

# Efterisolering af mansardtag - indefra

Ældre etageejendomme bygget fra ca. 1860 - 1930 kan være udført med mansardtag.

For at spare på energien bør mansardvægge og gulve i skunkrummet bag dem efterisoleres, hvis de er isoleret med mindre end 200 mm. Efterisolering af mansardvægge og skungulvene kan udføres indefra, hvis ikke taget står for at skulle udskiftes, og hvis der er et intakt undertag med god restlevetid. Ved en tagudskiftning vil isoleringen med fordel kunne gøres udefra.

Efterisoleringen bør ske til minimumsanbefalingerne til højre eller til et mere fremtidssikret lavenerginiveau.

## Fordele

- Mindre varmetab gennem mansardvægge, skunkvægge, skråvægge, lofter og gulve
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO<sub>2</sub>-udledning
- Efterisolering af mansardtaget forøger etageejendommens værdi

## Anbefaling til isoleringstykkelse ved efterisolering

Mansardvægge, skunkvægge, skråvægge, lofter og gulve:

Minimum: 300 mm isolering

Lavenergi: 400 mm isolering

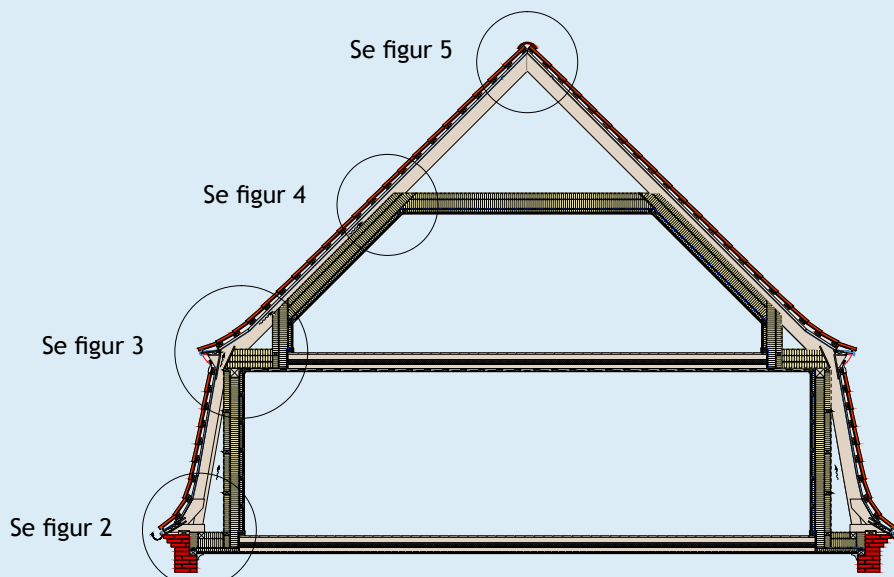
## Energibesparelse

Ny samlet isoleringstykkelse		
Eksisterende isoleringstykkelse	Efterisolering af mansardvægge, skunke, loft og skråvæg	
	Minimum 300 mm isolering U = 0,12	Lavenergi 400 mm isolering U ≈ 0,10
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år	
0 mm	173/171*	176/174*
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

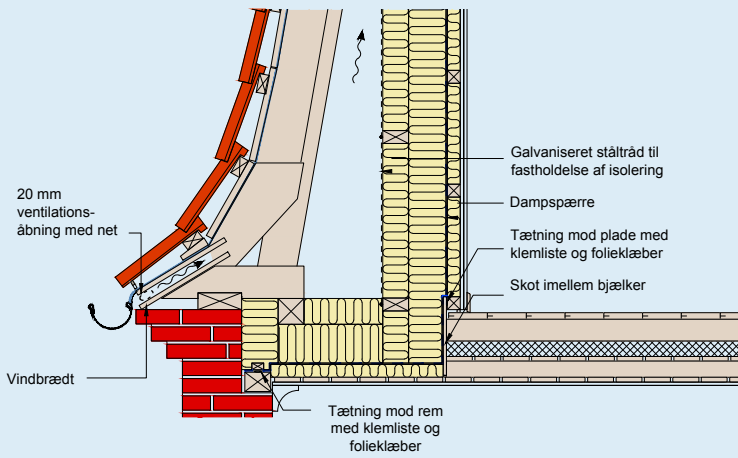
\* Energibesparelse for efterisolering af skråvæg

