

# Efterisolering af kviste

Energiløsningen gælder for efterisolering af traditionelle kviste i etagebyggeri med udnyttet tagetage opført frem til omkring 1970.

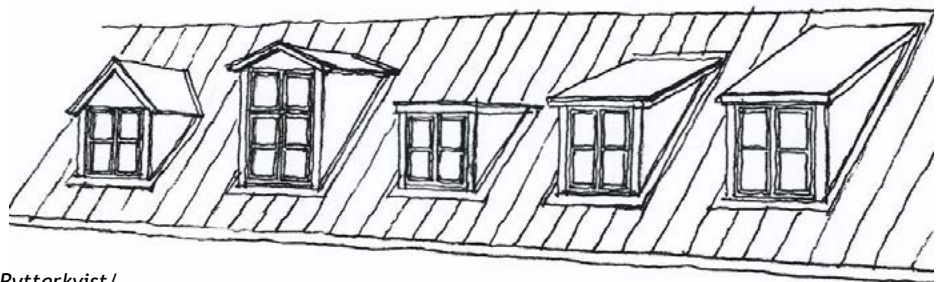
Kviste er typisk udført som heltagskviste, pultkviste eller taskekviste - alle med lokale variationer i størrelser, konstruktioner og materialer.

Energiløsningen fokuserer på den mest almindelige type kvist i etageejendomme - "heltagskvisten" som typisk er en mindre kvist med enten sadeltag og belægning som det øvrige tag, eller med fladt tag eller buet tag oftest beklædt med zink.

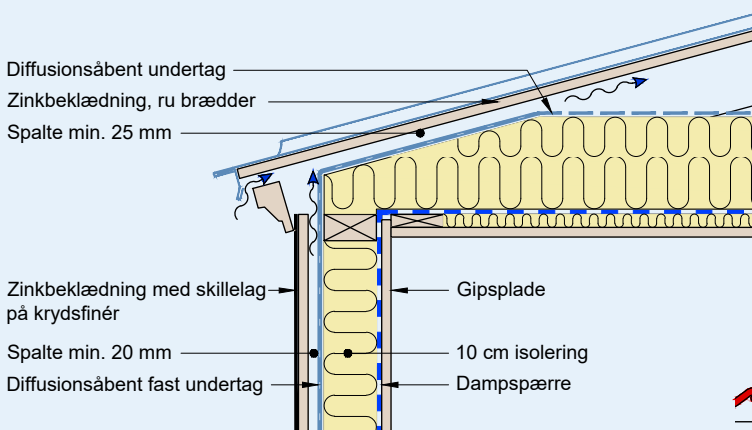
Det bemærkes, at kvisten er en vejrudsat og relativt kompleks bygningsdel. I forbindelse med vedligehold, udskiftning af zinkbeklædning, udskiftning af vinduer, udskiftning af inddækninger eller i forbindelse med tagrenovering bør kvistene energirenoveres.

Kvistens flunker, kvistens tag og brystningen - som er en mini-skunk under vinduet - er oftest udført med 0 til 25 mm isolering. Flade kvisttage og flunker kan eksempelvis være udført som to lag brædder med rør og puds på indersiden, ventileret hulrum og beklædning afsluttet med zink på ydersiden. I bygninger fra 1940 til 1965 kan kvistene være isoleret med 25 til 50 mm isolering.

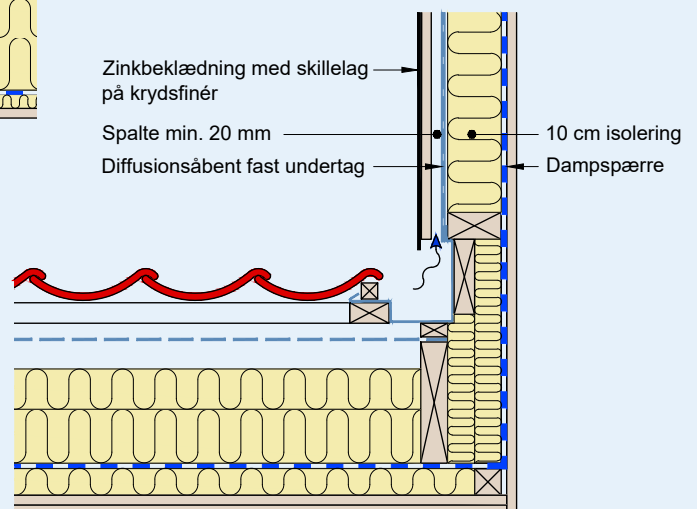
Typisk har de relativt spinkle kviste væsentlig betydning for bygningens fremtræden. Ved energirenovering af kviste er det derfor vigtigt, at bygningens arkitektoniske kvaliteter respekteres bedst muligt.



