

# Efterisolering af skunk

Energiløsningen gælder for efterisolering af skunkrum i bygninger med tagkonstruktioner med hanebåndsspær og udnyttet tagetage.

For ældre etageejendomme er dækket i utilgængelige skunkrum udført som bjælkelag med indskudsler og med forskalling, rør og puds på undersiden. Skunkvæggen kan være dobbelt bræddeskillevæg med imprægneret pap samt forskalling, rør og puds.

Den tilstødende tagflade er oftest uden afdækning og består af fx tegl på lægter.

For nyere bygninger kan dækket være udført som bjælkelag med eller uden indskud og afsluttet med forskalling og gipsplader på undersiden eller som beton- eller tegldæk. Den oprindelige isolering har afhængigt af opførelsesår været mellem 25 mm og 150 mm og udført med dampspærre. Enkelte skunke er efterisoleret, typisk op til 200 mm. Dampspærren kan dog være udeladt ved betondæk. Skunkvæggene er typisk trækonstruktioner med gipsplader med tilsvarende isolering og dampspærre.

Skunke kan være udført som pulterrum med trægulv eller betondæk og med brædder på lister eller evt. isolering mod tagfladen. Adgang sker gennem lem fra de

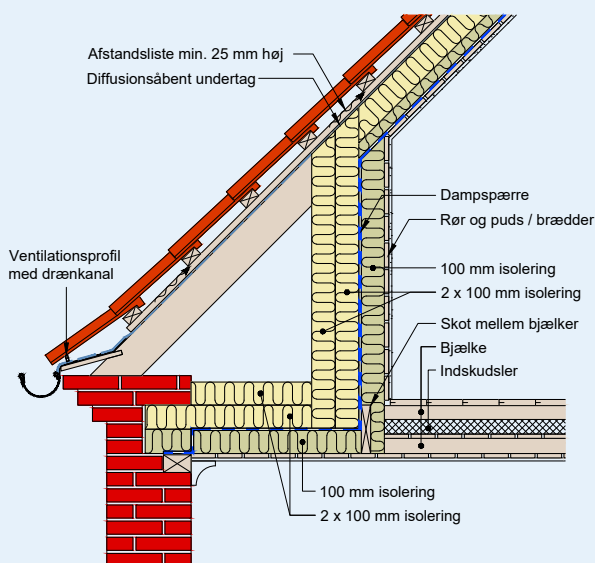
opvarmede rum til skunken. Efterisolering i skunkrummet kan være vanskelig på grund af adgangs- og pladsforhold.

Arbejdet skal ses i sammenhæng med efterisolering af skråvæggen og resten af tagkonstruktionen. Hvis isoleringen mellem spærene i skråvæggen fortsætter til tagfod, opnås et varmt skunkrum, hvilket kan være en fordel med hensyn til opbevaring og evt. rørstræk til varmeanlæg. Ved isolering af skunk, dæk og væg opnås et koldt skunkrum, hvorfor evt. varmerør enten skal flyttes eller have øget isolering.

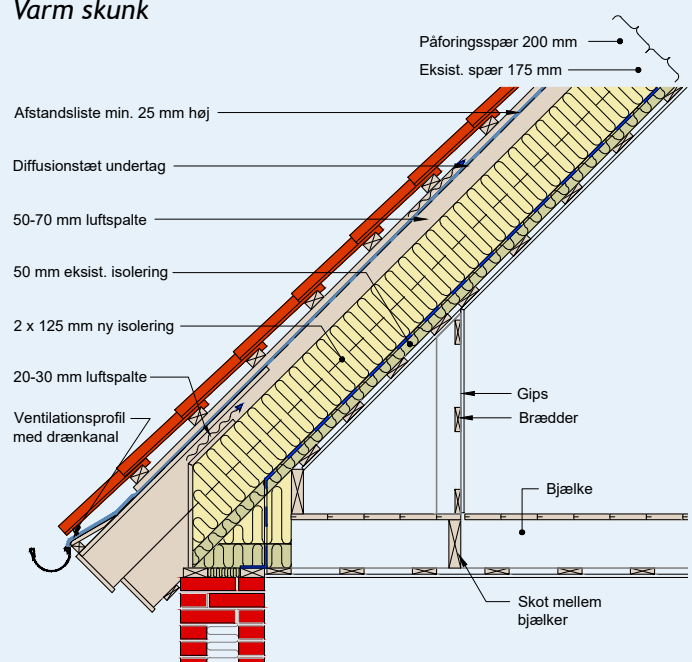
Arbejdet omfatter etablering af undertag og korrekt ventilation af tagkonstruktionen, tæt dampspærre og isolering enten mellem tagspær til tagfod (varmt skunkrum) eller på skunkgulv og -væg (koldt skunkrum). Som regel indgår isoleringsarbejdet som led i en større tagrenovering. Det kan i nogle tilfælde udføres som selvstændig foranstaltning indefra, men ofte under vanskelige arbejdsforhold.

