



Efterisolering af skråvæg

- udefra

Denne energiløsning gælder for efterisolering af skrå tagflader mod opvarmet, udnyttet tagetage - det vil sige typisk tagkonstruktioner med hanebåndspær.

De skrå tagflader i ældre etageejendomme er typisk udført uden isolering og med et lag fastholdte indskudsbrædder med imprægneret pap mellem spærrene.

Indersiden er oftest med forskalling, rør og puds. I nyere etageejendomme kan konstruktionen typisk være udført med 50 til 100 mm isolering og have dampspærre og gipsplader mod de opvarmede rum. Spærdimensionen er afgørende for tykkelsen af evt. tidligere efterisolering, som kan være 75 mm til 100 mm, typisk i form af isoleringsmåtter skubbet ned fra hanebåndsløftet og trukket på plads.

Hvis konstruktionen er isoleret med 100 mm eller mindre, skal energiløsningen anvendes. En skrå tagflade bør efterisoleres op til nuværende BR krav med U-værdi på maksimalt 0,12 W/m²K svarende til 300 mm mineraluld-sisolering, hvis muligt.

Isoleringsarbejdet omfatter etablering af tæt dampspærre og isolering af konstruktionen samt etablering af undertag og korrekt ventilation af skråvæggen.

Arbejdet indgår typisk i en tagrenovering. I princippet kan arbejdet udføres på skråvæggen alene med efterfølgende retablering af tagbelægningen. Dette anbefales dog ikke.

For at muliggøre en isoleringstykkelse på 300 mm er det oftest nødvendigt at forhøje spærrene. Det kan påvirke bygningens fremtræden markant.

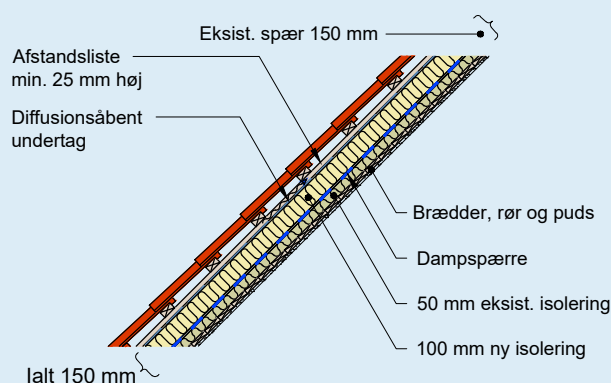
Som alternativ til forhøjning af spærrene kan isolering mellem spærrene suppleres med indvendig isolering med krydslægtning - hvis pladsforhold tillader det, og der samtidig skal gennemføres en mere omfattende renovering. Denne løsning kan foretrækkes af arkitektoniske grunde.

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

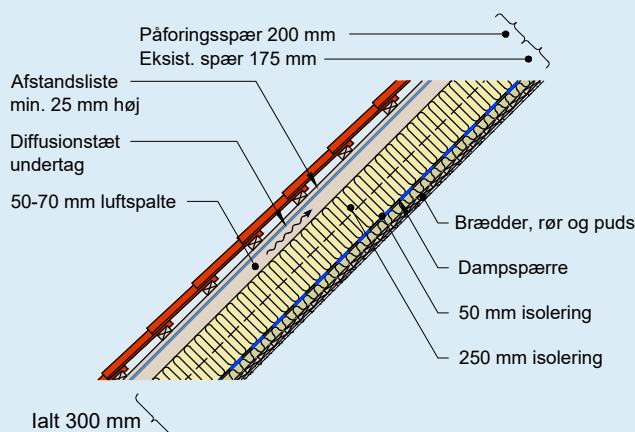
Skråvægge efterisoleres til den anbefalede tykkelse eller til et niveau, der er rentabelt, jf. bygningsreglementet. For nogle tagkonstruktioner vil øgning af spærrene ændre bygningens fremtræden markant. Derfor kan spærdimensionen være afgørende for den valgte isoleringstykkelse. Tykkelsen kan korrigeres ved isoleringsmateriale med en bedre lambdaværdi, dvs. lavere end 37-38 mW/m K.

Skråvæg med diffusionsåbent undertag

Løsningen forudsætter en helt tæt og holdbar dampspærre.



Skråvæg med forhøjede spær og diffusionstæt ventileret undertag



Fordele

- Mindre varmetab gennem tagkonstruktionen
- Varmere skråvægge 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
- Den ny tagflade og nye ovenlysvinduer kan forbedre bygningens fremtræden

Indeklima

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

Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkel - skråvæg		
	300 mm isolering lambda 37 U = 0,12 W/m ² K	400 mm isolering lambda 37 U = 0,10 W/m ² K
0 mm	129	131
50 mm	42	44
75 mm	31	33
100 mm	23	25
125 mm	18	20

Forudsætning

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

For isolering med lavere lambdaværdier kan tykkelsen reduceres. Eksempelvis svarer 125 mm isolering med lambda 31 mW/m K til 150 mm med lambda 37 mW/m K.