### Forudsætning

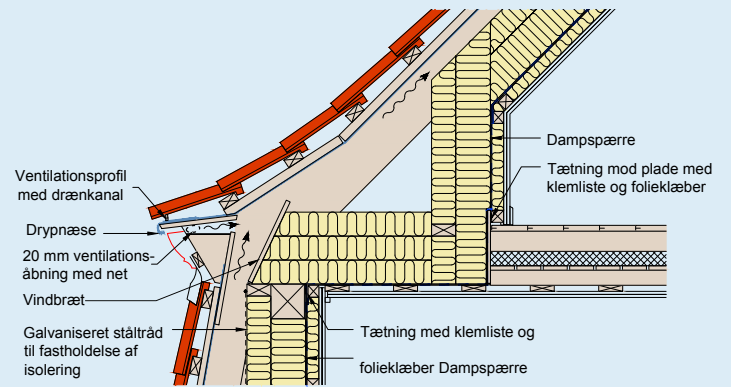
Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på 37-38 mW/m K.



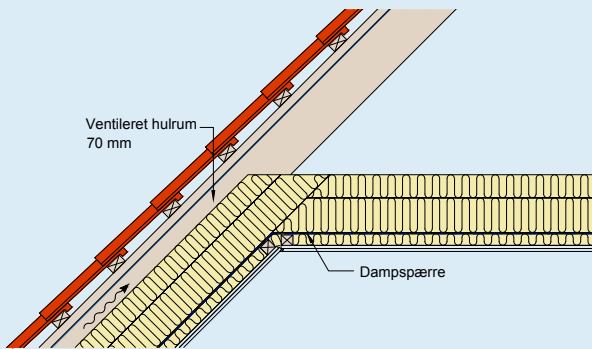
Figur 1



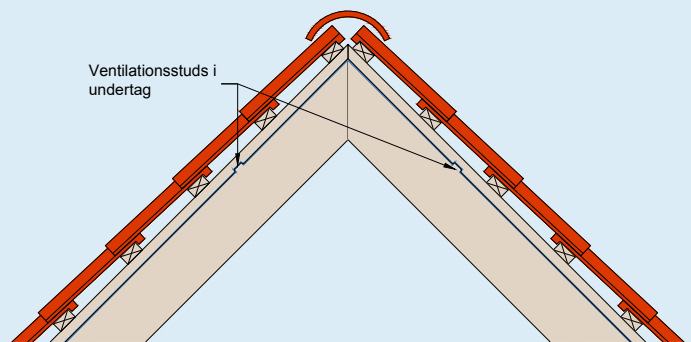
Figur 2: Snittegning i bunden af mansardtaget.



Figur 3: Snittegning i toppen af mansardtaget, hvor det fortsætter i skråtag med skunk.



Figur 4: Snittegning, hvor skråtage og hanebånd mødes.



Figur 5: Snittegning af kip i skråtag med undertag.

