

# Warmte

Boek: §1.3 t/m §1.7

*Ch*

- oefenopgaven
- temperatuurspanningen
- thermische isolatie eisen
- ramen en deuren
- samengestelde constructies

*Ch*

Warmtestroomdichtheid:  $q = \frac{\Delta T}{R}$  [W/m<sup>2</sup>]

Warmteweerstand:  $R_m = \frac{d}{\lambda}$  [m<sup>2</sup>K/W]

Warmteweerstand:  $R_c = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

Warmteweerstand:  $R_{l.o.l} = R_e + R_c + R_i$

Warmtedoorgcoëff.:  $U = \frac{1}{R_{l.o.l}}$  [W/m<sup>2</sup>K]

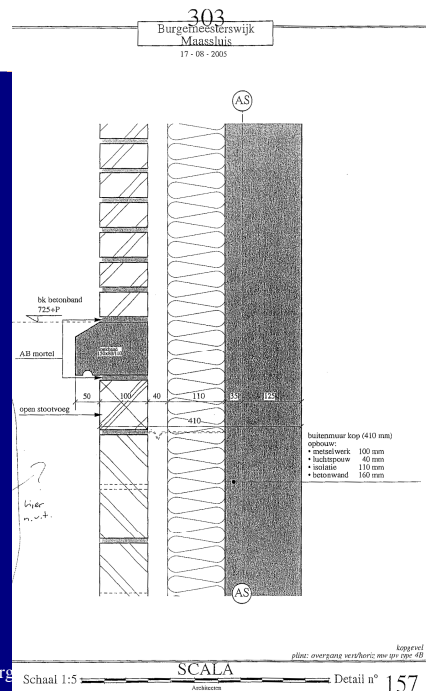
Warmtestroomdichtheid:  $q = U \cdot \Delta T$  [W/m<sup>2</sup>]

Ch

- Metselwerk  $\lambda = 1,0$  W/m·K
- Minerale wol  $\lambda = 0,040$  W/m·K
- Beton  $\lambda = 2,0$  W/m·K
- Rspouw =  $0,17$  m<sup>2</sup>·K/W

- $r_e = 0,04$  m<sup>2</sup>·K/W
- $r_i = 0,13$  m<sup>2</sup>·K/W
- $T_i = 18$  °C;  $T_e = 0$  °C

- Bepaal  $R_c$
- Bepaal  $R_l$
- Bepaal  $T_{i,o}$
- Bepaal  $U$  [W/m<sup>2</sup>·K]
- Bepaal  $Q$  (W) bij  $A = 12$  m<sup>2</sup>
- Teken temperatuurverloop



## Temperatuurspanning, blz 26

- te grote  $\Delta T$  of te snelle verandering dan scheuren
- 2 lagen in 1 constructie met verschillende  $\alpha$  kan ook scheuren veroorzaken

Ch

## Temperatuurspanning,

- Aluminium vliesgevel

$$T_{\text{montage}} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{min}} = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

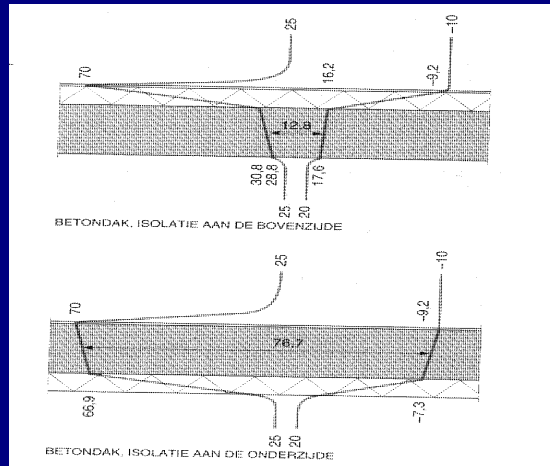
$$T_{\text{max}} = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t = 0,023 \times 7 \times 25 = -4 \text{ mm}$
- $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t = 0,023 \times 7 \times 30 = +4,8 \text{ mm}$

