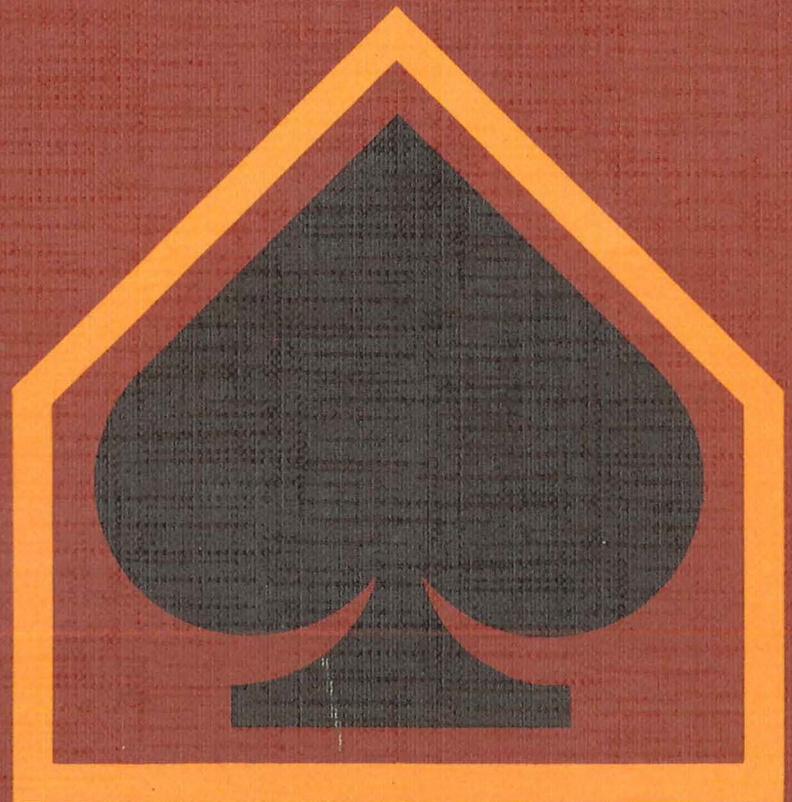


SBI-publ.

Forbedring af klimaskærmens varmeisolering i eksisterende etageejendomme



SBI-RAPPORT 105 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1977



FORBEDRING AF

KLIMASKÆRMENS VARMEISOLERING I EKSISTERENDE ETAGEEJENDOMME

Mogens Nørregaard

Georg Christensen

Ole Jensen

01070 P
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
dk. y
19 FEB. 1981



SBI-publikationer

Statens Byggeforskningsinstituts publikationer udgives i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Landbrugsbyggeri, Byplanlægning, Lyd-pjecer, Fugtpjecer, Ydeevnebeskrivelser, Særtryk og Nomogrammer. Salg sker gennem boghandelen eller direkte fra SBI. Instituttets årsberetning og publikationsliste med de seneste 10 års udgivelser er gratis og kan rekvireres fra SBI.

SBI-abonnement

Instituttets publikationer kan også fås ved at tegne et abonnement. Det sikrer samtidig løbende orientering om alle nye udgivelser. Der kan vælges mellem fire abonnementer omfattende forskellige af de udgivne serier. Information om abonnementernes omfang og vilkår fås hos SBI.

----- INDHOLD -----

Forord	4
Indledning	5
Projektorganisation	7
Beregning af omkostninger og energibesparelser	9
Tætning af klimaskærm	11
Isolering af tage	13
Isolering af ydervægge	15
Isolering af vinduer og døre	18
Isolering af etageadskillelser mod kælder (terræn).....	20
Regulering af varmeanlæg	22
Indeklima	23
Omkostninger og energibesparelser for gennemsnitslejlighed	24
Eksempler på isolering af etagehuse fra 3 forskellige perioder ..	26
Eksempel 1. 5-etages karréjendom fra 1900	28
Eksempel 2. 3-etages fritliggende blok fra 1940	33
Eksempel 3. 4-etages fritliggende blok fra 1960	37
Sammenfatning	41
Litteratur	42
Summary	43

ISBN 87-563-0281-9.

Pris: Kr. 35,30, incl. 18 pct. moms.

Oplag: 1.000. Tryk: Bjørvig offset.

Statens Byggeforskningsinstitut:

Postboks 119, 2970 Hørsholm. Teledon (02) 86 55 33.

Eftertryk i uddrag er tilladt, men kun med kildeangivelsen:

SBI-rapport 105: Forbedring af klimaskærmens varmeisolering i eksisterende etageejendomme. 1977.

I første fase af Handelsministeriets program for udbygning af dansk energiforskning og udvikling af december 1976 er der på basis af et oplæg fra SOFUS-BYG afsat midler til gennemførelse af et projekt med titlen: "Forbedring af varmeøkonomien i eksisterende bygninger ved videreudvikling af traditionelle metoder/foranstaltninger". Dette hovedprojekt var opdelt i en række delprojekter, hvoraf eet havde titlen "Forbedring af ydermures varmeisolering i eksisterende etageejendomme". Ved detailplanlægningen af dette delprojekt viste det sig formålstjenligt at udvide projektet til foruden ydermure også at omfatte vinduer, døre, tag- og gulvkonstruktioner. Projektet kom derfor til at omhandle det noget mere omfattende emne: "Forbedring af klimaskærmens varmeisolering i eksisterende etageejendomme".

Den her foreliggende SBI-rapport er den første delrapport i det nævnte delprojekt og har til formål at redegøre for forventede energibesparelser og dermed forbundne omkostninger i forbindelse med ekstraisolering af eksisterende etageejendomme. Projektet er gennemført i et samarbejde mellem det rådgivende ingeniørfirma Dominia A/S og Statens Byggeforskningsinstitut. I forbindelse med hovedprojektet er der nedsat en styringsgruppe sammensat af 4 medlemmer fra SOFUS-BYG kredsen samt en repræsentant fra henholdsvis Boligministeriet, Handelsministeriet og Energistyrelsen.

Medens der i denne delrapport beskrives de tekniske muligheder for at gennemføre ekstraisoleringsforanstaltninger, vil der i senere rapporter blive redegjort for gennemførelsen af et konkret projekt på det pågældende område.

Hørsholm, den 1. oktober 1977

I denne delrapport redegøres der for de tekniske løsninger, som forventes at blive de mest anvendte i forbindelse med ekstraisoleringsforanstaltninger i eksisterende etageboliger. Der er foretaget en gennemgang af de forventede energibesparelser og anlægsudgifterne for isoleringsarbejder.

Rapporten henvender sig i første række til de personer, der træffer beslutninger om iværksættelse af energibesparende foranstaltninger i etageejendomme samt de teknikere, som skal udarbejde det teknisk-økonomiske grundlag for disse beslutninger.

Der er i rapporten foretaget beregninger dels for hver bygningsdel for sig, og dels i et eksempel på en typisk etagebolig. De angivne priser er i nogen udstrækning baseret på priser, der er indhentet ved licitationen til et konkret projekt, men det skal betones, at den største del af priserne er skønnede priser, som vil kunne variere væsentligt fra sag til sag. De anførte energibesparelser baserer sig på teoretiske betragtninger og beregninger og er naturligvis behæftet med en vis usikkerhed. Denne usikkerhed søges afklaret senere i projektet gennem målinger i praksis i vinteren 1977-78. De i denne delrapport angivne energibesparelser er baseret på, at der ikke i forvejen er udført nogen form for isolering, tætning eller automatisk regulering.

De angivne omkostninger er i priser pr. 1. april 1977 og er eksklusive moms. Som et mål for de enkelte foranstaltningers lønsomhed er angivet "tilbagebetalingstiden", der er defineret som forholdet mellem udgiften til en given energibesparende foranstaltning og det beløb, som årligt spares på energiforbruget som følge af den pågældende foranstaltning.

Delprojektet gennemføres i et samarbejde mellem rådgivende ingeniørfirma Dominia A/S og Statens Byggeforskningsinstitut. Ved udarbejdelsen af denne rapport har medvirket følgende:

Fra Dominia A/S: Akademiingeniør Mogens Nørregård
Civilingeniør Peter Steensen

Fra SBI: Civilingeniør Georg Christensen

Fra SOFUS-BYG: Civilingeniør Ole Jensen

Der er ikke i nærværende delrapport foretaget en gennemgang af fordelingen af forskellige klimaskærmskonstruktioner i den eksisterende boligmasse, idet der her kan henvises til J. Nørgårds "DEMO" rapport nr. 5 "Bolig og Varme", april-maj 1977.

