

## Sådan findes kuldebroerne og andre konstruktioner med stort varmetab

Efterisolering af klimaskærmen er et effektivt og sikkert tiltag, der både sparer energi og forbedrer indeklimaet. Kvaliteten af efterisoleringsarbejdet er vigtig for at opnå den fulde varmebesparelse, et forbedret indeklima og ikke mindst en tilfreds husejer.

I denne guide beskrives nogle typiske kuldebroer og mindre konstruktioner i ældre byggeri, hvor man skal være særlig opmærksom på at få efterisoleret for at opnå maksimal energibesparelse og minimere risikoen for fugt og skimmelsvampeskader.

Et kvalitetsarbejde omfatter dog meget mere end selve efterisoleringen af en konstruktion. Det er vigtigt, at husejeren opfatter hele forløbet positivt lige fra første til sidste håndtryk. Husejeren skal have forklaret, hvorfor og hvordan opgaven udføres, inden man går i gang. Når man som håndværker har adgang til et hus, er det ligeledes oplagt at være opmærksom på andre energirenoveringsopgaver.

Se pjecen *Gør din kunde til din sælger* udgivet af Videncentret.



## Hvad er kuldebroer

Kuldebroer er områder i bygningens klimaskærm med væsentlig større varmetab end de umiddelbart omgivende dele.

Den sikreste måde at undgå kuldebroer på er ved at føre isoleringslaget ubrudt rundt om det opvarmede areal. Det kan dog ikke altid lade sig gøre på grund af de bærende konstruktioner.

Kuldebroer medfører ikke kun et større varmetab; hvis der er tale om alvorlige kuldebroer, kan der dannes kondens på den indvendige overflade eller internt i konstruktionen og dermed øges risikoen for skimmelsvamp.

## Hvor er kuldebroerne

Kuldebroer findes ofte i samlingen mellem forskellige bygningsdele, fx:

- Ydervæg og vindue/dør
- Ydervæg, terrændæk og fundament
- Ydervæg og loft (tagrem)

Herudover kan der være kuldebroer i de enkelte konstruktioner, som ofte skyldes de bærende dele.

## De små konstruktioner

Især i ældre byggeri findes en række mindre konstruktioner med et relativt stort varmetab, fx:

- Loft og skunklemme
- Vinduesnicher
- Lette træpartier

## Termografiske billeder

Kuldebroer og dårligt isolerede områder kan afsløres med et termografisk billede, der viser varmeudstrålingen fra en overflade. Når temperaturen af en overflade stiger, forøges strålingsintensiteten, hvilket et termografikamera er i stand til at måle og gengive som et temperaturbillede.

## Vinduesfalsen

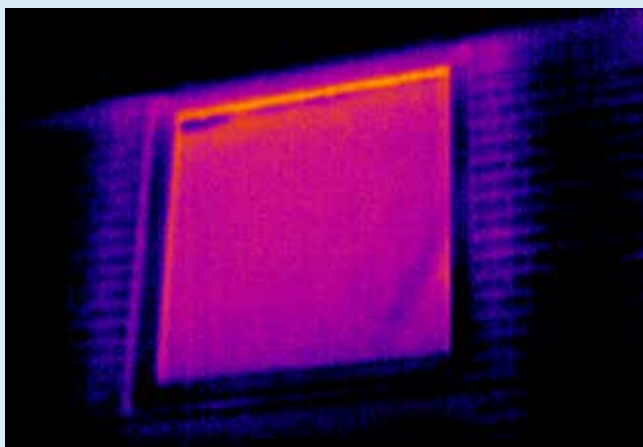
I ældre byggeri er for- og bagmur ofte sammenbygget omkring vinduer og døre og udgør dermed en større kuldebro, som det er vigtigt at få minimeret ved udskiftning af vinduer eller døre.

Det vil ofte være nødvendigt at udskære et mellemrum eller at fjerne et mørtellag for at kunne udføre en effektiv kuldebroisolering. Det anbefales, at der mindst er 30 mm isolering mellem for- og bagmur. Ved vinduesmonteringen opnås den bedste energimæssige løsning, hvis karmen placeres centreret over laget af kuldebroisolering i ydervæggen.