Ch

## Temperatuurspanning, blz 26

■  $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$



Cauberg-Huygen

7

## Warmtedoorgangscoefficiënt van ramen en deuren

- ◆ Warmtetransport door glas en kozijn
- ◆ opbouw kozijn bepaald dus mede U-waarde totaal element
- ◆ Tabel in NEN 1068/NPR 2068 “thermische isolatie van gebouwen”

Ch

Cauberg-Huygen

8

## Warmtedoorgangscoefficiënt van ramen en deuren

Type A:  
 Houten/kunststof  
 kozijnen

Type B:  
 Aluminium kozijnen  
 met thermische  
 onderbreking

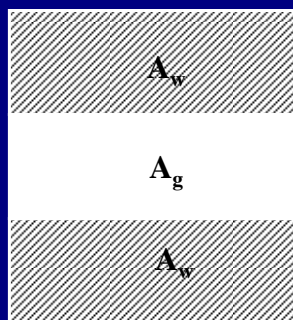
Type C:  
 zonder thermische  
 onderbreking

Panelen ??

Tabel 10 — Rekenwaarden warmtedoorgangscoefficiënten van ramen,  $U_w$ , in  $W/(m^2K)$  volgens NPR 2068

$U_{glas}$	Kozijntype A ( $U_t = 2,4 W/m^2K$ )	Kozijntype B ( $U_t = 3,8 W/m^2K$ )	Kozijntype C ( $U_t = 7,0 W/m^2K$ )
5,8	5,2	5,4	6,2
3,3	3,3	3,6	4,5
3,2	3,2	3,6	4,4
3,0	3,0	3,4	4,2
2,8 (dubbelglas)	2,9	3,3	4,1
2,6	2,8	3,2	4,0
2,4	2,6	3,1	3,9
2,2	2,5	2,9	3,7
2,0 (HR-glas)	2,3	2,8	3,6
1,8	2,2	2,6	3,5
1,6 (HR <sup>2</sup> -glas)	2,0	2,5	3,3
1,4	1,9	2,4	3,2
1,2 (HR <sup>++</sup> -glas)	1,8	2,2	3,0
1,0	1,6	2,1	2,9
0,9	1,5	2,0	2,8
0,7	1,4	1,9	2,7
0,5	1,3	1,7	2,5

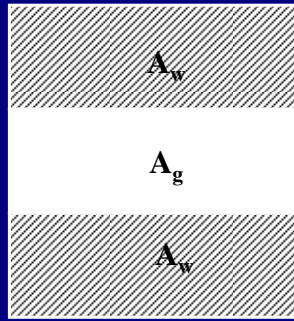
## Warmtedoorgangscoefficiënt van ramen en deuren



$$\begin{aligned}
 Q &= A_g \cdot U_g \cdot \Delta T + A_w \cdot U_w \cdot \Delta T \\
 &= A_{totaal} \cdot U_{gevel} \cdot \Delta T \\
 Q &= \text{warmtestroom [W]}
 \end{aligned}$$

**Ch**

## Warmtedoorgangscoefficiënt van ramen en deuren



$$U_{gevel} = ?$$

$$U_{gevel} = \frac{U_g \cdot A_g + U_w \cdot A_w}{A_{totaal}}$$

Ch

## Voorbeeld deur



$$U_{deur} = ?$$

$$A_{glas} = 0,8 \text{ m}^2$$

$$A_{deurhout} = 1,2 \text{ m}^2$$

$$A_{kozijnhout} = 0,4 \text{ m}^2$$

Ch

## Voorbeeld deur

$$U = \frac{1}{R_{l.o.l.}} \quad R_{l.o.l.} = R_i + R_e + R_c$$

- ◆ glas:  $U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ◆ kozijnhout dikte 114 mm,  $\lambda = 0,14 \text{ W/mK}$
- ◆ hout deur dikte 40 mm,  $\lambda = 0,14 \text{ W/mK}$
- ◆  $U_{\text{glas}} = 2,8$
- ◆  $R_{l.o.l.\text{deur}} = 0,17 + (0,04/0,14) = 0,46$        $U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ◆  $R_{l.o.l.\text{kozijn}} = 0,17 + (0,114/0,14) = 0,98$        $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ch