Rytterkvist/  
Heltagskvist      Københavnerkvist      Kvist med fladt tag      Pultkvist      Taskekvist



Lodret snit i flunke og kvisttag  
Ombygget energirenoveret kvist



Snit i flunke og tagflade, vinkelret på tagflade  
Ombygget energirenoveret kvist

Ved udvendig isolering af flunker og tag skal det undgås, at kvisten kommer til at fremstå som tung og klodset.

Hvis kvisten er isoleret med 0 til 50 mm, bør denne Energiløsning anvendes. Arbejdet omfatter ombygning af kvist med etablering af tæt dampspærre og isolering af tag, flunker og brystning samt korrekt ventilation af kvisten og velfungerende tagdækning og inddækninger.

En kvist kan afhængigt af tilstand enten energirenoveres eller udskiftes med en ny - evt. som en præfabrikeret kvist med vindue, tilpasset bygningen.

Se i øvrigt disse Energiløsninger for store bygninger: Efterisolering af skråvæg - udefra og Efterisolering af skunk.

## Anbefaling til samlet isoleringstykkelse

Minimum i alt:

- 75 mm isolering (flunker og flade tage)
- 150 mm for øvrige kvisttage og brystninger/skunk

Isoleringstykkelsen bør vælges svarende til det niveau, der er rentabelt ud fra kravet i Bygningsreglementet afvejet i forhold til de konstruktive muligheder, pladsforhold og bygningens arkitektur.

## Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelse  Flunker, kvisttag, brystning/skunk	Ny samlet isoleringstykkelse*			
	75 mm U = 0,44 W/m <sup>2</sup> K	100 mm U = 0,35 W/m <sup>2</sup> K	150 mm U = 0,26 W/m <sup>2</sup> K	200 mm U = 0,21 W/m <sup>2</sup> K
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> pr. år			
0 mm	98	107	115	120
25 mm	36	45	54	59
50 mm	12	21	30	35
75 mm			17	22

### Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på højst 37-38 mW/m K. For isolering med lavere lambda-værdier kan tykkelsen reduceres. Eksempelvis svarer 125 mm isolering med lambda 31 mW/m K til 150 mm med lambda 37 mW/m K. Se Videncentrets isoleringstabel: [www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambda-v-rdi-til-isoleringstykkelse.pdf](http://www.byggeriogenergi.dk/media/1697/fra-lambda-v-rdi-til-isoleringstykkelse.pdf)

Tykkelsen kan korrigeres med isoleringsmateriale med en bedre lambda-værdi - dvs. lavere end 37-38 mW/m K.

## Fordele

- Mindre varmetab gennem kvisten
- Varmere kvist og bedre indeklima
- Forbedring af fugtforhold i kvisten og nedsat risiko for skimmel og svamp
- Øget ejendomsværdi
- De energirenoverede eller udskiftede kviste kan forbedre bygningens fremtræden, hvis de etableres med omtanke

## Indeklima

Når en kvist efterisoleres, bliver den varmere på inder-siden, så risikoen for kondens og deraf følgende skimmelangreb minimeres. Samtidig undgås træk i form af kuldenedfald fra de kolde overflader.

\*) Målet med energiløsningen er, at konstruktionen som minimum skal opfylde det niveau, der er rentabelt jf. Bygningsreglementet. Dette krav må for nogle bygninger fraviges på grund af pladsforhold, konstruktive forhold eller hensyn til arkitektur.

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	<p>I en boligblok efterisoleres 12 kviste. Renoveringen af kvistene omfatter 12 m<sup>2</sup> flunker, 12 m<sup>2</sup> kvisttag og 24 m<sup>2</sup> tilhørende brystning og skunk. Flunkerne isoleres med 75 mm, mens taget isoleres med 150 mm isolering.</p> <p>Skunken isoleres i forbindelse med tagrenoveringen med 200 mm (samt helt tæt dampspærre, undertag og ventilation).</p> <p>Flunker og tag bygges om med helt tæt dampspærre og ventilationsspalter.</p> <p>Fjernvarmepris: 0,66 kr. pr. kWh</p>	
Årlig energibesparelse kWh pr. m <sup>2</sup> flunke		98 kWh/m <sup>2</sup>
Årlig energibesparelse kWh pr. m <sup>2</sup> kvisttag		115 kWh/m <sup>2</sup>
Årlig energibesparelse kWh pr. m <sup>2</sup> skunk		120 kWh/m <sup>2</sup>
Årlig energibesparelse i kWh	$12 \times 98 \text{ kWh/m}^2 + 12 \times 115 \text{ kWh/m}^2 + 24 \times 120 \text{ kWh/m}^2 =$	5.436 kWh
Årlig energibesparelse i kr.	$0,66 \text{ kr./kWh} \times 5.436 \text{ kWh} =$	3.588 kr.
Årlig CO <sub>2</sub> -besparelse i kg	$0,115 \text{ kg/kWh} \times 5.436 \text{ kWh} =$	625 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

## Udførelse

Kvisttage isoleres udvendigt eller i konstruktionen, hvis det er muligt. Vinduers brystninger/miniskunke isoleres i konstruktionen, evt. i forbindelse med isolering af tagets skunke eller isolering af skråvæggen udefra. Flunkerne isoleres på en af tre måder: enten udvendigt, udvendigt kombineret med indvendigt, eller de ombygges som led i renoveringen af kvisten.

