



# Udvendig efterisolering af massive murede vægge

Mange ældre etageejendomme er opført med massive ydervægge med ringe varmeisolering. Fra ca. 1850 og frem til 1920'erne er de fleste ejendomme opført med ydervægge i massivt murværk af mursten. Murværket er tykkest nederst i bygningen, og vægtykkelsen aftrappes så gradvist højere oppe i bygningen. Tyndest er murværket i ikke-bærende brystninger under vinduer og i blændinger i gavlene samt ud for etagedækkene, hvor etagedækkets bjælkeender hviler af på murværket.

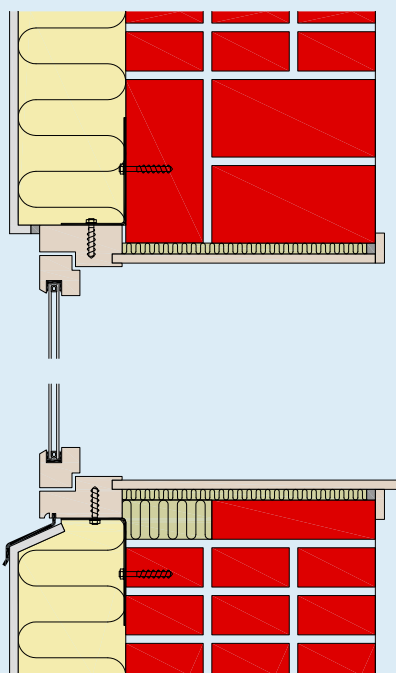
Tilsvarende kan gøre sig gældende for etageejendomme fra ca. 1930 og frem til 1970'erne. I de øverste 1-2 etager kan murværket være udført med hulrum og faste bindere. Fra 1961 blev det muligt at anvende trådbindere i de hule mure.

De fleste af bygningerne er opført på et tidspunkt, hvor der ikke var et bygningsreglement, der stillede krav til varmeisolering, og de har et stort varmetab ud gennem ydervæggene. Disse ejendomme anbefales en udvendig efterisolering under hensyntagen til arkitektoniske og konstruktive forhold.

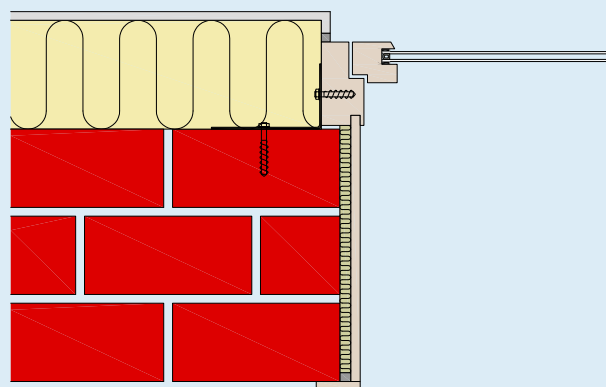
## Fordele

- Mindre varmetab gennem ydervæggene
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO<sub>2</sub>-udledning
- Udvendig efterisolering forøger etageejendommens værdi
- Udvendig efterisolering skjuler og beskytter eventuelle skader på facaden
- Udvendig efterisolering giver mulighed for at ændre facadens udtryk

Over- og underfals efterisoleret med pudset facade



Sidefals efterisoleret med pudset facade



## Energibesparelse

Eksisterende forhold (mursten)	Ny udvendig isoleringstykkelser	
	200 mm isolering (ved kl. 37 mW/mK)	225 mm isolering (ved kl. 37 mW/mK)
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år	
710 mm mursten (3 sten væg)	76	80
590 mm mursten (2½ sten væg)	88	92
470 mm mursten (2 sten væg)	100	104
350 mm mursten (1½ sten væg)	112	116
230 mm mursten (1 sten væg)	124	128
110 mm mursten (½ sten væg)	136	140
Kanalmurer med faste bindere: Formur af mursten Hulmur med ca. 130 mm isolering Bagmur af mursten	20	23

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	<p>En fritliggende etageejendom med massive ydervægge af mursten får efterisoleret facader og gavle udvendigt. Arealet af facader og gavle er 500 m<sup>2</sup>, når vinduer og yderdøre er fratrukket.</p> <p>Facaden består af en 2½ stens mur på alle etager, dog er brystningspartier under vinduer og ikke-bærende udfyldninger i gavlene 1½ stens mur.</p> <p>Ydervægge efterisoleres udvendigt med 200 mm isolering, der afsluttes med pudsløsning. Soklen isoleres ikke.</p> <p>Fordeling af vægtykkelser er flg.: 300 m<sup>2</sup> med 2½ stens mur og 200 m<sup>2</sup> med 1½ stens mur.</p> <p>Fjernvarmepris: 0,50 kr. pr. kWh</p>	
<b>Årlig energibesparelse kWh pr. m<sup>2</sup></b>	2½ stens mur: 1½ stens mur:	88 kWh/m <sup>2</sup> 112 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Årlig energibesparelse kWh fjernvarme</b>	2½ stens mur: 1½ stens mur: I alt	88 kWh/m <sup>2</sup> x 300 m <sup>2</sup> = 112 kWh/m <sup>2</sup> x 200 m <sup>2</sup> = 48.800 kWh
<b>Økonomisk besparelse år 1, kr.</b>	0,50 kr./kWh x 48.800 kWh = 24.400 kr.	
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>	0,086 kg/kWh x 48.800 kWh = 3.514 kg/3,5 tons	

**Forudsætning**

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på 37-38 mW/m K.