## Voorbeeld deur

$$U = \frac{1}{R_{l.o.l.}} \quad R_{l.o.l.} = R_i + R_e + R_c$$

- ◆ glas:  $U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ◆ kozijnhout dikte 114 mm,  $\lambda = 0,14 \text{ W/mK}$
- ◆ hout deur dikte 40 mm,  $\lambda = 0,14 \text{ W/mK}$
- ◆  $U_{\text{glas}} = 2,8$
- ◆  $R_{l.o.l.\text{deur}} = 0,17 + (0,04/0,14) = 0,46$        $U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ◆  $R_{l.o.l.\text{kozijn}} = 0,17 + (0,114/0,14) = 0,98$        $U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U_{\text{deur}} = \frac{U_{\text{glas}} \cdot A_{\text{glas}} + U_{\text{deurhout}} \cdot A_{\text{deurhout}} + U_{\text{kozijnhout}} \cdot A_{\text{kozijnhout}}}{A_{\text{totaal}}}$$

Ch

## Voorbeeld deur

$$U = \frac{1}{R_{l.o.l.}} \quad R_{l.o.l.} = R_i + R_e + R_c$$

- ◆ glas:  $U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ◆ kozijnhout dikte 114 mm,  $\lambda = 0,14 \text{ W/mK}$
- ◆ hout deur dikte 40 mm,  $\lambda = 0,14 \text{ W/mK}$
- ◆  $U_{\text{glas}} = 2,8$
- ◆  $R_{l.o.l.\text{deurhout}} = 0,17 + (0,04/0,14) = 0,46 \quad U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ◆  $R_{l.o.l.\text{kozijn}} = 0,17 + (0,114/0,14) = 0,98 \quad U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

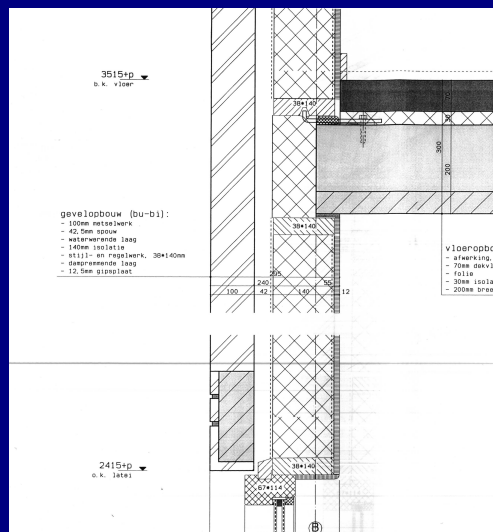
$$U_{\text{deur}} = \frac{U_{\text{glas}} \cdot A_{\text{glas}} + U_{\text{deurhout}} \cdot A_{\text{deurhout}} + U_{\text{kozijnhout}} \cdot A_{\text{kozijnhout}}}{A_{\text{totaal}}}$$

$$U_{\text{deur}} = \frac{2,8 \times 0,8 + 1,2 \times 2,2 + 1,0 \times 0,4}{2,4} = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Cauberg-Huygen

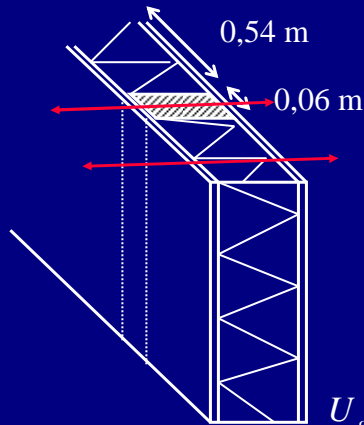
15

## samengestelde constructie



16

## Voorbeeld HSB wand



- $\lambda_{\text{hout}} = 0,14 \text{ W/mK}$
- $\lambda_{\text{iso}} = 0,04 \text{ W/mK}$
- $\lambda_{\text{gips}} = 1,0 \text{ W/mK}$
- regels h.o.h. 0,6 m