Kvistenes dampspærre, isolering og undertag skal så vidt muligt bygges ubrudt sammen med tagfladers dampspærre, isolering og undertag.

Effektiv ventilation af flunker og kvisttag etableres for kvisten alene - eller i sammenhæng med en effektiv ventilation af hovedtaget, hvis dette er muligt.

Beklædninger, inddækninger og dele af hovedtagets belægning fjernes.

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

Træværk udbedres, og kvistene ombygges. Afhængigt af den valgte løsning kan det være nødvendigt at fjerne flunkerne og bygge nye op. Kvisttaget må så også bygges om, så det dækker de nye flunker. Der etableres om nødvendigt en ny indvendig beklædning, en helt tæt dampspærre, trækonstruktion med isolering, fast diffusionsåbent undertag, ventileret luftspalte og tagbelægning (fx underlag, skillelag og zink) samt inddækninger, herunder skotrende og siderender.

Afhængigt af pladsforholdene kan en del af isoleringen af flunker og loft udføres indvendigt.

## Udførelse (fortsat)

### Fugtforhold og ventilation ved efterisolering af kviste

Kvisten er en udsat bygningsdel: Der kan ventileres fugt ind i konstruktionen fra de opvarmede rum gennem utætheder, eller fugt kan diffundere gennem pudsede vægge og materialer uden effektiv dampspærre. Yderligere kan tilføres fugt fra slagregn og fygesne og fra kondens på undersiden af kvisttag og flunker. Der skal derfor udvises stor omhyggelighed, ikke mindst ved renovering af kviste i baderum.

En fugtteknisk velfungerende kvist opbygges i princippet som hovedtaget og forudsætter en tæt dampspærre på isoleringens varme side samt god ventilation af flunker og kvisttag via ventilationsspalter og ventilerede hulrum.

Af pladsmæssige grunde vælges ofte en løsning med diffusionsåbent undertag: Der skal være mindst 20 mm ventileret spalte i flunken mellem beklædningen og en diffusionsåben plade (=undertag). I kvisttaget skal der være mindst 50 mm ventileret hulrum over det diffusionsåbne undertag, som ventileres gennem en spalte på mindst 25 mm. For kviste med en tagflade, som er mindre end 2 meter lang, kan hulrumshøjden reduceres til 25 mm, hvis isoleringen fastholdes af en diffusionsåben plade. Hvor pladsforholdene tillader det, kan der etableres et ventileret undertag. (Se Energiløsningen for store bygninger om Efterisolering af skråvæg).

Mini-skunken/vinduesbrystningen forsynes med dampspærre, isolering, undertag og ventilation, svarende til varm eller kold skunk (se Energiløsningen for store bygninger om Efterisolering af skunk).

For heltagskviste med hældning er det i nogle tilfælde muligt at isolere kvistloftet indefra - fra hanebåndsloftet (se Energiløsningen for store bygninger om Efterisolering af loft).

Vinduerne i kvistene bør renoveres eller udskiftes i forbindelse med renoveringen af kvistene.

Vinduer i ældre bygninger er ofte udført med tømmerkarm, der indgår i kvistens konstruktion, og hvor der er fræset en fals til vinduets rammer. Nye vinduer kan indbygges i den eksisterende tømmerkarm. Den ny vindueskarm kan delvist indfræses i det eksisterende træværk, så de nye vinduer får samme dimensioner som i den øvrige bygning.

### Ved zinkbeklædning

Valg af underlagsmateriale for zinkbeklædningen har betydning for de fugttekniske forhold og for risikoen for kondenskorrosion af zinken. Som underlag for en zinkbeklædning anvendes egnede brædder eller krydsfinér, men ikke trykimprægneret træ eller tagpap. Bag zinkunderlaget etableres ventilationsspalte og undertag.

Afhængigt af underlaget indskydes et skillelag mellem underlaget og zinken. Skillelaget muliggør bevægelser imellem undertag og zink ved de store temperaturforskelle, der uundgåeligt vil komme især på kvisttagfladen. Zinkfabrikantens anvisninger følges, så der sikres en holdbar beklædning, der fungerer som effektiv regnskærm.

Skotrender skal have underlag af enten rupløjede brædder eller krydsfinér beklædt med tagpap og skillelag. Zinken anbefales udlagt med 200 mm overlæg, da der må forventes kapillareffekt i samlingerne. Vand fra skotrender skal føres ud på tagdækningen - ikke ind på undertaget.

