

Teplotechnické vlastnosti konštrukcií

Nikoleta Kaniková 3. ročník TMS
Bc. Kristína Kaniková 1. ročník AKP

Spracované témy

- Určenie teplotechnických vlastností konštrukcie
- Tepelný odpor konštrukcie
- Návrh na zlepšenie teplotechnických vlastností konštrukcie
- Priebeh teploty v konštrukcii
- Prechod tepla cez konštrukcie

Teória Tepelný odpor

- zabezpečuje požadovanú tepelnú ochranu stavebných konštrukcií (steny, stropy, podlahy, strechy)
- je kritériom hodnotenia vlastnosti konštrukcie =
TEPELNOTECHNICKÉ KRITÉRIUM
- STN 73 0540 – 2/Z1:2016
 - R_{r1} (2016)
 - R_{r2} (2020)

Teória Tepelný odpor

- Ak NEVYHOVUJE:
 - Hrúbka
 - Kvalita materiálov
 - Materiáls $s > \lambda$
- Výpočet:
 - $R = \sum R_j$
 - $R = \sum d_j / \lambda_j$

Teória

Priebeh teploty v konštrukcií

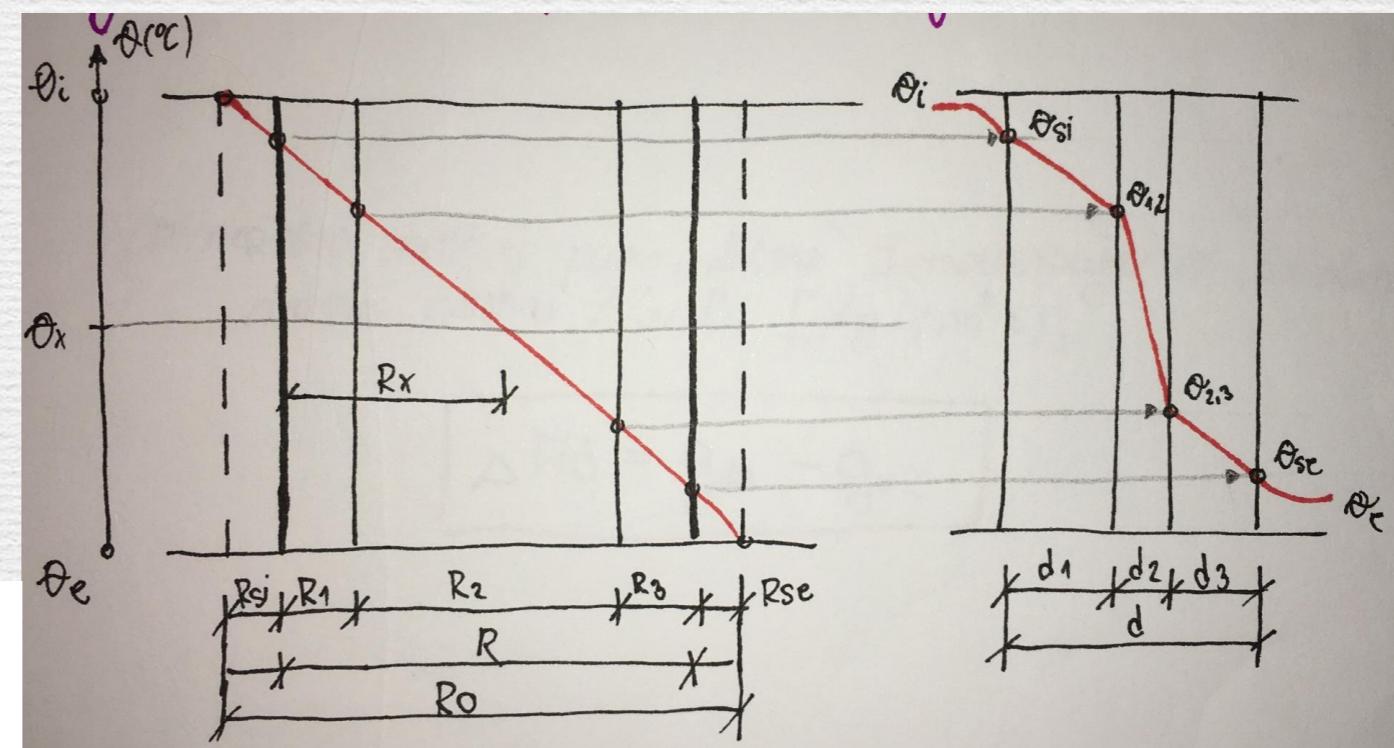
- Ak poznáme teploty vzduchu θ_i a θ_e , vieme určiť θ_{si} :

