



TEKNOLOGISK
INSTITUT

BR10 kap. 7

Energikrav til vinduer og yderdøre



Indholdsfortegnelse:

Side 2	Generel information
Side 3	Oversigt energikrav iht. BR10 kap. 7
Side 4	Nåletræsvinduer - Forenklet beregning iht. EN 10077-1
Side 5	Nåletræsvinduer - Avanceret beregning iht. EN 10077-2
Side 6	Hårdttræsvinduer - Forenklet beregning iht. EN 10077-1
Side 7	Hårdttræsvinduer - Avanceret beregning iht. EN 10077-2
Side 8	Referencevindue - Definition
Side 9	E_{ref} - Definition
Side 10	Overfladetemperatur - Definition
Side 11	U-værdi - Definition
Side 12	Brug for hjælp - kontakt

Energikrav til vinduer iht. BR10



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Hvordan forbedrer jeg mine vinduers energiegenskaber?

I det nye bygningsreglement BR10 er energitilskuddet gennem vinduerne, kaldet E_{ref} , anvendt som parameter for, hvilke vinduer der lovligt kan anvendes i opvarmede bygninger. E_{ref} kravet på minimum -33 kWh/m^2 pr. år er ikke som U-værdier et krav til det faktiske vindue, men et krav til det produktsystem, som det faktiske vindue er produceret af. E_{ref} beregnes for et referencevindue på $1230 \times 1480 \text{ mm}$ forsynet med producentens standardrude.

Ud over energikravene er der i BR10 indført krav om en minimum overfladetemperatur på $9,3^\circ\text{C}$ beregnet på den indvendige side af vinduernes karm-/rammekonstruktion.

Flere traditionelle vindueskonstruktioner har i sin nuværende form vanskeligt ved at overholde energitilskuddet på minimum -33 kWh/m^2 pr. år. Derfor har Teknologisk Institut med denne lille eksempelsamling forsøgt at komme med forbedringsforslag til en energioptimering af en traditionel vindueskonstruktion.

For at optimere et vindues energimæssige egenskaber er der flere grundlæggende parametre der kan "tunes" på - ekstra tætning mellem karm og ramme, en smallere karm-/rammekonstruktion, så glasarealet forøges, dybere karm-/ramme profiler, så isoleringsevnen forbedres, rude med en kombination af en lav U-værdi og høj g-værdi og så selvfølgelig en god varm kant i ruden, som sikrer et så lavt linjetab som muligt.

I eksemplerne er der som udgangspunkt udført beregninger på 3 forskellige konstruktioner i nåletræ og hårdtræ, alle med 2 forskellige ruder, og samtlige beregninger er udført både som forenklede beregninger iht. EN 10077-1 og avancerede 2-dimensionelle beregninger iht. EN 10077-2. Resultatet af beregningerne giver et klart billede af, at avancerede beregninger udover at frembringe temperaturen også giver et mere præcist resultat end en forenklet beregning.

Ved at sammenligne eksemplerne med egne beregninger vil det forhåbentligt give inspiration til fortsat at lave gode energirigtige vinduesløsninger, der efterlever kravene i det nye bygningsreglement BR10.

Energikrav iht. BR10 kap. 7

Fortolket af Teknologisk Institut:



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

		Vinduer og Glasydervægge	Yderdøre	Ovenlys- Vinduer (Skrå tage)	Ovenlys- Kupler (Flade tage)	Porte	Vinduer Med ekstra ramme
Nybygning	Opvarmede bygninger > 5°C	-33	1,80	-10	1,80	1,80	-33
	Lavenergibygning klasse 2015	-33	1,80	-10	1,80	1,80	-33
Tilbygning	Anvendelse af energi-/varmetabsramme	-33	1,80	-10	1,80	1,80	-33
	I rum T > 15°C og vinduesareal ≤ 22%	-33 (1,40)	(1,40)	-10 (1,70)	(1,70)	(1,40)	-33 (1,40)
	I rum 5°C < T < 15°C	-33 1,50	1,50	-10 1,80	1,80	1,50	-33 1,50
Ombygning/ udskiftning	Opvarmede bygninger > 5°C	-33 9,3	1,65	-10	1,65	1,65	1,65 9,3
Sommerhuse	Anvendelse af varmetabsramme	-33	1,80	-10	1,80	1,80	-33
	Ny-/tilbygning og vinduesareal ≤ 30%	-33 1,80	1,80	-10 1,80	1,80	1,80	-33 1,80
	Ombygning/udskiftning	-33 1,80	1,80	-10 1,80	1,80	1,80	1,80
Pavilloner	Anvendelse af energi-/varmetabsramme	-33	1,80	-10	1,80	1,80	-33
	Opstilling 0-3 år og vinduesareal ≤ 22%	-33 (1,50)	(1,50)	-10 1,80	1,80	(1,50)	-33 (1,50)
Pavilloner	Opstilling udover 3 år	-33	1,80	-10	1,80	1,80	-33
Særlige bygninger	Fredede/uopvarmede bygninger < 5°C	–	–	–	–	–	–

