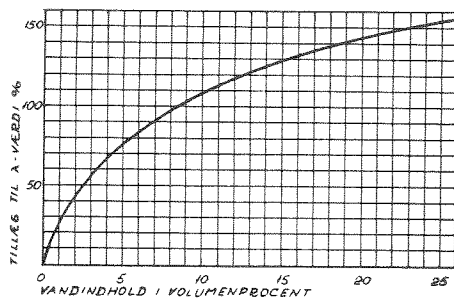


Fig. 7. Sammenhængen mellem bygningsmaterialernes fugtindhold og tilvæksten til varmeledningstallet. Tørt murværk har normalt et fugtindhold på 0,5 volumenprocent med et varmeledningstal på 0,6; stiger fugtindholdet til 8 %, stiger varmeledningstallet 100 % til 1,2. Isoleringsevnen falder til det halve.

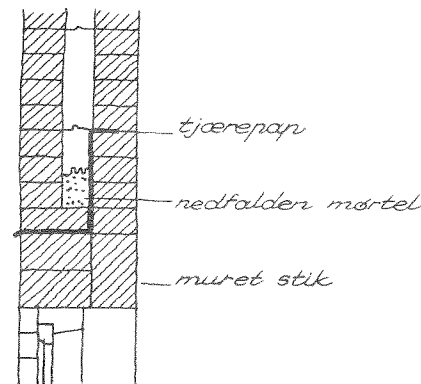


Fig. 8. Da $\frac{1}{2}$ stens formur næsten aldrig er tæt over for regngennemslag, må der over alle vandrette fulde udmuringer og fundamenter indlægges tagpapstrimler, der leder vandet ud igen, som vist her.

huset ligger udsat for vind og vejr, må der tages hensyn hertil, navnlig ved hule mure af teglsten. Formuren i sådanne mure er kun $\frac{1}{2}$ sten tyk og ikke sikker mod regngennemslag.

I almindeligt murværk vil der nemlig altid være mange fuger, der ikke er helt fyldt med muremørtel, så regnen kan løbe lige ind. Stenenes kvalitet spiller ingen rolle, det er snarere sådan, at jo tættere og mindre vand sugende stenene er, jo mere løber der igennem. Det kan aldrig blive således, at den mørtel, der *ikke* er der, kan blive lige så tæt som stenene.

Det gør i og for sig ikke noget, at formuren ikke er regntæt; man skal blot være indstillet derpå og tage hensyn dertil. Alle steder over vandrette, fulde udmuringer, over fundamenter o.s.v. må der i hule mure indlægges tagpapstrimler, som leder eventuelt indtrængende regnvand ud igen og forhindrer det i at blive suget op i bagmuren. Formuren bør opfattes som en skærm mod vejrliget til beskyttelse af den isolerende del af muren, bagmuren, der skal holdes tør.

Den fugt, der fra rumluften trænger ind i ydervægge og tage, stammer fra den fugt, der produceres dagen igennem i huset. En

familie på 4 personer producerer daglig 15 l vand i form af vanddamp fra åndedræt, sved, rengøring, vask og madlavning, og det meste af denne store vanddampmængde skal fjernes med ventilationsluft, hvis den ikke skal gøre skade.

Alle huse er mere eller mindre utætte omkring døre og vinduer, så der gudske lov altid er noget naturligt luftskifte, men beboerne må selv hjælpe med at lufte ud ved at åbne vinduerne. Det er næsten umuligt eller i hvert fald meget dyrt, at bygge et hus således, at beboerne kan undlade at åbne vinduerne nogle gange daglig. Hver gang man kommer rundt for at bedømme fugtskader ved en bebyggelse, er det altid således, at ligegyldigt hvor elendige og dårlige husene er, er der nogle lejligheder uden fugtskader, nemlig hvor der er en dygtig og proper husmoder, som udlufter ordentligt.