$$\frac{\theta_i - \theta_{si}}{R_{si}} = \frac{\theta_i - \theta_e}{R_o}$$

$$\frac{\theta_{se} - \theta_e}{R_{se}} = \frac{\theta_i - \theta_e}{R_o}$$

$$\theta_{si} = \theta_i - \frac{\theta_i - \theta_e}{R_o} * R_{si}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{\theta_i - \theta_e}{R_o} * R_{se}$$



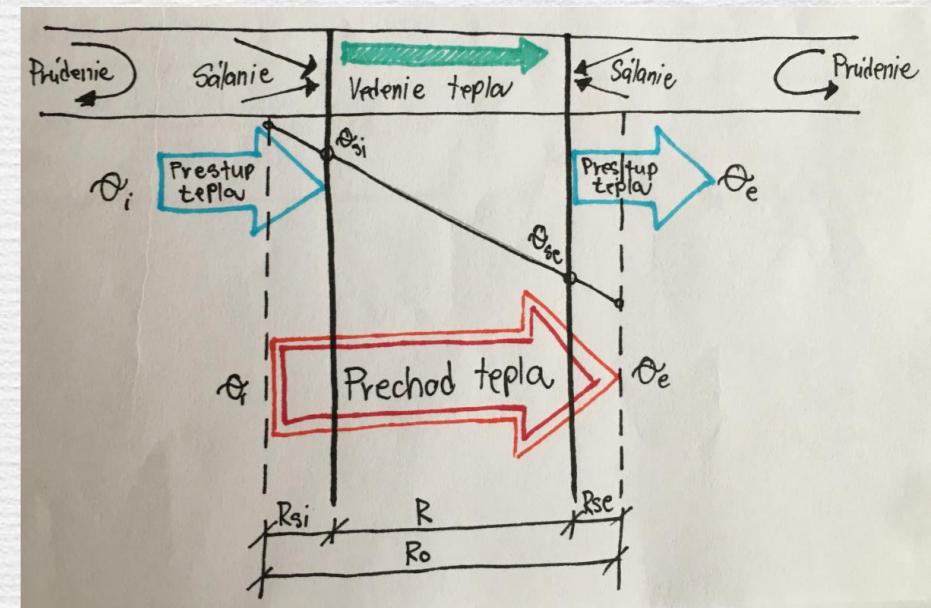
Teória Prechod a presup tepla

- $qi = q = qe \Rightarrow \text{Prechod}$
- $qi = hi \times (\theta_{ai} - \theta_{si}) = (\theta_{ai} - \theta_{si}) / R_{si} \Rightarrow \text{Prestup}$
- $q = (\lambda / d) \times (\theta_{si} - \theta_{se}) = (\theta_{si} - \theta_{se}) / R \quad$
- $qe = he \times (\theta_{se} - \theta_e) = (\theta_{se} - \theta_e) / R_{se} \Rightarrow \text{Prestup}$