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m<sup>3</sup> naturgas = 9-11 kWh.  
Spændet viser forskellen på nye og ældre kedler.

**CO<sub>2</sub>-udledning for forskellige opvarmningsformer:**

- Naturgas: 0,205 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,211 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

**Udførelse**

Efterisolering af ydervæggen bør foretages under hensyntagen til etageejendommens arkitektur. Her tænkes der især på beklædningen eller pudsløsningen, der anvendes uden på isoleringsmaterialet. Ved tagfoden må efterisoleringen ikke forhindre ventilationen af tagkonstruktionen, og ved soklen/kældervæggen bør ydervæggen have udvendigt fremspring i forhold til sokkel- eller kældervægsisolering.

Der er to muligheder for udvendig efterisolering af tunge ydervægge; enten ved påbygning af en isoleret skeletkonstruktion, der afsluttes udvendigt med facadebeklædning eller ved montering af isoleringsmateriale direkte på ydervæggen og afsluttet udvendigt med facadepuds.

**Skeletkonstruktion med facadebeklædning**

På den eksisterende ydervæg opbygges et skelet til den nye isolering og ny facadebeklædning. Der isoleres i skelettet således, at isoleringen sidder stramt. På ydersiden af isoleringen monteres vindspærre.

Beklædningen kan f.eks. bestå af skærmtegl, der ophænges i et specialfremstillet stålskelet. Beklædningen kan også bestå af træ, fibercementplader eller andre materialer, der skrues fast på et skelet af slidset stål eller træ. Endelig findes der også skeletkonstruktioner fremstillet i isoleringsmateriale, så kuldebroer minimeres.

Isoleringen bør bestå af mindst to isoleringslag med forskudte samlinger. Hvis facadebeklædningen er diffusionstæt, skal der være et ventileret hulrum mellem isoleringslaget/vindspærren og beklædningen. Er facadebeklædningen diffusionsåben, kan den opsættes direkte på isoleringslaget.

**Pudset facade**

Den anden mulighed er at anvende et efterisoleringssystem med stiv isolering fastholdt med dybler og afsluttet med puds. Isoleringen kan i dette tilfælde godt være i et lag med omhyggeligt udførte samlinger.



Udvendig facadeisolering med puds på ydervæg med både massive og hulmursisolerede vægge på ejendom fra 1970-71

## Generelt

I begge tilfælde bør montagevejledningen fra leverandøren følges.

De indbyggede kuldebroer ved faste bindere, inder-vægge og etageadskillelsers elementsamlinger vil blive brudt ved den udvendige efterisolering.

## Kuldebroer ved vinduer

Den mest optimale løsning omkring vinduerne fås ved at flytte vinduerne med ud i isoleringslaget og udvide dem en smule. På den måde kan kuldebroen omkring dem helt elimineres. Det kræver en isoleringstykkelse, der er større end vinduets karmdybde. Hvis den udvendige efterisolering er opsat i en skeletkonstruktion, er der typisk et skelet omkring vinduerne, som vinduerne kan gøres fast i. Hvis det er løsningen med isolering og puds, vil vinduerne kunne gøres fast med beslag til murværket.

Hvis vinduerne er i så god stand, at de ønskes bevaret, vil det være en fordel at flytte dem med ud i isoleringslaget. Herved elimineres en kuldebro i samlingen omkring vinduet.

Ved samtidig efterisolering af sokkel opnås yderligere besparelser for reduktion af linietab i samling mellem ydervæg og sokkel. Se energiløsningen ”Efterisolering af sokkel”. Det samme gælder hvis kældervæggen også isoleres udefra.



Nyt vindue på nordfacaden af ejendom fra 1970-71

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Eksisterende ydervæg og fundament	Er der nyere sætningsskader eller revnedannelser?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 1
Eksisterende ydervægs styrke	Kan den eksisterende ydervæg optage belastningerne fra et nyt efterisoleringssystem?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 2
Tagudhæng	Er der plads til den nye efterisolering og beklædning indenfor tagudhænget?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 3
Ventilation	Er der udeluftventiler?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 4
Vinduer og døre	Er der vinduer eller døre i væggen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 5
Tagnedløbsrør	Er der tagnedløbsrør tæt ved fundamentet?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 6
Belysning	Er der monteret udendørs belysning på ydervæggen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 7

### 1. Eksisterende ydervæg og fundament

En rådgiver bør vurdere, om skaderne er ”kosmetiske” eller har kritisk karakter, inden efterisoleringen udføres.

