

## Efterisolering af mansardtag - indefra

For at spare på energien bør mansardvægge og gulve i skunkrummet bag dem efterisoleres, hvis de er isoleret med mindre end 175 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 nedenstående minimums-anbefalinger eller til et mere fremtidssikret lavenerginiveau.

### Fordele

- Mindre varmetab gennem lofter og vægge
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO<sub>2</sub>-udledning
- Efterisolering af mansardtag forøger husets værdi

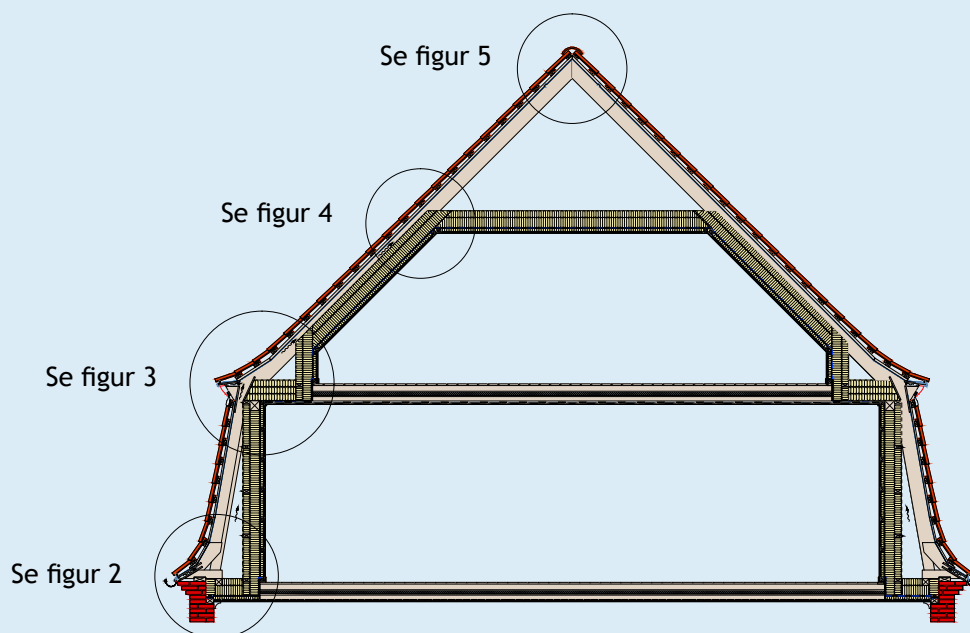
### Anbefaling til isoleringstykkelse ved efterisolering

Minimum: 300 mm isolering  
Lavenergi: 400 mm isolering

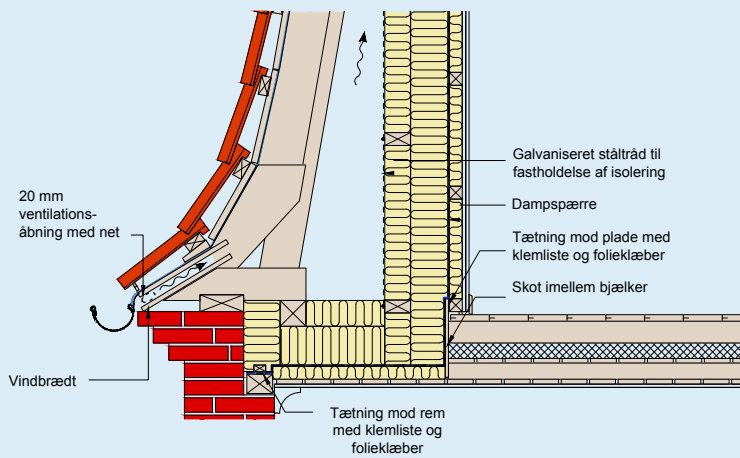
### Energibesparelse

Ny samlet isoleringstykkelse		
Eksisterende isoleringstykkelse	Efterisolering af mansardvægge og gulv i skunke	
	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

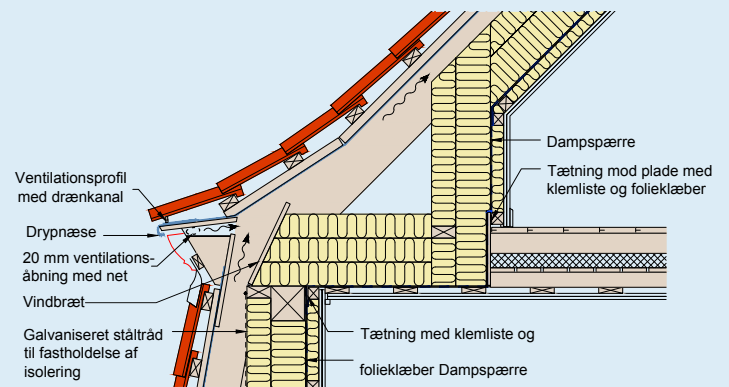
\* Energibesparelse for efterisolering af skråvæg



