

## A1.3 Oefenvraagstukken Warmte & Vocht: Warmteweerstand Doorgangscoefficiënt (20250101)

### Vraag 1

Welke stelling met betrekking tot de U waarde is juist?

- a. Hoe hoger de U waarde hoe hoger de warmteweerstand van een constructie
- b. De U waarde is omgekeerd evenredig met de warmteweerstand van de bouwkundige constructie
- c. De U waarde is omgekeerd evenredig met de totale warmteweerstand van een constructie
- d. De U waarde geeft aan hoe groot de warmtestroom is door een constructie per graad temperatuurverschil is

### Vraag 2

De warmtedoorgangscoefficiënt wordt uitgedrukt in de volgende eenheid:

- a.  $m^2.K/W$
- b.  $W/m^2.K$
- c.  $W/m.K$

Uitwerking:

Het betreft immers de U-waarde.

### Vraag 3

De U-waarde van het glas in de ramen is gelijk aan  $1,70 W/m^2.K$ . Dit betekent dat is toegepast:

- a. Enkelglas
- b. Dubbelglas
- c. Driedubbelglas
- d. HR-glas
- e. HR++ glas

Uitwerking:

Enkelglas heeft een u-waarde van  $5,7 W/m^2K$

Dubbelglas heeft een U-waarde van  $3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Driedubbelglas heeft een U-waarde van  $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$   
HR-glas heeft een U-waarde van  $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$   
HR++ glas heeft een U-waarde van  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### Vraag 4

Welk aspect bepaalt in belangrijke mate de warmtedoorgangscoefficiënt van enkelglas ( $U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ )?

- De warmteweerstand van het glas
- De overgangsweerstand aan de binnen
- De dikte van het glas
- De overgangsweerstand aan de buitenzijde

Uitwerking:

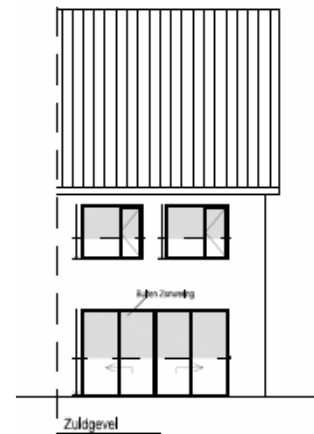
De overgangsweerstand aan de binnenzijde is  $0,13 \text{ m}^2\text{K/W} \rightarrow U\text{-waarde} = 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### Vraag 5

Als gevolg van mogelijke koudeval bij de schuifpui in een achtergevel wil de architect een convectorput aanbrenge

Wat zou hiervoor een alternatief zijn?

- De U-waarde van het glas verhogen
- De U-waarde van het glas verlagen
- De qv-10 waarde verlagen
- De ZTA-waarde verhogen



Uitwerking

Een lagere U-waarde geeft een hogere isolatiewaarde.

#### Vraag 6

Gegeven een constructie opgebouwd uit de volgende lagen (van binnen naar buiten)

- 200 mm cellenbeton ( $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$ )
- 50 mm schapenwol ( $\lambda = 0,035 \text{ W/m.K}$ )

- luchtspouw ( $R = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
- 12 mm harde kunststofplaat

**Hoe groot is de warmtedoorgangscoefficiënt U in  $\text{W/m}^2\text{K}$ ?**

- a.  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- b.  $0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$**
- c.  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
- d.  $0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$
- e.  $0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$

*Uitwerking*

$$U = 1/(R_i) = 1/(r_e + R_c + r_i) = 1/(R_c + 0,17) = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### **Vraag 7**

De minimaal vereiste  $R_c$ -waarde (van dichte delen van uitwendige scheidingsconstructies) van nieuwe gebouwen is op dit moment  $2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Deze eis wordt binnenkort waarschijnlijk aangescherpt tot minimaal  $3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

**Hoeveel procent neemt de maximale U-waarde van de dichte constructiedelen hierdoor af?**

- a. 27%**
- b. 29%
- c. 35%
- d. 39%
- e. 40%

*Uitwerking*

$$U = 1/(R_c + 0,17)$$

$$\text{Nu: } U = 1/2,67 = 0,375$$

$$\text{Straks: } U = 1/3,67 = 0,272$$

$$\text{Verschil: } (0,375 - 0,272)/0,375 = 27\%$$

### **Vraag 8**

Het Bouwbesluit stelt thans als eis dat de  $R_c$  van buitenwanden en daken minimaal  $2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$  moet zijn. Stel dat deze eis wordt verhoogd naar minimaal  $4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

