



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.

Hvis loftet er isoleret med op til 175 mm, bør det efterisoleres til en U-værdi på maksimalt 0,12 W/m²K svarende til ca. 300 mm mineraluldsisolering (kl 37 mW/mK) eller til rentabelt niveau. Se BR krav sidst i energiløsningen.

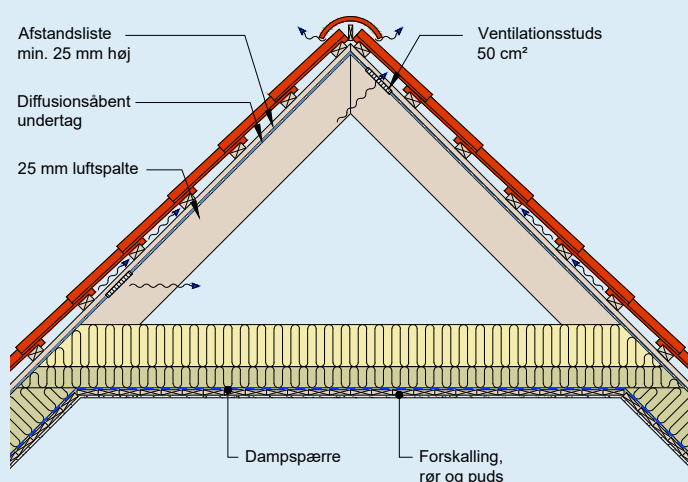
Fordele

- 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 CO₂ udledning
- Øget ejendomsværdi

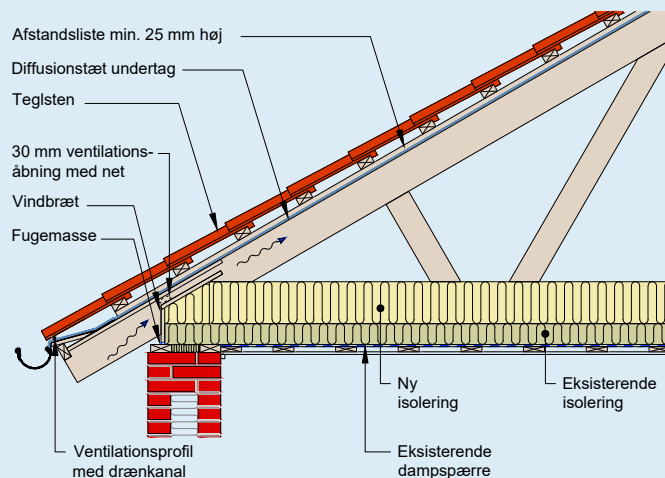
Indeklima

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



Fugtforhold ved isolering af loftkonstruktion

Konstruktioner med træ eller træbaserede materialer er særligt sårbare overfor fugtbelastning fra indeluften. De naturlige trykforhold omkring en tagkonstruktion betyder, at selv en meget lille utæthed kan resultere i betydelig transport af fugt ind i konstruktionen. Dermed er der øget grobund for skimmel på organisk materiale og risiko for svampeangreb.

Luftfugtigheden i loftrummet skal holdes nede, dels ved at begrænse fugtindtrængning nedefra mest muligt, dels ved korrekt og tilstrækkelig ventilation af loftrummet. Endelig kræves der en tagflade, som er tæt for slagregn og fygesne. Den nye isolering vil nedsætte temperaturen i loftrummet og dermed øge den relative luftfugtighed og fugtigheden på overflader især i vinter og forårsmånederne.

Den indvendige loftbeklædning skal være lufttæt. Hvis der er tvivl om tæthed, kan der ved efterisolering etableres en ny lufttæt dampspærre.

I konstruktioner med intakte pudsede lofter eller fuldspartlet gipspladebeklædning kan efterisoleres med fleksibel isolering, fx plader eller løsfyld af mineraluld eller cellulosebaseret fibermateriale uden etablering af 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 tag-rum, spidslofter, skunkrum mv.
- at ventilationsforholdene i tagrummet efter efterisolering opfylder gældende retningslinjer for ventilation af den pågældende type tagkonstruktion.