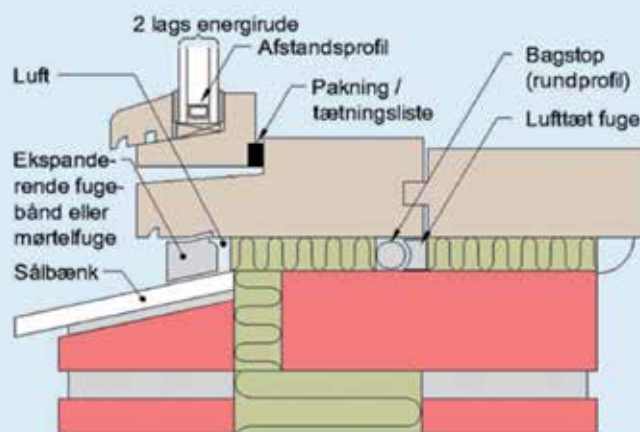
Tabellen nedenfor angiver en typisk varmebesparelse ved kuldebroisolering mellem for- og bagmur i vinduesfalsen.

Årlig besparelse* kWh/m	Formur	Tegl	Tegl	Letbeton
	Bagmur	Tegl	Letbeton	Letbeton
Kuldebroisolering 30 mm	6	4	2	
Kuldebroisolering 50 mm	8	6	4	

\* I forhold til en vinduesfals uden kuldebroisolering



Termografisk billede af samling ved vindue.



Vinduesfals med kuldebroisolering mellem for- og bagmur.

## Ydervæg, terrændæk og fundament

Den største kuldebro findes typisk i samlingen mellem fundament, ydervæg og terrændæk.

I ældre byggeri vil fundamentet ofte være af beton og direkte sammenstøbt med terrændækket. I byggeri fra 1960'erne og 1970'erne er det øverste af fundamentet ofte udført med letklinkerblokke, som reducerer kuldebroen noget.

Den bedste løsning opnås, hvis der foretages en udvendig efterisolering af ydervæggen, som føres ned langs fundamentet.

Besparelsen vil afhænge meget af den konkrete fundamentsløsning. For et betonfundament kan der typisk spares ca. 20 kWh pr. meter ved en udvendig efterisolering af fundamentet. Hvis der samtidig foretages en efterisolering af ydervæggen, kan der spares ca. 30 kWh pr. meter fundament plus den besparelse, der opnås ved selve efterisoleringen af ydervæggen.

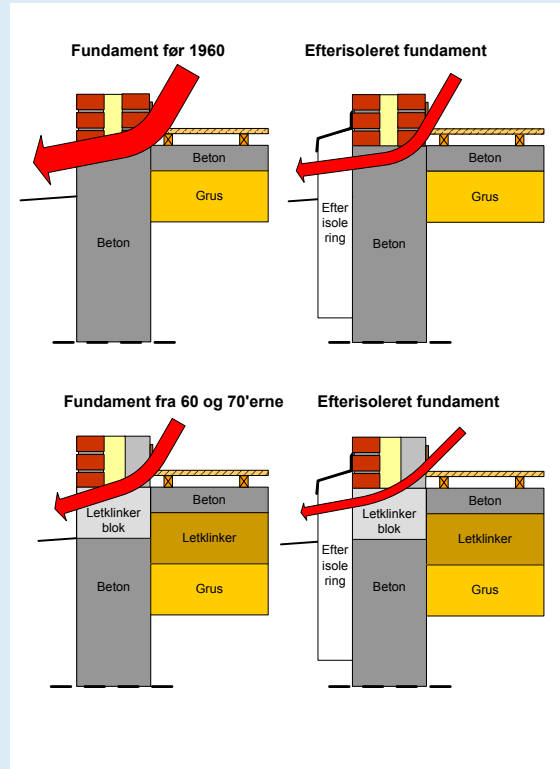
For fundamenter, hvor de øverste skifter er udført med letklinkerblokke, er besparelsen ca. 50 % mindre. I forbindelse med efterisolering af sokkel/fundament er der desuden mulighed for at udføre et nyt og effektivt dræn, der kan være med til at, løse fugtproblemer. Se Videncentrets energiløsning 'Efterisolering af sokkel/fundament'.

## Tagrem

Tagspær og loftbjælker er fastgjort til tagremmen, der er placeret ovenpå ydervæggen. Tagremmen fungerer dermed som en overgang mellem to klimaskærmskonstruktioner (ydervæg og loft). Synlige tagremme ses ofte i byggeri fra 1960'erne og 1970'erne.

Ved efterisolering af loft eller ydervæg er det vigtigt at få efterisoleret tagremmen også. Det kan både ske fra indvendig og udvendig side. Besparelsen ved at efterisolere en tagrem ses af nedenstående tabel.

