



Efterisolering af fladt tag

Flade tage med tagpap er typiske for etagebyggeri opført fra 1960 til 2000, især for betonelementbyggeri. Tagene er udført enten som kolde tage, hvor varmeisoleringsen er anbragt i tagkonstruktionen - oftest i en bjælkekonstruktion, eller som varme tage, hvor varmeisoleringsen er anbragt uden på tagkonstruktionen - oftest et betondæk.

En stor del af bygningerne er bygget i en periode med relativt beskedne krav til varmeisoleringsen. Hvis tagkonstruktionen er isoleret med mindre end 100 mm, bør det flade tag efterisoleres - mindst svarende til U-værdi på maksimalt 0,12 W/m²K svarende til ca. 300 mm mineraluldisolering. Efterisolering udføres nemmest som en udvendig efterisolering ovenpå det eksisterende tag og afsluttes med en ny tagdækning. Arbejdet kan med fordel udføres, når tagdækningen alligevel skal fornyes.

For nogle flade tage kan en spærløsning med hældning være et alternativ. Denne løsning indgår ikke her i energiløsningen.

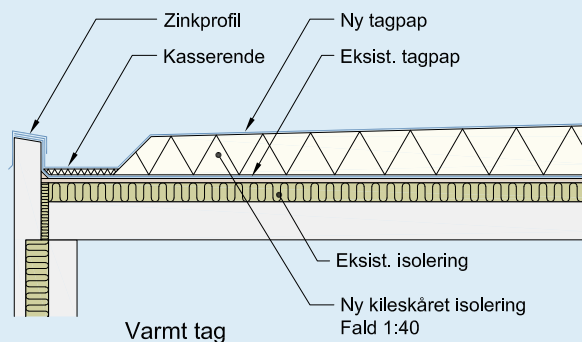
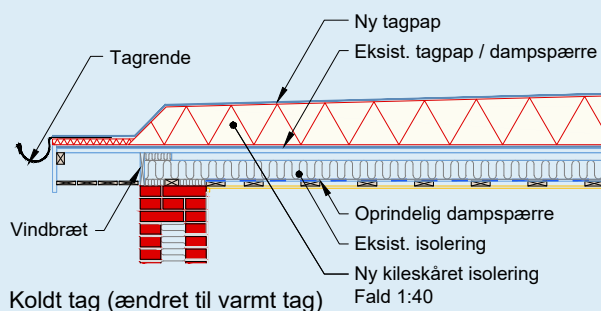
NB: Isoleringstykkelsen vælges dels ud fra ønsket om varmeisolerings, dels ud fra fugtforhold i konstruktionen.

Fordele

- Mindre varmetab gennem taget
- Ny vandtæt tagdækning og bedre afvanding af taget
- Forbedring af fugtforhold og nedsat risiko for skimmel eller svamp
- Varmere loft i øverste etage og bedre indeklima
- Lavere varmeregning
- Lavere CO₂ udledning
- Øget ejendomsværdi

Indeklima

Når taget efterisoleres, bliver loftets overflade varmere, så træk i form af kuldenedfald fra de kolde overflader undgås. Er arbejdet udført korrekt, mindskes risikoen for kondens på loftets inderside, og dermed mindskes også risikoen for skimmelangreb.



Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkel	Ny samlet isoleringstykkel	
	300 mm isolering $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	400 mm isolering $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm*	112	114
50 mm	50	52
75 mm	34	36
100 mm	25	27
125 mm	18	20
150 mm	13	15
175 mm	9	11
200 mm	7	9

*) Tag med ringe isolering (beton med 50 mm letbeton/træbjælkelag med 22 mm tangmåtte)

Forudsætning

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

Fugtforhold og isoleringstykkel for flade tage

Den ny isolering kan modvirke fugtforhold, der giver grobund for skimmel, eller giver svampeangreb på organisk materiale. Tykkelsen af efterisoleringen skal sikre en sund konstruktion uden fugtproblemer. Ved efterisolering udlægges den nye isolering på oversiden af konstruktionen og afsluttes med tagdækning. Den gamle tagdækning kommer til at fungere som dampspærre, derfor er tykkelsen og isolansen af den ny isolering vigtig. I eksemplerne nedenfor er forudsat isoleringsmaterialer med samme lambda-værdi, som den eksisterende isolering.

For fugtbelastningsklasse 2: Boliger med lav beboelsetæthed og kontorer anbefales, at den ny isolering svarer til mindst halvanden gang den oprindelige isolering ud fra fugtmæssige hensyn. For fugtbelastningsklasse 3: Boliger med høj beboelsetæthed anbefales, at den ny isolering svarer til mindst tre gange den oprindelige isolering ud fra fugtmæssige hensyn.

Da fugtbelastningsklassen er vanskelig at fastlægge, bør den ny isolering svare til mindst to eller gerne tre gange den eksisterende isolering, hvis den gamle tagdækning ikke fjernes.