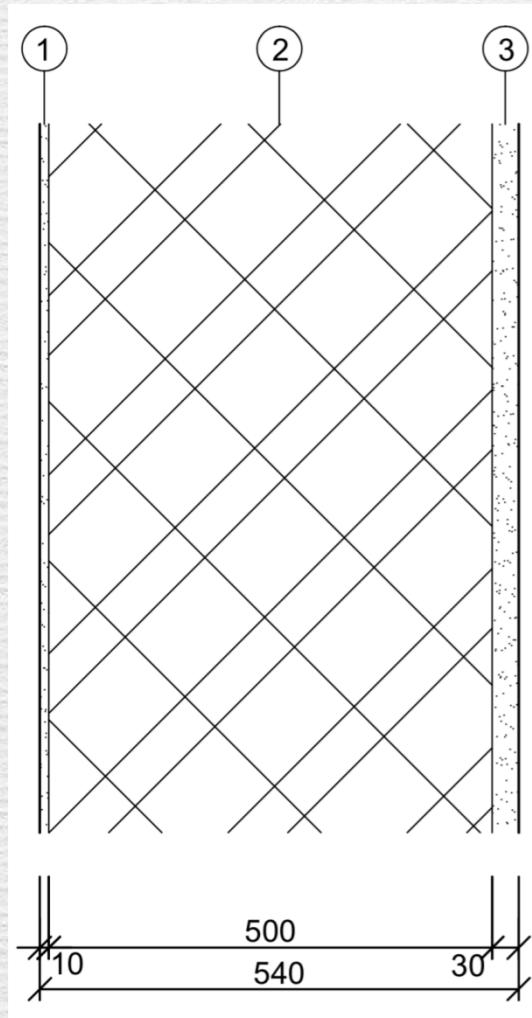
Teória

Prechod a prestup tepla

- $q_i = q = q_e$
- $(\theta_{ai} - \theta_{si}) + (\theta_{si} - \theta_{se}) + (\theta_{se} - \theta_e) = R_{si} + R + R_{se}$
- $\theta_{ai} - \theta_e = R_{si} + R + R_{se} \Rightarrow q \times R_o$
- $R_o = R_{si} + R + R_{se}$
- $U = 1 / R_o \Rightarrow$ súčiniteľ prechodu tepla
- $\Phi = U \times A \times (\theta_{ai} - \theta_e) \Rightarrow$ tepelný tok
- $U = \Phi / [A \times (\theta_{ai} - \theta_e)]$



Príklad



P. č	Materiál	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/(m.K)]	c	N
1	Vápenná omietka	0,010	1600	0,88	840	6,0
2	Murivo z TPP	0,500	1800	0,86	900	9,0
3	Brizolit	0,03	2000	0,90	-	18

d - hrúbka [m]

ρ - objemová hmotnosť [kg/m³]

λ - súčinitel' tepelnej vodivosti [W/(m.K)]

c - merná tepelná kapacita [-]

n - faktor difúzného odporu

Tepelný odpor

- $R_1 = (d_1 / \lambda_1) = (0,010 / 0,88) = 0,0114 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- $R_2 = (d_2 / \lambda_2) = (0,500 / 0,86) = 0,581 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- $R_3 = (d_3 / \lambda_3) = (0,03 / 0,90) = 0,033 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- $R = R_1 + R_2 + R_3$

$$R = 0,0114 + 0,581 + 0,033$$

$$R = 0,626 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Posúdenie

- $R > R_N \quad R_N = 4,4 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- $0,626 \text{ m}^2 \text{ K/W} < 4,4 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- Stav konštrukcie nevyhovuje požadovanej norme STN 73 0540-2/Z1 z hľadiska normalizovanej hodnoty tepelného odporu.