Det anbefales, at zinkarbejde og inddækningsarbejde udføres af erfarne tag- og facademontører.

### Præfabrikerede kviste

Som alternativ til renoveringen kan kvistene udskiftes til nye præfabrikerede kviste med tilhørende inddækninger. Producenter af kviste har et omfattende fleksibelt produktprogram, der gør det muligt at få leveret velisolerede kviste, der er tilpasset bygningen.

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Mulighed for samlet tagløsning	Er en løsning for kvistene valgt ud fra en helhedsbetragtning for hele taget?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 1
Alternative kvistudformninger	Er de tekniske løsninger afvejet i forhold til kvistenes udseende og bygningens fremtræden?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 2
Eventuelle fugtskader	Er kvistene tørre og uden råd, skimmel svamp eller insektangreb ?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis nej: se 3

### 1. Valg af samlet løsning

Overvej de samlede muligheder ud fra Energiløsninger- ne: Efterisolering af kviste, Efterisolering af skråvæg - udefra, Efterisolering af skunk og Efterisolering af loft samt ud fra vinduernes og kvistenes tilstand og konstruktion, herunder tagdækning, ventilation og undertag samt isolering og dampspærre.

For vinduerne og kvistene bør en løsning med mindst mulig vedligeholdelse og lang levetid foretrækkes. Der skal tages stilling til, om kvistene skal ombygges på stedet eller udskiftes med præfabrikerede kviste.

### 2. Kvistens isolering og opbygning

Isoleringsstykkelsen og den konstruktive løsning bør vælges, så de energirenoverede kviste bedst muligt opfylder BR kravet og samtidig harmonerer med bygningen. Er der muligheder for at hindre tykke tunge kviste ved at profilere flunker ved front, eller for aftrapning af isoleringstykkelsen mod fronten? Er der mulighed for at kombinere indvendig og udvendig isolering af flunker, lofter og brystninger? Kan der anvendes tyndere isolering med lavere lambdaværdi? Pladsbehov for ventilationsspalter skal indregnes i vurderingen.

Det bemærkes, at ændrede kvistdimensioner kan nødvendiggøre følgearbejder, som fx skæring i tagflader, ændret bredde af inddækninger, ændring af skotrender mv.

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

Er der synlige tegn på fugtproblemer, fx skjolder indvendigt i kvistene, nedbrudt træværk eller fugt og skimmel, når beklædninger, tage eller inddækninger fjernes? Grunden til opfugtning skal findes. Det kan fx skyldes utæt tagdækning eller inddækninger, revnede lodninger og løse inddækninger). Herefter skal konstruktionerne udbedres, og eventuel skimmelsvamp afrensnes i forbindelse med renoveringen.

Hvis der er tegn på råd, svamp eller insektangreb i tagkonstruktionen, tilkaldes en særlig fagkyndig eller et forsikringsselskab.

## Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

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

For traditionelt byggeri vil det normalt betyde, at den samlede isoleringstykkelse af eksisterende og ny isolering skal opfylde kravet til en U-værdi på maksimalt  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dette svarer fx til ca. 300 mm mineralulds-isolering (kl.  $37 \text{ mW/mK}$ ).

Ofte vil efterisolering til 300 mm af byggetekniske årsager ikke være rentabel og der kan derfor være en efterisoleringssløsning 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 efterisoleringssløsning er rentabel.

En efterisoleringssløsning er rentabel, hvis  $\text{Besparelse} \times \text{Levetid} / \text{Investering} > 1,33$ . I investeringen medtages kun omkostninger til udførelsen af selve isoleringsarbejdet, isoleringsmaterialer og evt. ny dampspærre og flytning af installationer. Levetiden for efterisoleringssarbejdet 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 kvist skal U-værdi-kravet ( $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) for alle bygningsdele i kvisten 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

Danske bygningsmodeller - kviste  
[www.danskebygningsmodeller.dk](http://www.danskebygningsmodeller.dk)

Oversigt over byggeskik og byggeteknik  
 Erhvervsstyrelsen  
[www.huseftersyninfo.dk](http://www.huseftersyninfo.dk)

SBi-anvisninger  
 224: Fugt i bygninger  
[www.sbi.dk](http://www.sbi.dk)

BYG-ERFA Erfaringsblade:  
 (37) 08 06 26 Zinkbeklædte kviste  
[www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk)

Bevaring af kviste - tømrerarbejde  
[www.Byggefilm.dk](http://www.Byggefilm.dk)

Efterisolering af loft, store bygninger  
 Efterisolering af skunk, store bygninger  
 Efterisolering af skrævæg - udefra, store bygninger  
 Videncenter for Energibesparelser i Bygninger  
[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