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	<p>I en etageejendom med mansardtag, hvor de 1½ plan i mansardetagen og under sadeltaget er udnyttet til beboelse, er der problemer med at holde varmen. Tagbelægningen er i udmærket stand og har mange års levetid tilbage. Så det besluttes, at hele mansardtaget skal efterisoleres indefra - også sadeltaget øverst oppe.</p> <p>De eksisterende isoleringsforhold er sparsomme med 100 mm isolering i tagetagen på loftet over hanebåndene og 50 mm isolering i skråvægge, mansardvægge og skunkvægge samt 100 mm isolering på gulve i skunkrummene på begge etager. I øverste etage er der i alt 16 uisolerede skunklemme á 60 x 60 cm.</p> <p>Ved renoveringen efterisoleres der op til en samlet isoleringstykkelse på 300 mm isolering i hele taget, undtagen på loftet over hanebåndene, hvor der isoleres op til en samlet isoleringstykkelse på i alt 400 mm. Skunklemmene efterisoleres med 100 mm polystyrenplade.</p> <p>Efterisoleringen omfatter en mansardetage med i alt 170 m<sup>2</sup> mansardvægge, der er at betragte som rumhøje skunkvægge, 50 m<sup>2</sup> gulv i skunken bag mansardvæggen, en tagetage med 100 m<sup>2</sup> almindelige skunkvægge og 100 m<sup>2</sup> gulv i skunken, samt 70 m<sup>2</sup> skråvægge og 180 m<sup>2</sup> loft.</p> <p>Etageejendommen opvarmes med fjernvarme. Fjernvarmeprisen er 0,60 kr. pr. kWh.</p>	
<b>Årlig energi- besparelse pr. m<sup>2</sup></b>	<p>Efterisolering af mansard- og skunkvægge: 44 kWh/m<sup>2</sup></p> <p>Efterisolering af skunkgulve i mansardetage og over: 24 kWh/m<sup>2</sup></p> <p>Efterisolering af skråvægge i sadeltag: 44 kWh/m<sup>2</sup></p> <p>Efterisolering af hanebåndsloft i sadeltag: 26 kWh/m<sup>2</sup></p> <p>Efterisolering af skunklemme 43 kWh pr. skunklem</p>	
<b>Årlig energi- besparelse kWh</b>	<p>Efterisolering af mansard- og skunkvægge: 44 kWh/m<sup>2</sup> x (100 + 170) m<sup>2</sup> = 11.880 kWh</p> <p>Efterisolering af skunkgulve: 24 kWh/m<sup>2</sup> x (100 + 50) m<sup>2</sup> = 3.600 kWh</p> <p>Efterisolering af skråvægge: 44 kWh/m<sup>2</sup> x 70 m<sup>2</sup> = 3.080 kWh</p> <p>Efterisolering af loft: 26 kWh/m<sup>2</sup> x 180 m<sup>2</sup> = 4.680 kWh</p> <p>Efterisolering af skunklemme: 43 kWh/m<sup>2</sup> x 16 stk. = 688 kWh</p> <p>I alt 23.928 kWh</p>	
<b>Årlig økonomisk besparelse kr.</b>	<p>0,60 kr./kWh x 23.928 kWh = 14.357 kr.</p>	
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>	<p>0,115 kg/kWh x 23.928 kWh = 2.752 kg</p>	

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

## Udførelse

Indvendig efterisolering af et mansardtag foretages, når mansardetagen står for omfattende reovering. Den begrænsede plads i mansardvæggen med det næsten lodrette tag lige bag ved gør, at det er nødvendigt at flytte væggen indad. Dvs. nedtage den eksisterende vægbeklædning, eventuel dampspærre og isolering for at udføre indvendig efterisolering. I samme omgang demonteres radiatorer og elinstallationer, og rør- og kabelføringer ændres, så installationerne tilpasses den efterisolerede mansardvæg og er uden skjulte samlinger.

En forudsætning for arbejdets udførelse er, at tag eller undertag bag væggen er tilstrækkeligt tæt til at modstå vand og fugesne udefra.

Over den underliggende ydervæg monteres vindbrædder, som beskytter isoleringen mod gennemblæsning og leder ventilationsluften op i tagrummet. Vindbrædderne skal stikke mindst 50 mm op over isoleringens overside og fuges tæt i samlinger og mod murværk og spær. Vindbrædderne skal desuden sikres mod opfugtning fra murværket. Vindbrædderne skal sikre en ventilationsåbning med net på minimum 30 mm. Spalten må ikke blokeres af fx nedhængende undertag.

### Efterisolering af gulve i skunkrum over

I gulvet mellem bjælkerne monteres der et skot af krydsfiner eller andet egnet plademateriale under de kommende mansardvægge. Samlinger mellem skot, bjælker og underliggende loftbeklædning fuges for at sikre, at skottene er damptætte. Ny dampspærre udlægges mellem bjælkerne og klemmes og klæbes med klemlister og klæbemasse til skot under skunkvægge, til bjælkerne og til rem eller murværk ved ydervæggen. I gulvet i den nederste skunk kan der med fordel placeres 50 mm hård isolering som underlag for dampspærren for at hindre, at den bliver perforeret af den underliggende konstruktion.

Gulvisoleringen i mansardskunkene udføres med flere isoleringslag med forskudte samlinger eller alternativt granulat. Der anvendes evt. et par løse brædder som flytbar arbejdsplads, så beskadigelse af det udlagte isoleringslag mellem bjælkerne undgås.

