



## Udskiftning af termoruder

Når en termorude skal udskiftes, bør det vurderes, om det er nok med ruden. Hvis de eksisterende vinduesrammer og -karme har tegn på råd eller anden nedbrydning, bør hele vinduet udskiftes - se Videncentrets energiløsning: "Udskiftning af vinduer med termoruder".

Er vinduet derimod i fin stand, og det er ruden alene, der er brug for at skifte, så vælg nye 2- eller 3-lags energiruder med varm kant af energihensyn. Bredden af falsen vil være bestemmende for, om der er plads til en rude med 2 eller 3 lag glas. I gående rammer isættes en energirude med samme antal lag af glas som før af hensyn til rammens og hængslernes bæreevne. I faste partier - især hvis disse er store og fx går fra gulv til loft - kan der ofte med fordel isættes en 3-lags energirude.

Udskiftning af ruder til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

### Anbefaling til nye energiruder

**Minimum:** 2-lags energirude:

Typisk  $U_g = 1,1$  og  $g = 0,63$   $LT = 0,82$

**Lavenergi:** 3-lags energirude:

Typisk  $U_g = 0,7$  og  $g = 0,52$   $LT = 0,71$

### Forkortelser:

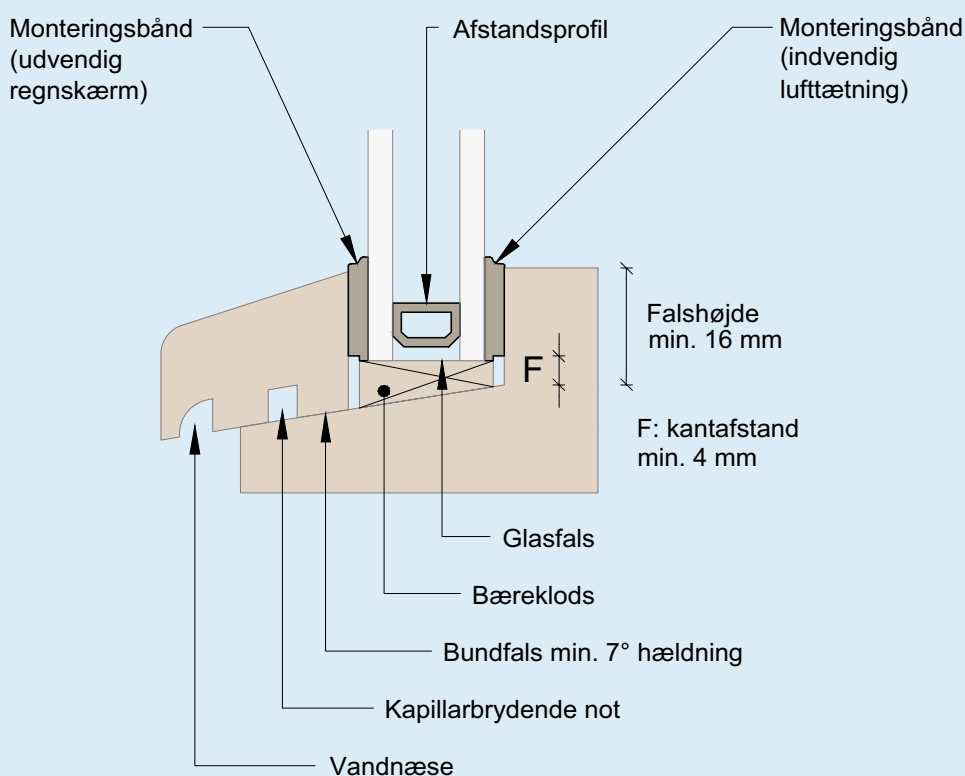
$U_g$  = Varmetransmissionskoefficient for ruden