PROJEKTORGANISATION

I foråret 1976 udarbejdede SOFUS-BYG (SOFUS-BYG: Samarbejde om forskning, udvikling og service for byggeriet) oplæg til en række projekter vedrørende energiforbruget til bygningers opvarmning og drift. Tre af disse projekter indgik i efteråret 1976 i Handelsministeriets program for udbygning af dansk energiforskning og -udvikling (første fase). Programmet udgøres af følgende projekter:

- a. Forbedring af klimaskærmen i eksisterende etageejendomme.
- b. Udvikling af styringsanvisninger og konsulentttjeneste for varmebesparelse i etageejendomme.
- c. Analyse af energibesparende foranstaltninger i offentlige bygninger.

For de tre projekter er der oprettet en fælles projektstyringsgruppe med følgende sammensætning:

Afdelingsleder, civilingeniør G. Christensen (formand)
Statens Byggeforskningsinstitut

Afdelingsleder, civilingeniør E. Christophersen
Statens Byggeforskningsinstitut

Civilingeniør N.O. Gram
Handelsministeriet

Professor, civilingeniør V. Korsgaard
Laboratoriet for varmeisolering, DTH

Overingeniør, dr.techn. K.E.C. Nielsen
Teknologisk Institut

Civilingeniør O. Smith-Hansen
Boligministeriet

Ekspeditionssekretær P.J. Snare
Energistyrelsen

For hvert af projekterne er der udpeget følgende projektledere:

- a. Afdelingsleder, civilingeniør G. Christensen
Statens Byggeforskningsinstitut
- b. Afdelingsleder, cand.silv. J. Kelnæs
Teknologisk Institut
- c. Afdelingsleder, civilingeniør E. Christophersen
Statens Byggeforskningsinstitut

Endvidere oprettedes under hensyntagen til områdets brede berøringsflade til ministerier, andre offentlige institutioner, samt byggeriets organisationer og virksomheder et energisekretariat i tilknytning til SOFUS-BYG. Energisekretariatet skal drage omsorg for indsamling, formulering, koordinering og formidling samt information om energiprojekter, som vedrører bygningers opvarmning og drift. For energisekretariatet er der oprettet en styringsgruppe, som består af

Afdelingsleder, civilingeniør E. Christophersen
Statens Byggeforskningsinstitut

Professor, civilingeniør V. Korsgaard
Laboratoriet for varmeisolering, Dth

Overing. dr.techn. K.E.C. Nielsen
Teknologisk Institut.

Som energisekretær fungerer civilingeniør O. Jensen, der i de foreliggende tre projekter virker som projektkoordinator.

BEREGNING AF OMKOSTNINGER OG ENERGIBESPARELSER

Forudsætninger for beregning af omkostningerne

De økonomiske overslag over omkostningerne ved de forskellige foranstaltninger er baseret på de beregninger og skøn, som kan foretages på basis af lignende foranstaltninger, som tidligere er projekteret af det rådgivende ingeniørfirma "DOMINIA" A/S. Flere af de anvendte enhedspriser er kontrolleret ved prisindhentning på en række isoleringsforanstaltninger for en ældre 3-etages ejendom, der i forbindelse med projektets næste fase skal ekstraisoleres i løbet af efteråret 77.

Alle enhedspriser, der er anført i de enkelte afsnits skemaer, er inklusive alle håndværkerudgifter, der er nødvendige for arbejdets fuldstændige færdiggørelse. De for kalkulationen nødvendige forudsætninger er i øvrigt anført i de enkelte afsnit. Alle priser er angivet i dagspriser pr. 01.06.77 og excl. moms.

Da enhedspriserne indeholder udgifter til alle nødvendige følgearbejder, vil de selvsagt variere meget fra projekt til projekt. F.eks. indeholder enhedsprisen for indvendig isolering af ydervægge udgifter til flytning af el- og TV-antennestik, tilsætninger omkring vinduer og nødvendigt malerarbejde. Er flytning af radiatorer nødvendig, vil denne udgift påvirke m^2 -prisen væsentligt, især ved små vægflader. Isolering af ydervægge i køkkener og badeværelser vil ligeledes p.g.a. følgearbejdernes omfang medføre store variationer i enhedspriserne. De anførte enhedspriser må derfor betragtes som gennemsnitspriser, der kan variere en del fra sag til sag.

Omkostningerne bør endelig ses i relation til levetid og vedligeholdelsesudgifter. En sådan vurdering kræver detailundersøgelser og kalkulationer af forskellige konstruktioner og de materialer, der indgår heri, og er ikke medtaget i denne delrapport.

Forudsætninger for beregninger og energibesparelser

De anførte energibesparelser er netto besparelser, og fremkommer som produktet af k-værdiforbedring x arealet x GD x 24, hvor GD-værdien = 2830 svarende til indv. temperatur på 17° C og middelværdien af GD-tallet for sol og skygge (GD = graddøgnstal).

Det bør i den forbindelse bemærkes, at der ved anvendelsen af et GD-tal = 2830 på normal vis er søgt at tage hensyn til udnyttelsen af varmetilførslen fra el-installationer, solindfald, personer o.s.v. Da basisvarmens indflydelse imidlertid bliver større ved bedre isolering, bliver det reelle GD-tal mindre, hvilket der ikke er taget hensyn til i denne rapport. Dette betyder, at de reelle energibesparelser skulle blive større end beregnet. En nærmere behandling af dette emne findes i (2). Ligeledes forudsættes at alle rum hele tiden har en indv. temperatur på 22°C - en forudsætning, der næppe er opfyldt for de ældste lejligheder. Endelig må GD-tallet skønnes for konstruktionsdele mod kældre, krybekældre og uopvarmede trapperum.

De i skemaerne anførte energibesparelser gælder for en uisolereet bygningsdel, ekstra isoleret med den anførte isoleringstykkelse, og kan således kun opnås i en del af den eksisterende boligmasse. Såfremt de samme isoleringsforanstaltninger anvendes på allerede isolerede bygningsdele, vil udgiften normalt være uændret, medens energibesparelsen selvsagt reduceres væsentligt. Til eksempel kan anføres, at der ved ekstraisolering med 100 mm mineraluld af en tagkonstruktion, der i forvejen var isoleret med en tilsvarende isolering, opnås en energibesparelse pr. m^2 på 15 kWh/år. Såfremt loftet var uisolereet, ville besparelsen være 75 kWh/år.

Endelig bør det bemærkes, at de beregnede energibesparelser er skønnede gennemsnitsbesparelser, og kan variere en del afhængig af hvilken k-værdi den uisolerede bygningsdel har. F.eks. vil der ved ekstraisolering med 100 mm isolering indvendig af en ydervæg med k-værdien $1,0 \text{ W/m}^2\text{C}^{\circ}$ opnås en energibesparelse på 45 kWh/år pr. m^2 . Såfremt k-værdien i stedet er $1,5 \text{ W/m}^2\text{C}^{\circ}$, opnås til sammenligning en energibesparelse på 75 kWh/år. Emnet er i øvrigt behandlet i (2).

Som et udtryk for besparelsens effekt anvendes tilbagebetalingstiden. Der tages ikke hensyn til rente- og inflationsforhold eller prisudvikling for energien i dette begreb, og de anførte tilbagebetalingstider må derfor alene betragtes som et retningsgivende udtryk for besparelseeffekten. Prisen pr. 1 kWh (netto) sættes til 0,1 kr., svarende til en oliepris på 800 kr./1000 ltr. og en virkningsgrad på 80%.

TÆTNING AF KLIMASKÆRM

Alment

Utætheder i ældre boliger forekommer først og fremmest i fugen mellem ramme og karm på døre og vinduer, samt i fugen mellem karm og væg (kalfatringsfugen).

Tilsvarende utætheder forekommer i mindre omfang i den nyere boligmasse, hvor det i højere grad er samlinger mellem forskellige bygningsdele, især mellem væg- og loftskonstruktioner, der giver anledning til utætheder. (1).

Inddeling

- a. Tætning af fuger mellem ramme og karm på døre og vinduer.
- b. Tætning af kalfatringsfuge.
- c. Tætning af utætheder i samlinger mellem forskellige bygningsdele.

Udførelse af tætning

- a. I false på vinduer og døre er regnet med tætning af selvklæbende, bløde PVC skumlister. Alternativt kan tætningen udføres ved hjælp af hårde plastlister (træliste), der er forsynet med en blød gummiulst, og som fastsømmes til karmen.
I visse tilfælde er en justering af hængslingen nødvendig.
Forsynes vinduerne med forsatsvinduer, kan der tillige opnås en tætning af vinduet.
- b. Kalfatringsfuger udbedres med elastisk fugemasse, nødvendigt fugerunderlag og primning.
- c. Udbedring af utætheder ved sammenbygning af forskellige bygningsdele udføres hovedsagelig ved hjælp af fugemasse, tætningslister, afdækning o. lign.

Omkostninger og energibesparelse ved tætning af klimaskærm

En vurdering af omkostningerne ved tætning af en given lejlighed er afhængig af bygningsdelens udformning og tilgængelighed (behov for stillads).