Mansardstolperne påføres et skelet af lægter eller regler, så der kan isoleres op til den ønskede tykkelse. Væggene efterisoleres med flere isoleringslag med forskudte samlinger. Til fastholdelse af isoleringen inde i skunkrummene monteres forskallingsbrædder eller galvaniseret ståltråd pr. 300 mm. Det skal sikres, at der er tilstrækkelig ventilation mellem isolering og tagbelægning eller undertag, og at evt. nedhængende undertag ikke blokerer for

ventilationen. Hvis ikke mansardvæggen flyttes langt nok ind til, at der er plads til 250 mm isolering, kan det være nødvendigt at udføre isoleringslaget i væggen med varierende tykkelse alt efter pladsforholdene, så der bliver tykkere isoleringslag i bunden af skunkrummene og tyndere lag i toppen.

Ny dampspærre opsættes på den varme side af isoleringen, og tapes eller klemmes og klæbes fast i bunden mod det damptætte skot monteret i bjælkelaget. I toppen af mansardvæggene samles dampspærren med loftets dampspærre eller lufttæt med klæbet og klemt samling mod den eksisterende loftbeklædning. På den varme side af dampspærren udføres isoleringslag på 50 mm, eller maksimalt en tredjedel af den samlede isoleringstykkelse. Isoleringslaget beskytter dampspærren mod senere perforering ved opsætning af den nye vægbeklædning, indbygning af stikdåser e.l.

Udførelsen af dampspærren med tætte tilslutninger og samlinger er ekstremt vigtig for at undgå, at varm fugtig luft kommer ind bag isoleringen og kondenserer, med risiko for skimmel og svamp inde i væggen. Dampspærresamlinger skal udføres med mindst 150 mm overlæg, over fast underlag og enten tapet eller klæbet og klemt sammen som beskrevet. Fugemasser, klæbemidler og tape skal anvendes på rengjorte overflader for at sikre tilstrækkelig vedhæftning og tæthed.

Der afsluttes med ny vægbeklædning af gipsplader og tilpasning af nye lysningspaneler mv. omkring kviste og vinduer. For at opnå damptætte konstruktioner er det vigtigt, at dampspærren fortsættes med tætte samlinger omkring skunklemme, kviste, vinduer og evt. rør- eller kabelgennemføringer. Lemme i mansardvægge isoleres, og samlingerne mellem lemme og vægge skal udføres med tætningslister for lufttæt lukning.

### Alternativ løsning - varm skunk

Som alternativ til efterisolering af de lodrette mansardvægge som beskrevet ovenfor, kan den næsten lodrette tagflade efterisoleres i stedet. Efterisolering udføres da som beskrevet for efterisolering af skråvægge, se energiløsningen "Efterisolering af skråvæg/loft til kip - indefra".

Det sikres, at der i hele tagfladen er tilstrækkelig hulrum mellem isolering og tagbelægning eller undertag for ventilering af tagkonstruktionen. Mellem de næsten lodrette spær i mansardetagen skal opsættes forskallingsbrædder eller ståltråd på den kolde side af isoleringen for at hindre isoleringen i at blive suget ud i det ventilerede hulrum. På de bærende lodrette mansardstolperne afsluttes med en lodret væg af gipsplade, hvorpå stikkontakter og radiatorer kan monteres.

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Ventilation af taget	Er taget tilstrækkeligt ventileret og tørt?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 1
Tagbelægningen	Er der tegn på, at tagbelægningen er utæt?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: Se 2
Undertag	Er der undertag?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: Se 3
Understrygning	Er understrygning på tagsten i orden?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 4
Råd, svamp eller skadedyr	Er tagkonstruktionen sund uden råd, svamp eller insektangreb?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 5
Dampspærre	Er der intakt dampspærre, hvor konstruktionen ikke udskiftes?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 6
Eksisterende isolering	Er eksisterende isolering korrekt udført og intakt?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 7
Plads over isoleringen	Er der fri ventilation over isoleringen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 8
Elinstallationer	Er der lampeudtag eller stikkontakter i vægge og lofter?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: Se 9
Aftrækskanaler	Er der aftrækskanaler til naturlig ventilation?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: Se 10
Varme- og vandinstallationer	Er der varme- eller vandinstallationer i skunkrum?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: Se 11
Vindbræt	Er der vindbræt ved tagfod?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 12
Bjælkelag og gulv i skunkrum	Kan bjælkelag inspiceres, er det isoleret, og er der tætnet mod gennemblæsning?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 13
Indskudsbrædder	Er der indskudsbrædder?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: Se 14
Skunklem	Er skunklemme isoleret, og slutter de tæt?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 15
Vinduer	Er der ovenlys og kviste med vinduer?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: Se 16
Loftslem	Er den eksisterende loftslem isoleret	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 17
Gangbroer	Er eksisterende gangbroer egnede og tilstrækkelige?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 18
Ventilation	Er mansardetagen tilstrækkeligt ventileret?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 19