Loftkonstruktionens tæthed må ikke reduceres for eksempel ved perforeringer med spots, nedtagning af plader eller anden ændring af konstruktionen. Konstruktionsdele, der er omfattet af efterisoleringen, skal fremover være tilgængelige for inspektion

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I en boligblok efterisoleres 560 m ² 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: 0,50 kr. pr. kWh.	
Årlig energibesparelse kWh pr. m ²	23 kWh/m ²	
Årlig energibesparelse kWh	23 kWh/m ² x 560 m ² = 12.880 kWh	
Økonomisk besparelse år 1, kr.	0,50 kr./kWh x 12.880 kWh = 6.440 kr.	
Årlig CO ₂ -besparelse kg	0,072 kg/kWh x 12.880 kWh = 927 kg/0,9 tons	

Energibesparelse

Ny samlet isoleringstykkel		
Eksisterende isoleringstykkel	300 mm isolering U = 0,12 W/m ² K	400 mm isolering U = 0,10 W/m ² K
Energibesparelse i kWh/m ² 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

^{*)} Uisoleret konstruktion med 20-25 mm af ældre isoleringstyper

Forudsætning

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

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højst for nye kedler)

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Nødvendig ventilation af kolde loftrum

Der skal etableres ventilationsåbninger, der er fordelt, så der ikke opstår utilstrækkeligt ventilerede områder. Det samlede nettoareal af ventilationsåbningerne ved tagfod og i kip skal erfaringsmæssigt være mindst 1/500 af det bebyggede areal. For ventilationsåbninger med net skal arealet fordobles til mindst 1/250 af det bebyggede areal.

Erfaringstallene svarer til:

Gitterspær - for hvert spær mellemrum

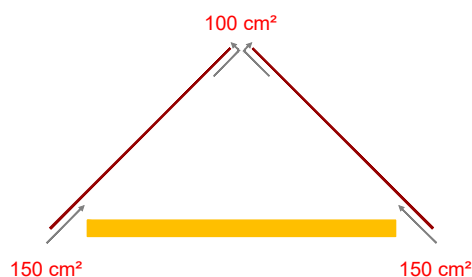
Ved diffusionstæt undertag: 150 cm² spalte i hver side ved tagfod og 100 cm² i hver side øverst ved kip i hvert spærfag. Ved diffusionsåbent undertag: 1 ventilationsstuds (50 cm²) pr. spærfag, skiftevis ved tagfod og øverst ved kip. For at sikre tilstrækkelig ventilation tilføjes yderligere ventilationsspalter ved tagfod, som ved diffusionstæt undertag, og i kip i hvert spærfag i begge tagflader. Spalte i kip kan erstattes af en ventilationsstuds i hvert spærfag i begge tagflader.

Hanebåndsløft - for hvert spær mellemrum

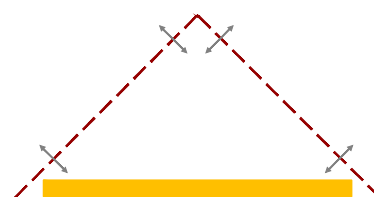
Ved diffusionstæt undertag: 150 cm² spalte i hver side ved spærfod og 100 cm² i hver side øverst ved kip i hvert spærfag. Ved diffusionsåbent undertag: 1 ventilationsstuds (50 cm²) pr. spærfag, skiftevis ved hanebånd og øverst ved kip.

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.

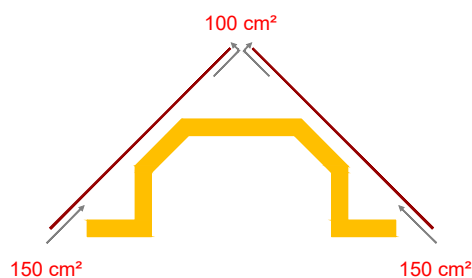
Ventilation af kolde loftrum

Gitterspær - diffusionstæt

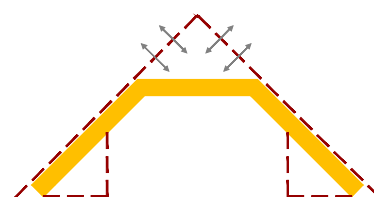


1 ventilationsstuds pr. spærfag pr. side, skiftevis i top og bund

Gitterspær - diffusionsåbent



Hanebåndsløft - diffusionstæt



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

Hanebåndsløft - diffusionsåbent

Udførelse

Eksisterende isolering og dampspærre fjernes - medmindre dampspærren er helt tæt, også mod de tilstødende bygningsdele, og isoleringen er i god stand (se nedenfor). 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 spærrene og parallelt med taglægterne 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 spærrene. 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 min. 30 mm svarende til erfaringstal. 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 vanskeligt tilgængelige tagfodder, hvor det ikke er muligt at montere en plade mellem spærrene, kan anvendes omhyggeligt tilskåret fast isolering.