**Hoeveel neemt de U-waarde van buitenwanden en daken dan af ten opzichte van de huidige eis?**

- a. 0,667 W/m<sup>2</sup>K
- b. 0,15 W/m<sup>2</sup>K
- c. 0,25 W/m<sup>2</sup>K
- d. 0,135 W/m<sup>2</sup>K
- e. 0,32 W/m<sup>2</sup>K

Uitwerking

$$R_{c,\text{minimaal}} 2,5 \rightarrow U_{\text{maximaal}} = 1/(2,5 + 0,17) = 0,375 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R_{c,\text{minimaal}} 4,0 \rightarrow U_{\text{maximaal}} = 1/(4,0 + 0,17) = 0,240 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Afname} = 0,375 - 0,24 = 0,135 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Vraag 9**

De gebouwomhulling van een woning bestaat uit de volgende delen:

- 80 m<sup>2</sup> gevel  $U_{\text{gem}} = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 220 m<sup>2</sup> overig  $U_{\text{gem}} = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$

De gevel bestaat voor 30 m<sup>2</sup> uit glas, de U-waarde van de dichte delen c.q. de rest van de gevel is  $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Welke van de onderstaande beweringen is waar?**

- a. Het glas is HR<sup>++</sup> glas met  $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- b. Het glas is HR<sup>++</sup> glas met  $U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- c. Het glas is HR<sup>++</sup> glas met  $R_c = 0,46 \text{ m}^2\text{K/W}$
- d. Het glas is HR<sup>++</sup> glas met  $R_c = 0,83 \text{ m}^2\text{K/W}$
- e. Het glas is HR<sup>++</sup> glas met  $R_i = 0,63 \text{ m}^2\text{K/W}$

Uitwerking:

Het gaat alleen om de gevel. De rest van de gebouwomhulling speelt niet mee in deze opgave. De gemiddelde U-waarde van de gevel volgt uit:

$$U_{\text{gem}} = (A_{\text{glas}} \cdot U_{\text{glas}} + A_{\text{dicht}} \cdot U_{\text{dicht}}) / A_{\text{gevel}} \text{ zodat } U_{\text{glas}} = (U_{\text{gem}} \cdot A_{\text{gevel}} - A_{\text{dicht}} \cdot U_{\text{dicht}}) / A_{\text{glas}}$$

$$U_{\text{glas}} = (0,575 \cdot 80 - 50 \cdot 0,2) / 30 = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Vraag 10**

De woningscheidende wand heeft een oppervlak van 54 m<sup>2</sup>. De opbouw van deze wand is als volgt: 120 mm kalkzandsteen ( $\lambda_{\text{reken}} = 1,00 \text{ W/m.K}$ ), 60 mm spouw ( $R_{\text{spouw}} = 0,18 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) en 120 mm kalkzandsteen ( $\lambda_{\text{reken}} = 1,00 \text{ W/m.K}$ ).  $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  en  $R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

**De U-waarde van deze wand is gelijk aan:**

- a. 2,38 W/m<sup>2</sup>.K
- b. 1,69 W/m<sup>2</sup>.K
- c. 1,47 W/m<sup>2</sup>.K

*Uitwerking:*

$$R_i = 0,13 + 0,12/1 + 0,18 + 0,12/1 + 0,13 = 0,68 \text{ m}^2\cdot\text{K/W} \rightarrow U = 1/0,68 = 1,47 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

### **Vraag 11**

Materiaalgegevens:

Hout		$\lambda_{\text{reken}} = 0,17 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Houtwolcementplaat		$\lambda_{\text{reken}} = 0,15 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Gipsplaat		$\lambda_{\text{reken}} = 0,21 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Dakbedekking + grind		$R = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
Spouw:	verticaal	$R_{\text{spouw}} = 0,18 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
	horizontaal	$R_{\text{spouw}} = 0,15 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ (warmtestroom naar boven)
		$R_{\text{spouw}} = 0,20 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ (warmtestroom naar beneden)

Het dak van de garage is bij de bouw van de woning maar matig geïsoleerd, doch in prima staat.

Deze is van binnen naar buiten opgebouwd uit houten gordingen (61 x 171 mm) 50 mm houtwolcementplaat, kunststof dakbedekking en 40 mm grind als ballast.

**De U-waarde van het bestaande dak van de garage is gelijk aan:**

- a. 0,65 W/m<sup>2</sup>.K
- b. 1,84 W/m<sup>2</sup>.K
- c. 0,73 W/m<sup>2</sup>.K
- d. 2,99 W/m<sup>2</sup>.K

*Uitwerking:*

$R_{\text{totaal}} = 0,13 + 0,05/0,15 + 0,04 + 0,04 = 0,543 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ , dus  $U = 1,84 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , dus b is juist.

### Vraag 12

Een architect stelt voor het dak aan de binnenzijde te isoleren én aan de buitenzijde.

Opbouw:

- 9 mm gipsplaat
- Houten regelwerk onder tegen de gordingen
- Een dampremmende laag
- 60 mm minerale wol tussen de gordingen
- Spouw
- 50 mm houtwolcementplaten
- Kunststof dakbedekking
- 80 mm harde PUR-platen
- Grind als ballast

Volgens berekening bedraagt de U-waarde van de aangepaste dakconstructie:

- a. 0,51 m<sup>2</sup>.K/W
- b. 0,41 m<sup>2</sup>.K/W
- c. 0,31 m<sup>2</sup>.K/W
- d. 0,21 m<sup>2</sup>.K/W

Uitwerking:

$$R_{\text{totaal}} = 0,13 + 0,01 / 0,21 + 0,06 / 0,041 + 0,05 / 0,15 + 0,15 + 0,04 + 0,08 / 0,032 + 0,04 =$$

$$4,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K};$$

$$U = 0,21 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

### Vraag 13

De uitwendige scheidingsconstructies van een gebouw bestaan voor 70% uit geïsoleerde dichte delen met een  $R_c$  waarde van 2,5 m<sup>2</sup>K/W, voor 20% uit ramen met een U-waarde van 1,5 W/m<sup>2</sup>K en voor 10% uit ongeïsoleerde dichte delen met een  $R_c$ -waarde van 0,3 m<sup>2</sup>K/W.

Wat is de gemiddelde U-waarde van deze uitwendige scheidingsconstructie?

- a. 0,48 W/m<sup>2</sup>K
- b. 0,59 W/m<sup>2</sup>K
- c. 0,73 W/m<sup>2</sup>K
- d. 0,77 W/m<sup>2</sup>K
- e. 0,91 W/m<sup>2</sup>K

Uitwerking:

$$70\% R_c, 2,5 \rightarrow U_{70\%} = 1/(2,5 + 0,17) = 0,375 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$10\% R_c, 0,3 \rightarrow U_{\text{ongeïsoleerd}} = 1/(0,3 + 0,17) = 2,13 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$20\% U_{20\%} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{gem}} = 0,26 + 0,21 + 0,3 = 0,77 \text{ m}^2\text{K/W}$$

#### Vraag 14

De gevel van een gebouw bestaat uit:

- 100 m<sup>2</sup> geïsoleerde dichte delen met een R<sub>c</sub> waarde van 2,5 m<sup>2</sup>K/W
- 30 m<sup>2</sup> ramen met een U-waarde van 1,5 W/m<sup>2</sup>K

**Wat is de gemiddelde U-waarde van deze gevel?**

- a. 0,60 W/m<sup>2</sup>K
- b. 0,81 W/m<sup>2</sup>K
- c. 0,86 W/m<sup>2</sup>K
- d. 0,99 W/m<sup>2</sup>K
- e. 1,05 W/m<sup>2</sup>K

Uitwerking:

$$U\text{-waarde dichte delen} = 1 / 2,67 = 0,3745$$

$$\text{Gem. U-waarde} = (0,3745 + 0,3 \cdot 1,5) / 1,3 = 0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### Vraag 15

Om een raam beter isolerend te maken wordt de spouw gevuld met een gas dat minder goed de warmte geleidt dan lucht. In onderstaande tabel is de warmtegeleidingscoëfficiënt van een aantal gassen gegeven die voor spouwvulling gebruikt worden.

Gas	Warmtegeleidingscoëfficiënt W/(m.K) (bij 300 K)
Lucht	0,026
Argon	0,018
Krypton	0,0095
Xenon	0,0055

**Bij welke combinatie van spouwbreedte en type spouwvulling is de U-waarde het hoogst?**

Neem aan dat de warmteoverdracht door straling in alle gevallen hetzelfde is en dat de overdracht door convectie verwaarloosbaar is.

