



Efterisolering af skunk

Energiløsningen gælder for efterisolering af skunkrum i bygninger med tagkonstruktioner med hanebåndsspær og udnyttet tagetage.

For ældre etageejendomme er dækket i utilgængelige skunkrum udført som bjælkelag med indskudslær og med forskalling, rør og puds på undersiden. Skunkvæggen kan være dobbelt bræddeskillevæg med imprægneret pap samt forskalling, rør og puds.

Den tilstødende tagflade er oftest uden afdækning og består af fx tegl på lægter.

For nyere bygninger kan dækket være udført som bjælkelag med eller uden indskud og afsluttet med forskalling og gipsplader på undersiden eller som beton- eller tegldæk. Den oprindelige isolering har afhængigt af opførelsesår været mellem 25 mm og 150 mm og udført med dampspærre. Enkelte skunke er efterisoleret, typisk op til 200 mm. Dampspærren kan dog være udeladt ved betondæk. Skunkvæggene er typisk trækonstruktioner med gipsplader med tilsvarende isolering og dampspærre.

Skunke kan være udført som pulterrum med trægulv eller betondæk og med brædder på lister eller evt. isolering mod tagfladen.

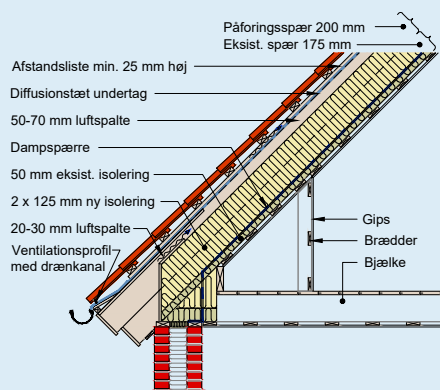
Adgang sker gennem lem fra de opvarmede rum til skunken. Efterisolering i skunkrummet kan være vanskeligt på grund af adgangs- og pladsforhold.

Arbejdet skal ses i sammenhæng med efterisolering af skråvæggen og resten af tagkonstruktionen. Hvis isoleringen mellem spærrene i skråvæggen fortsætter til tagfod, opnås et varmt skunkrum, hvilket kan være en fordel med hensyn til opbevaring og evt. rørstræk til varmeanlæg. Ved isolering af skunk, dæk og væg opnås et koldt skunkrum, hvorfor evt. varmerør enten skal flyttes eller have øget isolering.

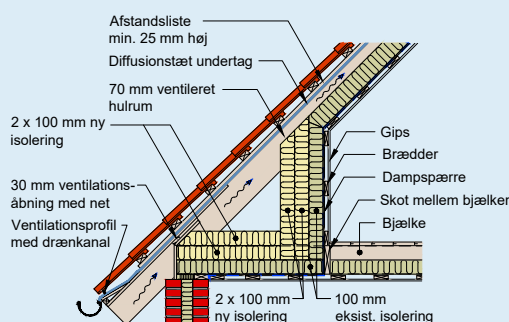
Arbejdet omfatter etablering af undertag og korrekt ventilation af tagkonstruktionen, tæt dampspærre og isolering enten mellem tagspær til tagfod (varmt skunkrum) eller på skunkgulv og -væg (koldt skunkrum). Som regel indgår isoleringsarbejdet som led i en større tagrenovering. Det kan i nogle tilfælde udføres som selvstændig foranstaltning indefra, men ofte under vanskelige arbejdsforhold.

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

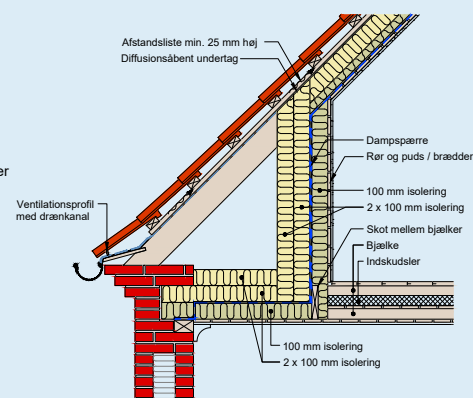
Varm skunk - diffusionstæt undertag



Kold skunk - Diffusionstæt undertag



Kold skunk - Diffusionsåben undertag



Hvis skunkens eksisterende isolering er mindre end 175 mm, bør skunken efterisoleres til U-værdi på maksimalt 0,12 W/m²K svarende til 300 mm isolering eller til det niveau, der er rentabelt, jf. Bygningsreglementet. For nogle skunkrum kan pladsforholdene være afgørende for den valgte isoleringstykkel.