Min. Eref for produktsystem i kWh/m ² pr. år	Ingen krav	Altid energiramme	Min. Temperatur på vinduesramme i °C
Max U-værdi for faktisk størrelse i W/m ² K – (U-værdi i parentes kan også anvendes som max arealvægtet U-værdi for alle elementer i leverancen)			

Nåletræsvinduer

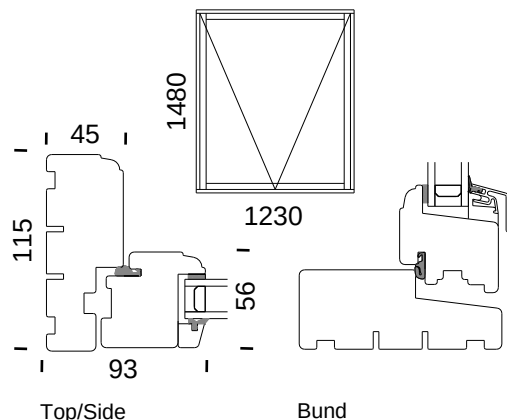


TEKNOLOGISK
INSTITUT

Forslag til energiforbedring af produktsystem – Forenklet beregninger iht. EN 10077-1

Eksempel 1:

Nuværende referencevindue



Minimum overfladetemperatur

*

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,40**

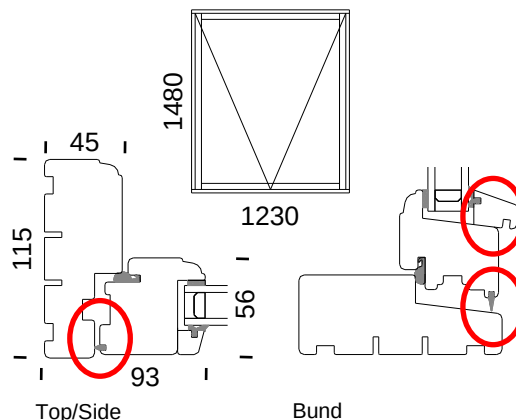
Eref med nuværende rudetype **- 35**

Uw-værdi med ny rudetype **1,51**

Eref med en ny rudetype **- 30**

Eksempel 2:

Med ekstra tætning og ny bundglasliste



Minimum overfladetemperatur

*

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,40**

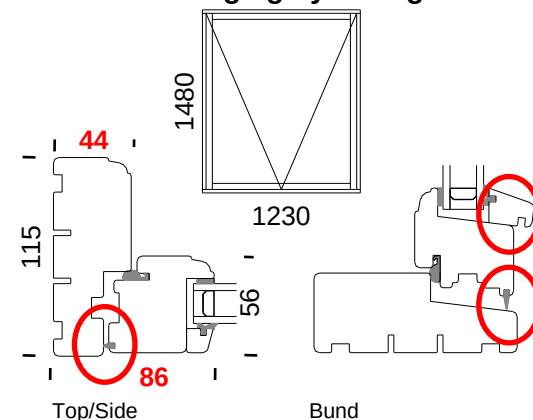
Eref med nuværende rudetype **- 35**

Uw-værdi med ny rudetype **1,51**

Eref med en ny rudetype **- 30**

Eksempel 3:

Smallere karm-/rammekonstruktion med ekstra tætning og ny bundglasliste



Minimum overfladetemperatur

*

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,39**

Eref med nuværende rudetype **-32**

Uw-værdi med ny rudetype **1,50**

Eref med en ny rudetype **-27**

Overholder krav iht. BR10

Nuværende rudetype U_g -værdi 1,12, g -værdi 0,63 og ny rudetype U_g -værdi 1,26, g -værdi 0,73 begge med varm kant. Ny bundglasliste er af træ eller komposit.

