

# Efterisolering af loft

Energiløsningen gælder for efterisolering af loftet i ikke udnyttede tagrum, typisk for tagkonstruktion med gitterspær eller for hanebåndsloft.

Dækkonstruktionen ved gitterspærfag har typisk isolering mellem spærfødder med dampspærre og loftbeklædning på undersiden. Ved betondæk eller evt. tegldæk er isoleringen lagt ud på dækkets overside, og dampspærre kan være udeladt. Hanebåndsloftet har typisk bjælkelag med indskudsler med forskalling, rør og puds på undersiden.

En stor del af bygningsmassen er opført i en periode med ingen eller relativt beskedne krav til varmeisolering. Mange er dog blevet efterisoleret siden opførelsen, typisk op til 200 mm.

Arbejdet med efterisolering omfatter etablering af tæt og holdbar dampspærre, udlægning af efterisoleringen ovenpå konstruktionen samt etablering af undertag og korrekt ventilation af loftrum. Ofte indgår isoleringsarbejdet som led i en større tagrenovering.

Se i øvrigt Energiløsningerne for store bygninger: Efterisolering af skråvæg og Efterisolering af skunk.

## Anbefaling til samlet isoleringstykkelse efter efterisolering

Minimum: 300 mm isolering  
Lavenergi: 400 mm isolering

Hvis loftet er isoleret med op til 200 mm, bør det efterisoleres i henhold til anbefalingen eller til det krav, der er rentabelt, jf. Bygningsreglementet.

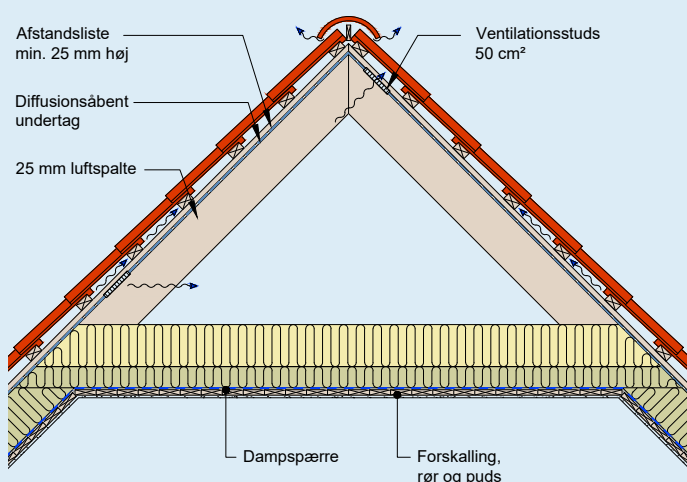
## Fordele

- Mindre varmetab gennem tagkonstruktionen
- Varmere loft i øverste etage og bedre indeklima
- Lavere varmeregning
- Forbedring af fugtforhold i tagkonstruktionen og nedsat risiko for skimmel eller svamp
- Lavere CO<sub>2</sub> udledning
- Øget ejendomsværdi

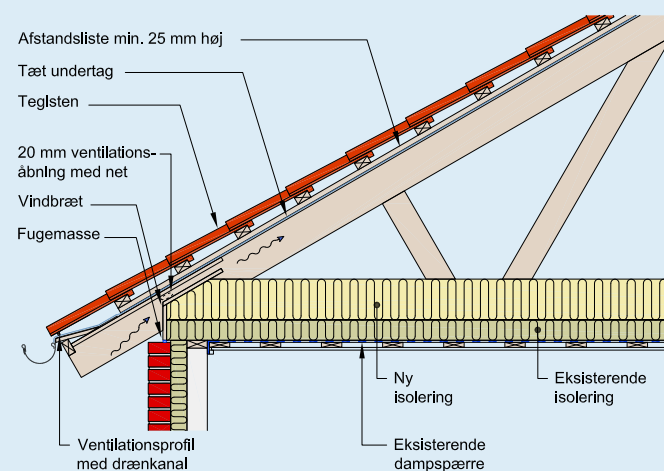
## Indeklima

Når loftet efterisoleres, bliver loftets overflade i de underliggende opvarmede rum varmere, så risikoen for kondens og deraf følgende skimmelangreb minimeres. Samtidig undgås træk i form af kuldenedfald fra de kolde overflader.