**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.*

Se Videncentrets isoleringstabel: www.byggerienergi.dk/media/1697/fra-lambdav-rdi-til-isoleringstykkel.pdf

Fugtforhold ved efterisolering af skråvægge

En tæt dampspærre og ventilation af tagkonstruktionen er forudsætning for en succesfuld energirenovering. Konstruktioner med træ eller træbaserede materialer er særligt sårbare overfor fugtbelastning fra indeluften. De naturlige trykforhold omkring skråvæggen betyder, at selv en meget lille utæthed kan resultere i betydelig transport af fugt ind i konstruktionen.

Fugt kan ventileres ind i konstruktionen fra de opvarmede rum gennem utætheder eller kan diffundere gennem pudsede vægge og materialer uden en effektiv dampspærre.

Yderligere er der risiko for fugt fra nedbør og fra kondens på afkølede tagflader uden undertag.

Det er vigtigt, at den indvendige beklædning er lufttæt - fx pudsede vægge uden revner eller fuldspartlet gipspladebeklædning. Derfor skal det kontrolleres, om der er synlige tegn på opfugtning eller skimmelvækst, inden arbejdet igangsættes. Hvis dette ikke er tilfældet, kan lufttætheden vurderes som tilstrækkelig. Det forudsættes, at arbejdet ikke påvirker konstruktionens tæthed.

Hvis der er tvivl om tæthed, skal der ved efterisolering etableres en lufttæt dampspærre på isoleringens varme side - typisk i isoleringslaget mellem spærrene.

I forbindelse med efterisoleringen udefra, skal tagkonstruktionen forbedres, så risikoen for fugt-relaterede problemer mindskes:

Fugttilførsel fra opvarmede rum hindres med en dampspærre på isoleringens varme side, og fugt udefra hindres ved etablering af nyt undertag samt 20-30 mm ventilation mellem undertag og tagdækning.

Ved tagfod monteres vindbrædder, som beskytter isoleringen mod gennemluftning, og som leder ventilationsluften op til det ventilerede hulrum mellem det diffusionsstætte undertag og isoleringen. Over vindbrædderne skal der være en ventilationsåbning med net på 30 mm.

Undertaget kan være diffusionstæt og ventileret med 50-70 mm luftspalte mellem undertag og isolering, eller det kan være diffusionsåbent. Det diffusionsåbne undertag er ikke ventileret og forudsætter, at dampspærren er helt tæt. Dette giver mulighed for større isoleringstykkelser. Hvor det er muligt, skal der anvendes ventileret undertag, som er den sikreste løsning.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I en boligblok efterisoleres 240 m ² skråvæg. Eksisterende isolering er 75 mm måtter skubbet ned mellem spærrene (virkning vurderes at svare til 50 mm isolering). Spærdimension 5 x 6 tommes. Tagdækning fjernes, isoleringsmåtter, og evt. indskudsbrædder og asfaltpap fjernes. Spær forhøjes med 200 mm. Der etableres dampspærre og isoleres med 300 mm mineraluld, og derpå etableres diffusionstæt ventileret undertag. Fjernvarmepris: 0,50 kr. pr. kWh	
Årlig energibesparelse kWh pr. m ²		42 kWh/m ²
Årlig energibesparelse i kWh	42 kWh/m ² x 240 m ² =	10.080 kWh
Energibesparelse år 1, kr.	0,50 kr./kWh x 10.080 kWh =	5.040 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse i kg	0,086 kg/kWh x 10.080 kWh =	726 kg/0,7 tons

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest 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 den skrå tagflade

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 erfaringsmæssigt være mindst 1/500 af det bebyggede areal. Det svarer til følgende:

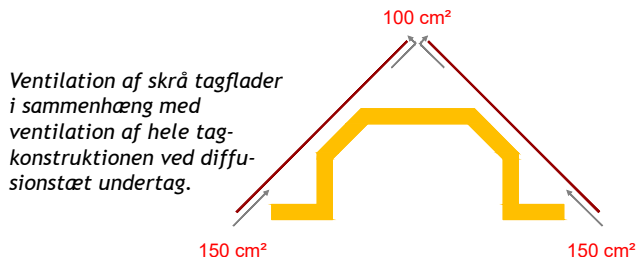
Ved diffusionstæt ventileret undertag (ventilation mellem undertag og isolering)

Der etableres 150 cm² spalte i hver side ved spærfod og 100 cm² i hver side øverst ved kip pr. spærlag. Ventilationen i skråvæggen sikres med luftspalte på 50 mm ved fast undertag og 70 mm ved banevarer.