Eksempler:

Eksisterende isolering 75 mm, ny isolering + 225 mm (= eksist. * 3), i alt 300 mm
 Eksisterende isolering 100 mm, ny isolering + 300 mm (= eksist. * 3), i alt 400 mm
 Eksisterende isolering 150 mm, ny isolering + 300 mm (= eksist. * 2) i alt 450 mm
 Eksisterende isolering 200 mm, ny isolering + 400 mm (= eksist. * 2) i alt 500 mm

Det bemærkes at anbefalingerne også gælder de tagarealer, hvor isoleringen er kileskåret og dermed tyndere.

Ved udvendig efterisolering af et koldt tag lukkes det ventilerede hulrum når fugtforholdene er acceptable. Hvis fugtigheden i træ og isolering i det eksisterende tag er op til 15 %, kan lukningen evt. gennemføres i forbindelse med efterisoleringen. Hvis fugtigheden er højere, men falder til 15 % efter et år - kan ventilationen derefter lukkes. Hvis der efter 1 år stadig er et højere fugtniveau, er konstruktionen formentlig fejludført, så der løbende tilføres fugt til taget. Derfor skal problematikken udredes og årsagen findes og udbedres, inden evt tvangsudtørring.

Hvis ventilationen ikke lukkes det første år - har efterisoleringen kun ca. 70 % af den forventede effekt. Når ventilationen i et koldt tag lukkes, omdannes konstruktionen til et varmt tag.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I en boligblok med fladt tag (koldt tag), efterisoleres 440 m ² tagflade. Den eksisterende isolering er på 75 mm. Tagflade og konstruktion gennemgås, og taghætter fjernes. Tagflade repareres og efterisoleres med 325 mm isolering til lavenerginiveau og afsluttes med ny tagdækning. Fjernvarmepris: 0,50 kr. pr. kWh.
Årlig energibesparelse kWh pr. m²	36 kWh/m ²
Årlig energibesparelse kWh	36 kWh/m ² x 440 m ² = 15.840 kWh
Økonomisk besparelse år 1, kr.	0,50 kr./kWh x 15.840 kWh = 7.920 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	0,072 kg/kWh x 15.840 kWh = 1.140 kg/1,1 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

Udførelse

Tagkonstruktionen skal udføres med effektivt afvandingsystem til regnvand. Det anbefales, at det udføres med synlige nedløbsrør og tagrender af hensyn til senere inspektion.

Der skal tages hensyn til faldet på den eksisterende tagflade ved at planlægge fald mod afløb på den nye, efterisolerede tagflade. Ved tage med ineffektivt eller intet fald anvendes kileskåret isoleringsmateriale med fald på mindst 1:40.

Trafik på taget skal foregå i bestemte ganglinier, der etableres på uisolerede områder eller på trykfordelende plader.

Isoleringen skal holdes tør og beskyttes ved arbejdet ophør. Kanter skal inddækkes, så vand ikke kan løbe ind under isoleringen.

Udtjente ovenlyskupler udskiftes, inden den nye konstruktion opbygges, og der udføres en tæt samling til den eksisterende tagbelægning. Se Videncentrets energiløsning: "Udskiftning af ovenlyskupler". Inddækningshøjden ved ovenlys, gennemføringer og tilslutning til andre bygninger skal være mindst 150 mm.

Eventuelle taghætter for udluftning af tagpaptag fjernes helt, og hullet efter dem lukkes tæt.

Isoleringen udlægges direkte på den eksisterende tagbelægning med en isoleringstykkelse, der over hele tagarealet svarer til mindst 2 gange isoleringstykkelsen, i det eksisterende tag. Isoleringen udlægges med forskudte samlinger og fastgøres mekanisk til den eksisterende tagkonstruktion.

Hvis det eksisterende tag er "koldt", dvs. med en ventilationsspalte mellem isoleringsslag og tagdækning, skal spalten lukkes effektivt for ikke at miste effekten af efterisoleringsslaget. Når det er sikret, at isolering og konstruktion ikke er opfugtet (se under fugtforhold), isoleres spalten og beskyttes mod genemblæsning, fx med fugede vindbrædder.

Sternkanten udføres med en højde, der passer til husets arkitektur. Der kan evt. udføres en skrå afslutning af efterisoleringsslaget for at mindske den visuelle effekt af den øgede isolering set nedefra.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Tagkonstruktion	Er fugtforhold i konstruktionen undersøgt?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Tagkonstruktion	Er tagkonstruktionen tør uden råd, svamp eller insektangreb?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Tagdækning	Er der skader på den eksisterende tagdækning, der har medført fugtindtrængning?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Tagdækning	Er der lunger og buler på tagfladen	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Tagdækning	Er der built-up tag med stenbelægning?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Taghætter	Er taget forsynet med taghætter?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Ovenlyskupler	Er der ældre ovenlyskupler?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7
Aftrækskanaler	Er der aftrækskanaler til naturlig ventilation?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 8
Andre gennembrydninger	Er der fx el-, antenne- eller alarminstallationer?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9

1. Forundersøgelse og fugt

Det anbefales, at der foretages en gennemgang af den eksisterende konstruktion inden efterisoleringen. Fugtforholdene skal vurderes, for at undgå fremtidige svampeskader og skimmelvækst i et ventileret koldt tag, eller for at undgå reduceret effekt af isoleringen i et varmt tag. Gennemgangen skal yderligere afklare om konstruktionen kan optage belastningen fra efterisoleringen. Hvis anbefalingerne til den ny isoleringstykkel fraviges, gennemføres en fugtteknisk beregning. Den relative fugtighed på tagdækningen (den fremtidige dampspærre) må højest være 75%.