- 2 keer U berekenen

$$U_{\text{gevel}} = \frac{U_{\text{regel}} \cdot A_{\text{regel}} + U_{\text{isolatie}} \cdot A_{\text{isolatie}}}{A_{\text{totaal}}}$$

## HSB voorbeeld

laag	d/ $\lambda$	R	$R_{\text{regel}}$	$R_{\text{iso}}$
$R_i$		0,13	0,13	0,13
$R_{\text{gips}}$	0,01/1,0	0,01	0,01	0,01
$R_{\text{regel}}$	0,10/0,14	0,71	0,71	-
$R_{\text{iso}}$	0,10/0,04	2,50	-	2,50
$R_{\text{gips}}$	0,01/1,0	0,01	0,01	0,01
$R_e$		0,04	0,04	0,04
$R_{c=}$			0,73	2,52



## Voorbeeld HSB

$$U = \frac{1}{R_{l.o.l.}} \quad R_{l.o.l.} = R_i + R_e + R_c$$

- ◆  $R_c =$  regel = 0,73 isolatie = 2,52 m<sup>2</sup>K/W
- ◆  $R_{l.o.l.} =$  regel = 0,90 isolatie = 2,69 m<sup>2</sup>K/W
- ◆  $U =$  regel = 1,11 isolatie = 0,37 W/m<sup>2</sup>K

$$U_{element} = \frac{U_{regel} \cdot A_{regel} + U_{isolatie} \cdot A_{isolatie}}{A_{totaal}}$$

Ch

## Voorbeeld HSB

$$U = \frac{1}{R_{l.o.l.}} \quad R_{l.o.l.} = R_i + R_e + R_c$$

- ◆  $R_c =$  regel = 0,73 isolatie = 2,52 m<sup>2</sup>K/W
- ◆  $R_{l.o.l.} =$  regel = 0,90 isolatie = 2,69 m<sup>2</sup>K/W
- ◆  $U =$  regel = 1,11 isolatie = 0,37 W/m<sup>2</sup>K

$$U_{element} = \frac{U_{regel} \cdot A_{regel} + U_{isolatie} \cdot A_{isolatie}}{A_{totaal}}$$

$$U_{element} = \frac{1,11 \cdot 0,06 + 0,37 \cdot 0,54}{0,6} = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ch

## Voorbeeld HSB

$$U = \frac{1}{R_{l.o.l}}$$

$$R_{l.o.l} = R_i + R_e + R_c$$

- ◆  $R_c =$  regel = 0,73 isolatie = 2,52
- ◆  $R_{l.o.l} =$  regel = 0,90 isolatie = 2,69
- ◆  $U =$  regel = 1,11 isolatie = 0,37

$$U_{element} = \frac{U_{regel} \cdot A_{regel} + U_{isolatie} \cdot A_{isolatie}}{A_{totaal}}$$

$$U_{element} = \frac{1,11 \cdot 0,06 + 0,37 \cdot 0,54}{0,6} = 0,44 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

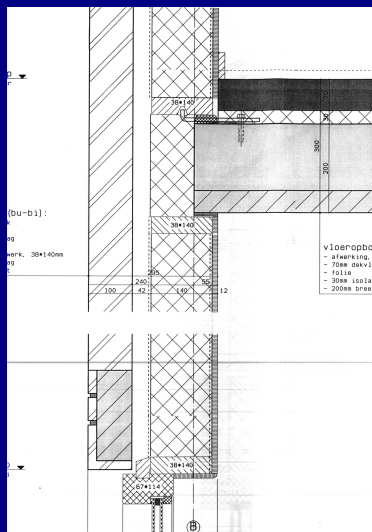
$$R_{c;hsb} = \frac{1}{0,44} - 0,13 - 0,04 = 2,08 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

Cauberg-Huygen

21

Ch

## samengestelde constructie



$$R_{c,tot} = R_{mw} + R_{spouw} + R_{hsb}$$

Cauberg-Huygen

22

Ch