Se i øvrigt disse Energiløsninger for store bygninger: Efterisolering af loft og Efterisolering af skråvæg.

## Koldt skunkrum



## Varm skunk



## Anbefaling til samlet isoleringstykkelse

Minimum i alt: 300 mm isolering  
Lavenergi i alt: 400 mm isolering

Det er en forudsætning, at der er en helt tæt dampspærre, der opfylder kravene i Bygningsreglementet. Uden dampspærre må isoleringstykkelsen på ikke overskride 150 mm. Hvis skunkens eksisterende isolering er mindre end 200, bør den efterisoleres i henhold til anbefalingen, eller til det niveau, der er rentabelt, jf. Bygningsreglementet. For nogle skunkrum kan pladsforholdene være afgørende for den valgte isoleringstykkelse.

## Indeklima

Når skunken efterisoleres, bliver underliggende loft og skunkvæg varmere, og det undgås, at der er træk i form af kuldenedfald fra de kolde overflader eller fra kold indtrængende luft i selve bjælkelaget (der danner gulv i tagetagen og loft i underliggende etage). Er arbejdet udført korrekt, mindskes risikoen for kondens på loftets inderside, og dermed reduceres også risikoen for skimmelangreb.

## Energibesparelse

Eksisterende Isoleringstykkelse - skungulv/ skunkvæg	Ny samlet isoleringstykkelse*			
	Reduceret isolering pga. pladsforhold - varm skunk		Minimum 300 mm isolering  lambda 37 U = 0,12 W/m2K	Lavenergi 400 mm isolering  lambda 37 U = 0,10 W/m2K
	150 mm  lambda 31 U = 0,24 W/m2K	200 mm  lambda 31 U = 0,18 W/m2K		
Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år				
0 mm**)	127	132	64	66
50 mm	35	40	50	52
75 mm	21	27	35	36
100 mm	12	18	23	25
125 mm	6	12	17	19
150 mm	-	8	13	15
175 mm	-	-	10	12
200 mm	-	-	7	9

\*) Målet med energiløsningen er, at konstruktionen som minimum skal opfylde det niveau, der er rentabelt, jf. Bygningsreglementet. Dette krav må i nogle bygninger fraviges på grund af pladsforhold, konstruktive forhold eller hensyn til arkitektur.

\*\*) Uisoleret bjælkelag samt betondæk med 20-30 mm af ældre mindre effektive isoleringstyper.

### Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambdaværdi på højst 37-38 mW/m K. For varm skunk fortsættes isoleringen af skråvæggen til tagfod med den isolering, der er valgt til skråvæggen (se Energiløsning om Efterisolering af skråvæg). For isolering med lavere lambdaværdier kan tykkelsen reduceres. Eksempelvis svarer 150 mm isolering med lambda 31 mW/m K til 180 mm med lambda 37 mW/m K.

Se Videncentrets isoleringstabel:

[www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambdav-rdi-til-isoleringstykkelse.pdf](http://www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambdav-rdi-til-isoleringstykkelse.pdf)

### Fugtforhold ved isolering af skunkkonstruktion

En tæt dampspærre og en passende ventilation af tagkonstruktionen er forudsætning for en succesfuld energirenovering.