* Overfladetemperatur og forbedringer med ekstra tætning og ny bundglasliste kan ikke beregnes ved en forenklet beregning.

Nåletræs vinduer

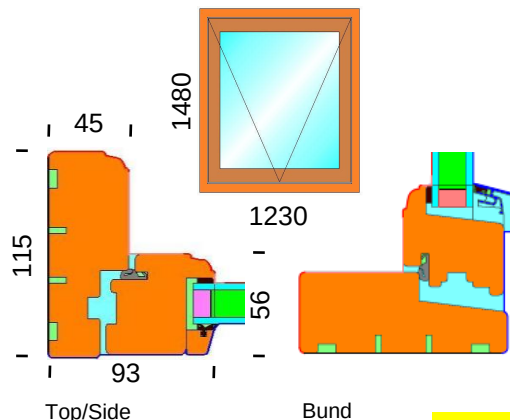


TEKNOLOGISK
INSTITUT

Forslag til energiforbedring af produktsystem – **Avanceret beregninger** iht. EN 10077-2

Eksempel 1:

Nuværende referencevindue



Minimum overfladetemperatur

12,1°

U_w-værdi med nuværende rudetype **1,35**

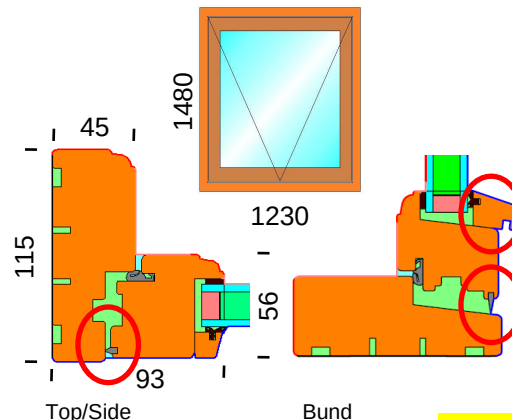
E_{ref} med nuværende rudetype **- 30**

U_w-værdi med ny rudetype **1,45**

E_{ref} med en ny rudetype **- 25**

Eksempel 2:

Med ekstra tætning og ny bundglasliste



Minimum overfladetemperatur

12,6°

U_w-værdi med nuværende rudetype **1,32**

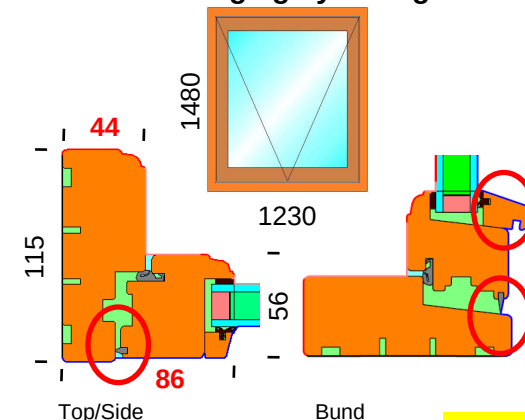
E_{ref} med nuværende rudetype **- 28**

U_w-værdi med ny rudetype **1,43**

E_{ref} med en ny rudetype **- 23**

Eksempel 3:

Smallere karm-/rammekonstruktion med ekstra tætning og ny bundglasliste



Minimum overfladetemperatur

12,4°

U_w-værdi med nuværende rudetype **1,32**

E_{ref} med nuværende rudetype **-25**

U_w-værdi med ny rudetype **1,43**

E_{ref} med en ny rudetype **-20**

Overholder krav iht. BR10

Nuværende rudetype U_g-værdi 1,12, g-værdi 0,63 og ny rudetype U_g-værdi 1,26, g-værdi 0,73 begge med varm kant. Ny bundglasliste er af træ eller komposit.