Men enten folk nu ventilerer eller ej, vil rumluften *altid* indeholde mere vanddamp end yderluften, fordi rumluften er varmere end yderluften, og luftens evne til at indeholde vanddamp stiger meget stærkt med temperaturen. Disse vanddampe udøver et vist damptryk, desto større jo mere damp og højere temperatur; damptrykkene vil søge at udligne sig, og vanddampene søger derfor mod de koldeste steder i rummet. De koldeste steder er ydervæggene og vinduerne, og er de så kolde indvendig, at de køler luften så stærkt af, at den ikke er i stand til at indeholde den vanddamp, der er i den, afsættes der kondensvand eller dug på overfladen. Hvis der nu er livlig luftbevægelse i rummet, er der en chance for, at dugvandet kan fordampe igen, men bag møbler er luftbevægelsen af gode grunde ringe, og derfor er der altid størst fare for kondens og fugtpletter bag møbler, der står op ad en ydervæg.

Alle yderflader bør derfor være så stærkt isolerede, at den indvendige overfladetemperatur bliver så høj, at rumluften ikke sætter fugt på væggene hos beboere med ordentlige boligvaner og jævn opvarmning

i hele lejligheden. Hvis isoleringen er dimensioneret som ovenfor efter økonomiske synspunkter, er der ingen fare for fugtnedslag.

I kakkelovnsfyrede lejligheder og navnlig med forholdsvis store ydervægsarealer er der dog altid fare for kondens på ydervæggene, og da $\frac{3}{4}$ af landets lejligheder er kakkelovnsopvarmede, er dette problem af betydning.

Folk vil som regel ikke opvarme alle rummene, når de har kakkelovn, dels for at spare brændsel, dels for at have mindre ulejlighed. Luften i de varmeste rum vil indeholde mere vanddamp end i de andre rum, navnlig fordi beboerne opholder sig mest i de varme rum, og når denne varme, fugtige luft kommer ind i et koldt soveværelse eller lignende, afsætter den fugt på de kolde flader. Dette kan vanskeligt afværges med isolering, og man må derfor være indstillet på, at der meget ofte vil være fugtskader i kakkelovnsopvarmede småhuse.

Ydervægges opbygning

Alle byggematerialer er mere eller mindre porøse, og på grund af det højere vanddamptryk inden døre, vil dampene i rumluften trænge ud gennem væggene mod den kolde luft udenfor, der kun indeholder en ringe mængde vanddamp pr. m³. Hvis væggen er porøs helt igennem, som f. eks. en teglstensmur, sker der ingenting, men findes der et tæt lag i væggen mod den kolde side, kan det let gå galt.

Vanddampene, der er på vej ud gennem væggen, bliver standset ved det kolde, tætte lag og kondenserer, væggen bliver våd, isoleringsevnen nedsættes, og den onde cirkel er i gang.

Derfor skal en ydervæg helst opbygges på den måde, at den er tættest på den varme side, så den bliver mere og mere porøs udad og den smule vanddamp, der slipper ind i selve væggen, let kan diffundere ud til fri luft.

Eksempelvis må en isolering af kork på en teglstensvæg ikke opsættes i asfalt, asfalt-

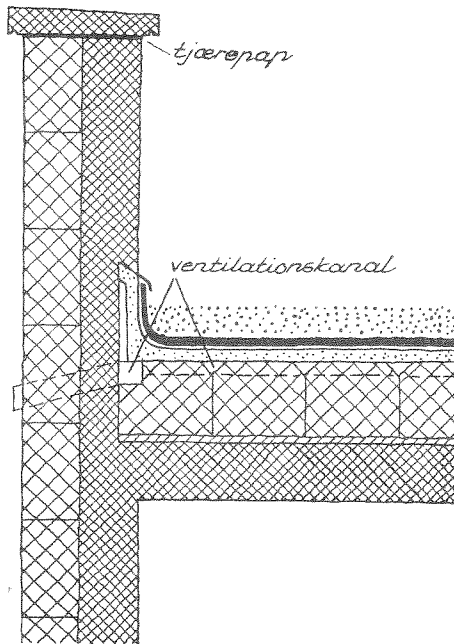


Fig. 9. Massivt tag ved en jernbetonbygning. For at der ikke skal opsamles kondensvand i letbetonisoleringsen, er den ventileret til yderluften gennem et net af små kanaler lige under tagpapen. Selve tagdekningen er beskyttet mod temperatursvingninger med et lag småsten.