Der er risiko for, at fugt tilføres skunkrummet gennem utætheder i loft og skunkvæg fra opvarmede rum, gen-

nem utæt dampspærre, utæt skunklem eller diffunderer gennem pudsede lofter og vægge. Yderligere tilføres fugt fra nedbør og fra kondens på afkølede tagflader uden undertag.

Ved koldt skunkrum vil den nye isolering nedsætte temperaturen i skunkrummet og dermed øge luftfugtigheden og fugtigheden på overflader, især i vinter og forårsmåneder. Dermed er der grobund for skimmel på organisk materiale og risiko for svampeangreb af trækonstruktionen. Luftfugtigheden i skunkrummet skal derfor holdes nede. Det gøres dels ved at hindre fugt ved hjælp af en fuldstændig lufttæt dampspærre på isoleringens varme side, dels ved korrekt og tilstrækkelig ventilation af skunken.

Endelig forudsættes en tagflade, der er tæt mod slagregn og fygesne. Ved etablering af en varm skunk løses fugtforholdene på samme måde som for skråvæg - se Energiløsning for store bygninger om Efterisolering af skråvæg.

### Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	I en boligblok efterisoleres skunkene udefra i alt 220 m <sup>2</sup> . Skunkene er isoleret med 50 mm mineraluld. Isolering og evt. dampspærre samt evt. indskud i skungulv fjernes. Der etableres dampstæt membran og efterisoleres med i alt 300 mm på dæk og væg samt diffusionsåbent undertag og ventilationsspalter ved tagfod og kip.  Fjernvarmepris: 0,66 kr. pr. kWh	
Årlig energibesparelse kWh pr. m <sup>2</sup>		50 kWh/m <sup>2</sup>
Årlig energibesparelse i kWh	50 kWh/m <sup>2</sup> x 220 m <sup>2</sup> =	11.000 kWh
Årlig energibesparelse i kr.	0,66 kr./kWh x 11.000 =	7.260 kr.
Årlig CO <sub>2</sub> -besparelse i kg	0,115 kg/kWh x 11.000 kWh =	1.265 kg

#### Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

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

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

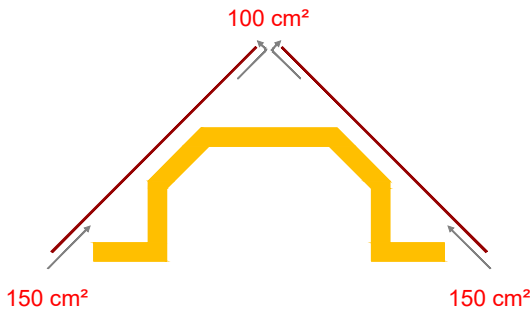
- Naturgas: 0,205 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fjernvarme: 0,115 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,440 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

## Nødvendig ventilation af kolde skunkrum

I kolde skunkrum skal der etableres ventilationsåbninger, der er fordelt, så der ikke opstår utilstrækkeligt ventilerede områder i tagkonstruktionen. Det samlede areal af ventilationsåbningerne ved tagfod og i kip skal være mindst 1/500 af det bebyggede areal.

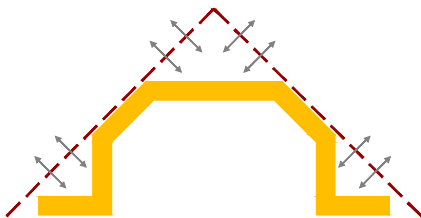
### Ved diffusionstæt undertag

Der skal en 150 cm<sup>2</sup> spalte i hver side ved spærfod og 100 cm<sup>2</sup> i hver side øverst i skunken.



### Ved diffusionsåbent undertag

Der skal helst være en ventilationsspalte ved tagfoden. Hvis det ikke kan lade sig gøre, etableres en ventilationsstuds (50 cm<sup>2</sup>) pr. spærfag ved spærfod og øverst i skunken. Diffusionsåbne undertage kan udføres uden ventilation mellem undertaget og isoleringen. Det bør dog udelukkende ske, hvis der er sikkerhed for en helt tæt og holdbar dampspærre i konstruktionen.