### Hanebåndsloft



### Loft med gitterspær



## Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelser	Ny samlet isoleringstykkelser	
	Minimum 300 mm isolering U = 0,12 W/m <sup>2</sup> K	Lavenergi 400 mm isolering U = 0,10 W/m <sup>2</sup> K
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år	
0 mm*)	64	66
50 mm	50	52
75 mm	35	36
100 mm	23	25
125 mm	17	19
150 mm	13	15
175 mm	10	12
200 mm	7	9

### Forudsætning

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

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

## Fugtforhold ved isolering af loftkonstruktion

En tæt dampspærre og tilstrækkelig ventilation er en forudsætning for en succesfuld energirenovering.

Der kan strømme fugt op gennem utætheder i loft fra opvarmede rum, gennem utæt dampspærre, utæt loftlem, eller fugten kan diffundere gennem pudsede lofter og materialer. Yderligere tilføres fugt fra nedbør, og fra kondens på afkølede tagflader uden undertag.

Den nye isolering vil nedsætte temperaturen i loftrummet og dermed øge den relative luftfugtighed og fugtig-

heden på overflader især i vinter og forårmånederne. Dermed er der øget grobund for skimmel på organisk materiale og risiko for svampeangreb.

Luftfugtigheden i loftrummet skal derfor holdes nede, dels ved at hindre fugt nedefra med en fuldstændig lufttæt dampspærre på isoleringens varme side, dels ved korrekt og tilstrækkelig ventilation af loftrummet. Endelig forudsættes en tagflade, der er tæt for slagregn og fygesne.

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	I en boligblok efterisoleres 560 m <sup>2</sup> loft. Eksisterende isolering på bjælkelag er 100 mm. Taget er uden undertag. Der etableres undertag og effektiv ventilation af loftrummet. Eksisterende isolering og dampspærre fjernes. Der etableres ny dampspærre og isoleres med i alt 300 mm mineraluld.  Fjernvarmepris: 0,66 kr. pr. kWh.
Årlig energibesparelse kWh pr. m <sup>2</sup>	23 kWh/m <sup>2</sup>
Årlig energibesparelse kWh	23 kWh/m <sup>2</sup> x 560 m <sup>2</sup> = 12.880 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	0,66 kr./kWh x 12.880 kWh = 8.500 kr.
Årlig CO <sub>2</sub> -besparelse kg	0,115 kg/kWh x 12.880 kWh = 1.481 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 loftrum**

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

**Gitterspær - for hvert spær mellemrum**

Ved diffusionstæt undertag: 150 cm<sup>2</sup> spalte i hver side ved tagfod og 100 cm<sup>2</sup> i hver side øverst ved kip.

Ved diffusionsåbent undertag: 1 ventilationsstuds (50 cm<sup>2</sup>) pr. spær, skiftevis ved tagfod og øverst ved kip.

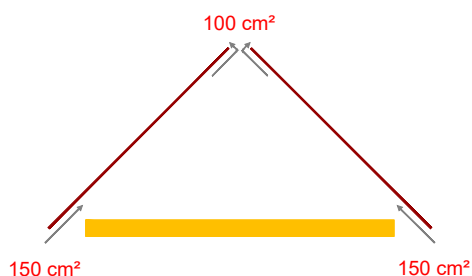
**Hanebåndsloft - for hvert spær mellemrum**

Ved diffusionstæt undertag: 150 cm<sup>2</sup> spalte i hver side ved spærfod og 100 cm<sup>2</sup> i hver side øverst ved kip.

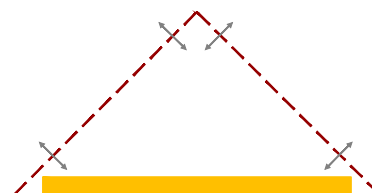
Ved diffusionsåbent undertag: 1 ventilationsstuds (50 cm<sup>2</sup>) pr. spær, skiftevis ved hanebånd og øverst ved kip.

Arealet for ventilationsåbningerne er nettoarealer. For ventilationsåbninger med net skal arealet fordobles. For at hindre brandspredning og for at holde isoleringen på plads, 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.

For tage med lav hældning, fx under 10° kan etableres ventilation fra ventilationsspalter ved tagfod via det flade loftrum til ventilationsspalter ved modsatte tagfod, ventilationsspalte ved kip kan evt. udelades.