Hårdtræsvinduer

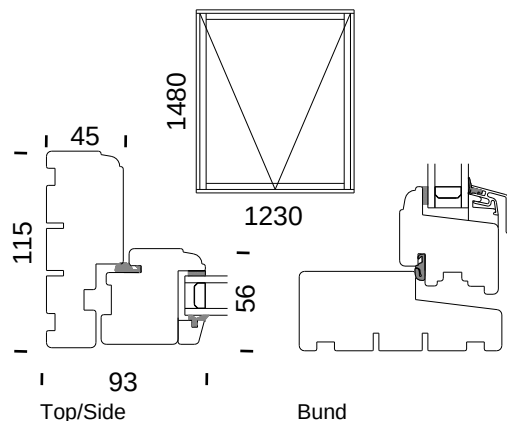


TEKNOLOGISK
INSTITUT

Forslag til energiforbedring af produktsystem – **Forenklet beregninger** iht. EN 10077-1

Eksempel 1:

Nuværende referencevindue



Minimum overfladetemperatur

*

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,48**

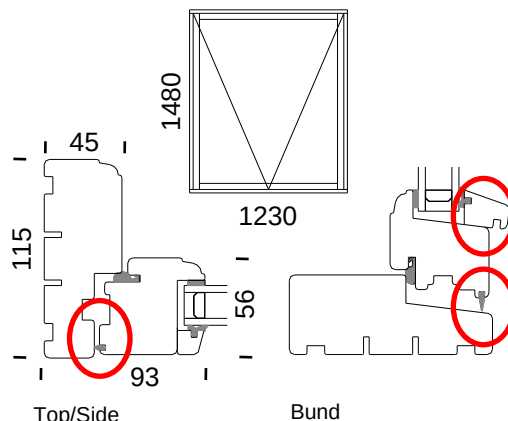
Eref med nuværende rudetype **- 42**

Uw-værdi med ny rudetype **1,58**

Eref med en ny rudetype **- 37**

Eksempel 2:

Med ekstra tætning og ny bundglasliste



Minimum overfladetemperatur

*

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,48**

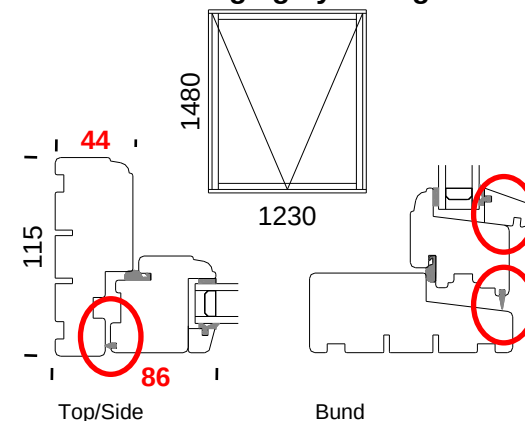
Eref med nuværende rudetype **- 42**

Uw-værdi med ny rudetype **1,58**

Eref med en ny rudetype **- 37**

Eksempel 3:

Smallere karm-/rammekonstruktion med ekstra tætning og ny bundglasliste



Minimum overfladetemperatur

*

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,46**

Eref med nuværende rudetype **-38**

Uw-værdi med ny rudetype **1,57**

Eref med en ny rudetype **-33**

Nuværende rudetype U_g -værdi 1,12, g -værdi 0,63 og ny rudetype U_g -værdi 1,26, g -værdi 0,73 begge med varm kant. Ny bundglasliste er af træ eller komposit.

* Overfladetemperatur og forbedringer med ekstra tætning og ny bundglasliste kan ikke beregnes ved en forenklet beregning.

Hårdttræs vinduer

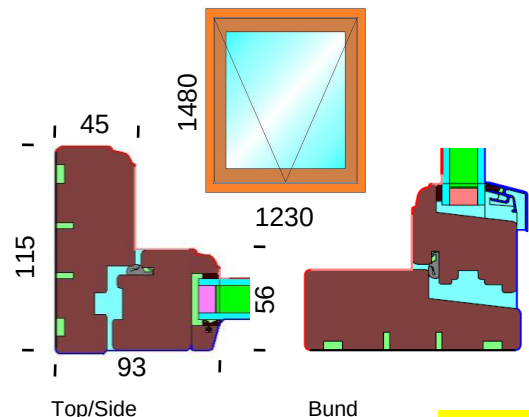


TEKNOLOGISK
INSTITUT

Forslag til energiforbedring af produktsystem – **Avanceret beregninger** iht. EN 10077-2

