



Energimærkning
Vinduer og ruder
Sekretariat
Teknologiparken
8000 Århus C.
Tlf. 7220 1122
Fax 7220 1111

Information om grundlag og terminologier i forbindelse med

Energimærkning af vinduer og ruder

2001

v/Diplomingeniør Peter Vestergaard

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 og ruder er :

- At give forbrugerne et dokumenteret retvisende grundlag for bedømmelse af de energimæssige egenskaber ved vinduer/yderdøre og ruder.
- At tilskynde 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 2 niveauer afhængig af aftaleformen:

1. Ved prisaftaler hvor ruder/vinduer fremstilles uden egentlig tilbudsgivning. Her skal de energimæssige data være tilgængelige, det vil sige, at de kan oplyses på forlangende
2. Ved tilbudsgivning skal der udfyldes og vedlægges en energimærkat med oplysning om de energimæssige data.

Det er således et krav, at der for alle energimærkede produkter er 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 vinduet/ruden
- **Egenkontrol**, som har til formål at sikre, at de energimæssige data for vinduet / ruden 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 vinduer og ruder skal ske med programmer godkendt af energimærkningsordningens sekretariat.

Programmerne skal kunne give oplysninger om følgende energimæssige data:

Vinduer

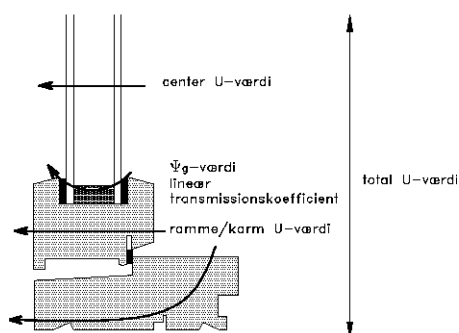
- U-værdi for den samlede vindueskonstruktion
- Sollystransmittans for den samlede vindueskonstruktion
- Total solenergitransmittans for den samlede vindueskonstruktion

Ruder

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

6. Definitioner

U-værdi



Skitse 1

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 sker det ved anvendelse af europæiske standarder. Beregning af U-værdien udføres efter EN 673, som har været gældende siden 13. august 1998 eller tillæg 1 til DS 418 Beregning af bygningers varmetab. Måling af U-værdien udføres efter EN 674 eller 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 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 Dansk standard DS-418 tillæg 1, som er baseret på den europæiske præ-standard prEN 10077-1 [6]. DS-418 tillæg 1 er udgivet i 1997 og har til formål at opdatere reglerne for beregning af varmetab gennem vinduer og yderdøre.

U-værdien for vinduer og yderdøre bestemmes ifølge DS-418 tillæg 1 af:

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

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 [$W/m^2 \cdot K$]

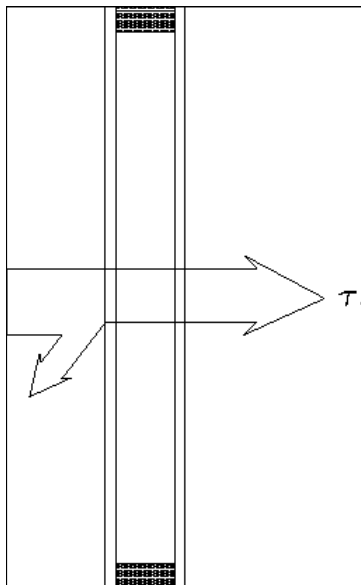
U_f er varmetransmissionskoefficienten for fyldningen [$W/m^2 \cdot K$]

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 tillæg 1 – jf. nedenstående tabel, som gælder for afstandsprofiler af aluminium eller galvaniseret stål.

Karm-ramme materiale	Ruder <i>uden</i> lavemissions-belægning	Ruder <i>med</i> lavemissions-belægning
Træ eller plast	0,04	0,06
Metal	0,06	0,08

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 ruden midt. 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.

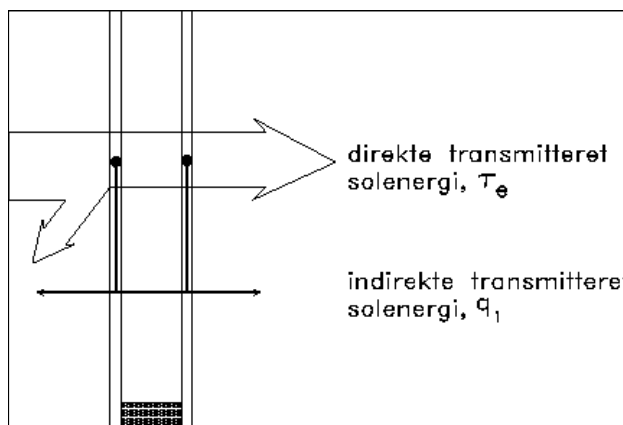
I forbindelse med beregning af solenergitransmittans for vinduer reduceres værdien for ruden efter følgende formel:

$$t_t = \frac{t_{t,g} \cdot A_g}{A_r} \quad \text{hvor} \quad \tau_{t,g} = \text{sollystransmittans for glasset}$$

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

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

Total solenergitransmittans



Skitse 3

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

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

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

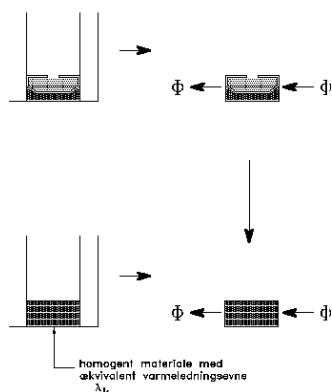
$$G_g = G\text{-værdi for ruden}$$

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

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

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

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 afstandsprofilen med tørringsmiddel og forseglingsmasser. Enheden er W/m °K.

Beregning af den ækvivalente varmeledningsevne er kompliceret og kræver god erfaring med anvendelse af beregningsprogrammer. Beregningen af den ækvivalente varmeledningsevne er derfor gennemført for de kantkonstruktioner, der i dag findes på det danske marked.

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 rustfrit stål og på længere sigt plastbelagte stålprofiler.

Afstandsprofilens 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).

7. Klassifikation

Klassifikationen har til formål at lette forbrugernes valg. Klassifikationen er et udtryk for forholdet mellem varmetab (U-værdi) og tilført solenergi (G-værdi).

Der er 3 klasser for ruder, A, B og C, som alle har et positivt energitilskud. For vinduer og døre eksisterer der på nuværende tidspunkt ikke en klassifikation.

Klassifikationen er baseret på beregning af energitilskuddet gennem vinduernes ruder. Antal m^2 ruder samt deres geografiske placering i huset er baseret på DS 418 huset. Dette hus er sammenligneligt med et standardhus med hensyn til antal m^2 vinduer og deres geografiske placering i huset. I dette standardhus er fordelingen af antal m^2 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 solenergitransmittans (G) være forskellig. I nedenstående tabel er der til sammenligning anført værdier for 1 m^2 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 energitilskuddet 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 m^2 vinduer fås det antal kWh, som ruden/vinduet tilfører det bagvedliggende rum i fyringssæsonen.

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 afhængig af den geografiske orientering.

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

Ved indsættelse af G- og U-værdier 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 20,0 kWh/m²

Klasse B: Ruder med et energitilskud under 20,0 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

8. Beregning af energitilskud

Såvel rudens som vinduets energitilskud kan beregnes enten som en midlet værdi eller eksakt, såfremt vinduets geografiske orientering er kendt.

Energitilskud ruder

En rudes energitilskud kan beregnes som en midlet størrelse jf. nedenstående formler – se også side 8.

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

Energitilskuddet kan også beregnes eksakt, såfremt den geografiske orientering er kendt jf. nedenstående formler:

$$\text{Nord} \quad E_{\text{nord}} = 104,5 \cdot g - 90,36 \cdot U \text{ kWh/m}^2$$

$$\text{Syd} \quad E_{\text{syd}} = 431,4 \cdot g - 90,36 \cdot U$$

$$\text{Øst/vest} \quad E_{\text{øst/vest}} = 232,1 \cdot g - 90,36 \cdot U$$

Energitilskud vinduer

Vinduets samlede energitilskud beregnes efter samme formler som for ruder jf. ovenstående – dog skal formlernes G-værdi korrigeres efter følgende:

$$G_{\text{vindue}} = \frac{G_g \cdot A_g}{A_r}, \text{ hvor } G_g = G\text{-værdi for ruden}$$

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

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

Når G-værdien er korrigeret efter ovenstående formel, kan vinduets energitilskud beregnes ved indsættelse af den korrigerede G-værdi samt vinduets U værdi i samme formler som for beregning af energitilskud for ruder

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 blive gennemført i forbindelse med et kontrolbesøg (DVC eller termorudekontrollen). Indholdet i 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