I den anførte enhedspris på tætning af kalfatringsfugen er indregnet udv. stillads svarende til en 3-etages blok. Energibesparelsen er udregnet på basis af en lejlighed af gennemsnitsstørrelse - se (2) - på 60 m² og et volumen på 160 m³. Fugelængderne er skønnet udfra et vinduesareal på 7,2 m², og luftskiftet er regnet nedsat fra 0,7 til 0,4 gange i timen (1). Den samlede energibesparelse formodes skønsmæssigt at fordele sig med 2/3 til tætning af vindue og dør, 1/3 til tætning af kalfatringsfuge.

Foranstaltning	Omkostninger kr/lbm fuge	Omkostning pr. lejlighed kr.	Energibesparelse kWh/år pr. lejl.	Tilbagebetalingstid, år
Tætning af vindue og dør	8	35 x 8 = 280	785	3,6
Tætning af kalfatringsfuge	60 ^{x)}	25 x 60 = 1500	390	38,5
Tætning af diverse utætheder	-	-	-	-

x) Kan tætningen udføres indefra, er omkostningerne 35 kr./lbm. fuge.

Det kan til slut bemærkes, at tætning af vinduer og døre er relativ let at udføre, og at mange beboere vil kunne gøre det selv. I så fald må omkostningerne til tætning af vinduer og døre formodes at kunne nedbringes til ca. 1/3.

ISOLERING AF TAGE

Alment

Hovedparten af de eksisterende ældre etageboliger har tage med høj rejsning enten i form af hanebåndsspærfag eller gitterspær, medens tage med lav rejsning og flade tage først forekommer i større omfang blandt de nyere etageboliger.

Er tagrummet udnyttet, vil en passende merisolering nemt kunne etableres ovenpå loftet, også for tage med relativ lav hældning, medens en udnyttelse af tagrummet enten til beboelse eller pulterrum o. lign. af praktiske grunde kan gøre det nødvendigt at anvende en isolering af hulrum mellem bjælker eller under loftet i stedet.

Inddeling

- Isolering direkte ovenpå loftet i udnyttede tagrum.
- Isolering af tagskrån timer og skunkvæg i udnyttede tagrum.
- Isolering mellem lofts bjælker.
- Isolering under loft.
- Udvendig isolering af flade tage.

Udførelse af isoleringen

- Mineraluld udlægges i den ønskede tykkelse direkte ovenpå lofts konstruktionen.
- Der isoleres med mineraluldsplader (plader) mellem spærene ved tagskrån timer, og skunkvæggen isoleres på tilsvarende måde. Isolering fastholdes med 2 mm galv. tråd eller spredt brædeforskalning.
- Isolering mellem lofts bjælker med gulvbrædder over kan ske ved indblæsning af isoleringsmateriale i eksisterende hulrum eller ved optagning af gulvet, nedlægning af isolering og retablering af gulvet.
- Isolering under det normale loft udføres af lægter med mineraluld, dampspærre og pladebeklædning.

e. Flade tage kan - såfremt en vurdering af den samlede konstruktions fugt- og ventilationsforhold tillader det - isoleres udvendigt med et nyt isoleringslag og tagpapbelægning.

Omkostninger og energibesparelse ved isolering af tage

Foranstaltning	Isole- rings- tykkelse i mm	Pris ² pr. m ² tag i kr.	Årlig energi- bespar. ² i kWh/m ²	Tilbage- beta- lingstid i år	Bemærkninger
Isolering på loft (a)	100	30	75	4,0	
Isolering på loft (a)	200	55	90	6,1	
Isolering på loft (a)	300	75	95	7,9	
Isolering af tagskråning og skunk (b)	100	60	75	8,0	
Isolering i hulrum (c)	75	45	30	15,0	Indblæsning
Isolering un- der loft (d)	75	175	(30) ^x 70	(58,3)25	Lægter direk- te på loft
Udv. isolering af flade tage (e)	100	110	80	13,8	
Udv. isolering af flade tage (e)	200	135	90	15,0	

^x) oprindelig loftskonstruktion som (c).

ISOLERING AF YDERVÆGGE

Alment

Praktisk taget alle etageboliger bygget før 1950 har ydervægge af teglsten. I 1975 skønnes 70% af ydervæggens areal at bestå af teglsten, resten af letbeton, beton, træpartier o. lign. (2).

En isolering af hulmure ved indblæsning af isoleringsmateriale vil, når der er tale om store udmuringsprocenter, hvilket især gælder for de ældre ejendomme, kun give en beskedent gevinst.

Udvendig isolering må udfra et byggeteknisk synspunkt anses for den bedste løsning, men er forbundet med væsentlige arkitektoniske problemer. Indvendig isolering giver en del kuldebroer og gør desuden lejlighederne mindre. Udfra et isoleringsmæssigt synspunkt må indvendige vægge med uopvarmede trapperum betragtes som en slags ydervæg, skønt temperaturforskellen her er noget mindre. Foranstaltninger, der hæver temperaturen i trapperummet - for eksempel i form af isolering af trappeydervægge og etablering af vindfang eller isolering af de indvendige vægge - bør foretages på lige fod med de øvrige foranstaltninger. Samtidig vil gener fra de kolde vægge, der i værste tilfælde kan medføre kondens og mugdannelser, kunne undgås.

Inddeling

- a. Udvendig isolering.
- b. Isolering i hule mure.
- c. Indvendig isolering.

Udførelse af isoleringen

- a1 Isolering med ny facadebeklædning udføres af trykimprægnerede træ-lægter eller metalskinner, der fastgøres til væggen. Isoleringsmateriale opsættes og afdækkes med et vindtæt lag. Pladebeklædningen fastgøres, idet der sikres et ventileret hulrum mellem beklædning og isolering.
- a2 Isolering som angivet for 1a afsluttet med hønsenet og puds i stedet for pladebeklædning.
- a3 Ny skalmur.

- b. Isoleringsmaterialet hældes eller indblæses gennem huller i ydermuren.
- c1 Ydervæggene isoleres indvendig med en beklædningsvæg bestående af lægteskelet (stål- eller træskelet), isolering, dampspærre og pladebeklædning.
- c2 Opmuring af letbetonvæg med mineraluldisolering i mellemrum mod ydervæg.
- c3 Sandwichelementer af isoleringsmateriale med pålimede plader af egnet materiale.

Omkostninger og energibesparelse ved ydervægsisolering

Omkostningerne ved udvendig isolering er - udover valget af materialet - afhængig af facadens udformning og bygningens højde (stilladsudgifter). Den under a1 anførte enhedspris er baseret på en 3-etages ejendom med facader uden altaner, karnapper og andre fremspring. Pladematerialet er indregnet med en gennemsnitspris af de for øjeblikket på markedet værende beklædningsplader.

Der er ved beregning af enhedsprisen for indvendig isolering ikke taget hensyn til værdien af det areal, lejligheden mister.

Foranstaltning	Isole- rings- tykkelse i mm	Pris pr. m ² ydervæg i kr.	Årlig energi- bespar. ² i kWh/m ²	Tilbage- beta- lingstid i år	Bemærkninger
Udvendig facadeisole- ring (a1)	75	350	60	58,3	Plade- materialepris 50 kr./m ² x)
Udvendig facadeisole- ring (a1)	150	375	75	50,0	Plade- materialepris 50 kr./m ² x)
Hulmursind- blæsning	120	45	20	22,5	36 cm hulmur. Udmuring 50 pct.
Indv. isole- ring (c1)	50	270	55	49,1	
Indv. isole- ring (c1)	100	285	70	40,7	
Indv. isole- ring (c1)	150	300	75	40,0	
Indv. isole- ring m. let- beton (c2)	75	335	70	47,9	

x) pladematerialeprisen varierer fra ca. 30 kr./m² for asbestcementplader til ca. 100 kr./m² for metalplader i specialudførelse, f.eks. COR-TEN plader. Den anførte pris på 50 kr./m² svarer til en profileret stålplade med plastbehandlet overflade, eller tilsvarende aluminiumplade med lakeret overflade.

ISOLERING AF VINDUER OG DØRE

Alment

I (2) angives, at ca. 40% af etageboligernes vinduer består af eetlagsruder, medens stort set resten består af to-lagsruder. Der er således gode muligheder for varmebesparelser ved indgreb af forskellig karakter, idet 3 lag glas idag må anses for at være det højeste antal lag, der kan anvendes.

Døre fra lejligheder direkte til det fri (havedøre eller altandøre) indebærer ligeledes muligheder for varmebesparelser, hvilket også gælder entredøre mellem trapperum og lejligheder, selvom temperaturforskellen her er noget mindre.

Inddeling

- a. Isolering af vinduer med 1 lag glas.
- b. Isolering af vinduer med 2 lag glas.
- c. Isolering af døre.

