

. Aannames evaluatie warmteverlies glas

- **Locatie:** Eelde / Groningen (noordoosten, relatief koud).
Gemiddeld stookseizoen daar ≈ 2700 graaddagen (GD) bij 18°C
referentie. infoplaza.com
 - **Binnentemperatuur:**
 - 07:00–22:00 $\rightarrow 20^\circ\text{C}$ (15 uur)
 - 22:00–07:00 $\rightarrow 15^\circ\text{C}$ (9 uur)Gemiddelde over 24 uur: $T_{\text{binnen,gem}} = (20 \cdot 15 + 15 \cdot 9)/24 \approx 18,1^\circ\text{C}$ Dat ligt praktisch gelijk aan de 18°C die standaard voor graaddagen wordt gebruikt, dus dat sluit mooi aan. SlimmemeterPortal.nl
 - **U-waarden (warmtedoorgangscoefficienten)** voor glas (alleen het glas, geen kozijn):
 - Enkel glas: $U \approx 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Gewoon dubbel glas: $U \approx 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Modern 3-voudig glas (HR+++): $U \approx 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - **Graaddagen-methode:**
 - HDD (heating degree days) $\approx 2700 \text{ K}\cdot\text{dag/jaar}$ voor Eelde, referentie 18°C . infoplaza.com
 - **Aardgas (onderwaarde, 100% ketelrendement):**
 - Onderwaarde aardgas $\approx 31,65 \text{ MJ/m}^3 \rightarrow 8,79 \text{ kWh per m}^3$ gas. Wikipedia+1
-

2. Formule voor warmtevraag door het glas

Voor 1 m^2 glas per jaar:

$$Q_{\text{jaar}}(\text{kWh/m}^2) = U \cdot \text{HDD} \cdot \frac{24}{1000}$$

waarbij:

- U in $\text{W/m}^2\text{K}$
- HDD in $\text{K}\cdot\text{dag/jaar}$
- 24 \rightarrow uren per dag
- 1000 \rightarrow van Wh naar kWh

Met HDD = 2700:

Enkel glas ($U = 5,8$)

$$Q = 5,8 \cdot 2700 \cdot \frac{24}{1000} \approx 376 \text{ kWh/m}^2 \text{ pjaar}$$

Dubbel glas (U = 2,8)

$$Q \approx 2,8 \cdot 2700 \cdot \frac{24}{1000} \approx 181 \text{ kWh/m}^2 \text{ pjaar}$$

3-voudig glas (U = 0,7)

$$Q \approx 0,7 \cdot 2700 \cdot \frac{24}{1000} \approx 45 \text{ kWh/m}^2 \text{ pjaar}$$

3. Omrekening naar m³ gas (onderwaarde, 100% rendement)

$$\text{m}^3 \text{ gas} = \frac{\text{kWh}}{8,79}$$

Jaarverbruik per m² glas

Type glas Warmteverlies (kWh/m²·jr) Gasverbruik (m³/m²·jr)

Enkel	≈ 376 kWh	≈ 42,7 m ³
Dubbel	≈ 181 kWh	≈ 20,6 m ³
3-voudig	≈ 45 kWh	≈ 5,2 m ³

(afgerond op één decimaal)

4. Besparing per m² glas in m³ gas en kWh

Van enkel naar dubbel glas

- Besparing:

$$376 - 181 \approx 194 \text{ kWh/m}^2 \text{ pjr}$$
$$\frac{194}{8,79} \approx 22,1 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2 \text{ pjr}$$

Van enkel naar 3-voudig glas

- Besparing:

$$376 - 45 \approx 330 \text{ kWh/m}^2\text{pjr}$$

$$\frac{330}{8,79} \approx 37,6 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2\text{pjr}$$

Van dubbel naar 3-voudig glas

- Besparing:

$$181 - 45 \approx 136 \text{ kWh/m}^2\text{pjr}$$

$$\frac{136}{8,79} \approx 15,5 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2\text{pjr}$$

Samengevat per m² glas per jaar:

Overgang	Besparing (kWh/m ² ·jr)	Besparing (m ³ gas/m ² ·jr)
Enkel → Dubbel	≈ 194 kWh	≈ 22 m ³
Enkel → 3-voudig	≈ 330 kWh	≈ 38 m ³
Dubbel → 3-voudig	≈ 136 kWh	≈ 15,5 m ³

5. Hoe dit te gebruiken

Wil je een raamoppervlak van bijvoorbeeld **10 m²** omrekenen:

- Enkel → 3-voudig:
 - Besparing ≈ 38 m³/m²·jr × 10 m² ≈ **380 m³ gas per jaar**
(en ≈ 3.300 kWh warmtevraag minder)
-

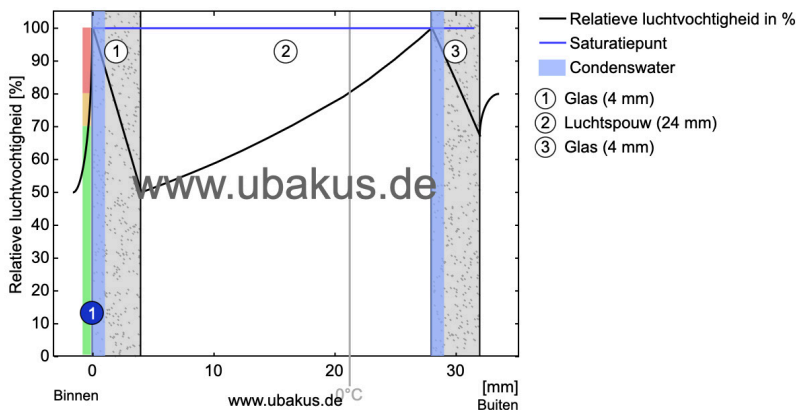
Let op (beperkingen)

- Dit gaat alleen over **transmissieverlies door het glas** zelf (geen rekening met kozijnen, kierdichting, ventilatie, zoninstraling, wind, etc.).
- HDD voor Eelde en U-waarden zijn **typische waarden**; exacte cijfers hangen af van werkelijk klimaatjaar en type beglazing.

ISDE subsidies zijn mogelijk vanaf € 111/m². Dubbel glas kost circa € 150/m² exclusief plaasten (Dubbelglasnu BV - Bedum)

6.Details warmteverlies en vocht

Het volgende diagram toont de luchtvochtigheid binnenin de component, 100% = condensatie.



#	Materiaal	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temp. [°C] min max	μ d-waarde [m]	Condenswater [kg/m ²] [%]	Gewicht [kg/m ²]	Warmtecapaciteit [J/(kg·K)]
Warmteovergangswaarde			0,130 (0,250)	7,0 20,0				
1	0,4 cm Glas	0,760	0,005	6,7 7,0	4.000,00	-	10,0	840
2	2,4 cm Luchtspouw (niet geventileerd)	0,134	0,179	-2,6 6,7	0,01	-0	0,0	1000
3	0,4 cm Glas	0,760	0,005	-2,9 -2,6	4.000,00	-	10,0	840
Warmteovergangswaarde			0,040	-5,0 -2,9				
3,2 cm Gehele constructie			0,360		8.000,01	-	20,0	