$g$  = Total solenergitransmittans for ruden



$L_t$  = Sollystransmittans gennem ruden



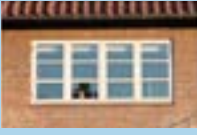

### Fordele

- Mindre varmetab gennem ruderne
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre risiko for indvendig kondens
- Mindre træk og kuldene-fald
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere  $CO_2$ -udledning
- Nye energiruder forøger husets værdi



## Energibesparelse

Eksisterende ruder i 1-fløjede vinduer (vinduer uden poster)	Eksisterende vinduer med ny rude	
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> vindue pr. år	
	Minimum 2-lags energirude  Uw = 1,3 W/m <sup>2</sup> K Eref = -30 kWh/m <sup>2</sup>	Lavenergi 3-lags energirude  Uw = 1,0 W/m <sup>2</sup> K Eref = -20 kWh/m <sup>2</sup>
2-lags termoruder	100	110
3-lags termoruder	55	65
2-lags energiruder	-	10

Eksisterende ruder i vinduer opdelt med poster og sprosser	Eksisterende vinduer med nye ruder			
	Vinduer opdelt i 2 med en lodret eller en vandret post  Uw = 1,40 W/m <sup>2</sup> K Ew = -50 kWh/m <sup>2</sup>	Vinduer opdelt i 4 med en lodret og en vandret post  Uw = 1,45 W/m <sup>2</sup> K Ew = -65 kWh/m <sup>2</sup>	Vinduer opdelt i 6 med lodret post og gennemgående sprosser  Uw = 1,55 W/m <sup>2</sup> K Ew = -75 kWh/m <sup>2</sup>	Vinduer opdelt i 10 eller flere med lodret og vandret post og gennemgående sprosser  Uw = 1,70 W/m <sup>2</sup> K Ew = -105 kWh/m <sup>2</sup>
	Energibesparelse i kWh/m <sup>2</sup> vindue pr. år			
	Minimum 2-lags energirude	Minimum 2-lags energirude	Minimum 2-lags energirude	Minimum 2-lags energirude
2-lags termoruder	95	85	95	85

### Forudsætninger

Energibesparelserne er fundet som forskellen mellem det gamle og det nye vindues energitilskud (Eref). Energitilskuddet er et tal, som viser, om vinduet i reference-størrelsen 1,23 m x 1,48 m i et referencehus bidrager positivt eller negativt til bygningens varmebalance i fyringssæsonen.

Energitilskuddet beregnes som:

$E_{ref} = 196,4 \times g_w - 90,36 \times U_w$ , hvor  
 $g_w$ : Total solenergitransmittans for vinduet  
 $U_w$ : Varmetransmissionskoefficient for vinduet

$E_w$  er et vindues energitilskud, når vinduet har en anden størrelse end referencevinduet og/eller er opdelt af poster og sprosser. Besparelsen er regnet med referencevinduet's størrelse, da det aktuelle vindues størrelse ikke kendes. Hvis vinduet er større end referencestørrelsen, bliver besparelsen større. Hvis vinduet er mindre end referencestørrelsen, bliver besparelsen mindre.

Besparelserne forudsætter, at de eksisterende ruder har afstandsprofiler af aluminium mellem glassene og udskiftes til nye energiruder med afstandsprofiler af plastmateriale (varme kanter).

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	I et parcelhus med 30 m <sup>2</sup> ældre 2-lags termovinduer udskiftes ruderne til nye 2-lags energiruder. Huset opvarmes med naturgas. Naturgaspris: 7,60 kr./m <sup>3</sup> . Gaskedlen er ny og kondenserende.	
<b>Årlig energibesparelse pr. m<sup>2</sup></b>		100 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Årlig energibesparelse kWh</b>	$100 \text{ kWh/m}^2 \times 30 \text{ m}^2 =$	3.000 kWh
<b>Årlig energibesparelse m<sup>3</sup></b>	$3.000 \text{ kWh} / 11 \text{ kWh/m}^3 =$	273 m <sup>3</sup>
<b>Årlig økonomisk besparelse kr.</b>	$7,60 \text{ kr./m}^3 \times 273 \text{ m}^3 =$	2.073 kr.
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>	$0,205 \text{ kg/kWh} \times 3.000 \text{ kWh} =$	615 kg/0,6 ton

### Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m<sup>3</sup> naturgas = 9-11 kWh.

