

1.0.0 Stropo nad parterem.

1.1.0 Pochylnia dla niepełnosprawnych.

1.1.1 Rygiel pochylni C140.

***dane geometryczne zebra :**

-max rozpiętość belki : $L_1 := 375 \cdot \text{cm}$

- ceownik 140 :

$$A := 20.4 \cdot \text{cm}^2 \quad I_x := 605 \cdot \text{cm}^4 \quad W_x := 86.4 \cdot \text{cm}^3 \quad i_x := 5.45 \cdot \text{cm} \quad \gamma := 0.160 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$h := 140 \cdot \text{mm} \quad b_f := 60 \cdot \text{mm} \quad t_f := 10 \cdot \text{mm} \quad t_w := 7 \cdot \text{mm} \quad h_w := h - 2 \cdot t_f$$
$$h_w = 120 \text{ mm}$$

-rozstawy belek (z lewej i z prawej): $b_{s1} := 126 \cdot \text{cm} \quad b_{s2} := 0 \cdot \text{cm}$

***zebranie obciążeń :**

-obciążenia stałe : $q_{\text{pochylnia}} = 0.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_2 = 3.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

~obciążenie od stropu $q_{\text{str1}} := q_{\text{pochylnia}} \cdot \frac{b_{s1} + b_{s2}}{2} \quad q_{\text{str1}} = 0.573 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

~obciążenie własne : $q_{wl} := \gamma \cdot 1.1 \quad q_{wl} = 0.176 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$q_{bl} := q_{\text{str1}} + q_{wl} \quad q_{bl} = 0.749 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

-obciążenia zmienne : $p_2 = 3.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$p_{1r} := p_1 \cdot \frac{b_{s1} + b_{s2}}{2} \quad p_{1r} = 1.323 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

***siły wewnętrzne w zębrze**

$$M_{\text{max}} := \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L_1^2}{8} \quad M_{\text{max}} = 3.643 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad T_{\text{max}} := \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L_1}{2} \quad T_{\text{max}} = 3.886 \text{ kN}$$

***zginanie** $f_d := 215 \cdot \text{MPa}$

-dane geometryczne :

$$l_o := L_1 \quad l_o = 375 \text{ cm} \quad \Rightarrow \text{długość obliczeniowa}$$

-siły przekrojowe : $M := M_{\text{max}} \quad V := T_{\text{max}}$

$$M = 3.643 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad V = 3.886 \text{ kN}$$

-klasa przekroju : $\varepsilon := \sqrt{\frac{215 \cdot \text{MPa}}{f_d}}$

*średnik $\frac{h_w}{t_w} = 17.143 < 66 \cdot \varepsilon = 66 \quad \text{przekrój klasy 3 ([1] s.100)}$

-współczynnik β ([1] - tab. 5.1 s 267) $\beta := 1$

-nośność na zginanie (dla klasy 1,2) :

$$\alpha_p := 1.00 \quad \Rightarrow \text{dla kątowników przyjęto}$$

$$M_R := \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d \quad M_R = 18.576 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

-nośność na ścinanie :

-współczynnik niestateczności miejscowej $\phi_{pv} := 1 \quad \Rightarrow \text{dla klasy 1, 2 i 3}$

-współczynnik osłabienia otworami $\phi_{ov} := 1 \quad \Rightarrow \text{brak otworów}$

$$A_V := 2t_w \cdot h_w \quad A_V = 16.8 \text{ cm}^2$$

$$V_R := 0.58 \cdot \Phi_{pV} \cdot \Phi_{ov} \cdot A_V \cdot f_d \quad V_R = 209.496 \text{ kN}$$

ponieważ $V = 3.886 \text{ kN} < 0.6 \cdot V_R = 125.698 \text{ kN}$ wpływ ścinania można pominąć

-nośność sumaryczna

*Współczynnik zwiecznienia (przyjęto krzywą a => $n := 2$)

$$\lambda_L := 0.045 \cdot \sqrt{\frac{l_o \cdot h}{b_f \cdot t_f}} \cdot \beta \cdot \frac{f_d}{215 \cdot \text{MPa}} \quad \lambda_L = 1.331 \Rightarrow ([1] \text{ p } 5.3.4 \text{ s.268})$$

$$\Phi_L := \left(1 + \lambda_L^{2 \cdot n}\right)^{-\frac{1}{n}} \quad \Phi_L = 0.492$$