laget kommer til at ligge koldt bag den stærkt isolerende kork, og korken kan i løbet af kort tid blive drivvåd. Ved massive jernbetontage, hvor man nederst har det tætte jernbetondæk, derefter en letbetonisolerings og øverst den tætte tagpap, vil der til stadighed diffundere lidt vanddamp op mod den kolde tagpap og kondensere, hvis der ikke sørges for, at letbetonen udluftes gennem et net af kanaler, som vist på fig. 9.

Det samme gælder ved dobbelte vinduer. Rumluften må ikke komme ud i glasmellemrummet og sætte dug på den yderste rude. Den inderste ramme skal slutte tættere end yderrammen, så mellemrummet bliver ventileret med den kolde, tørre yderluft. *Tætningslisterne skal altså altid sættes på forsatsrammen.*

Isoleringsarbejdet i nye huse

Med de brændselspriser, vi har nu, og dem, vi går i møde, betaler det sig altid at isolere, navnlig i nye huse. I mange tilfælde koster det intet at anvende bedre isolerende materialer, f. eks. moderne, lette mursten, i stedet for de gammeldags, tunge, massive sten, eller at erstatte et lag brædder med en mineraluldsmåtte.

Ved alle isoleringsarbejder, hvor huset indrettes med centralvarme, opnås yderligere den fordel, at centralvarmeanlægget bliver mindre, og denne besparelse er i hvert fald sikker, for ingeniøren regner med den bedre isolering, når han projekterer anlægget.

Byggeprisen for et vel isoleret hus med centralvarme bliver altså nøjagtig den samme som for et dårligt isoleret hus med centralvarme, så hvorfor ikke isolere kraftigt og tage brændselsbesparelsen i tilgift gennem de mange år, huset står. Det samme ses af tabel 6, hvor der er draget sammenligning mellem priserne for traditionelle og nye konstruktioner og taget hensyn til prisen for centralvarmeanlægget.

Det drejer sig om ret mange penge, der spares ved bedre isolering. I tabel 7 er vist, hvor meget der opnås ved selv en så beskeden isolering som krævet i statsstøttet byggeri, og på fig. 10 er vist, hvor meget der opnås ved at isolere et enfamiliehus på forskellig måde.

De steder, der kan blive tale om at isolere i nye huse, er:

- vinduer med forsatsvinduer eller koblede rammer,
- yderdøre med forsatsdøre eller koblede døre,
- etageadskillelser mod kolde tagrum,
- tage og tagvægge,
- etageadskillelser over kolde rum, porte, kolde kældre o. lign., gavle, og
- indervægge med uopvarmede rum uden for den egentlige lejlighed.

Et særligt problem ved nye huse er *gulve direkte på jord*, som efterhånden er blevet

almindelige at anvende, fordi man sparer kælderen.

Ved disse gulve skal der navnlig passes på i de tilfælde, hvor der er varmeslanger i gulvet. For ikke at isolere oversiden, må der anvendes linoleum eller lignende damptæt gulvbelægning. Under betonpladen med varmerørene skal derfor lægges en absolut damp-tæt membranisolering af enten asfaltmåtter eller polyætylenfolie. Hvis betonen ikke isoleres fra den fugtige jord, vil der i tidens løb blive »pumpet« fugtighed op under gulvbelægningen, der vil blive ødelagt.

På fig. 13 er vist en god konstruktion, hvor gulvet bliver ventileret en lille smule ved hjælp af varmerørene, der er lagt under trægulvet. Det må dog anbefales at stryge betonpladen med asfalt.

Isoleringsarbejdet i eksisterende huse

Ved eksisterende huse kan det navnlig betale sig at isolere vinduer og etageadskillelser mod kolde tagrum. Ved opsætning af forsatsvinduer spares ca. 20 % brændsel, og desuden bliver huset meget behageligere at bo i.