(højest for nye kedler)

### CO<sub>2</sub>-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fjernvarme: 0,086 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,226 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

## Udførelse

Korrekt montering af ruder er væsentlig af hensyn til elementernes funktion og levetid. Derfor bør montagen foretages af folk med erfaring i montering af ruder og efter Glasindustriens montagevejledning eller prEN 12488 - rudemontering. Garantiforhold for ruden bør altid undersøges før montering.

Se monteringsvejledningen på: [www.glasindustrien.org](http://www.glasindustrien.org) eller køb montagestandarden prEN 12488 hos Dansk Standard.

Bemærk især, at der er specifikke krav til oplødsning af ruden og afstand mellem rude og ramme, der skal overholdes.

Ruden skal monteres med den belægning, der holder varmen inde i rummet, på ydersiden af det inderste glas.

Glaslister af træ samt monterings- og fugebånd bør altid udskiftes ved rudeskift. Glaslister kan, når de er med aluminiumsbeklædning eller af pvc-profiler, genanvendes ved udskiftning af monteringsbåndet mellem rude og glasliste.

I bunden skal glaslisten kunne bortlede evt. indtrængende vand gennem drænkanaler.

Bund-glaslisten bør desuden have en drypnæse forskudt udover rammen.

Det kontrolleres, at de eksisterende tætningslister mellem ramme og karm er tætte. Ellers udskiftes de.

Det samme gælder fugningen omkring vinduet. Hvis den ikke er tæt længere, anbefales en ny to-trinsfuge som beskrevet i Videncentrets energiløsning: "Udskiftning af vinduer med termoruder".

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Ventilation	Er der behov for udeluftventiler?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 1
Støj	Er boligen generet af støj fra fx trafik eller industri?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 2
Solafskærmning	Er der nogle af boligens rum, der har behov for solafskærmning?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 3
Sikkerhedsglas	Er der ønske om bedre sikring mod personskader?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 4
Montageforhold	Skal der anvendes stillads eller lift?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 5
Rudetykkelse	Nye energiruder kan være 2-3 mm tykkere. Kan dette lade sig gøre pladsmæssigt i den gamle ramme?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 6
Bortskaffelse	Indeholder termoruderne PCB?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 7
Redningsåbning	Skal vinduet kunne fungere som redningsåbning i dette rum?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 8

### 1. Ventilation

I forbindelse med udskiftning af ruderne bør der etableres udeluftventiler i rummene, hvis de ikke er der i forvejen jf. Bygningsreglementet. Det anbefales at etablere udeluftventiler i ydervæggen frem for i vinduerne. Fordelen ved udeluftventiler i væggen er bl.a., at de har et større areal. Det betyder tilstrækkeligt med frisk luft og mindre træk. Udeluftventiler bør placeres ved siden af vinduet, over en radiator oppe under loftet. Udeluftventiler bør være kondens- og lydisolerede.

### 2. Støj

Hvis boligen er generet af støj, bør støjdæmpende ruder anvendes. Den støjdæmpende rude virker ved at have forskellige glastykkelser ind- og udvendigt og en større afstand mellem glassene.

### 3. Solafskærmning

Hvis boligen eller enkelte rum er generet af høje rumtemperaturer forårsaget af stort solindfald, bør der etableres en udvendig solafskærmning. Solafskærmende ruder mindsker tilskuddet af gratis varme i fyringssæsonen.

### 4. Sikkerhedsglas

Hvis der er behov for bedre sikring mod personskade, kan ruder med lamineret eller hærdet glas anvendes.

Der er ikke krav om brug af sikkerhedsglas i enfamiliehuse, men det er der i institutioner og andre bygninger, hvor der færdes mange mennesker.