*sprawdzenie warunku na zginanie

$$\frac{\beta \cdot M}{\Phi_L \cdot M_R} = 0.399 < 1$$

(warunek spełniony)

-ugiecie $E := 205000 \cdot \text{MPa}$

$$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L_1^4}{1.25 E \cdot I_x} \quad f = 0.34 \text{ cm} < \frac{L_1}{250} = 1.5 \text{ cm}$$

(warunek spełniony)

1.1.2 Rygiel pochylni 2xkatownik 40x40x4.

*dane geometryczne zebra :

-max rozpiętość belki : $L_1 := 153 \cdot \text{cm}$

-katownik 40*40*4 :

$$A := 2 \cdot 3.08 \cdot \text{cm}^2 \quad I_x := 2 \cdot 4.48 \cdot \text{cm}^4 \quad e := 1.12 \cdot \text{cm} \quad W_x := \frac{2I_x}{e} \quad W_x = 16 \text{ cm}^3 \quad i_x := 1.21 \cdot \text{cm}$$

$$I_x = 8.96 \text{ cm}^4$$

$$\gamma := 0.0241 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad b_f := 40 \cdot \text{mm} \quad h := 40 \cdot \text{mm}$$

$$t_w := 4 \cdot \text{mm} \quad t_f := 4 \cdot \text{mm} \quad h_w := h - t_f \quad h_w = 36 \text{ mm}$$

-rozstawy belek (z lewej i z prawej): $b_{s1} := 126 \cdot \text{cm} \quad b_{s2} := 0 \cdot \text{cm}$

*zebranie obciążeń :

$$\text{-obciążenia stałe :} \quad q_{\text{pochylnia}} = 0.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_2 = 3.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sim \text{obciążenie od stropu} \quad q_{\text{str1}} := q_{\text{pochylnia}} \cdot \frac{b_{s1} + b_{s2}}{2} \quad q_{\text{str1}} = 0.573 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\sim \text{obciążenie własne :} \quad q_{wl} := \gamma \cdot 1.1 \quad q_{wl} = 0.027 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{bl} := q_{\text{str1}} + q_{wl} \quad q_{bl} = 0.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{-obciążenia zmienne :} \quad p_2 = 3.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{1r} := p_1 \cdot \frac{b_{s1} + b_{s2}}{2} \quad p_{1r} = 1.323 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

*siły wewnętrzne w żebrze

$$M_{\max} := \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L_1^2}{8} \quad M_{\max} = 0.563 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad T_{\max} := \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L_1}{2} \quad T_{\max} = 1.471 \text{ kN}$$

*zginanie $f_d := 215 \cdot \text{MPa}$

-dane geometryczne :

$$l_0 := L_1 \quad l_0 = 153 \text{ cm} \quad \Rightarrow \text{długość obliczeniowa}$$

-siły przekrojowe : $M := M_{\max} \quad V := T_{\max}$
 $M = 0.563 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad V = 1.471 \text{ kN}$

-klasa przekroju : $\varepsilon := \sqrt{\frac{215 \cdot \text{MPa}}{f_d}}$

*średnik $\frac{h_w}{t_w} = 9 < 66 \cdot \varepsilon = 66$ przekrój **klasy 3** ([1] s.100)

-współczynnik β ([1] - tab. 5.1 s 267) $\beta := 1$

-nośność na zginanie (dla klasy 1,2) :

$\alpha_p := 1.00 \Rightarrow$ dla kątowników przyjęto

$M_R := \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d \quad M_R = 3.44 \text{ kN} \cdot \text{m}$

-nośność na ścinanie :

-współczynnik niestateczności miejscowej $\Phi_{pv} := 1 \Rightarrow$ dla klasy 1, 2 i 3