2. Fugt i tagkonstruktion

Ved særligt fugtige områder med våd isolering og skimmelvækst skal kilderne til opfugtningen findes (fx utæt tagdækning eller inddækninger, mekaniske fastgørelser og ventiler med rumluft). Våd isolering udskiftes, den eksisterende konstruktion udbedres, og eventuel skimmelsvamp afrenses inden efterisoleringen.

Hvis der er tegn på råd, svamp eller insektangreb i loft- eller tagkonstruktionen, skal en særlig fagkyndig person og forsikringselskab kontaktes.

3. Tagdækning

Den eksisterende tagdækning rengøres og efterses for evt. skader og fejl. Disse skal udbedres, så der sikres en tæt tagdækning, der kan fungere som dampspærre i den nye konstruktion.

4. Lunger og buler

Inden efterisoleringen udføres, skal den eksisterende tagdækning være helt tør og uden lunger eller buler.

Lunger og evt. spring mellem elementer og konstruktionsdele skal udjævnes. Større lunger på den eksisterende tagflade udfyldes - fx med løse letklinker. Mindre lunger kan udlignes ved at udlægge tagpapstrimler eller en afretningsmasse bestående af perlite og asfalt. Buler punkteres og repareres, så tagpappen er tæt.

5. Built-up tag

Ved efterisolering af en ældre built-up tagdækning med sten fjernes løst liggende sten. Isoleringsmaterialet vælges - fx hård mineraluld med blød underside - så resterende sten kan presses ind i isoleringsmaterialet, og luftlommer undgås ved den mekaniske fastgørelse.

6. Taghætter

Taghætter for udluftning af tagpaptag fjernes, og hullet efter dem lukkes tæt. Konstruktionen tjekkes for fugt.

7. Ovenlyskupler

Normalt skal ovenlyskupler udskiftes i forbindelse med, at tagbelægningen skiftes, idet ovenlyskupler af ældre dato isolerer meget dårligt. Der skal efterfølgende udføres en tæt samling til både den nye og gamle tagbelægning. Den nye tagbelægning udføres med en opkant på mindst 150 mm omkring ovenlyskuplen. Ved udskiftning af ovenlyskupler skal der anvendes isolerede karme - dels for at undgå kondens på karmene og dels for at opfylde isoleringskravene.

8. Aftrækskanaler

Aftrækskanaler skal forlænges, efterses for skader og evt. rengøres. Både den nye og den eksisterende tagdækning skal slutte helt tæt omkring disse. Aftrækskanaler bør være kondensisolerede.

9. Andre gennembrydninger

El-, antenne- eller alarminstallationer mv. skal afmonteres, inden efterisoleringen udføres.

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. Det er kun i tilfælde af, at U-værdikravet ikke kan opfyldes og der i forvejen ligger mindre end 75 mm udefra eller 100 mm indefra, at der skal foretages en eftervisning af manglende rentabilitet. I tilfælde af manglende rentabilitet stilles der krav om, at det undersøges om en mindre efterisoleringsløsning er rentabel.

For traditionelt byggeri med fladt tag 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/m²K. Dette svarer fx til ca. 300 mm mineraluldisisolering (kl. 37 mW/mK).

En efterisoleringsløsning er rentabel, hvis $\text{Besparelse} \times \text{Levetid} / \text{Investerings} > 1,33$. I investeringen medtages kun omkostninger til udførelsen af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. ny dampspærre og andet snævert folgearbejde. 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 tilfælde af en total udskiftning af en tagkonstruktion skal U-værdi-kravet (0,12 W/m²K) altid opfyldes, uanset

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.

rentabilitet.

Yderligere information

Se udførelsesvejledninger hos isoleringsproducenter.

VIF: VarmelsoleringsForeningens produktoversigt
www.vif-isolering.dk

SBi-anvisninger:
 221: Efterisolering af etageboliger
www.build.dk

BYG-ERFA Erfaringsblade:
 (27) 10 03 22 Varme tage - efterisolering og fugtforhold
 (27) 13 06 05 Tagkonstruktioner med lille hældning
 (27) 13 12 28 Efterisolering af flade tage
 (27) 10 03 22 Varme tage - efterisolering og fugtforhold
 (27) 13 06 05 Tagkonstruktioner med lille hældning
 (27) 13 12 28 Efterisolering af flade tage
 (39) 18 12 12 To dampspærre - ved nybyggeri og renovering
www.byg-erfa.dk

Tagpapbranchens Oplysningsråd
www.tor.info

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.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