1 ventilationsstuds skiftevis i top og bund af skunkrum og loftsrum

## Nødvendig ventilation af den skrå tagflade ved varme skunkrum

I forbindelse med tagrenoveringen skal der etableres ventilationsåbninger ved tagfod og kip, så der ikke opstår områder, som er utilstrækkeligt ventilerede. Det samlede areal af ventilationsåbningerne ved tagfod og i kip skal være mindst 1/500 af det bebyggede areal.

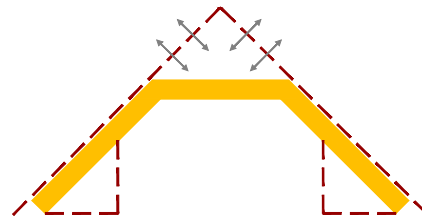
### Ved diffusionstæt ventileret undertag (ventilation mellem undertag og isolering)

Der etableres en 150 cm<sup>2</sup> spalte i hver side ved spærfod og 100 cm<sup>2</sup> i hver side øverst ved kip. Ventilationen i skråvæggen sikres med luftspalte på 50 mm ved fast undertag og 70 mm ved banevarer.

### Ved diffusionsåbent undertag (ventilation mellem tagdækning og undertag)

Der etableres en 150 cm<sup>2</sup> spalte i hver side ved spærfod og 100 cm<sup>2</sup> i hver side øverst ved kip. Alternativt kan ventilationsspalter i kip erstattes med en ventilationsstuds (50 cm<sup>2</sup>) pr. spærfag, skiftevis ved hanebånd og øverst ved kip på spidsloft.

Diffusionsåbne undertage kan udføres uden ventilation mellem undertaget og isoleringen. Det bør udelukkende ske, hvis der er sikkerhed for en helt tæt og holdbar dampspærre i konstruktionen.



1 ventilationsstuds pr. spærfag pr. side, skiftevis i top og bund

## Generelt for både kolde og varme skunkrum

Areal for ventilationsåbninger er nettoareal, dvs. ved net, snefangrør mv. skal bruttoåbningen være tilsvarende større.

For at hindre brandspredning skal ventilationsspalter ved tagfod beklædes i top og bund, fx med 12 mm krydsfinér. Kanalen skal være min. 300 mm lang og højst 30 mm høj.

## Udførelse

### Varmt skunkrum - isolering af skråvæg til tagfod

#### UDEFRA

Løsningen bør udføres udefra og i sammenhæng med denne energiløsning: Efterisolering af skråvæg - udefra. Tagdækning, lægter, evt. undertag, eksisterende isolering og dampspærre fjernes. Der opsættes et egnet plademateriale på spærundersiderne. Derpå udlægges evt. 25 til 50 mm isolering, som underlag for dampspærren. Dampspærren monteres derpå mellem spærene og føres 50 mm op ad spærsider. Den hæftes med klammer og tapes eller klemmes bag liste på rengjort fast underlag med fugebånd eller fugemasse, så der overalt opnås lufttætte samlinger. Over dampspærren skal der minimum isoleres med to tredjedele af den samlede isoleringstykkelse. Se i øvrigt energiløsningen: Efterisolering af skråvæg - udefra.

#### INDEFRA

Det anbefales ikke at udføre løsningen indefra.

### Koldt skunkrum - isolering af dæk og skunkvæg

#### UDEFRA

Eksisterende isolering og dampspærre fjernes - med mindre det eksisterende er udført korrekt og er intakt, så dampspærren er helt tæt, og isoleringen er i god stand. For bjælkelag med lerindskud fjernes indskud og indskudsbrædder.

Der opsættes vindplader ved tagfod mellem spær for at forhindre gennemblæsning af isolering og sikre en fast ventilationsspalte mellem isolering og undertag.

I etagebyggeri skal ventilationsspalten mellem undertag og vindplade være maks. 30 mm høj og min. 300 mm lang for både at sikre ventilation og minimere risiko for brandspredning via tagfoden.