I tabel 8 er vist, hvad der kan opnås ved at isolere i enfamiliehus, og i tabel 9 i en gammel beboelsesejendom. Af den sidste tabel fremgår, at når der installeres centralvarme i en gammel ejendom, bør der samtidig isoleres, derved indtjenes en stor del af udgifterne til varmeanlægget, og restbeløbet tjenes hurtigt ind ved brændselsbesparelsen.

På fig. 14 og 15 er vist, hvorledes forsatsvinduerne kan udføres, således at der opnås tæthed indad og dermed dugfri ruder.

I de sidste par år er det blevet almindeligt at fylde hulrummene i hule mure med varmeisolerende fyld. Ved huse, der er stærkt udsatte for slagregn, skal man være lidt forsigtig hermed, da visse fyldstoffer kan lede fugt over til bagmuren under ugunstige forhold, men normalt er der ikke nogen fare. De bedste fyldstoffer er de vandskyende. —

Fyldstofferne må ikke være af organisk oprindelse, så de kan rådne. I tabel 10 er vist et uddrag af en tabel, som Statens Byggeforskningsinstitut har udsendt om fyldstoffer.

På fig. 16 er vist, hvorledes et tagrum kan

isoleres med mineraluldsmåtter. Det gælder om at få måtterne til at slutte godt til spær og bjælker overalt, så der ikke bliver huller eller sprækker i isoleringen. Vægge mod kolde tagrum isoleres lige sådan.

Konstruktion	Transmissions-tal k kcal/m ² h°C	Byggepris for konstruktionen		Brændsels-forbrug kr./m ² år	Drifts-udgift D kr./m ² år
		med varme-anlæg kr./m ²	uden varme-anlæg kr./m ²		
<i>Ydermure</i>					
35 cm fuld mur af massive teglsten 1800 kg/m ³ , den traditionelle	1,37	45,50	65,00	4,95	8,40
35 cm fuld mur af mangehulsten, 1800 kg/m ³ for teglmassen	1,06	45,00	60,00	3,80	6,50
35 cm fuld mur af massive teglsten, indvendig med 10 cm træuldbe-ton	0,49	65,00	72,00	1,80	3,05
35 cm fuld mur af mangehulsten, indvendig med 10 cm træuldbe-ton	0,44	64,00	70,00	1,55	2,65
<i>Tage</i>					
Teglstenstag med 2 lag brædder og puds, der traditionelle	1,16	43,00	59,00	4,20	7,15
Teglstenstag med 1 lag brædder og puds og 10 cm mineraluldsmåtter . .	0,34	52,00	57,00	1,25	2,15
<i>Etageadskillelser mod kolde tagrum</i>					
Træbjælkelag uden gulvbrædder, 5 cm ler på indskudsbrædder, forskalling, rør og puds, det traditionelle . .	0,92	36,00	49,00	3,30	5,60
Træbjælkelag uden gulvbrædder, 10 cm løs mineraluld på indskudsbrædder, forskalling, rør og puds	0,26	42,00	46,00	0,95	1,65

Tabel 6. Sammenligning mellem traditionelle og nye konstruktioner, når der tages hensyn til varmeanlæggets pris. Det ses, at byggeprisen for huset bliver den samme, enten der isoleres eller ej, og at de traditionelle konstruktioner er dyre i drift, udgifterne til husleje + varme bliver store.