Det er en forudsætning, at der er en helt lufttæt konstruktion, og at ventilation af skunkrum og tagflade er korrekt. Uden dampspærre må isoleringstykkel ikke overskride 150 mm.

Indeklima

Når skunken efterisoleres, bliver det underliggende loft og skunkvæggen varmere, og det undgås, at der er træk i form af kuldenedfald fra de kolde overflader eller fra

kold indtrængende luft i selve bjælkelaget.

Er arbejdet udført korrekt, mindskes risikoen for kondens på loftets inderside, og dermed reduceres også risikoen for skimmelangreb.

Fordele

- Mindre varmetab gennem tagkonstruktionen
- Varmere skunkvægge og varmere loft i underliggende etage - bedre indeklima
- Lavere varmeregning
- Forbedring af fugtforhold i tagkonstruktionen og nedsat risiko for skimmel eller svamp
- Lavere CO₂-udledning
- Øget ejendomsværdi

Energibesparelse

Eksisterende Isoleringstykkel - skunkgulv/skunkvæg	Ny samlet isoleringstykkel*	
	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**)	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

*) 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.

**) Uisoleret konstruktion med 20-25 mm ældre isolering

Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambdaværdi på højst 37-38 mW/m K. For varm skunk fortsættes isoleringen af skråvæggen til tagfod.

For isolering med lavere lambdaværdier kan tykkelsen reduceres. Eksempelvis svarer 150 mm isolering med lambda 31 mW/m K til 180 mm med lambda 37 mW/m K.

Se Videncentrets isoleringstabel:

www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambdav-rdi-til-isoleringstykkel.pdf

Fugtforhold ved isolering af skunkkonstruktion

Ved renovering af ældre tagkonstruktioner, som ikke er tætte, skal et nyt tæthedsplan etableres. Dette gøres typisk med en dampspærre.

Konstruktioner med træ eller træbaserede materialer er særligt sårbare overfor fugtbelastning fra indeluften. De naturlige trykforhold omkring skunkrummet betyder, at selv en meget lille utæthed kan resultere i betydelig transport af fugt ind i konstruktionen.

Fugten kan tilføres fra tilstødende opvarmede rum (underliggende loft og skunkvæg) gennem utætte pudsede lofter og vægge, gennem utæt dampspærre, utæt skunklem og ved diffusion gennem lofter og vægge. Yderligere tilføres fugt fra nedbør og fra kondens på afkølede tagflader uden undertag.

Koldt skunkrum:

Ved koldt skunkrum vil den nye isolering nedsætte temperaturen i skunkrummet og dermed øge luftfugtigheden og fugtigheden på overflader, især i vinter og forårsmåneder. Dermed kan der opstå skimmel på organisk materiale og risiko for svampeangreb af trækonstruktionen. Derfor skal luftfugtigheden i skunkrummet skal holdes nede.

Det gøres f.x. med en helt lufttæt dampspærre på isoleringens varme side samt en korrekt og tilstrækkelig ventilation af skunkrummet og en tagflade der er tæt mod slagregn og fygesne. For den vandrette del kan lufttætte pudsede lofter eller fuldspartlet gipspladebeklædning benyttes som tæthedsplan, hvis de er intakte - dvs. uden huller og revner. Dette kræver, at lufttæthedens kontrolleres, at der ikke er tegn på opfugtning eller skimmelvækst, at de omfattede konstruktionsdele er tilgængelige for inspektion og at ventilationsforholdene opfylder retningslinjerne. Hvis skunken lukkes, er en tæt dampspærre nødvendig.

Dampspærren kan afhængigt af konstruktionen og om arbejdet udføres indefra eller udefra placeres på loft mod skunk og på skunkvæg, eller op til 1/3 inde i isoleringslaget set indefra.

Løsningen vælges så den kan kombineres med løsningen valgt for skråvæggen (Se: Efterisolering af skråvæg - udefra, store bygninger). Evt. lemme skal kunne lukke helt lufttæt, fuger omkring rør og kanalføringer skal tætnes effektivt.

