

## Udvendig efterisolering af kældervæg

Opvarmede kældre hvor kælderydervæggen er isoleret med mindre end 100 mm, bør efterisoleres til nedenstående minimumsanbefaling eller til et mere fremtids-sikkert lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Indvendig efterisolering af uisolerede kældervægge anbefales generelt ikke, da der er stor risiko for efterfølgende problemer med fugt og skimmelsvamp. Hvis det alligevel ønskes udført, så benyt Videncentrets Energi-løsning: "Indvendig efterisolering af kældervæg".

Efterisolering af kældervæg kan kombineres med en efterisolering af kældergulv. Se Videncentrets Energi-løsning: "Efterisolering af kældergulv". Efterisolering af kældergulv bør udføres først.

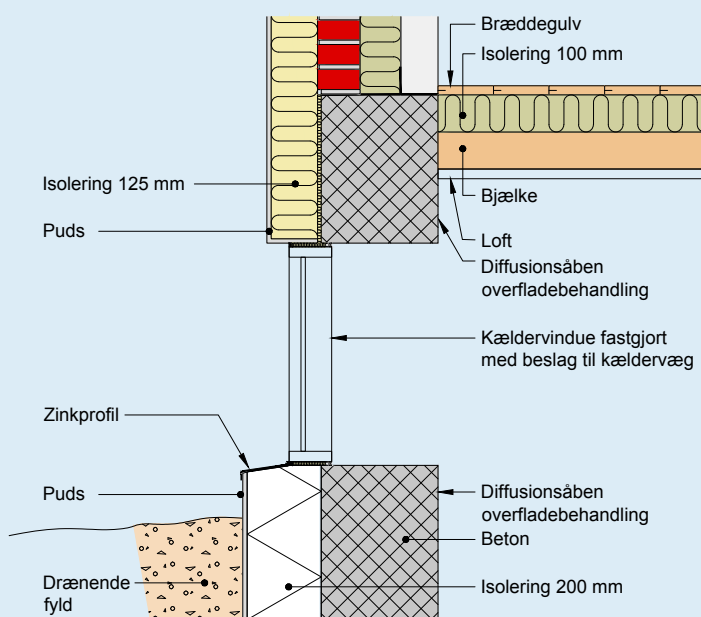
### Fordele

- Mindre varmetab gennem kældervæggene
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og dermed mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO<sub>2</sub>-udledning
- Udvendig efterisolering og dræning omkring husets kælder forøger husets værdi
- Færre fugtproblemer i kælderen

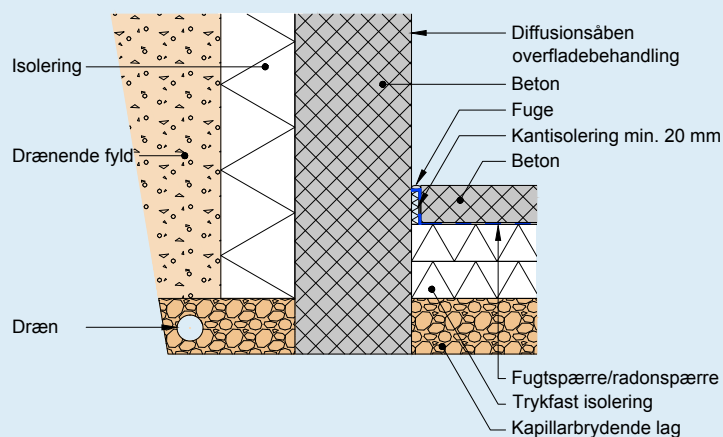
### Anbefaling til isoleringstykkelse

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

Kældervæg ved vindue



Kældervæg ved kældergulv



## Energibesparelse

Eksisterende forhold	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 200 mm isolering U = 0,17	Lavenergi 300 mm isolering U = 0,12
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år	
Uisoleret 300 mm beton		
Over terræn	324	330
Under terræn	149	154

Eksisterende forhold	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 200 mm isolering U = 0,15	Lavenergi 300 mm isolering U = 0,11
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år	
Uisoleret 300 mm letklinkerbeton		
Over terræn	57	61
Under terræn	43	47

Eksisterende forhold	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 200 mm isolering U = 0,17	Lavenergi 300 mm isolering U = 0,11
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år	
Uisoleret 300 mm massivt murværk		
Over terræn	127	132
Under terræn	82	87

**Forudsætning**

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

**Varmeproduktion ved forskellige brændsler:**

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m<sup>3</sup> naturgas = 9-11 kWh.  
(højest for nye kedler)