## Alternativ løsning - varm skunk

Som alternativ til efterisolering af de lodrette mansardvægge og skunkvægge som beskrevet ovenfor kan de skrå tagflader i stedet efterisoleres. Efterisolering udføres da som beskrevet for efterisolering af skråvægge. Det skal sikres, at der i hele tagfladen er tilstrækkelig mellemrum mellem isolering og tagbelægning eller undertag for ventilering af tagkonstruktionen. Mellem de næsten lodrette spær i mansardetagen skal opsættes forskallingsbrædder eller ståltråd på den kolde side af isoleringen for at sikre at isoleringen holdes på plads. Ved efterisolering af de skrå tagflader kan det være nemmere at udføre dampspærresamlingerne, og VVS- og elinstallationer kan føres på den varme side af dampspærren, uden at den skal gennembrydes.



Mansardtag

### 1. Ventilation af tagetagen

Skunkrum skal være tørre og ventilerede med ventilationsspalte langs tagfod (30 mm i etageejendomme) og tilstrækkelig udluftning i tagflade (50 mm ved fast undertag og 70 mm ved banevare, 50 mm ved tagbelægning uden undertag). Tagrummet skal være tørt og vel ventileret med ventilationsåbning langs taget og tilstrækkelig udluftning i tagflade. Se figur 2 og 3.

### 2. Tagbelægningen

Hvis tagbelægningen er utæt, skal den repareres inden efterisoleringen. Samtidig udførelse gør arbejdet mere rationelt, da det er nemmere at komme til isoleringen.

### 3. Undertag

Er undertaget fast, skal det ventilerede hulrum være mindst 50 mm, og er undertaget en bane- eller pladevare, skal det ventilerede hulrum være mindst 70 mm.

### 4. Understrygning

Understrygning af tagsten udføres, så tagbelægningen er tæt.

### 5. Råd, svamp eller skadedyr

Hvis der er tegn på råd, svamp eller insektangreb i tag- eller loftkonstruktionerne, tilkaldes særlig fagkyndig eller forsikringsselskab. Eventuelle skader udbedres, inden isolering udføres.

### 6. Dampspærre

Hvis dampspærren er defekt, utilstrækkelig eller helt mangler, skal der monteres en ny. Samlinger tapes med overlap på minimum 150 mm. Hvis den eksisterende isoleringstykkelse er mindre end 100 mm, kan en ny dampspærre opsættes på ydersiden af dette isoleringslag under forudsætning af, at der efterisoleres med mindst yderligere 200 mm.

### 7. Eksisterende isolering

Ødelagt eller nedtrådt isolering udskiftes.

### 8. Fri over isoleringen

Der skal være fri ventilation over isoleringen, således at eventuel fugt i isoleringen kan fordampe og ventileres bort til det fri.

### 9. Elinstallationer

Hvis der er lampeudtag, stikkontakter eller andre el-installationer, skal de flyttes af autoriseret installatør, da skjulte samlinger ikke må forefindes. Elinstallationer bør føres på den varme side af dampspærren. Evt. gennembrydninger af dampspærren for føring af el-installationer skal tættes.

### 10. Aftrækskanaler

Er der ført ventilationsaftrækskanaler igennem tagkonstruktionen skal disse efterses og evt. rengøres. Det er vigtigt at dampspærren slutter helt tæt om disse, og at aftrækskanalerne på den kolde side af isoleringen er isoleret.

### 11. Varme og vandinstallationer

Er der ført varme- eller vandinstallationer i skunkrum, skal disse efterses. Evt. gennembrydning af dampspærren for føring af varme- og vandinstallationer skal tættes. Det er vigtigt, at vandførende installationer på den kolde side af isoleringen er isoleret, og det bør overvejes, om installationerne skal føres på den varme side af isoleringen for lettere inspektion og servicering.