Varm skunk:

Løsningen udføres udefra ofte ved påføring af spær, som udgangspunkt for en passende isoleringstykkelse. Ved etablering af en varm skunk hvor tagfladen isoleres fra ydervæggen og op, etableres en tæt dampspærre inderst i forbindelse med den indvendige beklædning af den skrå tagflade, evt. beskyttet bag fx 5 cm isolering. Løsningen vælges så den kan kombineres med løsningen valgt for skråvæggen (Se: Efterisolering af skråvæg - udefra, store bygninger).

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I en boligblok efterisoleres skunkene udefra i alt 220 m ² . Skunkene er isoleret med 50 mm mineraluld. Isolering og evt. dampspærre samt evt. indskud i skunkgulv fjernes. Der etableres damp-tæt membran og efterisoleres med i alt 300 mm på dæk og væg samt diffusionssåbent undertag og ventilationsspalter ved tagfod og kip. Fjernvarmepris: 0,50 kr. pr. kWh	
Årlig energibesparelse kWh		50 kWh/m ²
Årlig energibesparelse i kWh	50 kWh/m ² x 220 m ² =	11.000 kWh
Besparelse i kr., år 1	0,50 kr./kWh x 11.000 =	5.500 kr.
CO ₂ -besparelse i kg, år 1	0,072 kg/kWh x 11.000 kWh =	792 kg / 0,8 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:

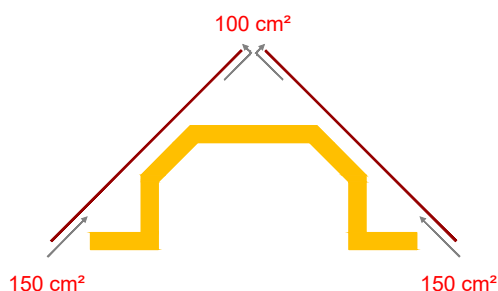
- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Nødvendig ventilation af kolde skunkrum

I kolde skunkrum skal der etableres ventilationsåbninger, der er fordelt, så der ikke opstår utilstrækkeligt ventilerede områder i tagkonstruktionen. Det samlede areal af ventilationsåbningerne ved tagfod og i kip skal erfaringsmæssigt være mindst 1/500 af det bebyggede areal. Erfaringstallet svarer til følgende:

Ved diffusionstæt undertag

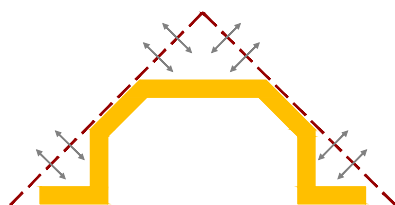
Der skal en 150 cm² spalte i hver side ved spærfod og 100 cm² i hver side øverst i skunken i hvert spærfag.



Ved diffusionsåbent undertag

Der skal helst være en ventilationsspalte ved tagfoden. Hvis det ikke kan lade sig gøre, etableres en ventilationsstuds (50 cm²) pr. spærfag ved spærfod og øverst i skunken. Diffusionsåbne undertage kan udføres uden ventilation mellem undertaget og isoleringen. Det bør dog udelukkende ske, hvis der er sikkerhed for en helt tæt og holdbar dampspærre i konstruktionen.

Nødvendig ventilation af den skrå tagflade ved varme skunkrum



1 ventilationsstuds skiftevis i top og bund af skunkrum og loftsrum

I forbindelse med tagrenovering 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.

Ved diffusionstæt ventileret undertag (ventilation mellem undertag og isolering)

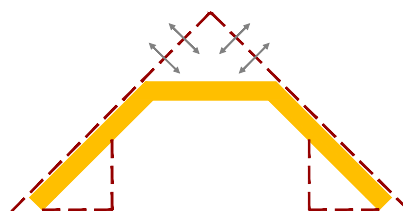
Der etableres en 150 cm² spalte i hver side ved spærfod og 100 cm² i hver side øverst ved kip i hvert spærfag.

Ventilationen i skråæggen sikres med luftspalte på 50 mm ved fast undertag og 70 mm ved banevarer.

Ved diffusionsåbent undertag

(ventilation mellem tagdækning og undertag)

Der etableres en 150 cm² spalte i hver side ved spærfod og 100 cm² i hver side øverst ved kip i hvert spærfag. Alternativt kan ventilationsspalter i kip erstattes med en ventilationsstuds (50 cm²) pr. spærfag, skiftevis ved hanebånd og øverst ved kip på spidsloft. 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.