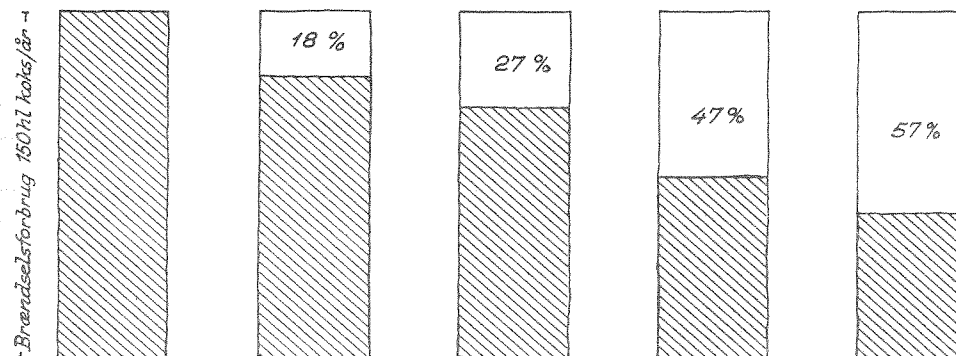


Fig. 10. Barmåttelser i brændselsforbrug ved isolering af et 110 m² enfamiliehus ved forskellige isoleringer.

Fig. 10. Barmåttelser i brændselsforbrug ved isolering af et 110 m² enfamiliehus ved forskellige isoleringer.

Varmetab ved	opført efter Københavns Byggeslov	opført efter Statslånskravene af 1955
vægge og etageadskillelse	14200,-	10900,-
vinduer	7100,-	3650,-
luftskifte	7100,-	3650,-
Ialt	28400,-	18200,-

Tabel 7. Fordelingen af brændselsudgifterne ved en blok med 36 lejligheder. Der er regnet med en brændselspris på 200,- kr. pr. ton kul. Alene ved at anvende dobbelte vinduer spares 6—7000 kr. om året.

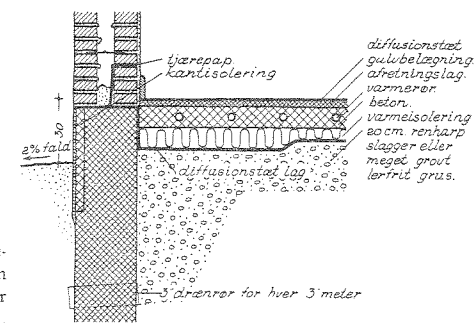


Fig. 11. Gulv direkte på jord med indstøbte varmeslanger. Det er uomgængeligt nødvendigt med en damp-tæt membran under betonpladen, for at der ikke skal »pumpes« fugt op under gulvbelægningen.

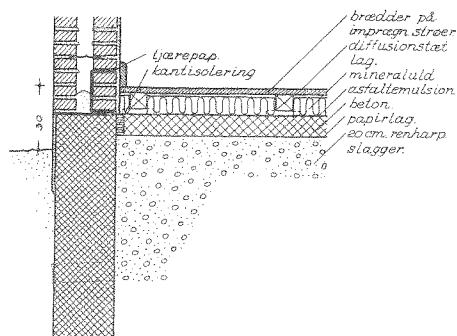


Fig. 12. Denne gulvkonstruktion kan anvendes, når huset ligger tørt, gulvbelægningen ikke er dampstæt, og isoleringen over betonpladen ikke kapillarsugende. Det må dog i alle tilfælde tilrådes at stryge betonpladen med kold asfalt. Lige under gulvbrædderne lægges et lag dampstæt papir.

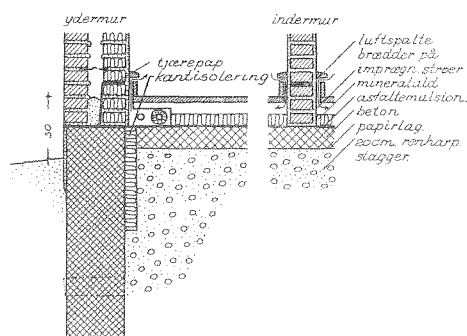


Fig. 13. Gulv direkte på jord med varmerør under trægulvet. Gulvet er dermed ventileret, så det holder sig tørt. Under betonpladen er lagt et lag renharpede slagger på 20 cm, så grundfugt ikke kan suges op.