Årlig besparelse kWh/m <sup>2</sup> Eksisterende isoleringstykkel	Ny samlet isoleringstykkel	
	Indvendig 120 mm isolering	Udvendig 180 mm isolering
0 mm	68	75
50 mm	20	26
100 mm	-	10
125 mm	-	6



Efterisolering af sokkel/fundament.



Synlig tagrem på hus fra 1960'erne.

Se også Videncentrets energiløsning: 'Efterisolering af tagrem'.



## Loft- og skunklemme

Ved efterisolering af lofter og skunke kan der være store varmebesparelser, som kan medtages, hvis man husker at efterisolere loft- eller skunklemme samtidig.

I blæsevejr vil der for de fleste huse være et betydeligt over- eller undertryk i loft- og skunkrum, der kan bevirke, at lemme ikke slutter tæt. Træk fra lemme er ofte til stor gene for beboerne, og det er derfor vigtigt at foretage en effektiv tætning med en fleksibel klemliste, der kan optage evt. ujævnheder fra vægoverfladen og trærammen. For at sikre tætheden i kraftigt blæsevejr anbefales, at der også udføres en lukkemekanisme med et konstant let pres på klemlisten.

Den årlige varmebesparelse for efterisolering af loft- eller skunklemme kan ses af nedenstående tabel.

Årlig besparelse* kWh/m <sup>2</sup>	Efterisoleret med 200 mm pladeisolering
Loft- eller skunklem uisoleret	110 kWh/m <sup>2</sup>
Loft- eller skunklem med 20 mm isolering	60 kWh/m <sup>2</sup>

\* Besparelsen der opnås grundet tætning er ikke medregnet

## Vinduesnicher

I ældre byggeri fra før 1950 ses ofte vinduesnicher, hvor den indvendige del af indermuren og isoleringslaget er udeladt under vinduet for at give plads til en radiator. Da temperaturen bag radiatoren er ca. 30 grader højere end indetemperaturen, kan uisolerede vinduesnicher medføre et betydeligt varmetab fra huset.

Tabellen til højre viser besparelsen i kWh/m<sup>2</sup> ved at foretage en indvendig efterisolering af vinduesnicher.

For ældre huse kan arealet af vinduesnicher udgøre 5-10 m<sup>2</sup> eller mere, og dermed kan varmebesparelsen være flere tusinde kWh pr. år.

Nyere radiators er smallere og mere effektive end gamle af støbejern. Pladsbehovet til efterisoleringen kan til dels opfyldes ved samtidig udskiftning af radiators.

Ved den indvendige efterisolering skal der opbygges en konstruktion med en ubrudt tæt dampspærre og et stabilt underlag, som kan bære vægten af radiatoren.



Uisoleret skunklåde til venstre og til højre efterisoleret med 200 mm samt tætnet med en fleksibel klemliste langs lågekanten.



Badeværelse med vinduesniche.

Årlig varmebesparelse kWh/m <sup>2</sup> Uisoleret ydermur	Indvendig efterisolering	
	+ 50 mm	+ 100 mm
½ sten (12 cm)	640	710
1/1 sten (24 cm)	370	430
1½ sten (36 cm)	250	300
½ sten (12 cm) + 20 mm træfiberplade*	150	220
1/1 sten (24 cm) + 20 mm træfiberplade*	110	170
1½ sten (36 cm) + 20 mm træfiberplade*	90	140

\* Træfiberplader (celotex, danatex, insulite eller masonit) er brandfarlige og skal fjernes inden ny efterisolering opsættes.

## Lette træpartier

I parcelhuse fra 1960'erne og 1970'erne ses tit lette træpartier mellem vinduerne i facaden. Disse træpartier er ofte dårligt isoleret og er sandsynligvis med årene blevet utætte i samlingerne til vinduerne.

Skal vinduer alligevel udskiftes er det oplagt samtidig at efterisolere de lette træpartier. Tabellen nedenfor viser besparelsen ved efterisolering af lette konstruktioner.

Årlig varmebesparelse kWh/m <sup>2</sup> Eksisterende konstruktion*	Efterisoleret med:		
	+ 50 mm	+ 100 mm	+ 200 mm
Stolper med 75 mm isolering	14	20	26
Stolper med 100 mm isolering	10	14	19

\* For stolpeskeletvægge med en træprocent på 10%



Hus med lette træpartier mellem vinduerne.

### Yderligere information

[www.sbi.dk/anvisninger](http://www.sbi.dk/anvisninger)  
[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



Scan koden og  
TILMELD dig vores  
NYHEDSBREV

Hent ScanLife:  
SMS "Scan" til 1220 eller  
hent gratis i App Store  
eller Android Market