-współczynnik osłabienia otworami $\Phi_{ov} := 1 \Rightarrow$ brak otworów

$A_v := 2t_w \cdot h_w \quad A_v = 2.88 \text{ cm}^2$

$V_R := 0.58 \cdot \Phi_{pv} \cdot \Phi_{ov} \cdot A_v \cdot f_d \quad V_R = 35.914 \text{ kN}$

ponieważ $V = 1.471 \text{ kN} < 0.6 \cdot V_R = 21.548 \text{ kN}$ wpływ ścinania można pominąć

-nośność sumaryczna

*Współczynnik zwichtzenia (przyjęto krzywą a $\Rightarrow n := 2$)

$$\lambda_L := 0.045 \cdot \sqrt{\frac{l_0 \cdot h}{b_f \cdot t_f}} \cdot \beta \cdot \sqrt{\frac{f_d}{215 \cdot \text{MPa}}} \quad \lambda_L = 0.88 \Rightarrow ([1] \text{ p } 5.3.4 \text{ s.268})$$

$$\Phi_L := \left(1 + \lambda_L^{2 \cdot n} \right)^{-\frac{1}{n}} \quad \Phi_L = 0.791$$

*sprawdzenie warunku na zginanie

$$\frac{\beta \cdot M}{\Phi_L \cdot M_R} = 0.207 < 1$$

(warunek spełniony)

-ugiecie $E := 205000 \cdot \text{MPa}$

$$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L_1^4}{1.25 E \cdot I_x} \quad f = 0.6 \text{ cm} < \frac{L_1}{250} = 0.612 \text{ cm}$$

(warunek spełniony)

1.2.0 Nadproża w ścianach parteru.

1.2.1 Nadproże N1.

*dane geometryczne zebra :

-max rozpiętość belki : $L := 150 \cdot \text{cm} \cdot 1.05 = 157.5 \text{ cm}$

- 2x dwuteownik 140 :

$$A := 2 \cdot 18.3 \cdot \text{cm}^2 \quad I_x := 2 \cdot 537 \cdot \text{cm}^4 \quad W_x := 2 \cdot 81.9 \cdot \text{cm}^3 \quad i_x := 5.61 \cdot \text{cm} \quad \gamma := 2 \cdot 0.144 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$A = 36.6 \cdot \text{cm}^2 \quad I_x = 1074 \cdot \text{cm}^4 \quad W_x = 163.8 \cdot \text{cm}^3 \quad i_x := 8.00 \cdot \text{cm} \quad \gamma = 0.288 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$h := 140 \cdot \text{mm} \quad b_f := 66 \cdot \text{mm} \quad t_f := 8.6 \cdot \text{mm} \quad t_w := 5.7 \cdot \text{mm} \quad h_w := h - 2 \cdot t_f$$
$$h_w = 122.8 \text{ mm}$$

-rozstawy belek (z lewej i z prawej): $b_{s1} := 560 \cdot \text{cm}$ $b_{s2} := 0 \cdot \text{cm}$

*zebranie obciążeń :

-obciążenia stałe : $q_{pl1} = 6.99 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $p_1 = 2.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

~obciążenie od stropu $q_{str1} := q_{pl1} \cdot \frac{b_{s1} + b_{s2}}{2}$ $q_{str1} = 19.573 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

~obciążenie od sciany 1 : $q_{sc1} := \left(\frac{L}{2} \cdot \tan(60 \cdot \text{deg}) \right) \cdot \left(50 \text{ cm} \cdot 18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 1.3 \right)$

$$q_{sc1} = 15.959 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

~obciążenie własne : $q_{wl} := \gamma \cdot 1.1$ $q_{wl} = 0.317 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$q_{bl} := q_{str1} + q_{sc1} + q_{wl} \quad q_{bl} = 35.848 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

-obciążenia zmienne : $p_1 = 2.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$$p_{1r} := p_1 \cdot \frac{b_{s1} + b_{s2}}{2} \quad p_{1r} = 5.88 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

*siły wewnętrzne w zębrze

$$M_{\max} := \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L^2}{8} \quad M_{\max} = 12.939 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad T_{\max} := \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L}{2} \quad T_{\max} = 32.861 \text{ kN}$$