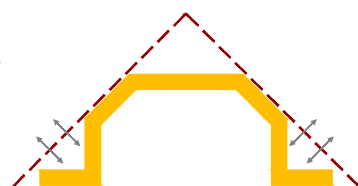
Ved diffusionsåbent undertag (ventilation mellem tagdækning og undertag)

Der etableres ventilation på uopvarmede spidslofter og uopvarmede skunkrum med en ventilationsstuds (50 cm²) pr. spærfag, skiftevis ved hanebånd og øverst ved kip på spidsloft, og nederst og øverst i hvert spærfag i kolde skunkrum, se illustration.

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.



Ventilation af skrå tagflader i sammenhæng med ventilation af hele tagkonstruktionen ved diffusionsåbent undertag.



Mere end 1 meter dybde:
1 ventilationsstuds skiftevis i top og bund af skunkrum

Generelt for både diffusionstæt og diffusionsåbent undertag

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

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.

Se også Energiløsningerne for store bygninger:
Efterisolering af loft og Efterisolering af skunk.

Udførelse

Tagdækning, lægter og evt. undertag, eksisterende dårlig isolering og dampspærre samt evt. indskud fjernes. Evt. søm-spidser bøjes eller knibes, og overflødige lister o.l. fjernes.

Kun hvis den eksisterende dampspærre er korrekt udført og helt tæt, og isoleringen er i god stand, kan disse dele evt. beholdes. I det følgende er antaget, at dette ikke er tilfældet.

Der udlægges 25 til 50 mm isolering, der skal beskytte dampspærren mod perforeringer og give et jævnt underlag. Der må ikke være luftlommer bag isoleringen. Dampspærren monteres derpå mellem spærrene og føres 50 mm op ad spærsideerne. Den hæftes med klammer og tapes fast eller klemmes bag liste på rengjort fast underlag med fugebånd eller fugemasse, så der overalt opnås lufttætte samlinger.

Dampspærren kan placeres indvendigt evt. i forbindelse med indvendig isolering med krydslægtning, hvis arbejdet sker som led i en egentlig bygningsrenovering.

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

Ved uændret spærhøjde

Konstruktionen efterisoleres op til spærrets overkant. Der bør anvendes egnet isolering med lav lambda-værdi. Før oplægning af undertaget skal spærrene kontrolleres for mulige skader og eventuelt rettes op.

Dette kræver, at der arbejdes med diffusionsåbent undertag, hvilket igen forudsætter, at der etableres en helt luft- og damptæt dampspærre.

Ved øget spærhøjde

Spærhøjden øges, typisk ved påføring med 150 til 200 mm, så der er plads til isolering og ventilationspalte mellem undertag og isolering, og konstruktionen efterisoleres derpå til samlet 300 mm. Af hensyn til påsømning af afstandslister og lægter udføres påføring med mindst 45 mm tykke planker.

Isoleringen udlægges i flere lag med forskudte samlinger og sluttende tæt til spær.

Ved diffusionsåbent undertag kan isoleres op til spærrets overkant.

Ved diffusionstæt undertag afsluttes isoleringen 70 mm fra spærrets overkant for at sikre min. 50 mm effektiv luftspalte ved banevarer. Ved fast undertag kan isoleringen afsluttes 50 mm fra spærrets overkant.

Isoleringen skal om nødvendigt fastholdes fx med ståltråd, så den ikke kan blokere for ventilationsspalten.

Efter isoleringen monteres undertag samt afstandslister til ventilationsspalte som underlag for lægter og tagdækning.

Udførelse fortsat

Den samlede ventilation af tagkonstruktionen skal etableres i overensstemmelse med anbefalingerne ovenfor afhængigt af det valgte undertag. For både det diffusionsåbne og diffusionstætte undertag etableres effektiv ventilation af luftspalte mellem undertag og tagdækning. For det diffusionstætte ventilerede undertag monteres vindbrædder/studse, som beskytter isoleringen ved tagfod mod gennemluftning og leder ventilationsluften gennem luftspalten mellem isolering og undertag op i tagrummet.

Se også Energiløsningen for etageejendomme: Efterisolering af loft.