Eksempel 1:

Nuværende referencevindue

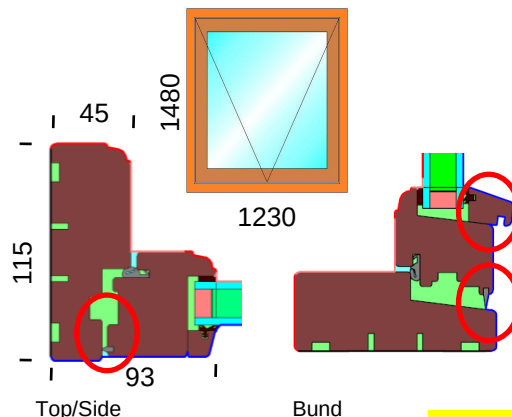


Minimum overfladetemperatur

12,1°

Eksempel 2:

Med ekstra tætning og ny bundglasliste

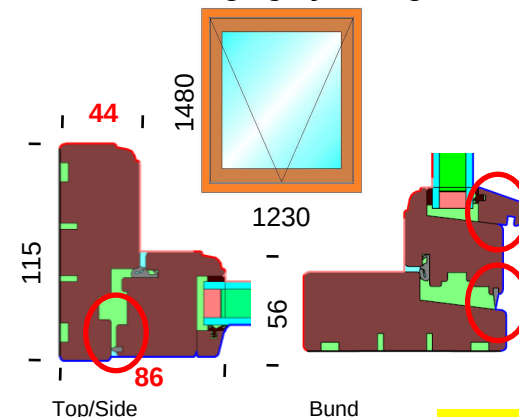


Minimum overfladetemperatur

12,6°

Eksempel 3:

Smallere karm-/rammekonstruktion med ekstra tætning og ny bundglasliste



Minimum overfladetemperatur

12,4°

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,42**

Eref med nuværende rudetype **- 37**

Uw-værdi med ny rudetype **1,53**

Eref med en ny rudetype **- 32**

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,40**

Eref med nuværende rudetype **- 35**

Uw-værdi med ny rudetype **1,51**

Eref med en ny rudetype **- 30**

Uw-værdi med nuværende rudetype **1,39**

Eref med nuværende rudetype **-32**

Uw-værdi med ny rudetype **1,50**

Eref med en ny rudetype **-27**

Overholder krav iht. BR10

Nuværende rudetype U_g -værdi 1,12, g -værdi 0,63 og ny rudetype U_g -værdi 1,26, g -værdi 0,73 begge med varm kant. Ny bundglasliste er af træ eller komposit.

Referencevindue - Definition



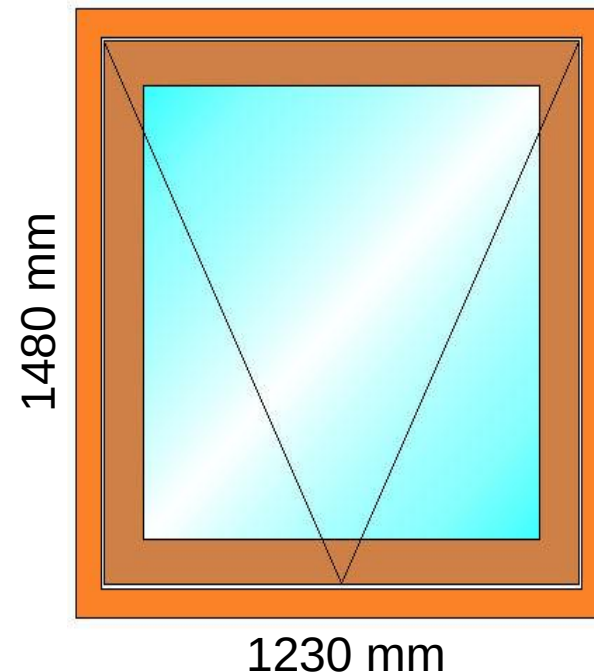
TEKNOLOGISK
INSTITUT

Et produktsystem er udtryk for produkter der er produceret med identiske delkomponenter, herunder karm, ramme, beslag, og rude.