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

Den indvendige beklædning skal være lufttæt. Hvis der er tvivl om tæthed, kan der ved efterisolering etableres en ny lufttæt dampspærre, der erstatter den oprindelige.

Dampspærren kan etableres på konstruktionens overside i loftrummet, når den eksisterende isolering er fjernet. Dampspærren føres 50 mm op ad spærser, hanebånd og ydervæg eller remme. Den tapes fast og hæftes eller klemmes bag liste på rengjort fast underlag med fugebånd eller fugemasse, så der overalt opnås lufttætte samlinger. Hvis der stikker søm mv. op gennem loftskonstruktionen, udlægges 50 mm isolering som underlag, der hindrer, at den ny dampspærre perforeres.

Det kan være nemmere at montere dampspærren under den eksisterende loftbeklædning og opsætte ny loftbeklædning. Tæthed mod ydervæg og skillevægge skal sikres, og lampeudtag mv. skal være lufttætte. Loftlemme skal ligeledes være isolerede og lufttætte.

Alternativt kan en ny dampspærre etableres ovenpå den eksisterende isolering. Over dampspærren skal der i så fald som minimum isoleres med to tredjedele af den samlede isoleringstykkelse. Den eksisterende dampspærre kan forblive i konstruktionen. Denne løsning kan indebære konstruktive udfordringer mht. sikring af tæthed.

I konstruktioner med intakte pudsede lofter eller fuldspartlet gipspladebeklædning kan der som nævnt efterisoleres med fleksibel isolering, fx plader eller løsfyld af mineraluld eller cellulosebaseret fibermateriale uden etablering af dampspærre.

Konstruktionen efterisoleres 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, og den 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 krydsfiner hæves mindst 50 mm over den færdige isolering, så luften kan cirkulere under gangbroen. Gangbroen skal sikre færdsel fra loftlem til installationer, tagvinduer, eller inspektion af dele af taget, så isoleringen ikke trædes flad. Gangbroer kan indgå i afstivning af tagkonstruktionen.

Ventilationen af det kolde tagrum etableres i overensstemmelse med anbefalingerne tidligere. Tagdækningen gennemgås og udbedres eller udskiftes og forsynes med undertag. Derpå sikres 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 ventilering af tagrum.

3. Ventilation

Ventilation af loftrummet 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

Lufttætheden kontrolleres ved at undersøge tagkonstruktionen, inden efterisoleringen påbegyndes. Hvis der ikke er synlige tegn på opfugtning eller skimmelvækst, kan lufttætheden vurderes som tilstrækkelig.

Hvis dampspærren er defekt eller mangler, skal der monteres en ny, tæt dampspærre med tætte samlinger til alle tilstødende bygningsdele. Se under "fugtforhold", om dampspærren kan udelades.

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 lyddæmpende fliser.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet

Ved efterisolering af en tag/loft-konstruktion stiller bygningsreglementet krav om at efterisolering gennemføres til en U-værdi på maksimalt 0,12 W/m²K. Dette svarer fx til ca. 300 mm mineraluldsisolering (kl. 37 mW/mK) det omfang, det er rentabelt, og ikke medfører risiko for fugtskader.

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 og der i forvejen ligger 175 mm eller mindre, 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 og evt. andet snævert følgearbejde. 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.

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/m²K) altid opfyldes, uanset rentabilitet.

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

SBi-anvisninger:
 221: Efterisolering af etageboliger
 224: Fugt i bygninger
 273: Tage

www.build.dk

BYG-ERFA Erfaringsblade:
 (27) 13 11 05 Tagkonstruktioner med stor hældning
 (37) 21 06 15 Efterisolering af loftkonstruktioner uden dampspærre i ventilerede tagrum
 (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
 (39) 18 12 12 To dampspærre - ved nybyggeri og renovering
www.byg-erfa.dk

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

Dansk Undertagsklassifikationsordning
www.duko.dk

Guide: Energirenovering af klimaskærm - større bygninger
 Efterisolering af skråvæg - udefra, etageejendomme
 Efterisolering af skunk, etageejendomme
www.ByggeriOgEnergi.dk

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.
 Eller gå ind på hjemmesiden:
www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger