



Energimærkning
af vinduer og ruder

Sekretariat:
Teknologisk Institut
Teknologiparken
8000 Århus C
Tlf 72 20 11 10
Fax 72 20 11 11

**Information om grundlag og terminologier
i forbindelse med
Energimærkning af vinduer og ruder
2005**



1. Baggrund for ordningen

I Danmark anvendes - på grund af krav i bygningsreglementet - energiruder (ruder med positivt energitilskud) i stort set alt nybyggeri. Nybyggeri udgør dog kun 20-25 % af det samlede rudesalg. Den øvrige del af rudesalget sker til renovering og reparation. Inden for renovering og reparation udgør lavenergiruder kun ca. 20 % af det totale salg. Dette betyder, at vinduer og ruders bidrag til nedsættelse af Danmarks samlede energiforbrug kun sker langsomt. Det skønnes, at mellem 5 og 10 % af Danmarks samlede CO₂-udslip kan henregnes til dårligt isolerende vinduer og ruder

Formålet med ordningen er at øge salget af energibesparende vinduer og ruder, således at Danmarks samlede energiforbrug og CO₂ udslip reduceres.

2. Ordningens formål

Formålet med energimærkningsordningen for vinduer, ruder og forsatsvinduer er:

- At give forbrugerne et dokumenteret retvisende grundlag for bedømmelse af de energimæssige egenskaber ved vinduer/yderdøre, ruder og forsatsvinduer
- At motivere til øget anvendelse af komponenter med de bedste energi- og miljømæssige egenskaber.

3. Information til kunde/forbrugere

Informationsniveauet til kunde/forbruger kan deles op i 3 niveauer afhængig af aftaleformen:

1. Ved prisaftaler hvor energimærkede produkter fremstilles uden egentlig tilbudsgivning. Her skal de energimæssige data være tilgængelige, det vil sige, at de kan oplyses på forlangende
2. Energimærkede produkter er forsynet med mærkat indeholdende ordningens logo, og oplysning om produktets klassifikation benævnt ved bogstaverne A, B eller C – hvor A er den mest energirigtige løsning inden for sin produktgruppe målt på energibalancen. Klassifikationen er ikke udtryk for den besparelse der kan opnås, da beregningsmetoden bygger på en vægtet geografisk orientering – og er derfor relativ
3. Der er for alle energimærkede produkter sporbarhed på de energimæssige data. Det betyder, at virksomheden skal være i stand til at oplyse de konkrete energimæssige data på de solgte produkter ved forespørgsel.



4. Ordningens indhold

Ordningen er bygget op om 3 elementer:

- **Dokumentation** af de energimæssige egenskaber for de materialer, der indgår i de energimærkede produkter
- **Egenkontrol**, som har til formål at sikre, at de energimæssige data for energimærkede produkter ikke forringes gennem produktionsprocessen.
- **Ekstern overvågning**, der sikrer, at dokumentation og egenkontrol er i overensstemmelse med de tekniske bestemmelser

5. Beregning af data

Beregning af de energimæssige data for energimærkede produkter skal ske med programmer godkendt af energimærkningsordningens sekretariat.

Programmerne skal kunne give oplysninger om følgende energimæssige data:

Ruder

- Center U-værdi for rudens midtfelt
- Sollystransmittans for rudens midtfelt
- Total solenergitransmittans for rudens midtfelt
- Oplysning om den ækvivalente varmeledningsevne for rudens kantkonstruktion

Vinduer

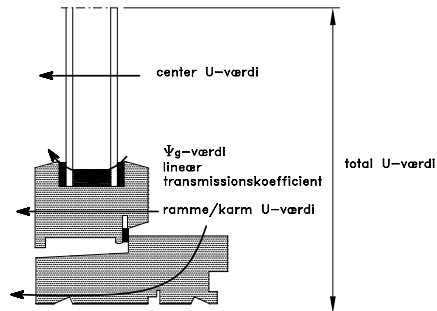
- U-værdi for den samlede vindueskonstruktion
- Sollystransmittans for den samlede vindueskonstruktion
- Total solenergitransmittans for den samlede vindueskonstruktion

Forsatsvinduer

- U-værdi for den samlede konstruktion
- Sollystransmittans for den samlede konstruktion
- Total solenergitransmittans for den samlede konstruktion

6. Definitioner

U-værdi



Skitse 1

Rudens U værdi

Rudens center U-værdi med enheden $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ er et udtryk for det varmetab, der sker fra det bagvedliggende rum gennem rudens midtfelt, hvor der ses bort fra afstandsprofilet og karm/ramme. U-værdien kan beregnes eller måles. I begge tilfælde skal det ske ved anvendelse af europæiske standarder. Beregning af U-værdien udføres efter EN 673, som har været gældende siden 13. august 1998 eller eller gældende udgave af DS 418 Beregning af bygningers varmetab. Måling af U-værdien udføres efter EN 674 eller EN 675.

For at beregne center-U-værdien skal der foreligge oplysninger om glastykkelse, emissionstal for glassene, bredden af afstandsprofilet og evt. gasfyldning (art og mængde).

Vinduets U værdi

Vinduets samlede U-værdi med enheden $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ er et udtryk for det varmetab, der sker fra det bagvedliggende rum gennem vinduet inklusiv ruden og afstandsprofilet.

Metoden til beregning af U-værdien for vinduer og yderdøre fremgår af den Danske standard DS 418, som er baseret på den europæiske standard EN 10077-1



U-værdien for vinduer og yderdøre bestemmes ifølge DS-418 som følger

$$U = \frac{A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g + A_r \cdot U_r + A_f \cdot U_f}{A'}$$

hvor

A_g er glasarealet [m^2]

l_g er omkredsen af glasarealet [m]

A_f er fyldningens areal [m^2]

A_r er ramme-karmarealet [m^2]

A' er vinduets eller dørens areal [m^2]

U_g er varmetransmissionskoefficienten midt på ruden [$W/m^2 \cdot K$]

Ψ_g den lineære transmissionskoefficient for rudens afstandsprofil [$W/m^2 \cdot K$]

U_f er varmetransmissionskoefficienten for fyldningen [$W/m^2 \cdot K$]

U_r er varmetransmissionskoefficienten for ramme-karmarealet [$W/m^2 \cdot K$]

Ψ_g kan, såfremt den ækvivalente varmeledningsevne for kantkonstruktionen (λ_k) er kendt, bestemmes ved hjælp af et beregningsprogram. Alternativt kan den bestemmes ved hjælp af DS 418 – jf. nedenstående tabel, som gælder for afstandsprofiler af aluminium eller galvaniseret stål.

Rudens U værdi	Ψ_g
1,0 – 1,2	0,10
2,7 – 3,0	0,07

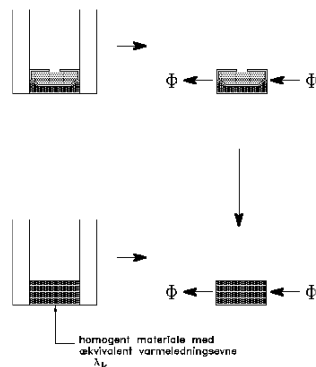
Følgende vejledende værdier i fx U vindue kan anvendes:

Afstandsprofiltype:	λ
Aluminium	0,11
Stål	0,09
”Varm kant profil”	0,06

For detaljerede beregning af λ og Ψ_g henvises til afsnittet ækvivalent varmeløsningsevne næste side.

Ved beregning af forsatsvinduer, henvises til vejledning for beregningsmetode for forsatsvinduer – kan hentes på www.energimarkning.dk

Ækvivalent varmeledningsevne



Skitse 4

Formålet med denne størrelse er at få en et samlet tal for den varmeledning, der sker gennem rudens kantkonstruktion. Den ækvivalente varmeledningsevne skal primært bruges af vinduesfabrikanter i forbindelse med beregning af vinduets samlede U-værdi.

Kantkonstruktionens ækvivalente varmeledningsevne (her betegnet λ_k) angiver varmeledningsevnen af et homogent materiale med samme geometri og varmeoverføringsegenskaber som afstandsprofilet med tørtøringsmiddel og forseglingsmasser. Enheden er W/m^2K .

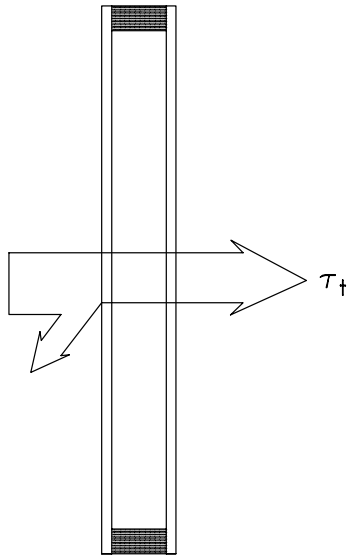
Beregning af den ækvivalente varmeledningsevne er kompliceret og kræver god erfaring med anvendelse beregningsprogrammer. Beregningen af den ækvivalente varmeledningsevne er derfor gennemført for de kantkonstruktioner, som anvendes i energimærkede ruder.

De ruder, branchen sælger i dag, er enten forsynet med en afstandsprofil af aluminium eller galvaniseret stål. I den nærmeste fremtid vil det være muligt at efterspørge afstandsprofiler af rustfri stål og på længere sigt plastbelagte stålprofiler.

Afstandsprofilets indflydelse på vinduet kan deles op i 2 parametre:

1. Et afstandsprofil med en lav varmeledningsevne medfører mindre kondensdannelse langs rudens kant.
2. Afstandsprofiler med lav varmeledningsevne har størst indflydelse på vinduets U værdi ved elementer med mange sprosser (mange meter rudekant)

Sollystransmittans



Skitse 2

En rudes sollysstransmittans (τ_t) angiver forholdet mellem lysstrømmen på en flade umiddelbart inden for og uden for ruden. Rudens sollysstransmittans er en værdi for rudens midte. Enheden er et rent tal, der angives i %.

Værdien af sollysstransmittansen skal være gældende for vinkelret indfald af sollys med en spektralfordeling som angivet i DS/EN 410.

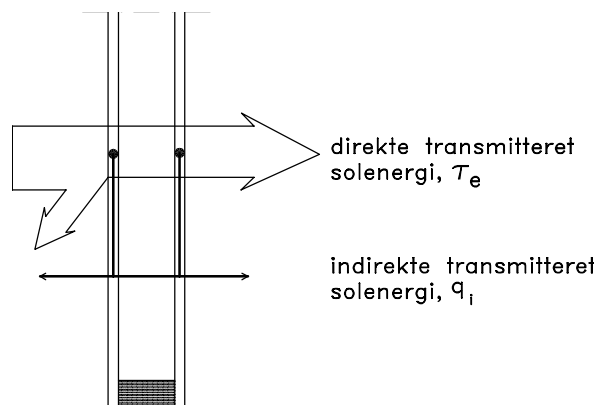
I forbindelse med beregning af solenergitransmittans for vinduer og forsatsvinduer reduceres værdien for ruden efter følgende formel:

$$\tau_t = \frac{\tau_{t,g} \cdot A_g}{A_r} \quad \text{hvor} \quad \tau_{t,g} = \text{sollysstransmittans for glasset}$$

$$A_g = \text{glasareal i m}^2$$

$$A_r = \text{Vinduets udv. areal i m}^2$$

Total solenergitransmittans



Skitse 3

En rudes totale solenergitransmittans (g) angiver ruden evne til at transmittere solenergi som solstråling og som varme. Den totale solenergitransmittans er en værdi for ruden midte. Enheden er et rent tal, der angives i %.

I forbindelse med beregning af total solenergitransmittans for vinduer og forsatsvinduer reduceres værdien for ruden efter følgende formel:

$$G = \frac{G_g \cdot A_g}{A_r} \text{ hvor}$$

G_g = G-værdi for ruden

A_g = Glasareal i m^2

A_r = Vinduets udv. areal m^2

Værdien af sollystransmittansen skal være gældende for vinkelret indfald af sollys med en spektralfordeling som angivet i DS/EN 410.

7. Beregning af energitilskud

Ruder, vinduer og forsatsvinduers energitilskud kan beregnes enten som en mid-del værdi eller eksakt, såfremt vinduets geografiske orientering er kendt.

Beregning af energitilskuddet er baseret på antal m² ruder samt deres geografiske place-ring i huset er baseret på DS 418 huset. Dette hus er sammenligneligt med et standardhus med hensyn til antal m² vinduer og deres geografiske placering i huset. I dette standard-hus er fordelingen af antal m² vinduer fordelt således:

26% af rudearealet mod nord
41% af rudearealet mod syd
33% af rudearealet mod øst/vest

Afhængig af rudens geografiske orientering vil bidraget fra den totale solenergitransmit-tans (G) være forskellig. I nedenstående tabel er der til sammenligning anført værdier for 1 m² glasareal.

Orientering	Solindfald (k Wh/m ²)	Antal gradtimer i fyringssæsonen (k · k · h)
Nord	104,5	90,36
Syd	431,4	90,36
Øst/Vest	232,1	90,36

Ved at benytte ovenstående oplysninger kan følgende formler for beregning af energitil-skuddet fastsættes

$$\begin{aligned} \text{Nord} \quad E_{\text{nord}} &= 104,5 \cdot g - 90,36 \cdot U \text{ kWh/m}^2 \\ \text{Syd} \quad E_{\text{syd}} &= 431,4 \cdot g - 90,36 \cdot U \\ \text{Øst/Vest} \quad E_{\text{øst/vest}} &= 232,1 \cdot g - 90,36 \cdot U \end{aligned}$$

Ved indsættelse i formlen anvendes rudens G- og U-værdi, og ganges resultatet med antal m² vinduer fås det antal kWh, som ruden/vinduet tilføjer det bagvedliggende rum i fy-ringssæsonen.

G værdien for vinduer og forsatsvinduer skal korrigeres jf. nedenstående formel før energitil-skuddet kan beregnes

$$G_{\text{vindue}} = \frac{G_g \cdot A_g}{A_r}, \text{ hvor} \quad \begin{aligned} G_g &= G\text{-værdi for ruden} \\ A_g &= \text{Glasareal i m}^2 \\ A_r &= \text{Vinduets udv. areal m}^2 \end{aligned}$$

I forbindelse med klassifikation er det vedtaget at benytte en vægtet værdi af ovenstående formler, således at der ikke kan opstå forskellige klassifikationer for den samme rude afhæn-gig af den geografiske orientering.

$$E_{\text{klassifikation}} = 196,4 \cdot G - 90,36 \text{ U med enheden kWh/m}^2$$



8. Klassifikation

Klassifikationen har til formål at lette forbrugernes valg, og kan ikke bruges som et udtryk for det faktiske energiforbrug – men er kun en sammenligningsnøgle

Der er 3 klasser for de af ordningen omfattede produkter, A, B og C. Ruder og forsatsvinduers klassifikation er baseret på at der skal være en positiv energibalance, hvor C giver det mindste energitilskud og A det største. Vinduers klassifikation er baseret på en komponentmodel hvor anvendelse af energimæssige gode delkomponenter giver klassifikationen, jo bedre energimæssig ydeevne på delkomponenterne jo bedre klassifikation og ydeevne

Ruder og forsatsløsningers klassifikation er baseret på beregning af energitilskuddet gennem vinduernes ruder. Antal m² ruder samt deres geografiske placering i huset er baseret på DS 418 huset. Dette hus er sammenligneligt med et standardhus med hensyn til antal m² vinduer og deres geografiske placering i huset.

I forbindelse med klassifikationen er det besluttet at anvende en vægtet værdi af energitilskuddet gennem nord, syd, øst og sydvendte facader

$$E_{\text{klassifikation}} = 196,4 \cdot G - 90,36 U \text{ med enheden kWh/m}^2$$

Klassifikation af ruder

Ved indsættelse af G- og U-værdier i formlen:

$$E_{\text{klassifikation}} = 196,4 \cdot G - 90,36 U \text{ med enheden kWh/m}^2$$

For de rudetyper der ønskes klassificeret anvendes følgende grundparametre:

Glastykkelse = 4 mm.
Bredde af afstandsprofil = 15 mm
Aktuel gasfyldning fx = 90 %

Specialruder er ruder hvor det af forskellige grunde er nødvendig at afvige fra ovennævnte glastykkelser gælder følgende

Glastykkelse = aktuel
3 lagsruder = 15 mm profil
Aktuel gasfyldning fx = 90 %

for de ruder, der ønskes klassificeret, kan ruden herefter placeres afhængig af resultatet i en af følgende klasser:

Klasse A: Ruder med et energitilskud lig med eller over 15,0 kWh/m²

Klasse B: Ruder med et energitilskud under 15,0 kWh/m² og større end 10,0 kWh/m²

Klasse C: Ruder med et energitilskud større end 0,0 kWh/m² og til og med 10,0 kWh/m²

Klassifikation af vinduer

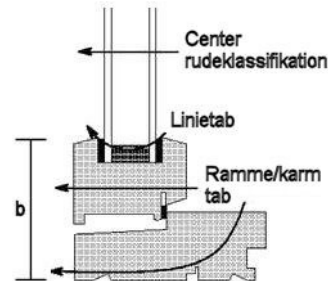
Energimærkningen foretages ved at stille krav til de 3 komponenter i et vindue: ramme/karmsystemet, linietafet i sammenbygningen mellem rude og vindue, samt ruden

Der anvendes en klassifikationsparameter, der benævnes vinduets

bU-tal, som er bredden (b) af ramme/karm (inkl. isætningsbånd) ganget med U-værdien for ramme-karm (enhed W/mK). Ved forskelle i bU-tal for over-, under- og side-ramme/karm anvendes den højeste værdi.

Linietafet er udtryk for det varmetab der er i sammenbygningsdetaljen mellem rude og vindue.

Rudens klassifikation beregnes via tekniske bestemmelser for energimærkning af ruder – bilag 2



Vinduerne klassificeres ved hjælp af klassifikationen for de enkelte komponenter således:

Klassifikationsskala vinduer		A	B	C
bU-tal	enhed W/mK	$bU \leq 0,18$	$0,18 < bU \leq 0,20$	$0,20 < bU \leq 0,22$
Linietaf Ψ_g	enhed W/mK	$\Psi_g \leq 0,06$	$0,06 < \Psi_g \leq 0,1$	$\Psi_g > 0,1$
Rude*		"A rude"	"A rude"	"A rude"

* Hvis der er flere rudetyper i et vindue, mærkes efter den lavest klassificerede type.

Eksempler på klassifikation:

Dannebrogsvindue

Data: Ramme / karm	U værdi	= 1,7 W/m ² K
	Bredde	= 0,09 m
Kantkonstruktionens linietaf	Ψ_g	= $\Psi \leq 0,06$ W/mK
Rude	energiklasse	= A

Beregning af klassifikation

b x U værdi	$0,09 \times 1,7 = 0,153$ W/mk	
Linietaf	0,06 W/mK	Energiklasse A
Rude	A mærket rude	

1 fags vindue

Data: Ramme / karm	U værdi	= 1,6 W/m ² K
	Bredde	= 0,129 m
Kantkonstruktionens linietaf	Ψ_g	= 0,09 W/mK
Rude	energiklasse	= A

Beregning af klassifikation:

b x U værdi	$0,129 \times 1,6 = 0,192$ W/mk	
Linietaf	0,09 W/mK	Energiklasse B
Rude	A mærket rude	



Klassifikation forsatsvinduer

Grundlag

Som grundlag for klassifikationen benyttes forsatsvinduets effektive U-værdi jf. bygningsreglementets metode afsnit 5.5.8 og 5.5.9

Klassifikationen er baseret på en vinduesstørrelse = 1230 x 1480 mm

Energiklasse A

Forsatsvinduer der har en effektiv U-værdi der opfylder kravet:

$$U_{\text{eff}} \leq U_w - 2,2 \cdot g \cdot A_{\text{rude}} / A_{\text{vindue}} \leq (0,5 + n \cdot 0,20) \text{ W/m}^2\text{K}$$

Energiklasse B

Forsatsvinduer der har en effektiv U-værdi der opfylder kravet:

$$U_{\text{eff}} \leq U_w - 2,2 \cdot g \cdot A_{\text{rude}} / A_{\text{vindue}} \leq (0,5 + n \cdot 0,30) \text{ W/m}^2\text{K}$$

Energiklasse C

Forsatsvinduer der har en effektiv U-værdi der opfylder kravet:

$$U_{\text{eff}} \leq U_w - 2,2 \cdot g \cdot A_{\text{rude}} / A_{\text{vindue}} \leq (0,5 + n \cdot 0,40) \text{ W/m}^2\text{K}$$

Forsatsvinduer der har en effektiv U-værdi større end $(0,5 + n \cdot 0,40) \text{ W/m}^2\text{K}$ kan ikke klassificeres.

Ordforklaring:

U_w	= er U værdien for den samlede løsning.
U_{eff}	= er U værdien jf. BR krav
A_{rude}	= rudens samlede areal
A_{vindue}	= Vinduets samlede areal
N	= antallet af oplukkelige felter

Såfremt forsatsvinduets effektive g værdi foreligger forenkles klassifikationsformlen til:

$$U_{\text{eff}} \leq U_w - 2,2 \times g \text{ effektiv}$$

Klassifikationseksempel 4 fags forsatsvindue

Antal felter	= 4 stk
U værdi for den samlede løsning	= 1,85 W/m ² °C
G værdi for den samlede løsning	= 0,50

$$U_{\text{eff}} \leq 1,85 - 2,2 \times 0,5 < 0,5 + 4 \times 0,40$$

$U_{\text{eff}} = 0,82 < 0,75 < 1,3$ elementet kan klassificeres som energiklasse A



9. Intern kontrol

Formålet med den interne kontrol er at kontrollere, om de komponenter, der anvendes i forbindelse med produktion af energimærkede produkter, samlet er i overensstemmelse med beregningsforudsætningerne.

Den interne kontrol kan opdeles i 2 områder:

1. Kontrol af overensstemmelse mellem beregningsforudsætninger og de anvendte materialer i forbindelse med produktion samt sikre, at der ikke sker en forveksling, som forringer de energimæssige egenskaber.
2. Kontrol af slutproduktet med henblik på at sikre overensstemmelse mellem klassifikation og anvendte materialer.

10. Ekstern kontrol

Den eksterne kontrol vil, såfremt det er muligt, blive gennemført i forbindelse med et kontrolbesøg (DVC eller termorudekontrollen). Kontrol ved producenter af forsatsvinduer omfatter kun energimærkningsordningen indhold.

Kontrolbesøget består som den interne kontrol af 2 områder:

1. Kontrol af dokumentationsmateriale fx programmer og data fra leverandører
2. Kontrol af udført intern kontrol og gennemgang af et antal færdige energimærkede elementer