- a. 26 mm lucht
- b. 18 mm Argon
- c. 9,5 mm Krypton
- d. 5,5 mm Xenon
- e. Bij allemaal is de  $U$ -waarde gelijk

*Uitwerking:*

$$d_{\text{lucht}}/\lambda_{\text{lucht}} = 0,026/0,026 = 1$$

$$d_{\text{Argon}}/\lambda_{\text{Argon}} = 0,018/0,018 = 1$$

$$d_{\text{krypton}}/\lambda_{\text{krypton}} = 0,0095/0,0095 = 1$$

$$d_{\text{xenon}}/\lambda_{\text{xenon}} = 0,0055/0,0055 = 1$$

**Vraag 16**

Om een raam beter isolerend te maken wordt de spouw gevuld met een gas dat minder goed de warmte geleidt dan lucht. In onderstaande tabel is de warmtegeleidingscoëfficiënt van een aantal gassen gegeven die voor spouwvulling gebruikt worden.

Gas	Warmtegeleidingscoëfficiënt W/(m.K) (bij 300 K)
Lucht	0,026
Argon	0,018
Krypton	0,0095
Xenon	0,0055

**Bij welke combinatie van spouwbreedte en type spouwvulling is de  $U$ -waarde het laagst?**

Neem aan dat de warmteoverdracht door straling in alle gevallen hetzelfde is en dat de overdracht door convectie verwaarloosbaar is.

- a. 20 mm lucht
- b. 15 mm Argon
- c. 10 mm Krypton
- d. 5 mm Xenon
- e. Bij allemaal is de  $U$ -waarde gelijk

*Uitwerking:*

$$R = d_{\text{lucht}}/\lambda_{\text{lucht}} = 0,020/0,026 = 0,77$$

$$U = 1 / 0,77 = 1,3 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R = d_{\text{Argon}}/\lambda_{\text{Argon}} = 0,015/0,018 = 0,83$$

$$U = 1 / 0,83 = 1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R = d_{\text{krypton}}/\lambda_{\text{krypton}} = 0,01/0,0095 = 1,05$$

$$U = 1 / 1,05 = 0,95 \text{ m}^2\text{K/W}$$



$$R = d_{\text{xenon}}/\lambda_{\text{xenon}} = 0,005/0,0055 = 0,91 \quad U = 1 / 0,91 = 1,1 \text{ m}^2\text{K/W}$$

### Vraag 17

Gegeven een constructie met een  $R_c$ -waarde van  $4,83 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

**Wat is de U-waarde van deze constructie?**

- a. 0,20  $\text{W/m}^2\text{K}$
- b. 5,00  $\text{W/m}^2\text{K}$
- c. 4,66  $\text{W/m}^2\text{K}$
- d. 0,21  $\text{W/m}^2\text{K}$
- e. 0,38  $\text{W/m}^2\text{K}$

Uitwerking:

$$U = 1 / (R_c + 0,17) = 1 / (4,83 + 0,17) = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### Vraag 18

De gevel van een gebouw bestaat voor 40% uit een geïsoleerde muur en voor 60% uit ramen met een U-waarde van  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Men wil dat de gevel een gemiddelde U-waarde heeft van  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Hoe groot moet de U-waarde van de muur dan minimaal zijn?**

- a. 1,2  $\text{W/m}^2\text{K}$
- b. 0,2  $\text{W/m}^2\text{K}$
- c. 2,75  $\text{W/m}^2\text{K}$
- d. 2,5  $\text{W/m}^2\text{K}$
- e. Geen van bovenstaande antwoorden is juist

Uitwerking:

Dit lukt dus niet, want de gewogen warmtedoorgang door het raam ( $0,6 \cdot 1,0 = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) is al meer dan de gevraagde gemiddelde U-waarde van  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  dus is antwoord e het juiste antwoord.

Als je aan het rekenen slaat kom je daar natuurlijk ook achter.

$$U_{\text{gem}} = 0,4 \cdot U_{\text{muur}} + 0,6 \cdot U_{\text{raam}} \text{ ofwel}$$

$$U_{\text{muur}} = (U_{\text{gem}} - 0,6 \cdot U_{\text{raam}}) / 0,4 = (0,5 - 0,6 \cdot 1,0) / 0,4 \text{ ja, en dan krijg je een negatief getal ...}$$