

ZADANIE 1

Belka drewniana obciążona jest:

- obciążeniem stałym o wartości 2kN/m (wartość charakterystyczna; przyjęć częściowy współczynnik obciążeń 1,2)
- obciążeniem użytkowym 1,5kN/m (wartość charakterystyczna; przyjęć częściowy współczynnik obciążeń 1,4)
- belka pracuje w 3 klasie użytkowania
- belka wykonana jest z drewna klasy C24
- wymiary belki wynoszą 22/14 cm
- rozpiętość w świetle ścian – 400 cm.

Sprawdzić czy przyjęto odpowiedni przekrój belki.

Wyznaczyć minimalną głębokość oparcia.

$$l_{\text{eff}} = 1,05 \times 400 = 420 \text{ cm}$$

$$g_d = 2,0 \times 1,2 = 2,4 \text{ kN/m (obc. stałe)}$$

$$p_d = 1,5 \times 1,4 = 2,1 \text{ kN/m (obc. średniotrwale)}$$

$$q_d = g_d + p_d = 2,4 + 2,1 = 4,5 \text{ kN/m}$$

$$g_d > p_d, \text{ 3 kl. użytkowania} \rightarrow k_{\text{mod}} = 0,5$$

1. Zginanie $f_{m,y,k} = 24 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} < 1$$

$$M_{y,d} = 0,125 q_g \times l_{\text{eff}}^2 = 0,125 \times 4,5 \times 4,2 \times 4,2 = 9,9 \text{ kNm}$$

$$W_y = bh^2/6 = 140 \times 220 \times 220 / 6 = 1129 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,d} / W_y = (9,9 \times 10^6) / (1129 \times 10^3) = 8,70 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,y,d} = f_{m,y,k} \times k_{\text{mod}} / \gamma_M = 24 \times 0,5 / 1,3 = 9,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 8,7 / 9,23 = 0,94 < 1$$

2. Ścinanie $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$

$$\tau_d < f_{v,d}$$

$$V_d = 0,5 \times 4,5 \times 4,2 = 9,45 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 1,5 \times V_d / bh = 1,5 \times 9,45 \times 10^3 / 14 \times 220 = 0,46 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = 2,5 \times 0,5 / 1,3 = 0,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d = 0,46 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 0,96 \text{ N/mm}^2$$

3. Stateczność giętna

$$\sigma_{m,y,d} < k_{\text{crit}} \times f_{m,y,d}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_{0,05}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}}}$$

Dla belki swobodnie podpartej i obciążenia równomiernego $l_d = 4,2 \text{ m}$

$$E_{0,05} = 7,4 \text{ kN/mm}^2$$

$$E_{0,mean} = 11,0 \text{ kN/mm}^2$$

$$G_{mean} = 0,69 \text{ kN/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{4200 \times 220 \times 9,23}{3,14 \times 140^2 \times 7,4 \times 10^3}} \sqrt{\frac{11}{0,69}} = 0,273 < 0,75 \rightarrow k_{\text{crit}} = 1$$

$$\sigma_{m,y,d} = 8,7 < f_{m,y,d} = 9,23$$

4. Minimalna głębokość oparcia $f_{c,90,k} = 5,3 \text{ N/mm}^2$

$$l_1 > 150 \text{ mm} \rightarrow k_{c,90} = 1$$

$$\sigma_{c,90,d} < f_{c,90,d}$$

$$f_{c,90,d} = 5,3 \times 0,5 / 1,3 = 2,038 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = V_d / bc < f_{c,90,d} \rightarrow c > V_d / b f_{c,90,d} = 9,45 \times 1000 / 140 \times 2,038 = 33 \text{ mm}$$

5. Ugięcie

$$I_y = bh^3/12 = 140 \times 220^3/12 = 124 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$U_g = (5/384)(g l_{\text{eff}}^4/E_{0, \text{mean}} I_y) = (5/384)(2 \times 4200^4/11 \times 10^3 \times 124 \times 10^6) = 5,94 \text{ mm}$$

$$U_p = (5/384)(p l_{\text{eff}}^4/E_{0, \text{mean}} I_y) = (5/384)(1,5 \times 4200^4/11 \times 10^3 \times 124 \times 10^6) = 4,45 \text{ mm}$$

3 kl. użytkowości, obciążenia stałe $\rightarrow k_{\text{def}}(g) = 2$

3 kl. użytkowości, obciążenia średniotrwałe $\rightarrow k_{\text{def}}(p) = 0,75$

$$u_{\text{fin}}(g) = u_g (1 + k_{\text{def}}(g)) = 5,94(1+2) = 5,94 \times 3 = 17,82 \text{ mm}$$

$$u_{\text{fin}}(p) = u_p (1 + k_{\text{def}}(p)) = 4,45(1+0,75) = 4,45 \times 1,75 = 7,79 \text{ mm}$$

$$u_{\text{fin}} = u_{\text{fin}}(g) + u_{\text{fin}}(p) = 17,82 + 7,78 = 25,61 \text{ mm}$$

$u_{\text{net, fin}} = l_{\text{eff}}/250$ dla elementów nie otynkowanych

$$u_{\text{net, fin}} = l_{\text{eff}}/250 = 4200/250 = 16,8 \text{ mm} < u_{\text{fin}} = 25,61 \text{ mm}$$

z uwagi na stan graniczny użytkowości należy zwiększyć wymiary belki ; przyjęto belkę o nowych wymiarach 26/14

$$I'_y = bh^3/12 = 140 \times 260^3/12 = 205 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$u_{\text{net, fin}} = l_{\text{eff}}/250 = 4200/250 = 16,8 \text{ mm} > u_{\text{fin}} = 25,61 \text{ mm} \times 124 / 205 = 15,49 \text{ mm}$$