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

- Naturgas: 0,205 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fjernvarme: 0,115 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,440 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	Udenpå en opvarmet kælder med 60 m <sup>2</sup> uisoleret kælderydervæg af 300 mm beton opsættes 200 mm udvendig efterisolering i forbindelse med dræning. Kælderydervæggen har en højde over terræn på 1 meter og tilsvarende 1 meter under terræn.  Naturgaspris: 7,25 kr. pr. m <sup>3</sup> . Gaskedlen er ny og kondenserende.	
<b>Årlig energibesparelse kWh/m<sup>2</sup></b>	Over terræn Under terræn indtil 2 meters dybde	324 kWh/m <sup>2</sup> 149 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Årlig energibesparelse kWh</b>		324 kWh/m <sup>2</sup> x 30 m <sup>2</sup> = 9.720 kWh 149 kWh/m <sup>2</sup> x 30 m <sup>2</sup> = 4.470 kWh 14.190 kWh
<b>Årlig energibesparelse m<sup>3</sup></b>		14.190 kWh/11 kWh/m <sup>3</sup> = 1.290 m <sup>3</sup>
<b>Årlig økonomisk besparelse kr.</b>		7,25 kr./m <sup>3</sup> x 1.290 m <sup>3</sup> = 9.353 kr.
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>		0,205 kg/kWh x 14.190 kWh = 2.909 kg

### Udførelse

Hvis der ikke er et omfangsdræn, bør det etableres i forbindelse med efterisoleringsarbejdet.

Omfangsdrænet skal sørge for at lede regn- og grundvand væk fra huset, så kældervæggen holdes tør udefra. Drænledningen skal mindst have en diameter på 70 mm og et fald på mindst 3 ‰. For at modvirke tilstopning af drænledningen skal den omgives af et filter som fx fiberdug, grus, sten eller løse klinker i en såkaldt drænkasse. Filtret vælges ud fra den omkringliggende jordtype. Omfangsdræn er specialisarbejde, og skal udføres af en autoriseret kloakmester.

Der kan være behov for at afstive kælderydervæggen under udgravningen for at hindre udskridning. Udgravningen sikres ligeledes, evt. ved at anvende skrå sider. Den nødvendige vinkel er afhængig af jordbunden.

Den udvendige efterisolering af kældervæggen udføres til så stor dybde som muligt. Normalt mindst svarende til samme niveau som underside af indvendigt færdigt kældergulv for at mindske kuldebroen. Der må dog aldrig graves dybere end kældervægsfundamentet.

Hvis dæk over kælder (stuegulvet) er af beton, vil det være en fordel at føre efterisoleringen to skifter over sokkelniveau for også at begrænse denne kuldebro.

Inden opsætning af efterisoleringen rengøres kælderydervæggen, så der opnås en plan flade, der sikrer god kontakt til efterisoleringsmaterialet. Huller og utætheder repareres med mørtel.

Såfremt der anvendes et efterisoleringsprodukt til kælderydervægge, udføres arbejdet efter producentens montagevejledning.

Isoleringen bør være diffusionsåben, så fugt i kældervæggen kan fordampe både udadtil og indadtil.

Efter opsætning af efterisoleringen udføres der en regntæt inddækning øverst på efterisoleringen. Den udformes, så vand, der løber ned ad facaden, bortledes effektivt. Hvor efterisoleringen er ført over terræn, er det nødvendigt at beskytte efterisoleringen, så den kan modstå fysiske belastninger, fx ved at pudse overfladen.

Udgravningen fyldes til med et drænende materiale, der let leder vandet ned til omfangsdrænet, fx grus. Det drænende lag skal være mindst 200 mm tykt.

Efter opfyldning af vægdrænet skal det færdige terræn have fald på 1:40 væk fra bygningen de første 3 meter for at reducere fugtbelastningen på facaden og kældervæggen.

Hvis det er nødvendigt, flyttes nedløbsrør og tagbrønde.

Indvendigt må kælderydervæggen kun gives en diffusionsåben overfladebehandling, så evt. fugt kan fordampe. Udtørringen af kælderydervæggen kan tage flere år.

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Sætningsskader og fundament	Er der nyere sætningsskader eller revnedannelser?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 1
Eksisterende kældervægs styrke	Kan den eksisterende kældervæg blotlægges uden afstivning?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 2
Eksisterende omfangsdræn	Er der et eksisterende omfangsdræn?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 3
Skimmelsvamp	Har kælderen omfattende angreb af skimmelsvamp?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 4
Opstigende grundfugt	Har kælderen problemer med opstigende grundfugt?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 5
Kælder ligger i vådt område	Er området, kælderen ligger i, meget vådt? Står regnvand fx længe som pytter på græs eller bar jord?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 6
Gennemgående installationer	Er det afmærket, hvor gennemgående rørinstallationer til varme, vand og kloak samt el og telefonledninger tilgår huset?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 7
Vinduer og døre	Er der vinduer eller døre i kælderydervæggen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 8
Trappeskakter eller lyskasser	Er der trappeskakter eller lyskasser til kælderen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 9
Andre udvendige forhold	Er der flisebælgninger, hegn, bede, buske eller andre forhold, der kommer i vejen for efterisoleringsarbejdet?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 10
Tagnedløbsrør/ tagbrønde	Er der tagnedløbsrør/tagbrønde tæt ved kælderydervæggen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 11
Ventilation	Er der udeluftventiler i kælderydervæggen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 12

**1. Sætningsskader og fundament**

Hvis der er nyere revnedannelser eller sætningsskader, tilkaldes særlig fagkyndig eller forsikringsselskab. Ældre skader udbedres, inden efterisoleringen udføres.