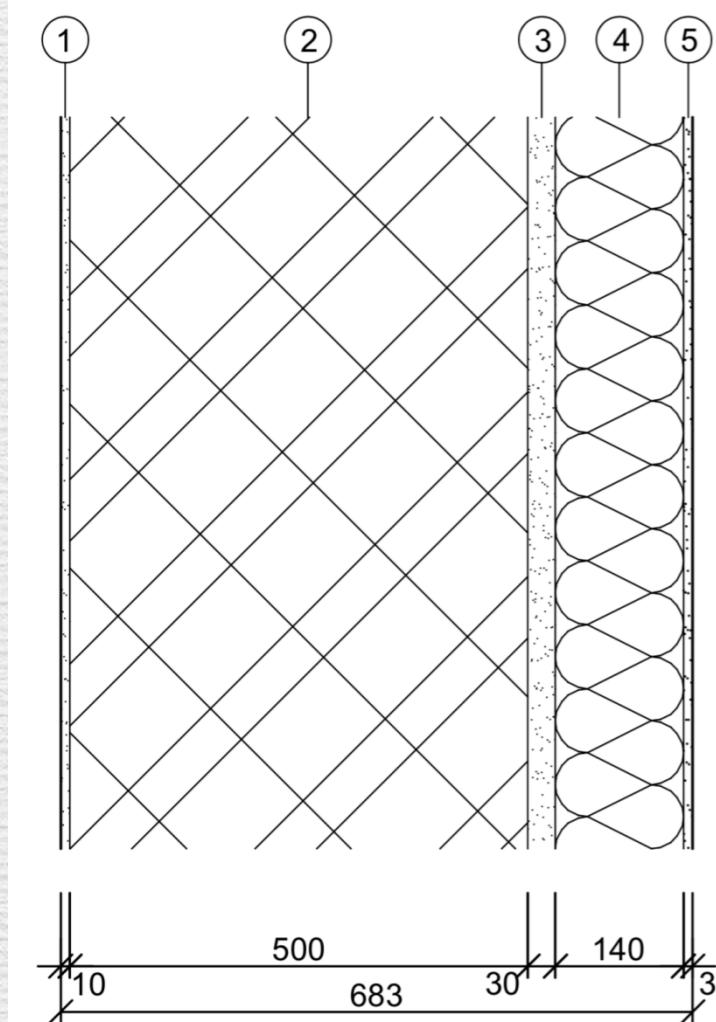
Návrh hrúbky tepelenej izolácie

- 1. Návrh -> Knauf izolácia z minerálnych vlákien
 - $d_{TI} > (R_N - R) \lambda_{TI}$
- $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$
- $R + \Delta R > R_N \quad \rightarrow \quad \Delta R > R_N - R$
 - $d_{TI} > (4,4 - 0,626) \cdot 0,035$
 - $d_{TI} > 0,13209 \text{ m}$
- $(d_{TI} / \lambda_{TI}) > R_N - R$
 - navrhujem $d_{TI} = 0,140\text{m}$
- $d_{TI} > (R_N - R) \lambda_{TI}$
 - $R_{TI} = 0,140 / 0,035 = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$
- $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_{TI} = 4,625 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Návrh vyhovuje požadovanej norme STN 73 0540-2/Z1 z hľadiska normalizovanej hodnoty tepelného odporu

Návrh hrúbky tepelenej izolácie

- 2. Návrh -> Isover EPS GreyWall
 - $\lambda = 0,031 \text{ W/(m K)}$
 - $R + \Delta R > R_N \quad \rightarrow \quad \Delta R > R_N - R$
 - $(d_{TI} / \lambda_{TI}) > R_N - R$
 - $d_{TI} > (R_N - R) \lambda_{TI}$
 - $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_{TI} = 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - Návrh vyhovuje požadovanej norme STN 73 0540-2/Z1 z hľadiska normalizovanej hodnoty tepelného odporu
- $d_{TI} > (R_N - R) \lambda_{TI}$
- $d_{TI} > (4,4 - 0,626) \cdot 0,031$
- $d_{TI} > 0,117 \text{ m}$
- navrhujem $d_{TI} = 0,120\text{m}$
- $R_{TI} = 0,120 / 0,035 = 3,87 \text{ m}^2\text{K/W}$

Priebeh teploty v konštrukcií



P. č	Materiál	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/(m.K)]	c	N
1	Vápenná omietka	0,010	1600	0,88	840	6,0
2	Murivo z TPP	0,500	1800	0,86	900	9,0
3	Brizolit	0,03	2000	0,90	-	18
4	Tl z minerálnych vlákien	0,140	30	0,035	940	3,5
5	Perlitová omietka	0,003	250	0,10	850	11