### 2. Styrke

En rådgiver bør vurdere, om den eksisterende ydervægskonstruktion har styrke nok til at optage belastningen fra den nye isolering og facadebeklædning. Hvis den nye facade er tung - f.eks. består af en skalmur, skal der etableres et nyt randfundament. Der skal isoleres mellem det nye og det gamle fundament for at undgå en kuldebro.

### 3. Tagudhæng

Hvis tagudhængen ikke kan dække over den nye efterisoleringstykkelse inkl. facadebeklædning, kan der udføres en løsning med en reduceret isoleringstykkelse. Alternativt kan tagudhængen forøges for at sikre tilstrækkelig dækning over efterisoleringsløsningen.

### 4. Ventilation

Udeluftventiler i ydervæggen udskiftes til en længere udgave, så de kan nå udvendig side af den nye beklædning. De bør være kondens- og lydisolerede.

### 5. Vinduer eller døre

Hvis der i ydervæggen er udtjente vinduer eller døre, bør disse udskiftes samtidigt. Eksisterende vinduer og døre der bibeholdes skal integreres i den nye ydervæg med regn- og lufttæt samling mellem karm og vindueshul. Det bedste resultat opnås, hvis vinduerne/dørene kan forskydes ud i isoleringslaget, så kuldebroer mod den eksisterende mur elimineres.

### 6. Tagnedløbsrør og brønde

Nedløbsbrønde skal flyttes ud til en passende afstand og placering i forhold til ydervægskonstruktionen, og nedløbsrør skal ligeledes tilpasses den nye konstruktion.

### 7. Udendørsbelysning

Udendørsbelysning skal demonteres og flyttes med ud på den nye facadebeklædning. Arbejdet skal udføres af en autoriseret el-installatør.

## OBS

Der kan være krav til f.eks. brand og lyd, som ikke er nævnt i denne energiløsning. Det påhviler brugeren at undersøge i det konkrete tilfælde. Det samme gælder forhold vedr. facadeudtryk, afstandskrav mv.

## Indeklima

Når ydervæggen isoleres, bliver dens indvendige overflade varmere, hvilket nedsætter risikoen for kondens på væggenes inderside og giver mindre træk.

## Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Ved efterisolering af en tung ydervæg stiller bygningsreglementet krav om at efterisolering gennemføres i det omfang, det er rentabelt, og ikke medfører risiko for fugtskader.

For en typisk tung ydervægskonstruktion vil det normalt betyde, at den samlede isoleringstykkelse af eksisterende og ny isolering skal opfylde kravet til en U-værdi på maksimalt 0,18 W/m<sup>2</sup>K. Dette svarer fx til ca. 200 mm mineraluldsisolering (kl. 37 mW/mK).

Hvis efterisolering til 200 mm af byggetekniske årsager ikke er rentabel kan der være en efterisoleringsløsning til et lavere niveau, som er rentabelt. Bygningsreglementet stiller så krav om, at det i stedet er dette arbejde, der skal udføres.

Det er kun i tilfælde af at U-værdi-kravet ikke kan opfyldes og der i forvejen ligger mindre end 25 mm isolering, at der skal foretages en eftervisning af den manglende rentabilitet. I tilfælde af manglende rentabilitet, stilles der krav om, at det efterfølgende undersøges, om en mindre efterisoleringsløsning er rentabel.

En efterisoleringsløsning er rentabel, hvis  $Besparelse \times Levetid / Investering > 1,33$ . I investeringen medtages kun omkostninger til udførelsen af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. flytning af installationer og andet snævert følgearbejde. Levetiden for efterisoleringsarbejdet antages altid at være 40 år og den årlige økonomiske besparelse udregnes med udgangspunkt i det eksisterende isoleringsniveau og den aktuelle varmepris.

Virksomhedens stempel og logo:



*VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.*

### Yderligere information

Se udførelsesvejledninger hos isoleringsleverandører.

VIF: VarmeisoleringsForeningens produktoversigt  
[www.vif-isolering.dk](http://www.vif-isolering.dk)

SBi-anvisning 221: Efterisolering af etageboliger  
 SBi-anvisning 224: Fugt i bygninger  
[www.build.dk](http://www.build.dk)

BYG-ERFA Erfaringsblade  
 (41) 99 12 20 Udvendig facadeisolering med puds på mineraluld

(29) 08 04 28 Revner i bygninger - udbedring i beton og murværk

(29) 07 12 28 Revner i bygninger - eksempler, årsag og risiko

(31) 12 07 19 Sålbenke i murværk

[www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk)

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger. Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål. Eller gå ind på hjemmesiden:  
[www.byggeriogenergi.dk](http://www.byggeriogenergi.dk)



Videncenter for  
Energibesparelser i Bygninger