Dernæst etableres lufttæt fuget skot under skunkvæg - så ventilation i bjælkelag hindres. Der udlægges 50 mm isolering på dæk og opsættes 50 mm isolering fastholdt på skunkvæg; isoleringen beskytter dampspærren mod perforeringer og giver jævnt underlag for arbejdet. Dampspærren monteres og føres 50 mm op ad bjælkesider og ydervæg eller remme i dæk.

Dampspærren for skunk udføres i damptæt forbindelse med dampspærre i skråvæg. Membranen hæftes med klammer og tapes fast eller klemmes bag liste på rengjort fast underlag med fugebånd eller fugemasse, så der overalt opnås lufttætte samlinger.

Over dampspærren skal der minimum isoleres med to tredjedele af den samlede isoleringstykkelse. Konstruktionen efterisoleres til samlet 300 eller 400 mm eller til rentabelt niveau, dog afhængigt af pladsforhold. Isoleringen udlægges i flere lag med forskudte samlinger og sluttende tæt til konstruktioner, spær og vindplade ved facader.

Mindre spalter fyldes med isoleringsstrimler eller granulater, så isoleringen slutter tæt i samlinger og mod konstruktionen. Isoleringen må ikke trykkes. Isoleringen smigskæres mod den skrå vindplade ved tagfod.

Isoleringen af skunkgulvet kan evt. udføres ved udblæsning af granulater. Det kræver, at vindpladerne ved facaden stikker mindst 50 mm op over den indblæste isolerings færdige overside, så der ikke er mulighed for blokering af ventilationen.

Udækket isoleringsmateriale skal opfylde brandkrav mindst svarende til klasse A.

Rør til varmeanlæg og evt. koldtvarmrør mv. isoleres omhyggeligt. Installationer i rummet skal flyttes, hvis skunklemme blændes efter isoleringen. For skunkrum med installationer skal disse kunne inspiceres, og derfor skal der typisk etableres en smal gangbro. Adgangslem skal isoleres og være luft- og damptæt.

#### INDEFRA

Løsningen er vanskelig at udføre korrekt indefra, og anbefales derfor ikke:

Der skal der etableres åbninger til lukkede skunkrum. Tagdækningen gennemgås inden etablering af undertag. Arbejdet planlægges så færdsel direkte på membraner og udlagt isolering begrænses, og skader hindres. Åbninger til små skunkrum og lemme blændes, hvis der ikke er behov for adgang til skunkrummene fremover.

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Mulighed for samlet tagløsning	Er løsningen for skunken valgt ud fra en helhedsbetragtning for hele taget?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 1
Tagdækning	Er tagdækningen i god stand og forsynet med undertag?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 2
Ventilation	Er loftrummet effektivt ventileret?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 3
Skunkkonstruktionen	Er der en tæt dampspærre i konstruktionen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 4
Tagkonstruktion	Er tagkonstruktionen tør og uden skimmel råd, svamp eller insektangreb?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 5
Skunk, adgang	Overvejes arbejdet udført indefra?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 6
Installationer	Er der installationer i skunkrum?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 7

### 1. Valg af løsning

Overvej de samlede muligheder ud fra disse Energiløsninger for store bygninger: Efterisolering af loft, Efterisolering af skråvæg - udefra og Efterisolering af skunk samt ud fra tagkonstruktionens beskaffenhed, herunder tagdækning, ventilation, undertag, isolering og dampspærre. Herunder: Er der anvendelsesmuligheder for de isolerede skunke? Vælg løsning - varm eller kold skunk? Udførelse udefra eller indefra? Arbejdets samlede omfang, økonomi og bygningens fremtræden skal inddrages i overvejelserne.

### 2. Tagdækning

Hvis tagdækningen er ældet, utæt og uden undertag, skal den repareres eller evt. udskiftes i forbindelse med isoleringen. Som led i isoleringen kan en samlet tagrenovering overvejes omfattende ny tagdækning, tagrender, inddækninger, undertag og ventilationsåbninger til korrekt ventilering af tagkonstruktionen.

