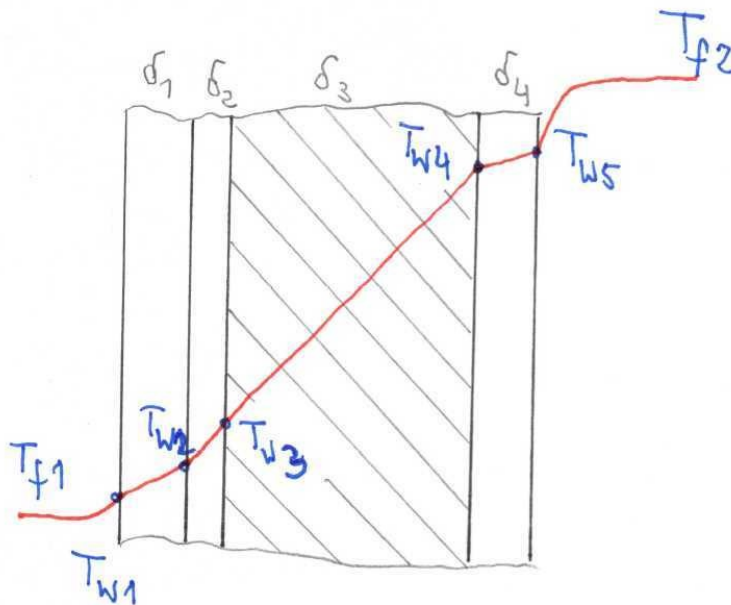


Ściana budynku składa się z czterech warstw o grubościach odpowiednio:  $\delta_1=0,01$  m,  $\delta_2=0,05$  m,  $\delta_3=0,25$  m,  $\delta_4=\delta_1$ . Wartości współczynników przewodzenia ciepła wynoszą:  $\lambda_1=0,6$  W/(m·K),  $\lambda_2=0,08$  W/(m·K),  $\lambda_4=\lambda_1$ . Temperatura powietrza po obu stronach ściany:  $T_{f1}=-10^\circ\text{C}$ ,  $T_{f2}=20^\circ\text{C}$ . Współczynniki wnikania ciepła:  $\alpha_1=20$  W/(m<sup>2</sup>·K),  $\alpha_2=7$  W/(m<sup>2</sup>·K). Jaką wartość powinien mieć współczynnik przewodzenia ciepła dla trzeciej warstwy,  $\lambda_3$ , aby temperatura na wewnętrznej powierzchni przegrody wynosiła  $T_{w5}=16^\circ\text{C}$ ? Obliczyć także temperatury na granicach warstw:  $T_{w1}$ ,  $T_{w2}$ ,  $T_{w3}$ ,  $T_{w4}$ .



$$\delta_1 := 0.01 \cdot m$$

$$\delta_2 := 0.05 \cdot m$$

$$\delta_3 := 0.25 \cdot m$$

$$\delta_4 := \delta_1 = 0.01 \cdot m$$

$$\lambda_1 := 0.6 \cdot \frac{W}{m \cdot K}$$

$$\lambda_2 := 0.08 \cdot \frac{W}{m \cdot K}$$

$$\lambda_4 := \lambda_1 = 0.6 \cdot \frac{W}{m \cdot K}$$

$$T_{f1} := -10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{f2} := 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_1 := 20 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$\alpha_2 := 7 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$T_{w5} := 16 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Gęstość strumienia ciepła wnikającego od strony wnętrza budynku

$$q := \alpha_2 \cdot (T_{f2} - T_{w5}) = 28 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Gęstość strumienia ciepła przenikającego przez ścianę budynku

$$q = k \cdot (T_{f2} - T_{f1}) \quad (1)$$

Współczynnik przenikania ciepła przez ścianę

$$k = \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1} \quad (2)$$

Do równania (1) podstawiamy prawą stronę równania (2)

$$q = \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1} \cdot (T_{f2} - T_{f1}) \quad (3)$$

W równaniu (3) jedyną niewiadomą jest  $\lambda_3$ . Po odpowiednich przekształceniach równania (3), kolejno otrzymujemy

$$\frac{T_{f2} - T_{f1}}{q} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2}$$

$$\frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{T_{f2} - T_{f1}}{q} - \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2} \right)$$

$$\lambda_3 := \frac{\delta_3}{\frac{T_{f2} - T_{f1}}{q} - \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_2} \right)} = 1.1351 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

Gęstość strumienia ciepła przewodzonego przez warstwę nr 4

$$q = \frac{\lambda_4}{\delta_4} \cdot (T_{w5} - T_{w4})$$

$$T_{w4} := T_{w5} - \frac{q \cdot \delta_4}{\lambda_4} = 15.533 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{w3} := T_{w4} - \frac{q \cdot \delta_3}{\lambda_3} = 9.367 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q = \alpha_1 \cdot (T_{w1} - T_{f1})$$

$$T_{w1} := T_{f1} + \frac{q}{\alpha_1} = -8.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{w2} := T_{w1} + \frac{q \cdot \delta_1}{\lambda_1} = -8.133 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{w3} := T_{w2} + \frac{q \cdot \delta_2}{\lambda_2} = 9.367 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q = \frac{\lambda_3}{\delta_3} \cdot (T_{w4} - T_{w3})$$

$$\lambda_3 := \frac{q \cdot \delta_3}{T_{w4} - T_{w3}} = 1.1351 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$