Udførelse af isoleringen

- a1 Montering af forsatsruder af 1 lag glas eller 2-lags isoleringsrude.
- a2 Udskiftning af glas med 2- eller 3-lags isoleringsrude. Karmtræ bevares.
- a3 Total udskiftning af vinduer til nye 2- eller 3-lags vinduer.
- a4 Montering af isoleringsskodder, persienner o. lign.
- b1 Montering af forsatsrude af 1 lag glas.
- b2 Total udskiftning af vinduer til nye 3-lags vinduer.
- b3 Montering af isoleringsskodder, persienner o. lign.
- c1 Indvendig isolering med pladebeklædning.
- c2 Udskiftning til nye isolerede døre.

Omkostninger og energibesparelse ved isolering af vinduer og døre

Omkostningerne ved isolering af vinduer er afhængig af udformning, antal, indbygning i huset m.m. Ved udskiftning til nye vinduer spiller materialevalget tillige en væsentlig rolle.

De i skemaet anførte enhedspriser er kalkuleret på basis af rektangulære vinduer i en 3-etages blok med 24 lejligheder, ved udskiftning af gamle vinduer er regnet med nye af træ, og prisen er incl. montage, fugning, tilsætninger og malerbehandling.

Foranstaltning	Isolerings- tykkelse i mm	Pris pr. m ² vindue i kr.	Årlig energi- bespar. ² i kWh/m ²	Tilbage- beta- lingstid i år	Bemærkninger
Forsatsruder (a1)	-	450	215	20,9	1 lag glas
Forsatsruder (a1)	-	600	260	23,1	2-lag isoleringsrude
Udskiftning af glas (a2)	-	275	195	14,1	2-lag isoleringsrude
Udskiftning af glas (a2)	-	400	250	16,0	3-lag isoleringsrude
Udskiftning af vinduer (a3)	-	1250	205	61,0	2-lag isoleringsrude
Udskiftning af vinduer (a3)	-	1375	260	52,9	3-lag isoleringsrude
Forsatsrude (b1)	-	450	55	81,8	1 lag glas
Udskiftning af vinduer (b2)	-	1375	55	250,0	3-lag isoleringsrude
Indv. isolering af døre (c1)	25	100	70	14,3	Entredør
Udskiftning af døre (c2)	-	1000	70	142,9	Entredør

De anførte energibesparelser er excl. evt. medfølgende besparelser i fugetabet.

ISOLERING AF ETAGEADSKILLELSE MOD KÆLDER (TERRÆN)

Alment

Næsten alle etageejendomme har normal kælder eller krybekælder, kun en mindre del terrændæk.

En isolering på undersiden af etageadskillelsen vil ofte kunne kompliceres af ophængte varme- og brugsvandsledninger, faldrør m.m., og hvor etageadskillelsen består af træbjælkelag kan isoleringen ofte med fordel foretages ved indblæsning af isoleringsmateriale i konstruktionens hulrum.

Ved isolering mod kælder sænkes dennes temperatur, og såfremt der ønskes en vis opvarmning af kælderen, kan kælderydervæggen og evt. gulvet isoleres i stedet. I mange tilfælde vil varmeafgivelsen fra varme- og brugsvandsledninger dog være tilstrækkelig til at opretholde en passende temperatur.

For terrændæk, hvor en isolering af gulvet er særdeles bekostelig, kan der i stedet udføres en udvendig isolering af soklerne.

Inddeling

- a. Isolering af etageadskillelse mod kælder.
- b. Isolering af etageadskillelse mod krybekælder.
- c. Isolering af terrændæk.

Udførelse af isoleringen

- a1 Isolering på underside af kælderdek med lægter, mineraluld og beklædningsplade.
- a2 Indblæsning af isoleringsmateriale i hulrum mellem bjælker i træbjælkelag.
- b1 Isolering på undersiden af krybekælderdek med lægter og mineraluld fastholdt med 2 mm galv. tråd eller spredt forskalling. Ved træbjælkelag uden forskalling på undersiden kan isoleringen placeres mellem træbjælkerne.
- b2 Indblæsning af isoleringsmateriale i hulrum mellem bjælker i træbjælkelag.

- b3 Opklæbning af isoleringsplader på undersiden af dæk af beton, letbeton o. lign.
- c1 Optagning af eksisterende gulv, udlægning af fugtspærre og isolering samt retablering af gulv.
- c2 Isolering på udv. side af sokler med isoleringsplader.

Omkostninger og energibesparelse ved isolering mod kælder (terræn)

Foranstaltning	Isolerings-tykkelse i mm	Pris pr. m ² etageadskil.	Årlig energi-bespar. i kWh/m ²	Tilbagebetalingstid i år	Bemærkninger
Isolering på underside (a1)	100	175	30	58,3	
Indblæsning i konstrukt. (a2)	75	45	15	30,0	
Isolering på underside (b1)	100	45	45	10,0	
Indblæsning i konstrukt. (b2)	75	45	40	11,3	
Opklæbning af isolering (b3)	100	30	55	5,5	
Isolering i gulv (c1)	50	75	10	75,0	
Isolering af sokkel (c2)	100	10	5	20,0	Husbredde skønnes til 10 m ~ 50 kr./m ² sokkel

Energiforbruget til opvarmning af en bygning er - alt andet lige - proportionalt med temperaturfaldet over klimaskærmen, d.v.s. forskellen mellem rumtemperaturen og udetemperaturen. Det er derfor af afgørende betydning for bygningens energiforbrug, at rumtemperaturen holdes så lav som muligt.

Bygningens varmebehov ændres i takt med ændringer i udetemperatur og vindforhold samt varmetilførsel fra solindfald, personer, belysning m.m. Varmeanlæggets ydelse må derfor kunne reguleres i takt hermed for at opnå et godt termisk indeklima og mindst muligt energiforbrug.

Det kan i praksis kun ske ved en automatisk regulering af varmeanlægget ved hjælp af et udekompensatoranlæg (centralregulering af fremløbstemperaturen) og radiatortermostater (regulering af varmeydelser i det enkelte rum). Herved kan der opnås energibesparelser af en størrelsesorden på 15-20% (3).

Især i forbindelse med merisolering og tætning af bygninger, hvorved varmebehovet reduceres betydeligt, må automatisk regulering af varmeanlæggets ydelse anses som en forudsætning for i praksis at opnå de beregnede besparelser ved merisolering. Der er to årsager til, at der stilles endnu større krav til regulering af varmeanlægget efter merisolering af bygningen: dels vil basisvarmen (solindfald, personvarme, el, m.m.) udgøre en større del af det samlede varmeforbrug, og dels vil varmeanlægget nu være overdimensioneret, hvilket gør det endnu vanskeligere at regulere ved manuel betjening.

For en eksisterende etageejendom vil anlægsudgiften til automatisk regulering af varmeanlægget omfattende udekompensatoranlæg og radiatortermostater anddrage 10-15 kr./m², og tilbagebetalingstiden vil være 2-4 år, se (3).

Isolering af bygningen og automatisk regulering af varmeanlæggets ydelse må derfor ses i sammenhæng, og ved en helhedsvurdering af den eksisterende etageboligs energiforbrug bør endvidere indgå, at varmeanlægget er korrekt indreguleret, samt at kedelanlægget arbejder med en optimal virkningsgrad.

Ved isolering af de eksisterende etageboligvægge, loft over øverste etage og gulv over kælder - samt ved anvendelse af vinduer med 2 eller 3 lag glas i stedet for 1 lag, opnås en højere overfladetemperatur på disse flader, hvilket medfører et mere behageligt indeklima og muliggør en lidt lavere lufttemperatur.

Ved anvendelse af automatisk regulering af varmeanlæggets ydelse i takt med belastningsvariationerne (udetemperatur, vind, varmetilførsel fra solindfald m.m.) opnås en forbedring af indeklimaet, fordi rumtemperaturen nu kan holdes på det ønskede niveau uden generende udsving opad eller nedad.

I ældre etageboliger vil luftskiftet inden tætning af fuger ved vinduer og døre normalt (1) være så stort, at det har medført gener p.g.a. træk, især ved lave udetemperaturer og kraftig vindpåvirkning. Ved tætning af vinduer og døre opnås et mindre luftskifte i rummet, så trækgener ophører, og der derved sker en forbedring af det termiske indeklima.

Det skal bemærkes, at ekstremt tætte fuger kan medføre, at luftskiftet bliver for lille, så indeklimaet påvirkes i uheldig retning med bl.a. for høj luftfugtighed til følge. Men det skal understreges, at dette ikke vil være tilfældet ved normale fugeløsninger og vindueskonstruktioner. Der bør dog findes let betjenbare friskluftventiler f.eks. i forbindelse med vindueskonstruktionen, så den enkelte beboer selv kan etablere en forøget udluftning ved hjælp af ventilen. Herved kan luftskiftet styres i afhængighed af behovet og ikke som ved utætte fuger være afhængig af vindpåvirkningen.