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

Generelt for både kolde og varme skunkrum

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

For at hindre brandspredning skal ventilationsspalter ved tagfod beklædes i top og bund, fx med 12 mm krydsfinér. Kanalen skal være min. 300 mm lang i hvert spærfag og højst 30 mm høj.

Udførelse

Koldt skunkrum - isolering af dæk og skunkvæg

Kold skunk - udefra

Eksisterende isolering og dampspærre fjernes - medmindre det eksisterende er udført korrekt og er intakt, så dampspærren er helt tæt, og isoleringen er i god stand. For bjælkelag med indskud kan ler og brædder evt. fjernes for at give bedre plads til isoleringen.

Der etableres lufttæt fuget skot under skunkvæg - så ventilation i bjælkelag hindres.

Afhængigt af den valgte løsning for hele tagfladen udføres påføring af spær, så en effektiv isoleringstykkel og plads til ventilation sikres.

Afhængigt af konstruktionen opsættes vindplader ved tagfod mellem spær for at forhindre gennemblæsning af isolering og sikre en fast ventilationspalte mellem isolering og undertag.

I etagebyggeri skal ventilationsspalten mellem under-tag og vindplade være maks. 30 mm høj og min. 300 mm lang for både at sikre ventilation og minimere risiko for brandspredning via tagfoden. Der udlægges 50 mm isolering på dæk og opsættes 50 mm isolering fastholdt på skunkvæg; isoleringen beskytter dampspærren mod perforeringer og giver jævnt underlag for arbejdet. Dampspærren monteres og føres 50 mm op ad bjælkesider og til ydervæg eller rem.

Dampspærren for skunk udføres i damptæt forbindelse med dampspærre i skråvæg. Membranen hæftes med klammer og tapes fast eller klemmes bag liste på ren-gjort fast underlag med fugebånd eller fugemasse, så der overalt opnås lufttætte samlinger.

På den kolde side af dampspærren skal der minimum isoleres med to tredjedele af den samlede isoleringstykkel. Konstruktionen efterisoleres til samlet 300 eller 400 mm eller til rentabelt niveau, afhængigt af pladsforhold. Isoleringen udlægges i flere lag med forskudte samlinger og sluttende tæt til konstruktioner, spær og eventuelle vindplader ved facader. Mindre spalter fyldes med isoleringsstrimler eller granulat, så isoleringen slutter tæt i samlinger og mod konstruktionen. Isoleringen må ikke trykkes. Isoleringen smigskæres, hvor der er vindplader ved tagfod.

Isoleringen af skunkgulvet kan evt. udføres ved udblæsning af granulat. Hvis konstruktionen har vindplader ved facaderne skal de stikke mindst 50 mm op over den indblæste isolerings færdige overside, så der ikke er mulighed for blokering af ventilationen.

Udækket isoleringsmateriale skal opfylde brandkrav mindst svarende til klasse A. Rør til varmeanlæg og evt. koldtvandsrør mv. flyttes eller isoleres omhyggeligt. Installationer i rummet skal flyttes, hvis skunklemme blændes efter isoleringen.

For skunkrum med installationer skal disse kunne inspiceres, og derfor skal der typisk etableres en smal gang/krybebro.

Adgangslemme skal isoleres og være luft- og damp-tætte.

Kold skunk - indefra

Løsningen er typisk vanskelig at udføre korrekt indefra og anbefales derfor ikke på grund af ringe adgangs- og pladsforhold samt mindsket mulighed for at opnå korrekte løsninger, herunder en effektiv tæt dampspærre, flytning af evt. installationer, korrekt og fastholdt isolering med overgang til skråvægsmembraner og skråvægisolering, evt. udbedring af tagbelægning samt valg og etablering af undertag og ventilationsløsning.

Varmt skunkrum - isolering af skråvæg til tagfod

Varm skunk - udefra

Løsningen bør udelukkende udføres udefra og i sammenhæng med energiløsningen "Efterisolering af skråvæg - udefra".

Tagdækning, lægter, evt. undertag, eksisterende isolering og dampspærre fjernes.

Afhængigt af den valgte løsning for hele tagfladen udføres påføring af spær, så en effektiv isoleringstykkel og plads til ventilation sikres.

I skunkrum opsættes et egnet plademateriale på spærundersiderne. Derpå udlægges evt. 25 til 50 mm isolering, som underlag for dampspærren. Dampspærren monteres derpå mellem spærerne og føres 50 mm op ad spærsider. Den hæftes med klammer og tapes eller klemmes bag liste på rengjort fast underlag med fugebånd eller fugemasse, så der overalt opnås lufttætte samlinger. Over dampspærren - på dampspærrens kolde side - skal der minimum isoleres med to tredjedele af den samlede isoleringstykkel. Se i øvrigt energiløsningen: "Efterisolering af skråvæg - udefra".