Et referencevindue for et produktsystem er et 1- fags oplukkeligt vindue i den europæiske standardstørrelse 1230 mm x 1480 mm uden poste og sprosser forsynet med producentens standardrude.

Størrelsen på referencevinduet er den samme for både vinduer og ovenlysvinduer.

Producentens standardrude defineres som den mest anvendte rude i det pågældende produktsystem.

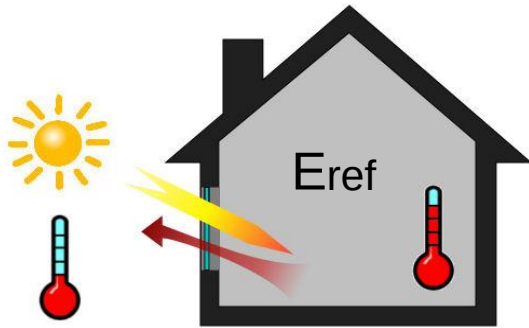


Et referencevindue i den europæiske standardstørrelse 1230 mm x 1480 mm er blevet indført, for at forbrugerne i EU-landene kan sammenligne de forskellige produktsystemer på lige vilkår.

E_{ref} - Definition



TEKNOLOGISK
INSTITUT



I det nye bygningsreglement BR10 er energitilskuddet gennem vinduerne, kaldet E_{ref}, anvendt som parameter for, hvilke vinduer der lovligt kan anvendes i opvarmede bygninger. E_{ref} kravet på minimum -33 kWh/m² pr. år er ikke som U-værdier et krav til det faktiske vindue, men et krav til det produktsystem, som det faktiske vindue er produceret af.

E_{ref} beregnes for et referencevindue på 1230 x 1480 mm forsynet med producentens standardrude.

E_{ref} står for Energitilskuddet for et referencevindue i et referencehus, og tallet tager både højde for varmetabet (U-værdien) og energitilskuddet fra solen (g-værdien). Tidligere var der kun krav til vinduets U-værdi, men ved at indføre E_{ref} i BR10 medregnes nu det energitilskud, som solen bidrager med gennem ruden og ind i bygningen. Typisk er E_{ref} tallet negativt, hvilket betyder, at det over en fyringssæson bidrager negativt til varmeregningen.

E_{ref} for referencevinduet bestemmes ud fra følgende formel:

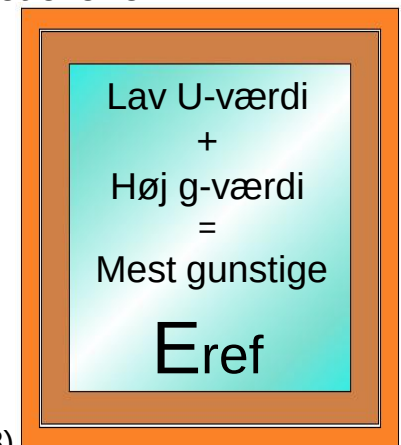
$$E_{\text{ref}} \text{ for vinduer} = 196,4 \cdot g_w - 90,36 \cdot U_w \text{ [kWh/m}^2 \text{ pr. år]}$$

$$E_{\text{ref}} \text{ for ovenlysvinduer} = 345 \cdot g_w - 90,36 \cdot U_w \text{ [kWh/m}^2 \text{ pr. år]}$$

U_w = hele vinduets U-værdi i W/m² K

g_w = hele vinduets g-værdi i procent

196,4 og 345 samt 90,36 er konstanter iht. energiberegninger for et dansk referencehus (DS 418)