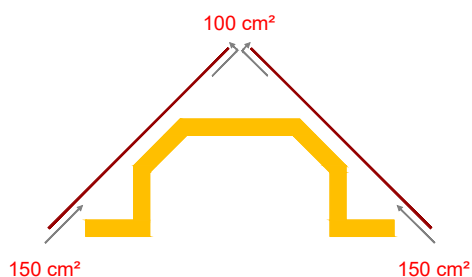
**Ventilation af kolde loftrum**

*Gitterspær - diffusionstæt*

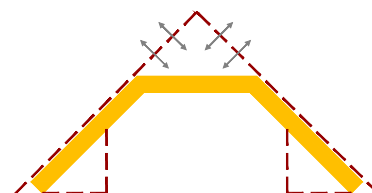


1 ventilationsstuds pr. spær pr. side, skiftevis i top og bund

*Gitterspær - diffusionsåbent*



*Hanebåndsloft - diffusionstæt*



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

*Hanebåndsloft - diffusionsåbent*

## Udførelse

Eksisterende isolering og dampspærre fjernes - med mindre arbejdet er udført korrekt, så dampspærren er helt tæt, også mod de tilstødende bygningsdele, og isoleringen er i god stand.

For bjælkelag med lerindskud fjernes indskud og indskudsbrædder.

I nogle tilfælde kan en del af isoleringen genanvendes, hvis den er i god stand.

Over ydervæggen mellem spærene og parallelt med taglæggerne monteres vindbrædder, som beskytter isoleringen mod gennemluftning og leder ventilationsluften gennem en ventilationsåbning op i tagrummet.

Vindbrædderne udføres af krydsfiner eller lignende og monteres mod lister på spærene. Vindbrædderne fuges mod spær og rem eller mur samt i samling mellem lodret og skrå vindbræt. Over vindbrædderne skal der være en ventilationsåbning med net på max. 30 mm.

Ved vanskeligt tilgængelige tagfodder, hvor det ikke er muligt at montere en plade mellem spærene, kan der anvendes omhyggeligt tilskåret fast isolering.

Det lodrette vindbræt monteres længst muligt ude over ydervæggen, så kuldebroer begrænses. Ventilationsåbninger må ikke blokeres af isolering eller nedhængende undertag. For undertag af banevarer eller træfiberplader bør spalten derfor øges til mindst 50 mm.

Ved uventilerede undertage (kun muligt ved diffusionsåbne undertage og tæt dampspærre), hvor det ikke er muligt at etablere ventilationsspalte ved tagfoden, etableres ventilationsstudse lige over isoleringslaget.

Der udlægges 50 mm isolering, der beskytter dampspærren mod perforeringer og giver et jævnt underlag for arbejdet. Dampspærren monteres derpå mellem spærene eller hanebåndene og føres 50 mm op ad spærsider, hanebånd og ydervæg eller remme. Dampspærren tapes fast og hæftes eller klemmes bag liste på rengjort fast underlag med fugebånd eller fugemasse, så der overalt opnås lufttætte samlinger.

Alternativt kan dampspærren placeres på undersiden af loftet nedefra, hvis isoleringsarbejdet er et led i en egentlig bygningsrenovering. Dette beskrives ikke nærmere i denne energiløsning.

Over dampspærren skal der minimum isoleres med to tredjedele af den samlede isoleringstykkelse.

Konstruktionen efterisoleres derpå til det valgte niveau, dvs. samlet 300 eller 400 mm. Isoleringen udlægges i flere lag med forskudte samlinger og sluttende tæt til konstruktioner, spær og vindbrædder ved facader. Der må ikke være luftlommer. Typisk udlægges ét lag og evt. supplerende granulat mellem spærfodder til overside spærfod, og to lag over spærfodderne eller hanebåndsbjælkerne.

Større spalter udfyldes med afskårne isoleringsstrimler. Mindre spalter og huller fyldes med granulat, så isoleringen slutter tæt i samlinger og mod konstruktion. Isoleringen må ikke trykkes. Isoleringen smigskæres ved ventilationsspalter ved tagfod.

Isoleringen kan også udføres ved udblæsning af granulat på loftet.

Det kræver, at vindbrædderne ved facaden stikker mindst 50 mm op over den indblæste isolerings færdige overside, så der ikke er risiko for, at ventilationen bliver blokeret.

Udækket isoleringsmateriale, skal opfylde brandkrav mindst svarende til klasse A.