Isolering		Kakkelovne		Centralvarme		pris kr. besparelse kr./år
art	tykkelse cm	enfamiliehus 70 m ² i 1 etage kr.	enfamiliehus 110 m ² i 2 etager kr.	enfamiliehus 70 m ² i 1 etage kr.	enfamiliehus 110 m ² i 2 etager kr.	
Loft og vægge mod tagrum forsynet med isoleringsmåtter ...	2	185,- 35,-	300,- 85,-	185,- 55,-	300,- 135,-	pris kr. besparelse kr./år
	6	300,- 70,-	470,- 135,-	300,- 100,-	470,- 210,-	pris kr. besparelse kr./år
	2 × 5	530,- 75,-	730,- 150,-	530,- 120,-	730,- 235,-	pris kr. besparelse kr./år
Forsatsvinduer og -døre ...		385,- 115,-	670,- 135,-	385,- 175,-	670,- 215,-	pris kr. besparelse kr./år
Fyld (betonklinker) i ydermuren hulrum		285,- 40,-	470,- 55,-	285,- 70,-	470,- 90,-	pris kr. besparelse kr./år
Brændselsudgift ved det uisolerede hus		530,-	800,-	870,-	1270,-	kr./år

Tabel 8. Tabel over forskellige isoleringsarbejder med de opnåede brændselsbesparelser i eksisterende, traditionelle enfamiliehus. Brændselsprisen er sat til 200,- kr. pr. ton kul.

Isoleringsarbejde	Merpris for isolering kr.	Mindrepris for varmeanlæg kr.	Samlet merudgift kr.	Årlig brændselsbesparelse kr.
forsatsvinduer	6.500,-	3.000,-	3.500,-	1.100,-
etageadskillelser over kælder og over 5. sal	500,-	350,-	150,-	120,-
1 gavlfritliggende	2.400,-	900,-	1.500,-	300,-
2 gavlfritliggende	5.200,-	1.900,-	3.300,-	650,-

Tabel 9. Merpriserne for isoleringsarbejder og mindrepriserne for centralvarmeanlægget ved modernisering af en ældre 5-etages ejendom med en opgang med et samlet etageareal på 915 m². Der kan blive tale om følgende isoleringsarbejder: forsatsvinduer, etageadskillelser mod kælder og loft isoleret med 3 cm plasticum indsprøjet under gulvbrædderne og, hvis gavlene er fritliggende, isolering af disse med 2 cm korkpudsplader. Det ses, at brændselsbesparelsen rigeligt motiverer den ringe merudgift, der kommer. For den uisolerede ejendom med ikke fritliggende gavle koster selve varmeanlægget uden kedelanlæg ca. kr. 23.000,-, og brændselsudgiften for det uisolerede hus ville være ca. kr. 8.000,- om året med en brændselspris på kr. 200,- pr. ton kul.

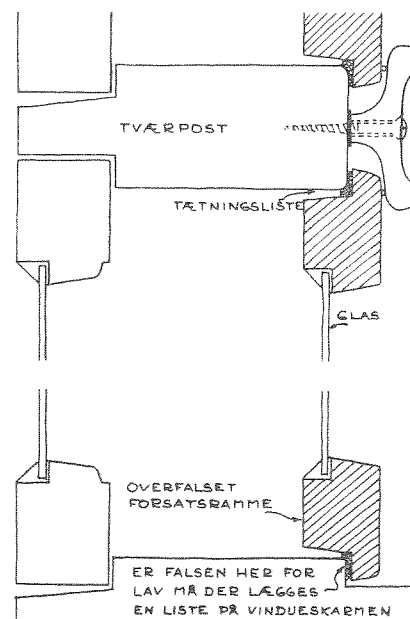


Fig. 14. Montering af forsatsramme på eksisterende vindue. Ved ældre vinduer kan karmene være så stærkt profilerede, at forsatsrammen ikke kan anbringes direkte derpå. I så tilfælde må indskydes en ekstra karm. Rammerne skal altid være med dyb fals, så der er god plads til en tætningsliste.