Overfladetemperatur - Definition



TEKNOLOGISK
INSTITUT



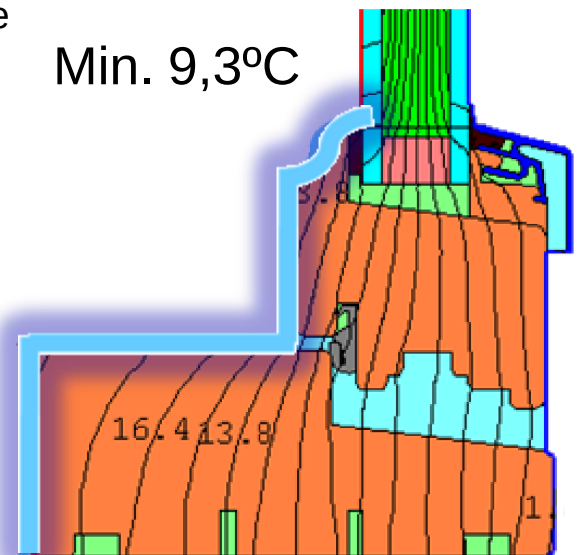
I det nye bygningsreglement BR10 er der indført krav om en minimum overfladetemperatur på $9,3^{\circ}\text{C}$ beregnet på den indvendige side af vinduernes karm-/rammekonstruktion.

Kravet er iht. BR10 stillet for at afhjælpe problemet med kondens på den indvendige overflade af vinduesrammen.

Kravet er defineret ved at overfladetemperaturen på den indvendige side af vinduernes karm-/rammekonstruktion (ved 20°C inde og 0°C ude) ikke må være lavere end $9,3^{\circ}\text{C}$. Krav om mindste temperatur gælder ikke for vinduesgreb og låsecylinder.

Hvis der i en byggesag, udført iht. BR10, er tvivl om temperaturen på de indvendige vinduesrammer, kan producenten som dokumentation få foretaget en beregning af overfladetemperaturen på det produktsystem, som er anvendt i det aktuelle byggeri.

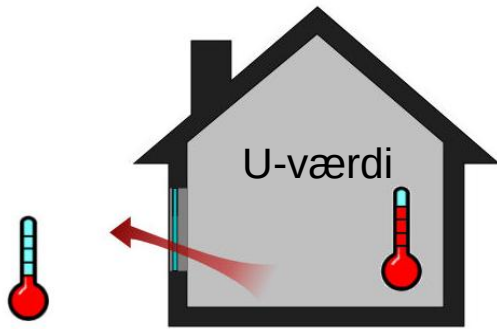
"BR10 kravet til overfladetemperaturen er iht. DS/EN ISO 10077-2 baseret på en 2-dimensionel beregning ved 20°C inde og 0°C ude. Temperaturen kan derfor lokalt være lavere end kravet, da beregningsmetoden ikke tager hensyn til bl.a. hjørnesamlinger og intern konvektion"



U-værdi - Definition



TEKNOLOGISK
INSTITUT



I det nye bygningsreglement BR10 er varmetabet (U-værdien), gennem en konstruktion anvendt som parameter for, hvilke konstruktioner der lovligt kan anvendes i opvarmede bygninger.

Kravet i BR10 til en max U-værdi for vinduer, yderdøre, ovenlysvinduer, ovenlyskupler, porte og forsatsvinduer gælder for den faktiske produktstørrelse.

U-værdi, også kaldet transmissionskoefficient, angiver, hvor stor en varmemængde, målt i W, der i løbet af en time strømmer gennem 1 m² af konstruktionen, når temperaturforskellen mellem den indvendige og den udvendige side er 1°C. Jo mindre U-værdien er, desto bedre isolerer konstruktionen.

Formel til beregning af U-værdi for vinduer:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + L_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f}$$

U_w = hele vinduets U-værdi i W/m² K

U_g = glassets U-værdi i W/m² K

U_f = ramme-karmareals U-værdi i W/m² K

Ψ_g = linjetab (psi værdi)

A_g = synligt glasareal i m²

A_f = ramme-karmareal i m²

L_g = omkredsen af glasset i m

A_w = areal af vindue i m²

og

Arealvægtet U-værdi for leverancen:

$$\frac{A_{w1} \cdot U_{w1} + A_{w2} \cdot U_{w2} + A_{w3} \cdot U_{w3} + A_{w4} \cdot U_{w4}}{A_{w1} + A_{w2} + A_{w3} + A_{w4}}$$

 = Vindue nr. 1 i leverancen

 = Vindue nr. 2 i leverancen

 = Vindue nr. 3 i leverancen

 = Vindue nr. 4 i leverancen

Brug for hjælp - kontakt



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Anne Svendsen:
Direkte tlf: 72 20 38 19
Mail: ans@teknologisk.dk



Henrik Brinch:
Direkte tlf: 72 20 11 41
Mail: hbj@teknologisk.dk