### 12. Vindbræt

Hvis tagkonstruktionen ikke er udført med et vindbræt for ventilationsåbning ved tagfod, bør dette udbedres i forbindelse med efterisoleringen. Ventilationsåbning skal udføres med net for at hindre indtrængning af fygesne, fugle og insekter. Vindbrædder udføres ved tagfod i både mansardetage og tagetage.

### 13. Bjælkelag/gulv i skunk

Hvis gulvet er videreført i skunkrum, bør det fjernes for inspektion af bjælkelaget og efterisolering mellem bjælker/spærfod. Umiddelbart under skunkvæggen er det vigtigt, at der udføres en effektiv lufttætning mellem bjælkerne med fuget plade, fx krydsfinér.

### 14. Indskudsbrædder

Hvis det er muligt bør eventuelle indskudsbrædder og ler fjernes for at give mest mulig plads til isoleringen. Da indskudsler isolerer mod brand og lyd, vil fjernelse af indskudsler kræve, at forhold omkring brand og lyd afklares og løses i henhold til gældende krav.

### 15. Skunklemme

Er skunklemmene udtjente, bør der monteres nye. Skunklemme skal slutte tæt til væggen hele vejen rundt og bør isoleres med minimum 150 mm, som f.eks. kan være en fastgjort isoleringsplade. Der skal være dampspærre mellem skunklem og isolering. Tætningen mod skunkvæggene bør udføres med fleksibel tætningsliste, der kan optage ujævnheder, og skunklemmene skal kunne lukke lufttæt.

### 16. Vinduer

Udtjente vinduer i kviste eller ovenlysvinduer bør udskiftes til nye med energiruder, og det kan med fordel udføres samtidig med efterisolering af taget. Ved kviste bør kvistens sider og tag også efterisoleres. Dampspærren i den efterisolerede tagkonstruktion skal tilpasses det dampspærende lag i kviste og mod nye lysningspaneler ved ovenlys.

### 17. Loftlem

Loftlemme bør skiftes ud til en isoleret og tæt model.

### 18. Gangbroer

Gangbroer på loft skal hæves svarende til ca. 50 mm over isoleringen. Ved hævnings af gangbroen skal det sikres, at stabiliteten i tagkonstruktionen ikke påvirkes. Der skal være gangbro fra loftslem til alle relevante steder i tagrummet fx tagvinduer og installationer samt på langs ad tagrummet for inspektion og vedligeholdelse af taget.

## 19. Ventilation

Når mansardetagen tættes i forbindelse med efterisolering, er det vigtigt at sørge for tilstrækkelig ventilation på anden vis. Der bør som minimum luftes ud tre gange om dagen i 5-10 minutter med gennemtræk.

## OBS

Vær opmærksom på, at der kan være krav til f.eks. brand og lyd, som ikke er nævnt i denne energiløsning.

## Indeklima

Ved efterisolering af et mansardtag bliver de indvendige overflader varmere. Er arbejdet udført korrekt, og er dampspærren tæt, mindskes risikoen for indvendig kondens og deraf følgende skimmelangreb. Samtidig undgås træk fra de kolde overflader.

## Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

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

For byggeri med et mansardtag vil det normalt betyde, at den samlede isoleringstykkelse 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 alle delflader af mansardkonstruktionen. Hvis efterisolering til 300 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.

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.*

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

### Yderligere information:

Se udførelsesvejledninger hos isoleringsleverandører.

#### SBI-anvisninger

SBI-anvisning 224: Fugt i bygninger

SBI-anvisning 239: Energibesparelser og planlægning  
[www.sbi.dk](http://www.sbi.dk)

VIF: VarmeisoleringsForeningens produktoversigt

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

#### BYG-ERFA Erfaringsblade

(27) 07 06 29 Undertage - diffusionstætte og diffusionsåbne

(27) 13 11 05 Tagkonstruktioner med stor hældning

(39) 15 12 29 Dampspærre - monteringsdetaljer

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

#### Bygningsreglementet

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

#### Dansk Undertagsklassifikationsordning

[www.duko.dk](http://www.duko.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