Derpå etableres undertag, ventilation og tagflade.

Varm skunk - indefra

Det anbefales ikke at udføre løsningen indefra.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Mulighed for samlet tagløsning	Er løsningen for skunken 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 loftrummet effektivt ventileret?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Skunkkonstruktion	Er der en tæt dampspærre i konstruktionen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Tagkonstruktion	Er tagkonstruktionen tør og uden skimmel råd, svamp eller insektangreb?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Skunk - adgang	Overvejes arbejdet udført indefra?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Installationer	Er der installationer i skunkrum?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7

1. Valg af løsning

Overvej de samlede muligheder ud fra disse Energiløsninger for store bygninger: Efterisolering af loft, Efterisolering af skråvæg - udefra og Efterisolering af skunk samt ud fra tagkonstruktionens beskaffenhed, herunder tagdækning, ventilation, undertag, isolering og dampspærre. Herunder: Er der anvendelsesmuligheder for de isolerede skunke? Vælg løsning - varm eller kold skunk? Udførelse udefra eller indefra? Arbejdets samlede omfang, økonomi og bygningens fremtræden skal inddrages i overvejelserne.

2. Tagdækning

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

3. Ventilation

Ventilation af skunkrummet og tagkonstruktionen er afgørende for fugtforholdene. Der skal etableres effektiv ventilation af tagkonstruktionen med spalter ved tagfod og i toppen af skunkrum, alternativt med ventilationsstudse. Nuværende forhold gennemgås, og det vurderes, hvordan den nødvendige ventilation kan tilvejebringes i henhold til anbefalingerne ovenfor. Gennemluftning af bjælkelaget ved kold skunk kan hindres med et lufttæt skot mellem bjælkerne - skottet kan yderligere bruges som fast underlag for samling af dampspærre.

4. Skunkkonstruktion - dampspærre

Hvis dampspærren er defekt eller mangler, skal der monteres en ny, helt tæt dampspærre. Eksisterende isolering og dampspærre skal fjernes, og konstruktionen bygges op på ny. Ødelagt, fugtig eller nedtrådt isolering udskiftes eller udbedres.

5. Tagkonstruktion - fugt

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

6. Skunk - adgang

Vurdér, om arbejdet kan udføres korrekt indefra - herunder adgang til skunkrum og lukkede skunkrum, skunkrummenes størrelse, omfang af arbejder ved tagfod og tilslutning til evt. dampspærre og isolering i skråvæg mv. Hvis isolering af et koldt skunkrum udføres indefra, skal lemme til skunke isoleres (fx med 15-20 cm hård isolering) og være luft- og damptætte (eller evt. blændes). Evt. gennembrydninger etableret i forbindelse med arbejdet blændes. Adgangslemme til inspektion af installationer skal bevares.

7. Installationer i kolde skunkrum

Hvis der er rør til varmforsyning eller brugsvand, eller el-installationer mv. i en kold skunk, skal der sikres adgang til inspektion af disse fx via smal gangbro/kravlebrædt gerne hævet over isoleringen. Rørisolering checkes og bør typisk øges for at hindre varmetab eller frostskafer. Alternativt flyttes installationerne.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

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

Dette svarer fx til ca. 300 mm mineraluldsisolering (kl. 37 mW/mK)

Kravet til efterisolering gælder både skunkgulvet og skunkvæggen. 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 isolering 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 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 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.

Yderligere information

Se udførelsesvejledninger hos isoleringsproducenter.

VIF: VarmelsoleringsForeningens produktoversigt
www.vif-isolering.dk

SBi-anvisninger
 239: Efterisolering af småhuse - energibesparelser og planlægning
 240: Efterisolering af småhuse - byggetekniske løsninger
 224: Fugt i bygninger
 273: Tage
www.build.dk

BYG-ERFA Erfaringsblade:
 (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
 (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
 (37) 21 06 15 Efterisolering af loftkonstruktioner uden dampspærre i ventilerede tagrum

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

Dansk Undertagsklassifikationsordning:
www.duko.dk

DBI: Gode og brandsikre tage
www.brandsikretage.dk

Filmen: Efterisolering af skunk på
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