Ved udskiftning eller evt. genanvendelse af ovenlysvinduer skal sikres tætte samlinger til dampspærre og undertag, samt at ovenlysvinduet ikke afbryder ventilationen af tagkonstruktionen. Montage af ovenlysvinduer og etablering af supplerende ventilationsåbninger skal følge leverandørens anvisninger.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Mulighed for samlet tagløsning	Er en løsning for skråvæggen valgt ud fra en helhedsbetragtning for hele taget?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Tagkonstruktion	Kan spær og tagkonstruktion forhøjes?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Tagkonstruktion	Er tagkonstruktionen tør og uden råd, svamp eller insektangreb?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Ventilation	Er ventilationsforholdene i den nye konstruktion lagt fast?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Ovenlys	Er der ældre ovenlysvinduer på den skrå tagflade?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5

1. Valg af samlet løsning

Overvej de samlede muligheder vha. tre Energiløsninger for etageejendomme: Efterisolering af loft, Efterisolering af skråvæg - udefra og Efterisolering af skunk samt ud fra tagkonstruktionens opbygning og tilstand, herunder tagdækning, ventilation, undertag, isolering og dampspærre.

2. Valg af spærhøjde

Inden arbejdet og i sammenhæng med den samlede tagrenovering afgøres, om spærhøjden kan øges, så konstruktionen opfylder BR kravet - eller om den skal forblive uændret med en isoleringstykkel, der er mindre end BR kravet, men evt. med en bedre isolering med lavere lambdaværdi. Pladsbehov for ventilationsspalte skal indregnes i denne vurdering fra start af. Det bemærkes, at ændret spærhøjde kan nødvendiggøre følgearbejder som fx ændring af murkrone/gesims.

Mulighederne for ekstra isolering i skunkrum eller på loft, evt. supplerende indvendig efterisolering af skråvægge og bedre ovenlysvinduer vurderes samtidig. Overvejelserne omfatter arbejdets samlede omfang, økonomi og bygnings fremtræden.

3. Fugt, skimmel, råd, svamp og insektangreb

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

4. Ventilation

Ventilation af skråvæggen er afgørende for fugtforholdene. Nuværende forhold gennemgås, og det vurderes, hvordan den nødvendige ventilation for skunk, skråvæg og loft kan tilvejebringes i henhold til anbefalingerne ovenfor. Herunder valg af løsning med diffusionstæt ventileret undertag eller diffusionsåbent undertag.

5. Udskiftning af ovenlysvinduer

Normalt skal ældre ovenlysvinduer udskiftes i forbindelse med en tagrenovering. For det første er ovenlysvinduet en udsat bygningsdel, for det andet er energieffektiviteten og funktionaliteten for ovenlysvinduer forbedret markant de sidste 10 år, og for det tredje kan der sjældent fås inddækninger mv. til ældre ovenlysvinduer, der skal genanvendes i renoverede tagkonstruktioner.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Ved efterisolering af en tag/loft-konstruktion stiller bygningsreglementet krav om at efterisolering til en U-værdi på maksimalt 0,12 W/m²K gennemføres i det omfang, det er rentabelt og ikke medfører risiko for fugtskader.

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 rentabel. Bygningsreglementet stiller så krav om, at det i stedet er dette arbejde, der skal udføres.

I tagkonstruktioner med hulrum med plads til mere isolering vil det normalt være rentabelt at efterisolere hulrummet. Hvis hulrummet kan efterisoleres til mindst 100 mm isolering eller mere, vil det normalt ikke være rentabelt at efterisolere op til U-værdi-kravet ved påføring af spær og yderligere efterisolering. Hvis hulrummet af byggetekniske årsager ikke kan efterisoleres op til mindst 100 mm, skal det dokumenteres, at efterisolering ved påføring af spær og yderligere efterisolering ikke er rentabel.

En efterisoleringsløsning er rentabel, hvis $\text{Besparelse} \times \text{Levetid} / \text{Investering} > 1,33$. I investeringen medtages kun omkostninger til udførelse af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. ny dampspærre, påføring af spær og flytning af installationer og evt. andet snævert følgearbejde. Levetiden for efterisoleringsarbejdet antages altid at være 40 år, og den årlige øko-nomiske besparelse udregnes med udgangspunkt i det eksisterende isoleringsniveau og den aktuelle varmempris.

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/m²K) altid opfyldes, uanset rentabilitet.

Yderligere information

Se udførelsesvejledninger hos isoleringsproducenter.

VIF: VarmelsoleringsForeningens produktoversigt

www.vif-isolering.dk

SBi-anvisninger:

221: Efterisolering af etageboliger

224: Fugt i bygninger

www.build.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

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

www.byg-erfa.dk

Trafik- og Byggestyrelsen, Bygningsreglementet, Vejledning om ofte rentable konstruktioner

www.bygningsreglementet.dk

Dansk Undertagsklassifikationsordning

www.duko.dk

Se filmen: **Udvendig efterisolering af skråvæg**

Energiløsninger for etageejendomme:

Efterisolering af loft

Efterisolering af skunk

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