Gangbroer udført af tætte materialer fx krydsfinér hæves mindst 50 mm over den færdige isolering, så luften kan cirkulere under gangbroen. Gangbroen skal sikre færdsel fra loftlem til evt. installationer og tagvinduer, så isoleringen ikke trædes flad på et senere tidspunkt.

Ventilationen af det kolde tagrum etableres i overensstemmelse med anbefalingerne ovenfor. Tagdækningen gennemgås eller udskiftes og forsynes med undertag. Der etableres derpå effektiv ventilation af loftrummet med spalter ved tagfod/hanebåndsfod og kip – alternativt med ventilationsstudse.

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Valg af løsning	Er en løsning for loftet 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 loftsrummet effektivt ventileret?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 3
Dampspærre og isolering	Er der en tæt dampspærre i konstruktionen?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 4
Fugt, skimmel, råd, svamp, insektangreb	Er tagkonstruktionen tør og uden råd, svamp eller insektangreb?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 5
Adgangsforhold	Er der let adgang til loftet?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 6
Ventilationskanaler	Er der aftrækskanaler til naturlig ventilation eller ventilationsaggregater på loftet?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 7

### 1. Valg af løsning

Overvej de samlede muligheder ud fra Energiløsningerne: Efterisolering af loft, Efterisolering af skråvæg - udefra, og Efterisolering af skunk samt tagkonstruktionen, herunder tagdækning, ventilation og undertag, samt isolering og dampspærre.

### 2. Tagdækning

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

### 3. Ventilation

Ventilation af loftsrummet er afgørende for fugtforholdene. 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, tæt dampspærre med tætte samlinger til alle tilstødende bygningsdele.

Eksisterende isolering og dampspærre fjernes, og konstruktionen bygges op på ny. Ødelagt, fugtig eller nedtrådt isolering udskiftes eller udbedres.

Dampspærren kan placeres på undersiden af loftet nedefra, hvis isoleringsarbejdet er et led i en egentlig bygningsrenovering.

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

Ved fugtige områder med våd isolering og skimmelvækst må kilderne til opfugtningen findes og fjernes (utæt tagdækning eller inddækninger eller utætheder i loftkonstruktionen med kondensskader som følge).

Hvis der er tegn på råd, svamp eller insektangreb i loft eller tagkonstruktion tilkaldes særlig fagkyndig eller forsikringsselskab. Årsagen til eventuelle skader fjernes, konstruktionen udbedres, og eventuel skimmelvækst afrenses, inden efterisoleringen udføres.

### 6. Adgangsforhold

Det bemærkes, at adgangsforholdene kan være uhensigtsmæssige: fx via en stige og lille loftlem i hvert trapperum. Nogle hanebåndsløfter kan være uden adgang. Det kan være hensigtsmæssigt at etablere adgang gennem tagfladen, især når den indgår i de tilhørende arbejder. I forbindelse med arbejdet skal sikres, at loftlemme er isolerede samt luft- og damp-tætte.

### 7. Ventilationskanaler

Aftrækskanaler for både naturlig og mekanisk ventilation af boligerne skal være tætte og bør kondensisoleres i forbindelse med efterisoleringen. Ventilatorer/ventilationsaggregater placeret på loftet hæves, så de står på den ny efterisolerede konstruktion. Under anlæggene kan anvendes fast diffusionsåben isolering som underlag for lyd-dæmpende fliser.

## Hvilke krav stiller bygningsreglementet

Ved efterisolering af en tag/loft-konstruktion stiller bygningsreglementet krav om at efterisolering gennemføres i det omfang, det er rentabelt, og ikke medfører risiko for fugtskader.

For traditionelt byggeri med rejst tag og en vandret loftflade under et åbent loftrum 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).

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.

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. ny dampspærre, flytning af gangbro eller 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.

I forbindelse med udskiftning af mere end 50% af en tagbelægning stiller bygningsreglementet krav om, at der samtidigt efterisoleres til et rentabelt niveau. Ved mindre udskiftninger/reparationer af tagbelægningen (under 50%) stilles der ingen krav om efterisolering. I tilfælde af en total udskiftning af en tagkonstruktion skal U-værdi-kravet (0,12 W/m<sup>2</sup>K) altid opfyldes, uanset rentabilitet.

### 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)

Dansk Undertagsklassifikationsordning  
[www.duko.dk](http://www.duko.dk)

Guide: Energirenovering af klimaskærm - større bygninger  
 Efterisolering af skråvæg - udefra, etageejendomme  
 Efterisolering af skunk, 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