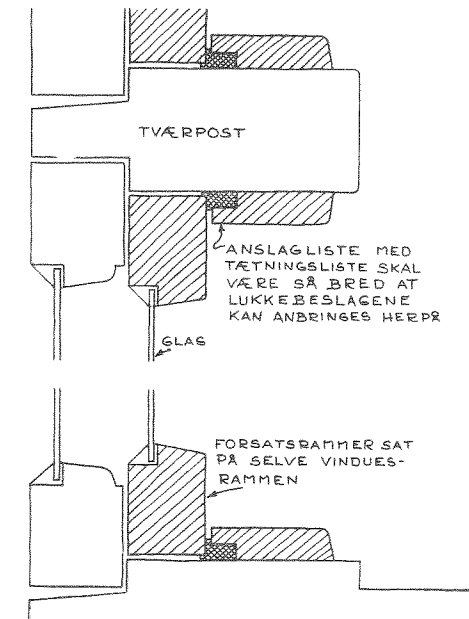
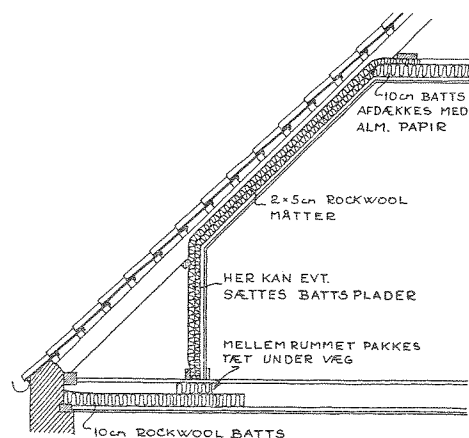


Fig. 15. Her er vist, hvorledes en forsatsramme kan beslås direkte på vinduesrammen. Forsatsrammen skal hængsles modsat den gamle ramme. Fordelen ved dette vindue med koblede rammer er, at der bliver mere plads til blomster i vinduet, og vinduet bliver lettere at åbne.

Fyldmateriale	Varmetab for muren, hvis ikke fyldt mur sættes lig 100	Pris kr. pr. m ³ ifyldt	Isoleringsudgiften tjent ind ved brændselsbesparelsen på år
Betonklinker	69	75-95	5,5
Polystyrol kugler	50	168	6,7
Glasuld, løs	51	60-80	2,6
Skumplastic	49	95-100	3,1
Rockwool hulrumsfyld	52	100	3,4
Vermiculite	62	100	4,5

Tabel 10. Varmeisolerende fyldstoffer til hule ydermure. Glasuld kan kun fyldes i nye mure, de andre kan fyldes i både nye og gamle.

Fig. 16. Isolering af vægfladerne mod taget i et tagrum. Den samlede isoleringstykkelser bør være ca. 10 cm. På de vandrette flader kan anvendes batts, på de lodrette og skrå må anvendes mætter. Ud mod taget bør dækkes med ikke for tæt papir. Under de vandrette isoleringslag bør lægges asfaltpapir for at hindre fugtighed fra rumluften i at trænge ud i det kolde tagrum. Husk også at isolere lemme og indervægge mod loftsrum.



Litteraturliste

Den interesserede læser kan finde mere om de behandlede emner i følgende publikationer fra Statens Byggeforskningsinstitut:

Rapport 1:

Økonomisk varmeisolering.
Poul Becker. 2. udgave 1950.
61 p A4. Kr. 7,-.

Det vises, hvorledes den mest økonomiske isoleringstykkelser beregnes. Tabeller og diagrammer for en række konstruktioner isoleret på forskellige måde.

Anvisning 5:

Bedre varmeisolering er billigere.
1950. 47 p A4. Kr. 3,-.

Indeholder tabeller for mange forskellige konstruktioner med forskellige isoleringer, med byggepriser, driftsudgifter o. lign. Hovedvægten er lagt på en detaljeret beskrivelse i tekst og figurer af isoleringsarbejdets udførelse.

I tidsskriftet VARME, nr. 3, juni 1957, findes et referat af et foredrag af overingeniør, dr. techn. Knud Hansen »Brændselsituationen fra nu og til atomalderen«, hvori der nærmere er gjort rede for den sandsynlige udvikling.