### 3. Ventilation

Ventilation af skunkrummet og tagkonstruktionen er afgørende for fugtforholdene. Der skal etableres effektiv ventilation af tagkonstruktionen med spalter ved tagfod og i toppen af skunkrum, alternativt med ventilationsstudse. Nuværende forhold gennemgås, og det vurderes, hvordan den nødvendige ventilation kan tilvejebringes i henhold til anbefalingerne ovenfor.

### 4. Dampspærre og isolering

Hvis dampspærren er defekt eller mangler, skal der monteres en ny, helt tæt dampspærre. Eksisterende isolering og dampspærre skal fjernes, og konstruktionen bygges op på ny. Ødelagt, fugtig eller nedtrådt isolering udskiftes eller udbedres.

### 5. Fugt, skimmel, råd, svamp, insektangreb

Ved fugtige områder med våd isolering og skimmelvækst skal kilderne til opfugtningen findes (utæt tagdækning eller inddækninger, eller utætheder i loftkonstruktion med kondensskader som følge). Hvis der er tegn på råd, svamp (herunder skimmelsvamp) eller insektangreb i tagkonstruktionen, tilkaldes særlig fagkyndig eller forsikringsselskab. Årsagen til eventuelle skader fjernes, konstruktionen udbedres, og eventuel skimmelsvamp afrenses inden efterisoleringen udføres.

### 6. Praktiske forhold

Vurdér, om arbejdet kan udføres korrekt indefra - herunder ud fra antal skunkrum med adgangslemme og forseglede skunkrum, skunkrummenes størrelse, omfang af arbejder ved tagfod og tilslutning til evt. dampspærre og isolering i skråvæg mv. Hvis isolering af et koldt skunkrum udføres indefra, skal lemme til skunke isoleres og være luft- og damptætte (eller blændes). Evt. gennembrydninger etableret i forbindelse med arbejdet blændes.

### 7. Installationer i kolde skunkrum

Hvis der er rør til varmforsyning eller brugsvand, eller elinstallationer mv. i en kold skunk, skal der sikres adgang til inspektion af disse fx via smal gangbro hævet 50 mm over isoleringen. Rørisolering øges for at hindre varmetab eller frostskafer.

Alternativt flyttes installationerne. Adgangslemme til inspektion af installationer skal bevares, isoleres og være luft- og damptætte.

## Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

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

For typisk byggeri med rejst tag vil det normalt betyde, at den samlede isoleringstykkel af eksisterende og ny isolering skal opfylde kravet til en U-værdi på maksimalt 0,12 W/m<sup>2</sup>K. Dette svarer fx til ca. 300 mm mineraluldsisolering (kl. 37 mW/mK).

Kravet til efterisolering gælder både skunkgulvet og skunkvæggen. Hvis efterisolering til 300 mm af byggetekniske årsager ikke er rentabel kan der være en efterisolingsløsning 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 efterisolingsløsning er rentabel.

En efterisolingsløsning er rentabel, hvis *Besparelse x Levetid / Investering* > 1,33. I investeringen medtages kun omkostninger til udførelsen af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. ny dampspærre og flytning af installationer. Levetiden for efterisolingsarbejdet 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 isoleringsproducenter.

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

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

BYG-ERFA Erfaringsblade:  
 (27) 13 11 05 Tagkonstruktioner med stor hældning  
 (37) 15 12 30 Efterisolering af vandrette lofter  
 (39) 15 12 28 Dampspærrematerialer og fugttransport  
 (27) 07 06 29 Undertage - diffusionstætte og diffusionsåbne  
 (39) 08 06 30 Dampspærre - udførelse og detaljer mod opvarmede rum.  
[www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk)

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

Anvisning om efterisolering af tagetage  
[www.efterisolering.sbi.dk](http://www.efterisolering.sbi.dk)

Energiløsninger for store bygninger:  
 Efterisolering af skråvæg - udefra  
 Efterisolering af loft, etageejendomme  
[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