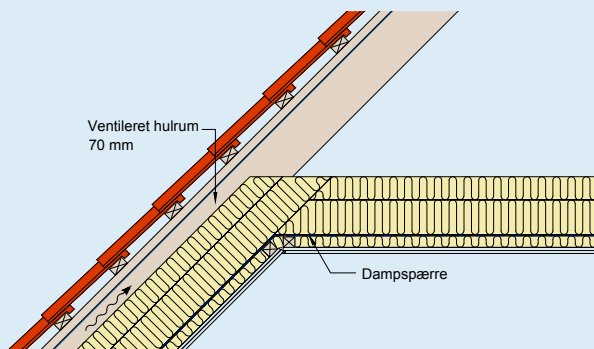
Figur 1



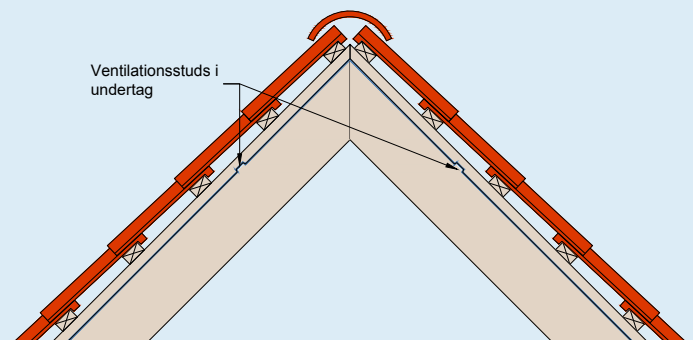
Figur 2: Snittegning i bunden af mansardtaget.



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 patriciervilla med mansardtag er der problemer med at holde varmen i mansardetagen. Tagbelægningen og undertaget er i god stand og har mange års levetid tilbage. Loftrummet over mansardetagen er efterisoleret med 300 mm isolering og har tæt dampspærre, så det besluttes kun at efterisolere mansardvæggene indefra for at løse problemet og opnå bedre komfort.</p> <p>Mansardetagen har et etageareal på 120 m<sup>2</sup>, og væggene er 260 cm høje. Det samlede areal af mansardvæggene er 90 m<sup>2</sup>, når vinduernes areal er fratrukket. Gulvene i skunkrummene bag mansardvæggene har et areal på i alt 15 m<sup>2</sup>.</p> <p>Mansardvæggene er kun isoleret med 50 mm isolering, og det samme gælder gulvene. I tre rum er der en uisoleret skunklem på 60 x 60 cm.</p> <p>Mansardvæggene og gulvene i skunkrummene efterisoleres op til en samlet tykkelse på i alt 300 mm. Skunklemmene efterisoleres med 100 mm polystyrenplade.</p> <p>Villaen opvarmes med naturgas.</p> <p>Naturgaspris: 7,50 kr. pr. m<sup>3</sup>. Gaskedlen er ny og kondenserende.</p>		
<b>Årlig energibesparelse kWh pr. m<sup>2</sup></b>	Efterisolering mansardvægge:		44 kWh/m <sup>2</sup>
	Efterisolering skungulve:		44 kWh/m <sup>2</sup>
	Efterisolering af skunklemme:		43 kWh/stk
<b>Årlig energibesparelse kWh</b>	Efterisolering mansardvægge:	44 kWh/m <sup>2</sup> x 89 m <sup>2</sup> =	3.916 kWh
	(areal fratrukket skunklemme)		
	Efterisolering skungulve:	44 kWh/m <sup>2</sup> x 15 m <sup>2</sup> =	660 kWh
	Efterisolering af skunklemme:	43 kWh/m <sup>2</sup> x 3 stk. =	129 kWh
	I alt		4.705 kWh
<b>Årlig energibesparelse m<sup>3</sup> gas</b>		4.705/11 kWh/m <sup>3</sup> =	428 m <sup>3</sup>
<b>Årlig økonomisk besparelse kr.</b>		7,50 kr./m <sup>3</sup> x 428 m <sup>3</sup> =	3.210 kr.
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>		0,205 kg/kWh x 4.705 kWh =	965 kg

### 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: 0,266 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fjernvarme: 0,094 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,306 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

### Forudsætning

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

### Udførelse

Indvendig efterisolering af et mansardtag foretages, når mansardetagen står for omfattende renovering. 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 fygesne udefra.

Ved renovering og efterisolering af ventilerede tage skal det sikres, at tagrummet er tilstrækkeligt ventileret, efter renoveringsarbejderne er gennemført. Retningslinjerne er de samme som for nye tage. Ventilation skal ske gennem ventilationsåbninger ved tagfod, kip og evt. gavl.

## Udførelse (fortsat)

Åbningerne i tagfod skal svare til 1/500 af det bebyggede areal, og de skal fordeles jævnt. Ved anvendelse af insektnet i åbningerne skal arealet være 1/250 af det bebyggede areal.

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 20 mm. Spalten må ikke blokeres af fx nedhængende undertag.