*zginanie $f_d := 215 \cdot \text{MPa}$

-dane geometryczne :

$$l_o := L \quad l_o = 157.5 \text{ cm} \quad \Rightarrow \text{długość obliczeniowa}$$

-siły przekrojowe : $M := M_{\max}$ $V := T_{\max}$

$$M = 12.939 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad V = 32.861 \text{ kN}$$

-klasa przekroju : $\epsilon := \sqrt{\frac{215 \cdot \text{MPa}}{f_d}}$

*średnik $\frac{h_w}{t_w} = 21.544 < 66 \cdot \epsilon = 66$ przekrój **klasy 3** ([1] s.100)

-współczynnik β ([1] - tab. 5.1 s 267) $\beta := 1$

-nośność na zginanie (dla klasy 1,2) :

$$\alpha_p := 1.00 \quad \Rightarrow \text{dla kątowników przyjęto}$$

$$M_R := \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d \quad M_R = 35.217 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

-nośność na ścinanie :

-współczynnik niestateczności miejscowej $\phi_{pv} := 1 \quad \Rightarrow \text{dla klasy 1, 2 i 3}$

-współczynnik osłabienia otworami $\phi_{ov} := 1 \quad \Rightarrow \text{brak otworów}$

$$A_v := 2 t_w \cdot h_w \quad A_v = 13.999 \text{ cm}^2$$

$$V_R := 0.58 \cdot \Phi_{pv} \cdot \Phi_{ov} \cdot A_v \cdot f_d \quad V_R = 174.57 \text{ kN}$$

ponieważ $V = 32.861 \text{ kN} < 0.6 \cdot V_R = 104.742 \text{ kN}$ wpływ ścinania można pominąć
-nośność sumaryczna

*Współczynnik zwiecznienia (przyjęto krzywą a => $n := 2$)

$$\lambda_L := 0.045 \cdot \sqrt{\frac{I_o \cdot h}{b_f \cdot t_f}} \cdot \beta \cdot \frac{f_d}{215 \cdot \text{MPa}} \quad \lambda_L = 0.887 \Rightarrow ([1] \text{ p } 5.3.4 \text{ s.268})$$

$$\Phi_L := \left(1 + \lambda_L^{2 \cdot n}\right)^{-\frac{1}{n}} \quad \Phi_L = 0.786$$

*sprawdzenie warunku na zginanie

$$\frac{\beta \cdot M}{\Phi_L \cdot M_R} = 0.467 < 1$$

(warunek spełniony)

-ugiecie $E := 205000 \cdot \text{MPa}$

$$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{(q_{bl} + p_{1r}) \cdot L^4}{1.25 E \cdot I_x} \quad f = 0.121 \text{ cm} < \frac{L}{350} = 0.45 \text{ cm}$$

(warunek spełniony)

1.2.2 Nadproże N2, N3 i N4

***dane geometryczne zebra :**

-max rozpiętość belki : $L := 124 \cdot \text{cm} \cdot 1.05 = 130.2 \text{ cm}$

- 2x dwuteownik 140 :

$$A := 2 \cdot 18.3 \cdot \text{cm}^2 \quad I_x := 2 \cdot 537 \cdot \text{cm}^4 \quad W_x := 2 \cdot 81.9 \cdot \text{cm}^3 \quad i_x := 5.61 \cdot \text{cm} \quad \gamma := 2 \cdot 0.144 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$A = 36.6 \text{ cm}^2 \quad I_x = 1074 \text{ cm}^4 \quad W_x = 163.8 \text{ cm}^3 \quad i_x := 8.00 \cdot \text{cm} \quad \gamma = 0.288 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$h := 140 \cdot \text{mm} \quad b_f := 66 \cdot \text{mm} \quad t_f := 8.6 \cdot \text{mm} \quad t_w := 5.7 \cdot \text{mm} \quad h_w := h - 2 \cdot t_f$$

$$h_w = 122.8 \text{ mm}$$

-rozstawy belek (z lewej i z prawej): $b_{s1} := 560 \cdot \text{cm} \quad b_{s2} := 560 \cdot \text{cm}$

