

# Udvendig efterisolering af letbetonvægge

I halvtredserne, tresserne og halvfjerdsere blev en del mindre etageejendomme opført med massive ydervægge af letbeton.

Da bygningerne blev opført, stillede bygningsreglementet ikke særligt høje krav til varmeisolering. Etageejendommene har derfor et stort varmetab ud gennem ydervæggene. Der kom en stramning af Bygningsreglementet i 1979, der gjorde, at massive letbetonvægge ikke længere var en mulighed som ydervæg. Disse ejendomme anbefales en udvendig efterisolering under hensyntagen til arkitektoniske og konstruktive forhold.

Efterisoleringen bør ske til nedenstående minimum anbefaling eller et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

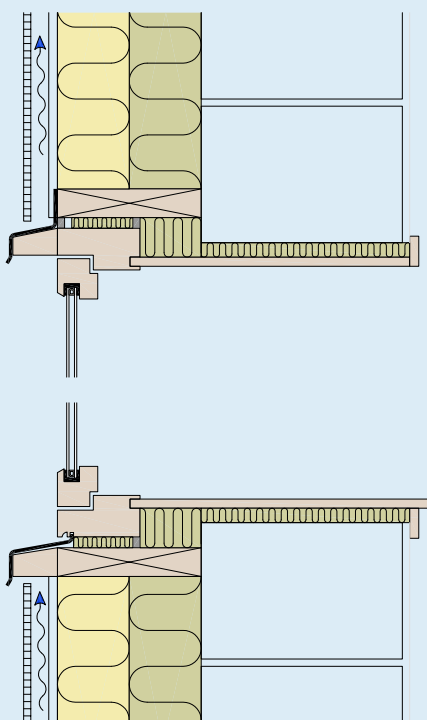
## Anbefaling til isoleringstykkelse ved efterisolering

Minimum: 200 mm isolering + sokkelisolering  
Lavenergi: 300 mm isolering + sokkelisolering

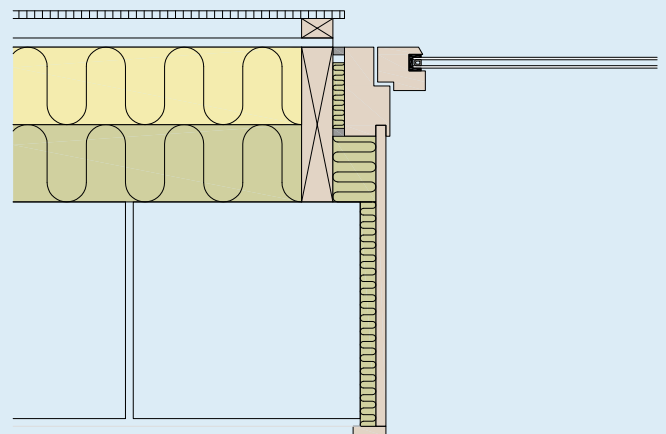
## Fordele

- 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 facadebeklædning ophængt i skelet*



*Sidefals efterisoleret med facadebeklædning ophængt i skelet*



## Energibesparelse

Eksisterende forhold (letbeton)	Ny udvendig isoleringstykkelser	
	Minimum 200 mm isolering U = 0,17	Lavenergi 300 mm isolering U = 0,11
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år	
200 mm letbeton letbeton (porebeton/letklinkerbeton)	99	106
240 mm letbeton (porebeton/letklinkerbeton)	83	88
300 mm letbeton (porebeton/letklinkerbeton)	66	71
350 mm letbeton (porebeton/letklinkerbeton)	53	58

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	<p>En fritliggende etageejendom med massive ydervægge af letbeton får efterisoleret facader og gavle udvendigt.</p> <p>Arealet af facader og gavle er 500 m<sup>2</sup>. Letbetonblokkene er 240 mm tykke.</p> <p>Ydervægge efterisoleres udvendigt med 200 mm isolering, der afsluttes med pudsløsning. Soklen isoleres ikke.</p> <p>Ejendommen opvarmes med fjernvarme</p> <p>Fjernvarmepris: 0,50 kr. pr. kWh</p>	
Årlig energibesparelse kWh pr. m <sup>2</sup>		83 kWh/m <sup>2</sup>
Årlig energibesparelse kWh fjernvarme	$83 \text{ kWh/m}^2 \times 500 \text{ m}^2 =$	41.500 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	$0,50 \text{ kr./kWh} \times 41.500 \text{ kWh} =$	20.750 kr.
Årlig CO <sub>2</sub> -besparelse kg	$0,086 \text{ kg/kWh} \times 41.500 \text{ kWh} =$	3.569 kg/3,6 tons

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: 0,086 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,226 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

### Forudsætning

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

## 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 med facadebeklædning. 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.