Ved reovering af tage skal der sikres et sammenhængende tæthedsplan sammen med de øvrige bygningsdele i klimaskærmen for at hindre konvektion af fugtig rumluft op i tagkonstruktionen. Tæthedsplanet består af lufttætte materialer, fx en dampspærre, et intakt pudset loft eller en fuldspartlet gipspladebeklædning. Bemærk, at ikke-intakte pudsede lofter ikke kan sikre lufttætheden. Ved reovering af ældre tagkonstruktioner, som ikke er tætte, skal et nyt tæthedsplan etableres. Dette gøres typisk med en dampspærre.

Der kan i konstruktioner med intakte pudsede lofter efterisoleres med fleksibel isolering, fx plader eller løsfyld af mineraluld eller cellulosebaseret fibermaterialer, uden at der etableres dampspærre. Det er vigtigt, at der ikke er spalter mellem isolering og spær mv., som kan tillade opstrømning af fugtig rumluft. Tykkelsen af isoleringen er uden betydning.

Det er en forudsætning:

- at lufttætheden af loftkonstruktionen er tilstrækkelig. Dette kan kontrolleres ved at undersøge tagkonstruktionen, inden efterisolering påbegyndes. Hvis der ikke er synlige tegn på opfugtning eller skimmelvækst, kan lufttætheden vurderes som tilstrækkelig.
- at de konstruktionsdele, som er omfattet, er tilgængelige for inspektion, dvs. uudnyttede tagrum, spidslofter, skunkrum mv.
- at ventilationsforholdene i tagrummet efter efterisolering opfylder gældende retningslinjer for ventilation af den pågældende type tagkonstruktion.
- at loftkonstruktionens lufttæthed ikke reduceres, fx ved perforeringer med spots, nedtagning af plader eller anden ændring af konstruktionen.

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 lufttætte.

Ny dampspærre udlægges mellem bjælkerne og klemmes og klæbes med klemlister og klæbemasse til skot under skunk- vægge, 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 damp-tætte 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

## Udførelse (fortsat)

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 lufttætte 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
Gangbro	Er der gangbro i skunken?	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
Understrykning	Er understrykning 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 dampspærren tæt, 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
Fri 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
Skot under skunkvæg	Er der udført lufttæt skot mellem spærfødder under skunkvæg?	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
Ventilation	Er mansardetagen tilstrækkeligt ventileret?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: Se 17

**1. Gangbro**

Hvis der er rør eller andre installationer i skunken, der skal kunne efterse, skal der etableres en gangbro.

**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 loft eller tagkonstruktion, 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 - medmindre der er intakt pudset loft eller en fuldspartlet gipspladebeklædning. Samlinger tapes med overlap på minimum 150 mm. Hvis den eksisterende isoleringstykkelse er mindre en 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, så eventuel fugt i isoleringen kan fordampe til skunkrummet og ventileres bort til det fri. Hvis der etableres gangbro i skunken, skal der sørges for fri ventilation under den.

**9. Elinstallationer**

Hvis der er lampeudtag, stikkontakter eller andre elinstallationer, 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 at føre elinstallationer skal tætnes.

**10. Aftrækskanaler**

Er der ført aftrækskanaler 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 kondensisoleret.

**11. Varme og vandinstallationer**

Er der ført varme- eller vandinstallationer i skunkrum, skal disse efterses. Evt. gennembrydning af dampspærren for at føre varme- og vandinstallationer skal tætnes. 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.

**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 begge mansardskunke.

**13. Skot under skunkvæg**

Der bør etableres et lufttæt skot, der fuges mellem bjælkefodderne i bjælkelaget under skunkvæggen. Skottet bruges som fast underlag, når dampspærren skal samles. Hvis det ikke er muligt at etablere skot i form af plade eller brædder, kan skottet udføres i tæt tilskårne hårde isoleringsplader.

**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 efter gældende krav.

**15. Skunklemme**

Er skunklemmene udtjente, bør der monteres nye. Skunklemme skal slutte tæt til væggen hele vejen rundt og bør isoleres som skunkvæggen for at undgå misfarvninger af skunklem. 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 dampspærrende lag i kviste og mod nye lysningspaneler ved ovenlys.

**17. Ventilation**

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

## Indeklima

Ved efterisolering af mansardtag, bliver de indvendige overflader varmere. Er arbejdet udført korrekt, og er dampspærren tæt, mindses risikoen for indvendig kondens og deraf følgende skimmelangreb. Samtidig undgås træk i form af kuldenedfald 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 240: Efterisolering af småhuse - byggetekniske løsninger

SBi-anvisning 224: Fugt i bygninger

SBi-anvisning 239: Energibesparelser og planlægning

SBi-anvisning 273: Tage

[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

(39) 08 06 30 Dampspærre - udførelse og detaljer mod opvarmede rum

(27) 13 11 05 Tagkonstruktioner med stor hældning

(42) 11 07 18 Dryp fra konstruktioner

(47) 11 07 19 Tagunderlag af krydsfiner

(47) 09 12 18 Undertag af banevarer

(39) 18 12 12 To dampspærre ved nybyggeri og renovering

[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