***zebranie obciążeń :**

$$\text{-obciążenia stałe :} \quad q_{p1} = 6.99 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad p_1 = 2.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sim \text{obciążenie od stropu parteru} \quad q_{str1} := q_{p1} \cdot \frac{b_{s1} + b_{s2}}{2} \quad q_{str1} = 39.145 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\sim \text{obciążenie od sciany 1 :} \quad q_{sc1} := \left(\frac{L}{2} \cdot \tan(60 \cdot \text{deg})\right) \cdot \left(50 \text{ cm} \cdot 18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 1.3\right)$$

$$q_{sc1} = 13.193 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\sim \text{obciążenie własne :} \quad q_{wl} := \gamma \cdot 1.1 \quad q_{wl} = 0.317 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{bl} := q_{str1} + q_{sc1} + q_{wl} \quad q_{bl} = 52.654 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{-obciążenia zmienne :} \quad p_1 = 2.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{1r} := p_1 \cdot \frac{b_{s1} + b_{s2}}{2} \quad p_{1r} = 11.76 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

*siły wewnętrzne w zębrze

$$M_{\max} := \frac{(q_{bl} + p_{lr}) \cdot L^2}{8} \quad M_{\max} = 13.649 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T_{\max} := \frac{(q_{bl} + p_{lr}) \cdot L}{2} \quad T_{\max} = 41.934 \text{ kN}$$

*zginanie $f_d := 215 \cdot \text{MPa}$

-dane geometryczne :

$$l_0 := L \quad l_0 = 130.2 \text{ cm} \Rightarrow \text{długość obliczeniowa}$$

-siły przekrojowe : $M := M_{\max} \quad V := T_{\max}$
 $M = 13.649 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad V = 41.934 \text{ kN}$

-klasa przekroju : $\varepsilon := \sqrt{\frac{215 \cdot \text{MPa}}{f_d}}$

*średnik $\frac{h_w}{t_w} = 21.544 < 66 \cdot \varepsilon = 66$ przekrój **klasy 3** ([1] s.100)

-współczynnik β ([1] - tab. 5.1 s 267) $\beta := 1$

-nośność na zginanie (dla klasy 1,2) :

$\alpha_p := 1.00 \Rightarrow$ dla kątowników przyjęto

$M_R := \alpha_p \cdot W_x \cdot f_d \quad M_R = 35.217 \text{ kN}\cdot\text{m}$

-nośność na ścinanie :

-współczynnik niestateczności miejscowej $\phi_{pv} := 1 \Rightarrow$ dla klasy 1, 2 i 3

-współczynnik osłabienia otworami $\phi_{ov} := 1 \Rightarrow$ brak otworów

$A_v := 2t_w \cdot h_w \quad A_v = 13.999 \text{ cm}^2$

$V_R := 0.58 \cdot \phi_{pv} \cdot \phi_{ov} \cdot A_v \cdot f_d \quad V_R = 174.57 \text{ kN}$

ponieważ $V = 41.934 \text{ kN} < 0.6 \cdot V_R = 104.742 \text{ kN}$ wpływ ścinania można pominąć

-nośność sumaryczna

*Współczynnik zwichrzenia (przyjęto krzywą a $\Rightarrow n := 2$)

$\lambda_L := 0.045 \cdot \sqrt{\frac{l_0 \cdot h}{b_f \cdot t_f} \cdot \beta \cdot \frac{f_d}{215 \cdot \text{MPa}}} \quad \lambda_L = 0.806 \Rightarrow$ ([1] p 5.3.4 s.268)

$\Phi_L := \left(1 + \lambda_L^{2 \cdot n}\right)^{-\frac{1}{n}} \quad \Phi_L = 0.838$

*sprawdzenie warunku na zginanie

$$\frac{\beta \cdot M}{\Phi_L \cdot M_R} = 0.462 < 1$$

(warunek spełniony)

-ugiecie $E := 205000 \cdot \text{MPa}$

$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{(q_{bl} + p_{lr}) \cdot L^4}{1.25E \cdot I_x} \quad f = 0.088 \text{ cm} < \frac{L}{350} = 0.372 \text{ cm}$

(warunek spełniony)