Sammenfattende kan det siges, at en bedre isolering af klimaskærmen og en bedre regulering af varmeanlægget medfører et bedre indeklima, når der sørges for, at der stadig kan opnås et rimeligt luftskifte.

Det skal endelig nævnes, at de materialer, der anvendes ved vægisolering ikke må give anledning til større afgasning af giftige luftarter end at koncentrationen af disse i rummet kan holdes under de hygiejnisk tilladelige grænseværdier.

 OMKOSTNINGER OG ENERGIBESPARELSER FOR GENNEMSNITSLEJLIGHED

For at give et overblik over de samlede omkostninger og varmebesparelser anvendes i dette afsnit de beregnede enhedspriser og energibesparelser på en "gennemsnitslejlighed", således som den kan beskrives ved hjælp af (2).

Desuden er omkostningerne søgt opdelt i udgifter til arbejds løn og materialer.

Arealfordeling	k-værdiforbedring W/C° m ²	
Lejlighedsareal	60 m ²	-
Ydervægge af 36 cm uisolaret murværk	35 -	1,0
Vinduesareal 1 lag glas	3,5 -	3,7
Vinduesareal 2 lag glas	3,5 -	0,8
Tagandel (60:3,5) uisolaret trætagadskillelse, tegltag	17 -	1,3
Andel af kælderdek (60:3,5) uisolaret trætagadskillelse	17 -	0,5

Lejligheden er forsynet med centralvarme og har i uisolaret tilstand et beregningsmæssigt varmetab på ca. 12.000 kWh/år.

De valgte foranstaltninger er anført i skemaet efter tilbagebetalings-tidens størrelse, således at foranstaltninger med kortest tilbagebetalingstid står først.

Resumé

Som det fremgår af skemaet side 25, opnås der ved de angivne foranstaltninger en samlet nettoenergibesparelse på godt 8.000 kWh/år.

Omkostningerne andrager ca. kr. 16.000 excl. moms, hvoraf ca. 30% er udgifter til materialer, de resterende ca. 70% arbejds løn.

Besparelserne forekommer umiddelbart store, og en verificering af de teoretiske beregninger vil først kunne finde sted senere i projektet. Det må i øvrigt antages, at en del af besparelserne kan gå tabt p.g.a. en generel hævnning af den indvendige temperatur i tidligere dårligt opvarmede rum. I øvrigt vil den fulde effekt af termostatventilerne

næppe kunne påregnes, før beboerne er blevet fortrolig med anvendelsen af disse.

Foranstaltning	Netto-energi-bespar. ² i kWh/m ²	Samlede omkostninger i kr.	Omkostninger i kr., hhv.: Materiale- løn	Tilbage- beta- lingstid i år	Bemærkning
Tætning, vinduer og døre	785	280	105 175	3,6	
Regulering af varmeanlæg	2000	800	370 430	4,0	
Loftisolering 200 mm	1530	935	390 545	6,1	
Isolering af entredør	140	200	75 125	13,3	
1 lag glas udskiftet med 3 lag	875	1400	1035 365	16,0	
Indblæsning i kælderdek	255	765	170 595	30,0	
Tætning af kal-fatringsfuge	390	1500	500 1000	38,5	
Indv. isoler. 100 mm	2100	8550	1900 6650	40,7	15 pct. kuldebroer
2 lag glas forsynes med 1-lags forsatsr.	195	1575	525 1050	81,8	
Ialt	8270	16005	5070 10935		

Indledning

Som nævnt i de foregående afsnit er den energibesparelse, der kan opnås ved ekstraisolering afhængig af den uisolerede bygningsdels opbygning (k-værdi), ligesom valget af anvendelige foranstaltninger er afhængig heraf. Det er derfor nødvendigt at kende de forskellige bygningsdeles udvikling gennem årene og boligmassens aldersfordeling, såfremt man ønsker et overblik over de samlede praktisk opnåelige energibesparelser.

Nøjagtige oplysninger om den ældste del af boligmassens aldersfordeling findes ikke, og en fordeling af de forskellige typer af konstruktioner må bero på et skøn. For at belyse variationer i udformningen af etagehusene, gennemgås i det følgende tre tidstypiske etageblokke med henblik på relevante energibesparende indgreb.

Boligstatistik

Aldersmæssig fordeling af lejligheder opført før 1970.

<u>Opførelsesår</u>	<u>Antal (1000)</u>	<u>%</u>
- 1920	230	32
1921 - 1940	183	25
1941 - 1960	170	24
1961 - 1970	134	19
Ialt:	717	100

Kommentar til valg af boligtyper

Eksempel 1 behandler en etagebolig opført ca. 1900 og repræsenterer gruppen op til 1920 d.v.s. 32% af boligmassen. Antallet vil imidlertid p.g.a. nedrivning af de dårligste ejendomme falde med årene.

Den valgte bygning skønnes i det store og hele at være typisk for perioden hvad angår klimaskærm og isoleringsstandard, medens antallet af beboelsesetager (5 normale etager og tagetage) må antages at være noget højere end gennemsnittet.

Eksempel 2 beskriver en etagebolig opført ca. 1940, der skønnes at være typisk for perioden fra omkring 1920 til ca. 1950, hvor det industrialiserede byggeri så småt begynder. Perioden svarer til 37% af boligmassen.

Eksempel 3 dækker etagebyggeriet fra ca. 1950 - 1970 (31%). Det bør dog bemærkes, at der i denne periode er opført en del højhuse, med deres specielle problemer i tilfælde af ekstraisolering. Det formodes dog, at langt den overvejende del af lejlighederne findes i 3-4 etages blokke.

EKSEMPEL 1. 5-ETAGES KARRÉJENDOM FRA 1900

Beskrivelse af klimaskærm

Tagkonstruktion

Hanebåndsspær med 25 mm brædder og skiferplader, kviste af 25 mm brædder og zink. Indv. rør og puds.

Skunkvægge, skråvægge og loft af 25 mm brædder, rør og puds. Tagetagen er udnyttet til beboelse.

Ydervægge

Massivt murværk 60-36 cm. Vinduesbrystninger af 36 cm mur.

Vinduer og døre

Vinduer med enkelt lag glas og forsatsvinduer i et mindre omfang.

Etageadskillelse mod kælder

Træbjælkelag med lerindskud, forskalling, rør og puds.

Kælder

Kældergang mellem gade og baggård.

Kælder udnyttes til birum og erhverv.

Ingen centralvarme.

Oversigt over k-værdier

Tagkonstruktion	1,3 W/m ² C ^o
Ydervægge	1,05-1,6 -
Vinduer, dobbelt/enkelt	2,5 /5,5 -
Etageadskillelse mod kælder	0,8 -

Det formodes, at kun en ringe del af denne kategori af ejendomme er ekstraisoleret.

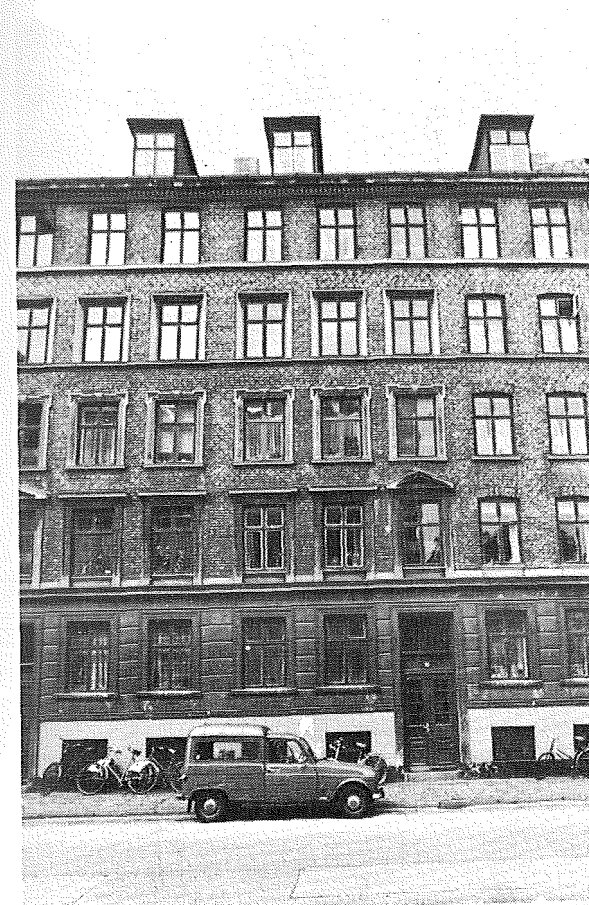
Energibesparende indgreb

Isolering af tag

Tagetagens vægge isoleres bedst med mineraluld som angivet side 13 pkt. b, idet der enten kan isoleres langs hele den skrå tagflade ned til

EKSEMPEL 1.