### 5. Montageforhold

Hvis der er problemer med adgangsforholdene, og der skal anvendes stillads eller lift, bør det aftales med ejeren. Hvis der er tale om 3-lags energiruder, vejer de en halv gang mere end 2-lags ruder, og derfor kræver monteringen lidt mere planlægning og evt. brug af løftegrej.

### 6. Rudetykkelse

Nye 2-lags energiruder er typisk 23-24 mm i total tykkelse og ældre termoruder 20-21 mm. For nogle vinduer kan dette give problemer, hvis glaslisterne derved stikker for lagt frem. Hvis glaslisterne alligevel skal udskiftes, kan en smallere glasliste anvendes. Lydruder er ekstra tykke, og det skal derfor sikres at der er plads til disse.

### 7. Bortskaffelse

Termoruder, der indeholder PCB, skal bortskaffes forsvarligt.

### 8. Redningsåbning

Bygningsreglementets mindstekrav er, at den frie højde + den frie bredde af en redningsåbning skal være 1,5 m. Desuden skal højden mindst være 0,6 m og bredden mindst 0,5 m.

## Energiruder

I en 2-lags energirude er det inderste af de to glas belagt med en lav-emissionsbelægning, der reducerer varmeudstråling markant. I en 3-lags energirude er det inderste og yderste glas belagt på overfladen, der vender mod det midterste glas.

For at mindske varmetabet yderligere, anvendes gasarten argon mellem glassene. Argon er tungere end luft og mindsker derved den cirkulation, der opstår i en rude, som er kold på den ene side og varm på den anden side.

## Varme kanter

Glassene i en energirude holdes adskilt af et afstandsprofil. Tidligere blev disse ofte lavet af aluminium eller galvaniseret stål, som leder varmen/kulden særdeles godt. Derved fik selv nye energiruder en relativt lav overfladetemperatur langs den indvendige rudekant med risiko for kondensdannelse, hvis luften indeholder for meget fugt.

Regelmæssig kondens vil i første omgang medføre skimmelsvamp på vinduets rammer/karme. Hvis der ikke gøres noget ved det, kan der ske nedbrydning af overfladebehandlingen, og vinduet kan begynde at rådne. For at minimere dette problem, er der udviklet "varme kanter" af plastmaterialer.

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.*

## Indeklima

Når termoruder udskiftes til energiruder, bliver vinduets indvendige overflade varmere. Dette nedsætter risikoen for kondens på rudernes inderside og giver mindre træk i form af kuldenedfald.

## Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Ved udskiftning af termoruder stiller bygningsreglementet ikke krav til den nye rudes energimæssige ydeevne. Udskiftning af en termorude betragtes i bygningsreglementet som reparation/vedligeholdelse af en bygningsdel, hvor der ikke stilles krav. Udskiftningen må dog ikke forringe vinduets energimæssige ydeevne og skal mindst leve op til de krav der var gældende, da vinduet blev installeret/monteret.

### Yderligere information

Bygningsreglementet  
[www.bygningsreglementet.dk](http://www.bygningsreglementet.dk)

Beregningsprogram for vinduer:  
[www.eref.dk](http://www.eref.dk)

BYG-ERFA Erfaringsblade:  
 (31) 05 12 07 Termo- og energiruder - dugdannelser, revner og udskiftning  
 (31) 03 05 08 Kondens på glasflader - termoruder og energiruder  
 (41) 06 12 31 Fuger omkring vinduer i teglydervægge - udskiftning  
 (31) 95 12 20 Nedbrydning af trævinduer  
[www.byg-erfa.dk](http://www.byg-erfa.dk)

Glasindustrien:  
[www.glasindustrien.org](http://www.glasindustrien.org)

Se filmen: Udskiftning af termoruder på  
[www.ByggeriOgEnergi.dk](http://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](http://www.ByggeriOgEnergi.dk)



Videncenter for  
Energibesparelser i Bygninger