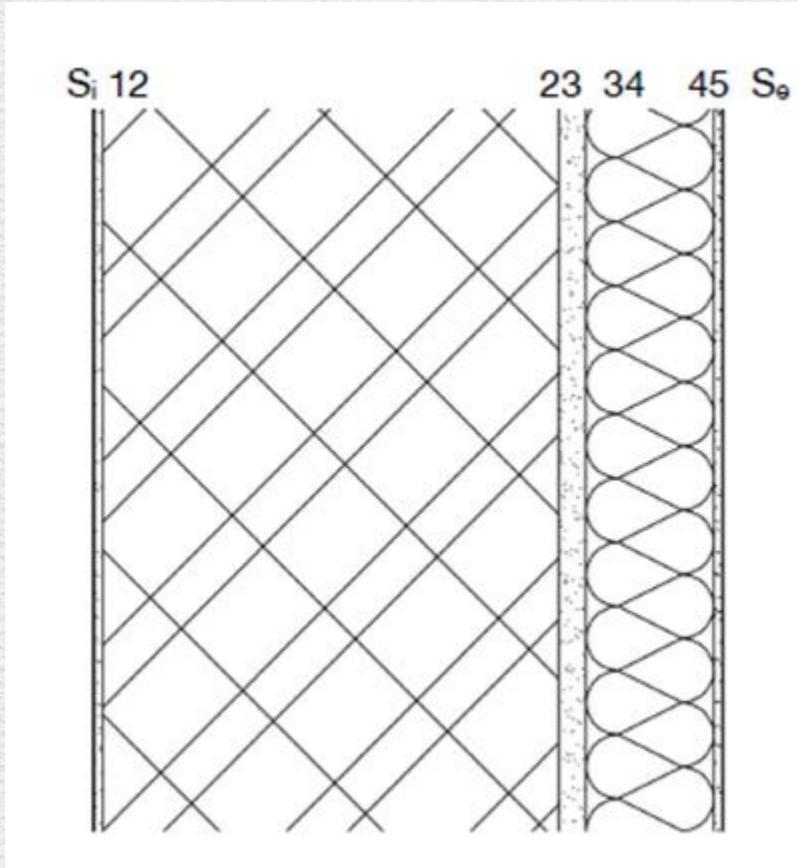
Priebeh teploty v konštrukcii

$$Ro = Rsi + R + Rse$$

- $Rsi = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - $Rse = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - $R = 4,655 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - $Ro = 0,13 + 4,655 + 0,04$
 - $Ro = 4,825 \text{ m}^2\text{K/W}$
- $$U = \frac{1}{Ro}$$
- $U = 1 / 4,825 \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$
 - $U = 0,207 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Posúdenie

- $U < U_N \quad U_N = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- $0,207 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) < 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Navrhovaná konštrukcia vyhovuje požiadavke normy STN 73 0540-2/Z1 z hľadiska požadovanej hodnote súčiniteľa prechodu tepla



$$\theta_{si} = \theta_i - \frac{\theta_i - \theta_e}{R_o} * R_{si}$$

$$\theta_{si} = 20 - ((20+11)/4,825) . 0,13$$

$$\theta_{si} = 19,16 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{\theta_i - \theta_e}{R_o} * R_{se}$$

$$\theta_{se} = -11 + ((20+11)/4.825) . 0,04$$

$$\theta_{se} = -10,74$$

$$\theta_{12} = 20 - ((20+11)/4,825) . (0,13+0,0114) = \mathbf{19,16} \text{ } ^\circ\text{C}$$

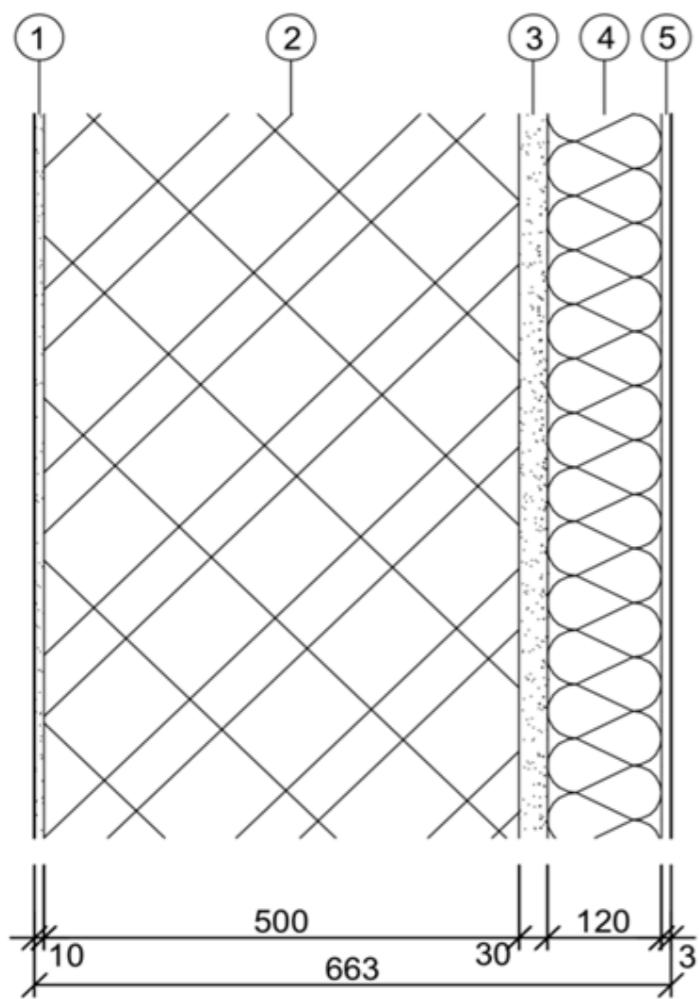
$$\theta_{23} = 20 - ((20+11)/4,825) . (0,13+0,0114+0,581) = \mathbf{19,09} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{34} = 20 - ((20+11)/4,825) . (0,13+0,0114+0,581+0,033) = \mathbf{15,36} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{45} = 20 - ((20+11)/4,825) . (0,13 + 0,0114+0,581+0,033+4) = \mathbf{-10,55} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = 20 - ((20+11)/4,825) . R_o = \mathbf{-10,74} \text{ } ^\circ\text{C}$$