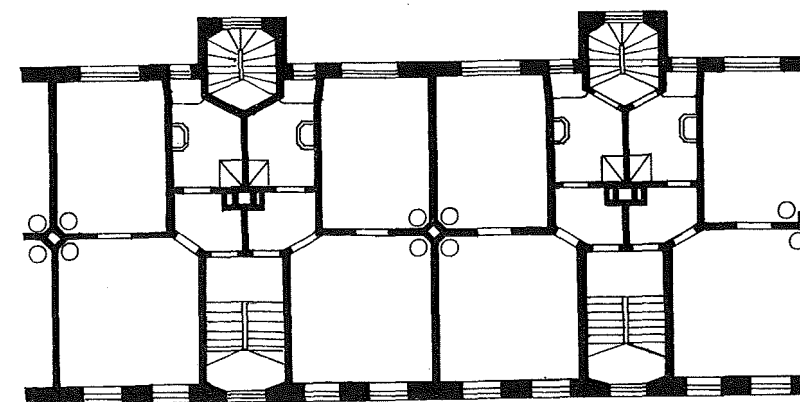
5-etagers karre'ejendom fra 1900



facade mod gade



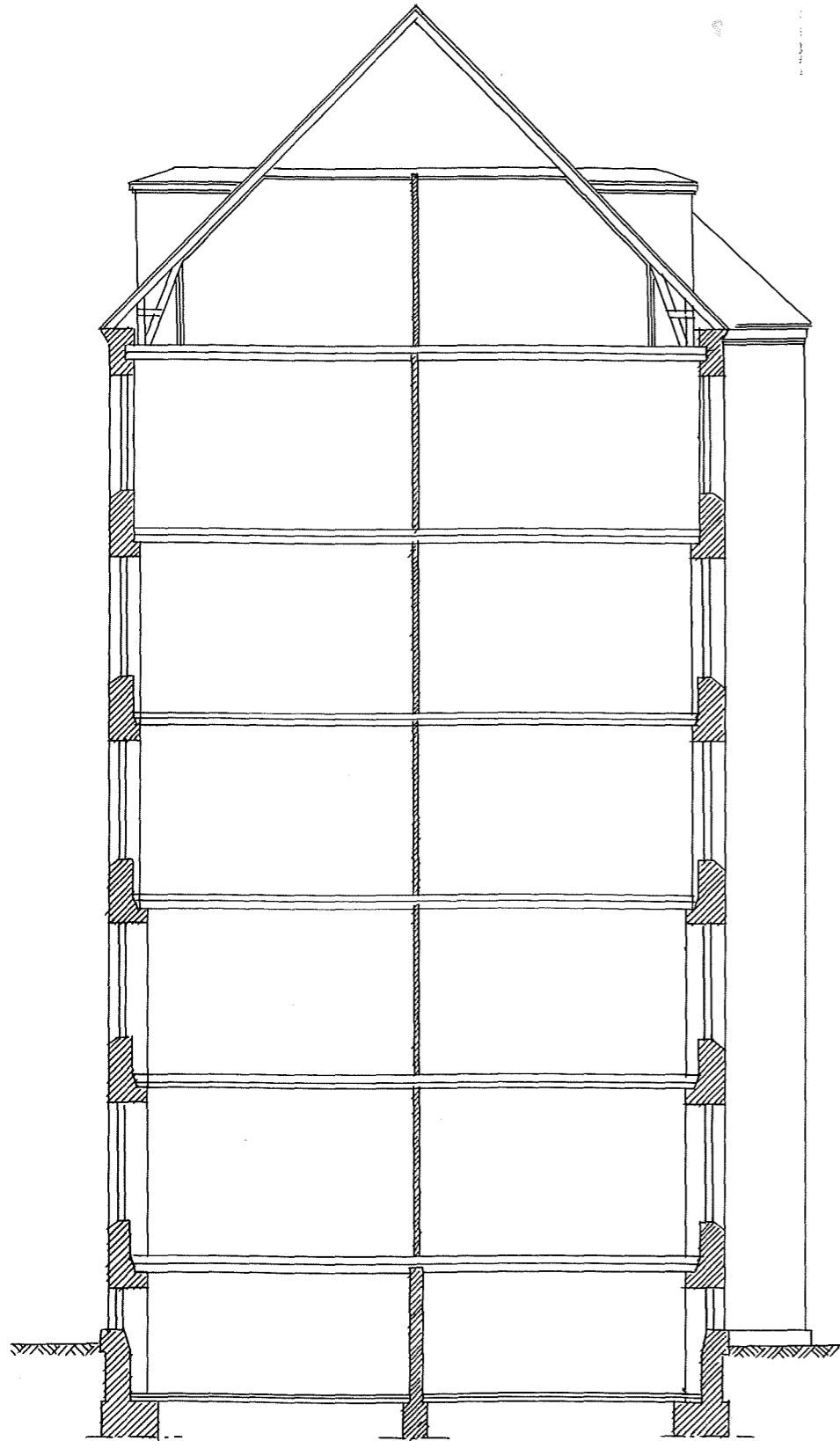
facade mod gård



PLAN 1:200

EKSEMPEL 1.

5-etagers karre'ejendom fra 1900



SNIT 1:100

ydervæggen eller langs skunkvæggen og gulvet (etageadskillelsen) i skunkrummet. Loftet kan isoleres på oversiden fra det tilgængelige hanebåndsloft.

Det bemærkes, at den maksimale isoleringstykkelse ved isolering af den skrå tagflade afhænger af spærdimensionen og kravet til et ventileret hulrum mellem tagbeklædning og isolering. I praksis kan regnes med en maksimal tykkelse på 75-100 mm. Ønskes en større isoleringstykkelse må denne tilvejebringes ved en indvendig isolering som angivet side 13 pkt. d, evt. kan en kombination af begge metoder anvendes.

Isolering af kviste og tag over bitrappe er besværlig. Der kan vælges at isolere indvendigt med en begrænset isoleringstykkelse p.g.a. tilslutningsdetaljer omkring vinduer, eller der kan opbygges en udvendig isolering, der i så tilfælde kræver afmontering af tagbeklædning, ændring af skotrender, inddækninger m.m.

Isolering af ydervægge

Ydervæggene kan isoleres udvendigt eller indvendigt, som anført side 15. Generelt kan det siges, at den udvendige isolering er den byggeteknisk bedste løsning, den giver sammenlignet med indvendig isolering få gener for beboerne under udførelsen, men er noget dyrere end den indvendige isolering. Den indvendige isolering formindsker lejlighedens areal og de kuldebroer, der nødvendigvis følger med, vil give større indvendig vedligeholdelse.

Den udvendige isolering byder på en række problemer i form af

- a) Gadefacadens gesimser og fremspring
- b) Afslutning mod terræn og tag
- c) Tagnedløb
- d) Bitrappens fremspring
- e) Forhold til byggelinier

og umuliggøres måske p.g.a. facadens totalt ændrede arkitektur, da ejendommen indgår i et samlet gadebillede.

Den indvendige isolering byder på en række problemer i form af

- a) Umulig at gennemføre på hoved- og bitrappe p.g.a. ringe plads
- b) Køkkeninventar, der må fjernes
- c) El-stik ved facader, der må flyttes.

Konklusion

Det kan ikke, uden detaljerede undersøgelser, kalkulationer og vurderinger afgøres, hvilken isoleringsform der i dette tilfælde er at foretrække.

Isolering af vinduer og døre

Det må antages, at vinduerne er tjenlige til udskiftning, og de bør derfor udskiftes.

Ved en udskiftning opnås samtidig en tætning af klimaskærmen. Entredøre tættes og isoleres. (Evt. i forbindelse med brandsikring).

Isolering af kælderdek

Etageadskillelsen har en relativ god k-værdi. Det foreslås at isolere ved indblæsning i hulrum som angivet side 20 pkt. b2.

EKSEMPEL 2. 3-ETAGES FRITLIGGENDE BLOK FRA 1940

Beskrivelse af klimaskærm

Tagkonstruktion

Hanebåndsspær med lægter og tegl.

Uudnyttet tagrum.

Etageadskillelse mod tagrum af træbjælker med lerindskud, forskalling, rør og puds.

Ydervægge

36 cm murværk. Øverste etage af hulmur med faste bindere. Brystninger 24 cm mur.

Vinduer og døre

Vinduer med enkelt lag glas og forsatsruder i et vist omfang.

Etageadskillelse mod kælder

Træbjælkelag med lerindskud, forskalling, rør og puds. Jernbetondæk under badeværelser.

Kælder

Kælder udnyttes til birum.