Om opvarmning og ventilation har SBI idøvrigt udgivet:

Anvisning 6:

Fugt i nye huse.
9. udgave 1958. Plakat til ophængning.
A4. 100 stk. kr. 5,-.

Anvisning 20:

Undgå fugt!
1954. 3 p A6. 100 stk. kr. 25,-. 1 stk. kr. 0,40.

Anvisning 24:

Udarbejdelse af instruks for varmemestre.
Poul Becher og Frederik Olsen.
1953. 16 p A5. 50 stk. kr. 50,-. 1 stk. kr. 2,-.

Rapport 18:

Økonomisk rørisolering.
Poul Becher og Kristian Engelsen.
1957. 93 p A4. Kr. 12,-.

Anvisning 7:

Fugt og isolering.
Poul Becher og Vagn Korsgaard.
2. udgave 1957. 111 p A5. Kr. 8,-.

I den første halvdel af anvisningen er i en lang række eksempler vist, hvorledes almindelige konstruktioner skal udføres, for at fugtskader ikke skal opstå. I den sidste halvdel følger forklaringerne i populær tekst.

Særtryk 90:

Varmeisolerende hulrumsfyld - en foreløbig materialeoversigt.
Hans R. Junge og Harry W. Petersen.
1957. 8 p A4. Kr. 2,-.

Heri er angivet alle tilgængelige tekniske data, priser m. m. for materialerne, og hvad der opnås ved at anvende dem.

Rapport 19:

Problemer vedrørende installation og drift af oliefyrringsanlæg.
Otto Juel Jørgensen og Frederik Olsen.
1957. 42 p A4. Kr. 12,-.

Rapport 22:

Økonomisk rørdimensionering ved centralvarmeanlæg.
Poul W. Marke.
1957. 82 p A4. Kr. 20,-.

Rapport 26:

Anlægsudgifter ved centraliserede og decentraliserede opvarmningsanlæg.
Kristian Engelsen. Udkommer foråret 1958.
Ca. 50 p A4. Kr. 12,-.

Fortsættes side 20

Studie 12:

Fejl ved projektering af centralvarmeanlæg.

Poul Becher. 3. udgave 1958.

40 p A4. Kr. 4,-.

Studie 16:

Staldventilering – hvordan?

Hans R. Junge. 1955. 43 p A5. Kr. 2,50.

Studie 20:

Varmluftopvarmning af småbuse.

Niels Didriksen og Vagn Korsgaard.

3. udgave 1957. 38 p A4. Kr. 8,-.

Studie 23:

Røg fra centralvarmeskorstene.

1956. 30 p A4. Kr. 8,-.

Særtryk 42:

Døgnmiddeltemperaturernes fordeling over året.

Poul Becher. 1954. 4 p A4. Kr. 1,-.

Særtryk 43:

Automatisering af centralvarmeanlæg.

Vagn Korsgaard. 1954. 8 p A4. Kr. 1,-.

Særtryk 53:

Varmeisolering og brandsikring

af små skorstene.

P. Becher.

Prøvning af skorstenstyper med henblik

på brandmodstand.

Gerhard Hansen.

1955. 7 p A4. Kr. 1,-.

Særtryk 56:

Forslag til nye dimensioneringsregler for

skorstene til centralvarmeanlæg og

udskæringer i røgspjæld.

Ib Gregersen. 1955. 8 p A4. Kr. 1,-.

Særtryk 76:

Olie- eller kulfyring?

Poul Becher. 1956. 6 p A4. Kr. 2,-.

Særtryk 84:

Regngennemslags virkning på løs fyld

i hule teglstensmure.

Erik Rastrup. 2. udgave 1957.

8 p A4. Kr. 2,-.

Særtryk 95:

Er vore centralvarmeanlæg overdimensionerede?

Poul Becher og Peter Olufsen.

Varmestrømme og temperaturforhold i plader

med indstøbte varmerør.

Poul H. Rasmussen.

1958. 16 p A4. Kr. 4,-.