Priebeh teploty v konštrukcií



P. č	Materiál	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/(m.K)]	c	N
1	Vápenná omietka	0,010	1600	0,88	840	6,0
2	Murivo z TPP	0,500	1800	0,86	900	9,0
3	Brizolit	0,03	2000	0,90	-	18
4	TI z EPS	0,120	14,5	0,031	1000	30
5	Perlitová omietka	0,003	250	0,10	850	11

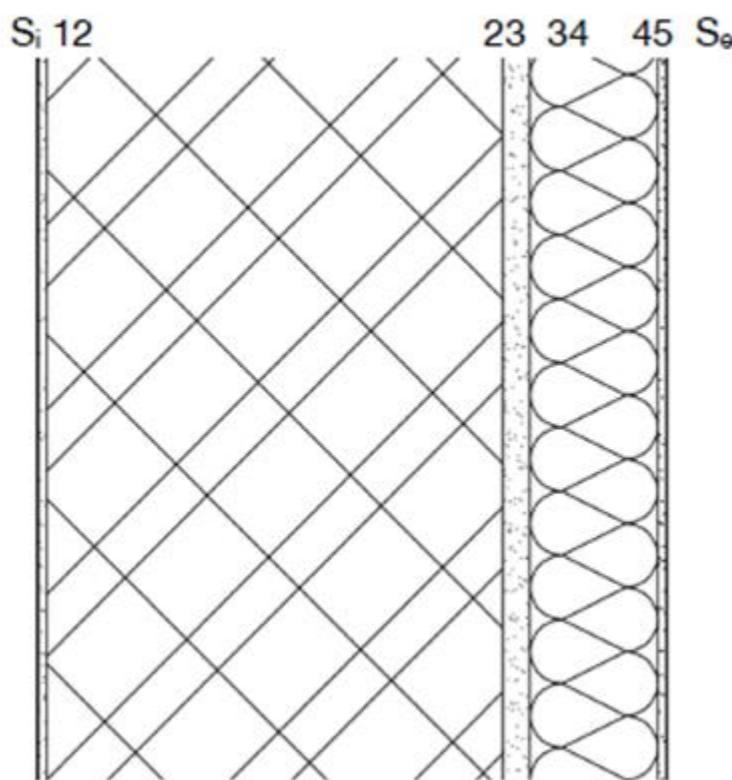
Priebeh teploty v konštrukcii

$$Ro = Rsi + R + Rse$$

- $Rsi = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - $Rse = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - $R = 4,5254 \text{ m}^2\text{K/W}$
 - $Ro = 0,13 + 4,5254 + 0,04$
 - $Ro = 4,6954 \text{ m}^2\text{K/W}$
- $$U = \frac{1}{Ro}$$
- $U = 1 / 4,6954 \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$
 - $U = 0,213 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Posúdenie

- $U < U_N \quad U_N = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- $0,213 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) < 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Navrhovaná konštrukcia vyhovuje požiadavke normy STN 73 0540-2/Z1 z hľadiska požadovanej hodnote súčiniteľa prechodu tepla



$$\theta_{si} = \theta_i - \frac{\theta_i - \theta_e}{R_o} * R_{si}$$

$$\theta_{si} = 20 - ((20+11)/4,695) . 0,13$$

$$\theta_{si} = 19,14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{\theta_i - \theta_e}{R_o} * R_{se}$$

$$\theta_{se} = -11 + ((20+11)/4,695) . 0,04$$

$$\theta_{se} = -10,74$$

$$\theta_{12} = 20 - ((20+11)/4,825) . (0,13+0,0114) = 19,14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{23} = 20 - ((20+11)/4,825) . (0,13+0,0114+0,581) = 19,07 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{34} = 20 - ((20+11)/4,825) . (0,13+0,0114+0,581+0,033) = 15,23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{45} = 20 - ((20+11)/4,825) . (0,13 + 0,0114+0,581+0,033+3,87) = -10,54 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{se} = 20 - ((20+11)/4,825) . R_o = -10,74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Priestor pre Vaše
otázky

Ďakujeme za
pozornosť