Ejendommen har centralvarme med hovedledninger under kælderloft.

Oversigt over k-værdier

Tagkonstruktion	1,15	W/m ^{2C°}	
Ydervægge	1,4		-
Vinduer, dobbelt/enkelt	2,5/5,5		-
Etageadskillelse mod kælder, træ/jernbt.	0,8/2,6		-

Det må dog formodes, at en stor del af ejendommene har ekstra isoleret loftet.

Energibesparende indgreb

Isolering af tag

Der udlægges isolering på loftet. Gangbro må hæves.

EKSEMPEL_2.

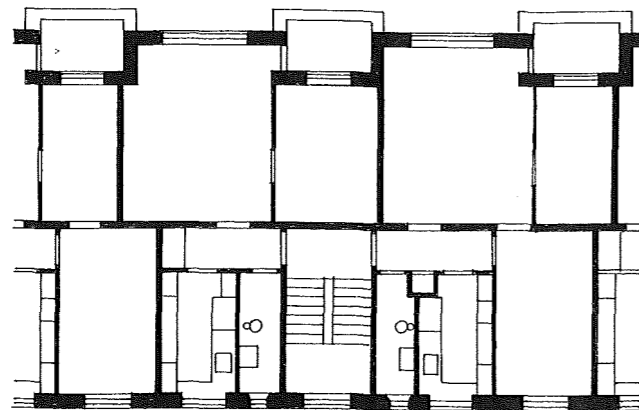
3-etagers fritliggende blok fra 1940



facade mod gade



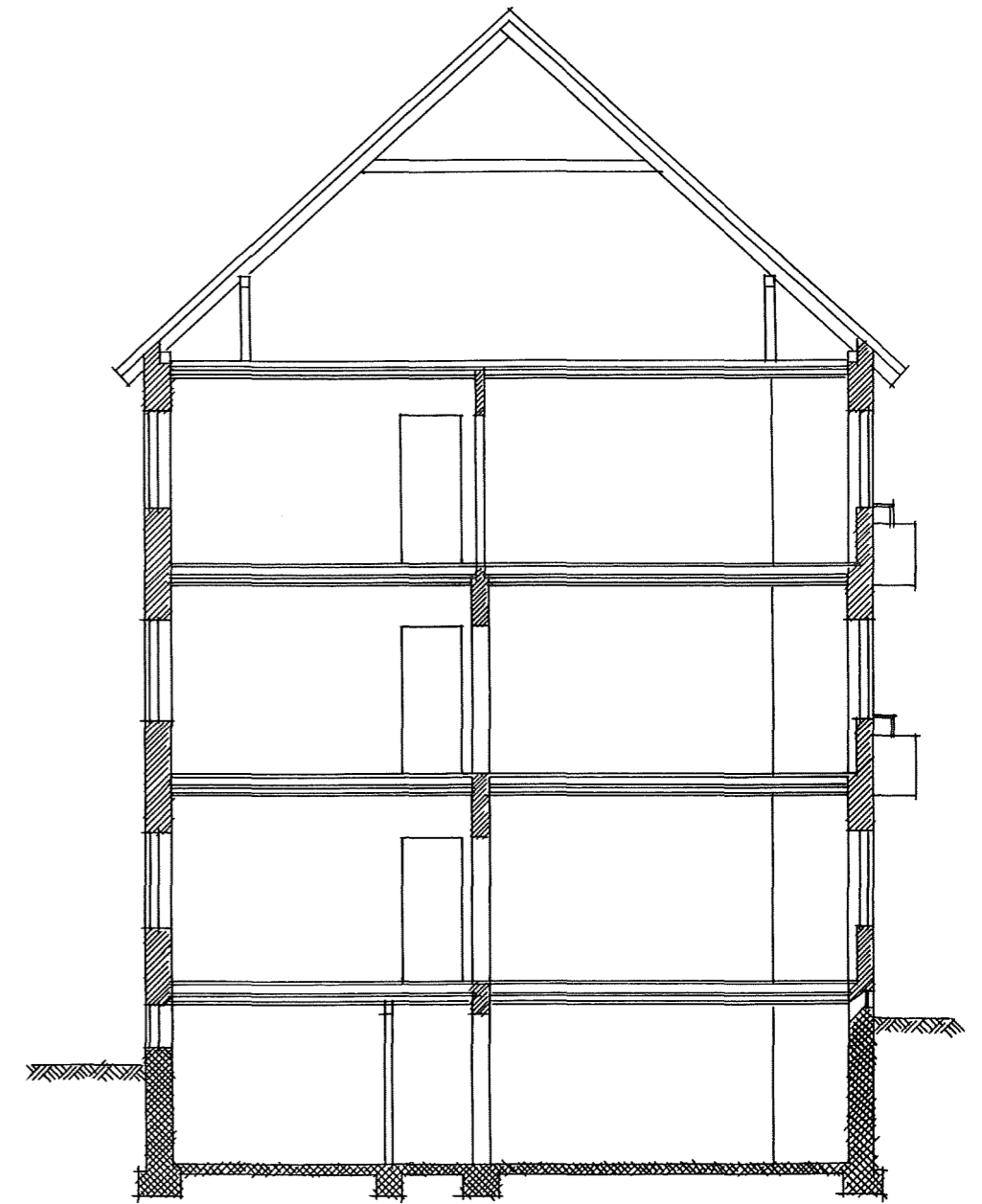
facade mod have



PLAN 1:200

EKSEMPEL_2.

3-etagers fritliggende blok fra 1940



SNIT 1:100

Isolering af ydervægge

Problemstillingen er den samme som beskrevet i eksempel 1. Der er dog mulighed for, at hulrumisolere den øverste etage, men p.g.a. den store udmuringsprocent opnås ikke den store energibesparelse herved.

Den udvendige isolering byder på en række problemer i form af

- a) Altaner i havefacaden
- b) Afslutning mod terræn
- c) Tagedløb
- d) Forhold til byggelinier
- e) Den lille altan bliver mindre.

Ejendommen vil ofte være en del af en ensartet bebyggelse, men ændring af facadebilledet forekommer mere acceptabelt for denne kategori af bygninger end i eksempel 1.

Den indvendige isolering byder på en række problemer i form af

- a) Umulig at gennemføre i trapperum p.g.a. pladsforhold
- b) Køkkeninventar, der må fjernes
- c) Badeværelse ved facaden
- d) El-stik og radiatorer ved facader, der må flyttes.

Konklusion

Prisforskellen mellem udvendig og indvendig isolering må i dette tilfælde antages at være lille p.g.a. de mange følgearbejder i tilfælde af indvendig isolering.

Forudsat en tilfredsstillende løsning af facadens arkitektur bør den udvendige isolering som angivet side 15 pkt. a1 vælges.

Isolering af vinduer og døre

Det må vurderes, om vinduerne er tjenlige til udskiftning, hvis ikke dette er tilfældet, forsynes vinduerne med forsatsruder, og kalfatningsfugen gennemgås og tættes.

Entredøre og altandøre tættes og isoleres.

Isolering af kælderdek

Etageadskillelsen isoleres ved indblæsning af isoleringsmateriale i hulrum. Jernbetondæk isoleres på undersiden som angivet side 20 pkt. a1.

EKSEMPEL 3. 4-ETAGES FRITLIGGENDE BLOK FRA 1960

Beskrivelse af klimaskærm

Tagkonstruktion

18 cm betonhuldækelementer med 70 mm polystyrol og 25 mm træbeton, tagpap.

Ydervægge

Betonsandwichelementer med 40/60 mm isolering.
Lette facadeelementer af træ, 50 mm isolering.

Vinduer og døre

2 lag glas i koblede rammer.

Etageadskillelse mod kælder/krybekælder

18 cm betonhuldækelementer. 30 mm mineraluld mellem gulvstrøer mod kælder, 50 mm mod krybekælder.

Kælder

Kælderen udnyttes til birum.

Hovedledninger til centralvarme og brugsvand ligger under kælderloft.

Oversigt over k-værdier

Tagkonstruktion	0,45 m ² C ⁰
Tunge ydervægge	1,0- 0,9 -
Lette ydervægge	0,7 -
Vinduer	2,5 -
Etageadskillelse mod kælder/krybekld.	0,7/0,55 -

Energibesparende indgreb

Tagkonstruktion

Tagpapdækningen skal efter en årrække suppleres med et ekstra lag pap. Denne vedligeholdelse bør kombineres med et ekstra lag isolering.

EKSEMPEL_3.