**2. Eksisterende kældervægs styrke**

Hvis den eksisterende kælderydervægskonstruktion ikke har styrke nok til at optage belastningen, når jorden fjernes, opdeles arbejdet i mindre sektioner, og der afstives løbende i takt med, at kælderydervæggen blotlægges.

**3. Eksisterende omfangsdræn**

Hvis der er et eksisterende omfangsdræn, må det ikke beskadiges under udgravning. Inden arbejdet afsluttes, skal det kontrolleres, om drænet stadig fungerer.

**4. Skimmelsvamp**

Hvis kælderen har omfattende og gennemgribende angreb af skimmelsvampe eller andre svampe, kontaktes

fagfolk, der har forstand på renovering af bygninger med svampeangreb.

**5. Opstigende grundfugt**

Hvis kælderen har problemer med opstigende grundfugt, kan der udføres en vandret fugtspærring af ydervæggen fx i form af indpressede eller indskårne stålplader. Kontakt fagfolk for dette arbejde.

**6. Kælder ligger i vådt område**

Hvis vandet generelt har svært ved at løbe ned gennem jorden, kan der være fare for, at der sker midlertidig opstuvning ved kælderen, hvis drænet ikke virker. For at forhindre at dette vand trænger ind i kælderen, kan væggen tætnes udefra, fx ved asfaltering eller brug af "vandtæt" mørtel som berapning bag efterisoleringen. Hvis denne løsning vælges, vil udtørring af vand fra opstigende grundfugt eller inde fra kælderen dog blive begrænset.

## 7. Gennemgående installationer

Inden gravearbejdet påbegyndes, skal der være overblik over, hvor de forskellige stikledninger tilføres huset. Er der ikke klarhed over dette, kontaktes det pågældende forsyningselskab, inden arbejdet påbegyndes. Der kan også rekvireres tegningsmateriale fra kommunen.

## 8. Vinduer eller døre

Hvis der i kælderydervæggen er udtjente vinduer eller døre, bør disse udskiftes samtidigt med dræningen og efterisoleringen.

Eksisterende vinduer og døre, der bibeholdes, skal integreres i den nye kælderydervæg med regn- og vindtæt samling mellem karm og vindueshul. Det bedste resultat opnås, såfremt vinduer/døre kan forskydes frem mod den udvendige side af kælderydervæggen. Helst så de sidder i plan med den udvendige efterisolering. Herved reduceres kuldebroen omkring vinduet.

## 9. Trappeskakter og lyskasser

Hvis der er trappeskakter eller lyskasser, skal det aftales med ejeren, hvordan efterisolering og dræn bedst føres omkring disse.

## 10. Andre udvendige forhold

Hvis der fx er terrasser, bede, buske, hegn eller hække, der står i vejen for arbejdet, skal en løsning aftales med ejeren.

## 11. Tagnedløbsrør og brønde

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

## 12. Ventilation

Der bør monteres udeluftventiler i alle rum. Udeluftventiler bør være kondens- og lydisolerede.

## Indeklima

Når kældervæggen isoleres udefra, bliver den indvendige overflade varmere, hvilket nedsætter risikoen for kondens på indersiden og giver mindre træk i form af kuldenedfald. Væggenes højere overfladetemperatur vil også nedsætte risikoen for problemer med sommerkondens.

Sommerkondens er, hvis overfladerne på kældergulve og vægge i sommerperioden bliver så kolde, at der opstår kondens, når den varme sommerluft møder de kolde vægge og gulve og dermed bliver afkølet til under dugpunktet.

## Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

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

For en typisk kælderydervægskonstruktion 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

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

SBi-anvisninger  
 239: Efterisolering af småhuse -  
 energibesparelser og planlægning  
 240: Efterisolering af småhuse - byggetekniske  
 løsninger  
 224: Fugt i bygninger  
[www.sbi.dk](http://www.sbi.dk)

BYG-ERFA erfaringsblade:  
 (50) 110225 Omfangsdræn ved enfamiliehuse  
 og småhuse  
 (19) 15 11 14 Kældervægge og -gulve -  
 fugtsikring og varmeisolering  
[www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk)

Bygningsreglementet  
[www.bygningsreglementet.dk](http://www.bygningsreglementet.dk)

Dansk standard:  
 DS436; Norm for dræning af bygninger mv.

Se filmen: Efterisolering af sokkel og  
 kældervæg på:  
[www.ByggeriOgEnergi.dk](http://www.ByggeriOgEnergi.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