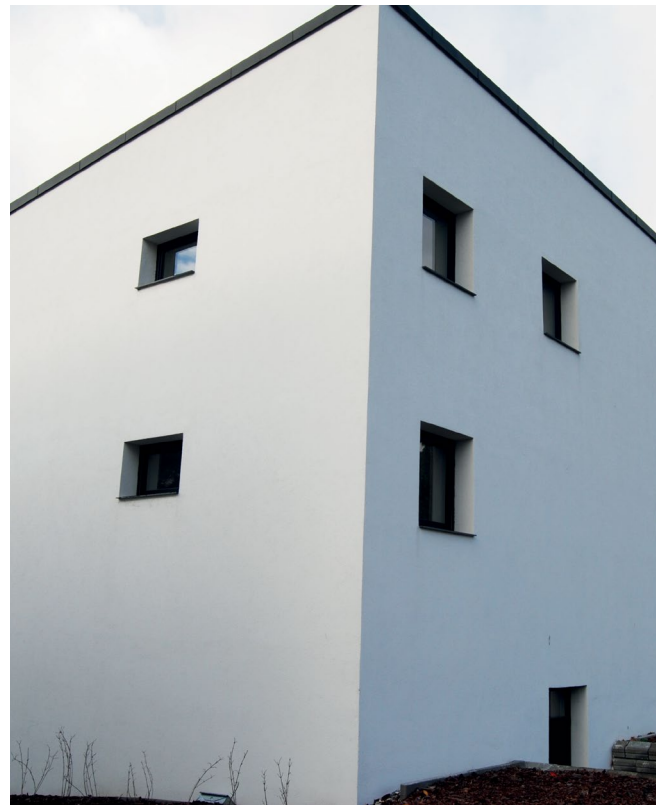
Isoleringen bør bestå af to isoleringslag med forskudte samlinger. Hvis facadebeklædningen er diffusionstæt, skal der være et ventileret hulrum mellem isoleringslaget/vindspærren og beklædningen. Er facadebeklædningen diffusionsåben, kan den opsættes direkte på isoleringslaget.

### Pudset facade

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



*Konturerne af letklinkerblokkene anes på de beskidte facader på ejendom fra 1953*



*Udvendig facadeisolering med puds på ydervæg af massive letklinkerblokke på ejendom fra 1953*

**Generelt**

I begge tilfælde bør montagevejledningen fra leverandøren følges.

De indbyggede kuldebroer ved indervægge og etageadskillelser vil blive brudt ved den udvendige efterisolering.

**Kuldebro 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.



*Kuldebro ved vindue er ikke brudt - ejendom fra 1953*

## 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
Tagedløbsrør	Er der tagedløbsrør 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 væggens 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.

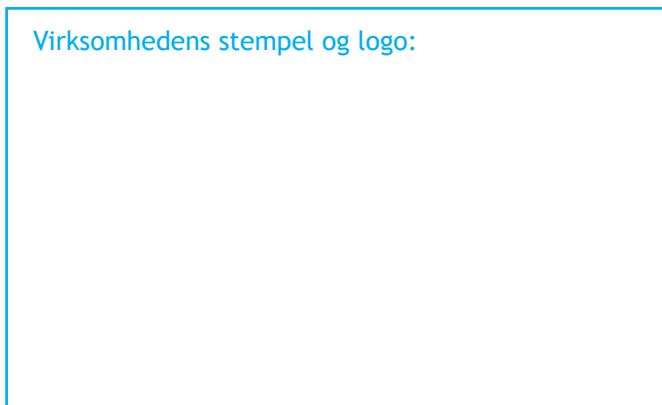
For en typisk tung ydervægskonstruktion vil det normalt betyde, at den samlede isoleringstykkelse af eksisterende og ny isolering skal opfylde kravet til en U-værdi på maksimalt 0,18 W/m<sup>2</sup>K. Dette svarer fx til ca. 200 mm mineraluldsisolering (kl. 37 mW/mK).

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, 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 x Levetid / Investering* > 1,33. I investeringen medtages kun omkostninger til udførelsen af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. flytning af installationer. 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.sbi.dk](http://www.sbi.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 på hjemmesiden:  
[www.ByggeriOgEnergi.dk](http://www.ByggeriOgEnergi.dk)



Videncenter for  
Energibesparelser i Bygninger