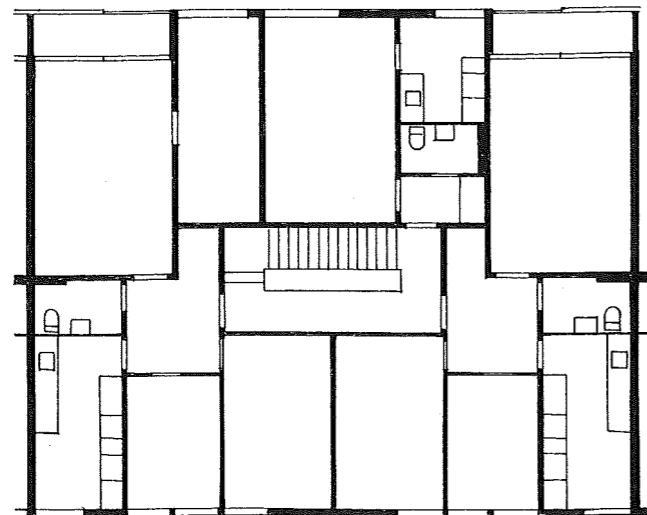
4-etagers fritliggende blok fra 1960



facade mod gade



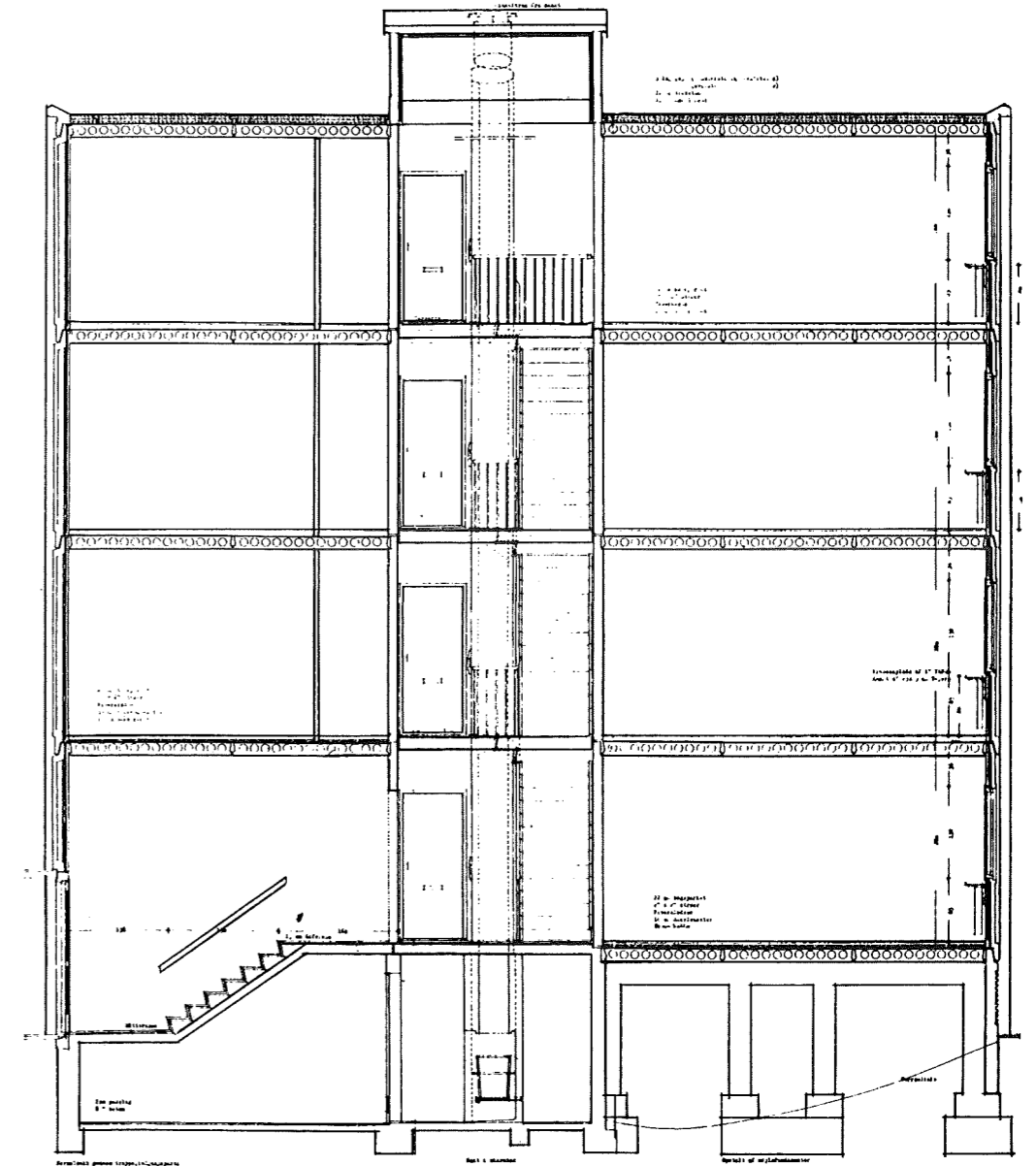
facade mod have



PLAN 1:200

EKSEMPEL_3.

4-etagers fritliggende blok fra 1960



SNIT 1:100

Isolering af ydervægge

Problemerne er principielt de samme for eksempel 1 og 2, dog optræder det lette, rumstore facadeelement som et nyt problem.

Den udvendige isolering byder på en række problemer i form af

- a) Altaner i havefacaden
- b) Afslutning mod terræn
- c) Tilslutningsdetaljer ved sammenbygning af lette og tunge facadeelementer
- d) Forhold til byggelinier.

En ændring af facadens udseende antages ikke at volde problemer.

Den indvendige isolering byder på en række problemer i form af

- a) Køkkeninventar, der må fjernes
- b) Radiatorer og el-stik ved facader, der må flyttes
- c) Flytning af vinduesplader og tilpasning til de lette facadeelementer.

Konklusion

En ekstraisolering af de lette elementer kan bedst og billigst ske ved at aftage den udvendige plade og udfylde hulrummet helt med mineraluld, hvorefter pladen igen opsættes suppleret med vindtæt pap og lister, så der etableres et ventileret hulrum mellem plade og isolering.

De tunge facadeelementer opdeler facaden i rektangulære, ensartede felter, hvilket medfører at arbejdet ved en udvendig isolering som angivet side 15 pkt. a1 kan foregå rationelt og hurtigt, evt. ved anvendelse af pre-fabrikerede elementer. Det må antages, at den udvendige isolering er mere økonomisk end den indvendige, og den bør derfor foretrækkes.

Isolering af vinduer og døre

Vinduer og døre tættes. Det kan overvejes at forsyne vinduerne med forsatsruder.

Isolering af kælderdek

Dæk mod kælder isoleres på undersiden som angivet side 20 pkt. a1, medens dæk mod krybekælder kan isoleres ved opklæbning af isolering side 21 pkt. b3.

SAMMENFATNING

I nærværende delrapport redegøres for de tekniske løsninger, som forventes at blive de mest anvendte i forbindelse med ekstraisoleringsforanstaltninger i eksisterende etageboliger.

Der er foretaget en foreløbig vurdering af energibesparelser og anlægsudgifter ved isolering af en eksisterende etagebolig, som angivet i skemaet side 25.

De anførte enhedspriser er for en dels vedkommende baseret på priser, der er indhentet ved licitation, men priserne er gennemsnitspriser, der kan variere væsentligt fra sag til sag.

Energibesparelserne er beregnede og derfor behæftede med en vis usikkerhed. En usikkerhed, der søges afklaret gennem den fortsatte undersøgelse, der omfatter målinger i vinteren 1977-78 af de energibesparelser, der opnås i praksis ved ekstraisolering af en eksisterende etagebolig.

Det skal bemærkes, at de angivne energibesparelser er baseret på, at der ikke i forvejen er udført nogen form for isolering, tætning eller automatisk regulering i bygningen.

Det skal understreges, at det er en betingelse for at opnå de angivne energibesparelser, at rumtemperaturen, efter merisoleringen, holdes på samme niveau som før. En yderligere besparelse på 6-8% kan opnås ved generelt at sænke lufttemperaturen fra 22° til 21°C, hvilket må anses for acceptabelt, når ydervæggens overfladetemperatur hæves.

Det er således ikke tilstrækkeligt at udføre isolering og regulering, hvis ikke beboerne bagefter forstår betydningen af og er indstillet på at holde en rumtemperatur på ca. 21°C. Det kan derfor blive nødvendigt at inddrage beboerne i sparebestræbelserne gennem informationskampagner, der samtidig motiverer dem til selv at gøre en aktiv indsats.

I denne SBI-rapport redegøres der for de tekniske muligheder og de hertil knyttede økonomiske forhold ved gennemførelse af energibesparende indgreb i eksisterende etageboligers klimaskærm. Rapportens indhold er primært baseret på teoretiske betragtninger og beregninger. En verificering af de anførte omkostninger og de i praksis opnåede energibesparelser vil finde sted i et senere projektstadium og vil herefter blive rapporteret.