

SPIS POZYCJI OBLICZENIOWYCH

Poz. 1.0. Nadproża w ścianach istniejących

Poz. 2.0. Konstrukcja wsporcza pod agregat skraplający

OBLICZENIA

Poz. 1.0. Nadproża w ścianach istniejących

Obciążenia na strop międzykondygnacyjny:

STAŁE

- posadzka	0,23 kN/m ²	x 1,2	= 0,28 kN/m ²
- gładź	0,035 x 21,00 = 0,74 kN/m ²	x 1,3	= 0,96 kN/m ²
- płyta pilśniowa	0,0125 x 3,00 = 0,04 kN/m ²	x 1,2	= 0,05 kN/m ²
- paroizolacja	0,06 kN/m ²	x 1,2	= 0,07 kN/m ²
- strop	0,16 x 25,00 = 4,00 kN/m ²	x 1,1	= 4,40 kN/m ²
- zatarcie od spodu	0,005 x 19,00 = 0,095 kN/m ²	x 1,3	= 0,12 kN/m ²
	5,16 kN/m ²		5,88 kN/m ²
- ścianki działowe	1,25 kN/m ²	x 1,2	1,50 kN/m ²

UŻYTKOWE

- komunikacja	2,00 kN/m ²	x 1,4	= 2,80 kN/m ²
- pokoje	1,50 kN/m ²	x 1,4	= 2,10 kN/m ²

Obciążenia na stropodach:

STAŁE

- papa	3 x 0,06 = 0,18 kN/m ²	x 1,2	= 0,22 kN/m ²
- gładź	0,03 x 21,00 = 0,63 kN/m ²	x 1,3	= 0,82 kN/m ²
- izolacja	0,02 x 0,45 = 0,01 kN/m ²	x 1,2	= 0,01 kN/m ²
- płyty korytkowe	1,47 kN/m ²	x 1,2	= 1,76 kN/m ²

- strop	$0,16 \times 25,00 = 4,00 \text{ kN/m}^2$	$\times 1,1$	$= 4,40 \text{ kN/m}^2$
- zatarcie od sprdu	$0,005 \times 19,00 = 0,095 \text{ kN/m}^2$	$\times 1,3$	$= 0,12 \text{ kN/m}^2$
		$6,38 \text{ kN/m}^2$	$7,33 \text{ kN/m}^2$

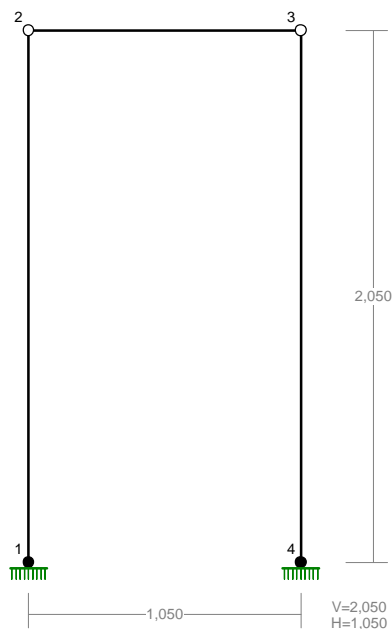
ŚNIEG $0,8 \times 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2 \times 1,4 = 1,01 \text{ kN/m}^2$

Poz. 1.1. Nadproża w ścianach istniejących l=1,00 (całe nowe)

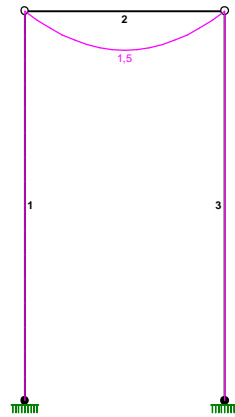
$L = 1,05 \times 1,00 = 1,05\text{m}$

Obciążenia:

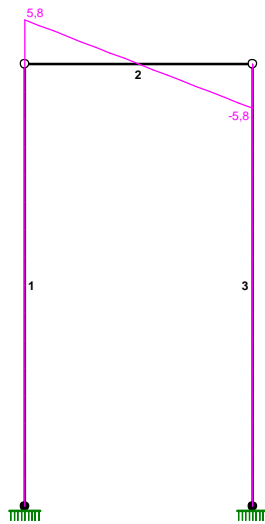
- stałe ze stropu	$[5,16 \times (0,5 \times 1,80 + 1,00)] \times 0,43/1,05 = 4,01 \text{ kN/m}$	$\times 1,2$	$4,81 \text{ kN/m}$
- ścianki	$[1,25 \times (0,5 \times 1,80 + 1,00)] \times 0,43/1,05 = 0,97 \text{ kN/m}$	$\times 1,2$	$1,16 \text{ kN/m}$
- użytkowe	$[2,00 \times 0,5 \times 1,80 + 1,50 \times 1,00] \times 0,43/1,05 = 1,35 \text{ kN/m}$	$\times 1,4$	$1,89 \text{ kN/m}$
- ściana	$0,15 \times 24,00 \times 0,60 = 2,16 \text{ kN/m}$	$\times 1,1$	$2,38 \text{ kN/m}$
- tynk	$2 \times 0,015 \times 19,00 \times 0,60 = 0,34 \text{ kN/m}$	$\times 1,3$	$0,44 \text{ kN/m}$
		$8,83 \text{ kN/m}$	$1,23 \quad 10,68 \text{ kN/m}$



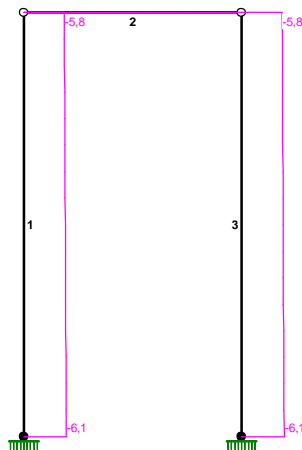
MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :

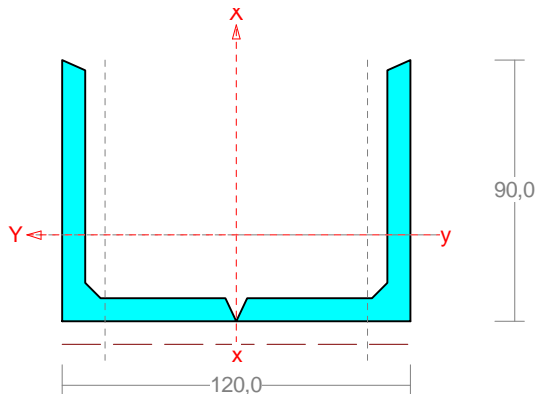


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,0	6,1	6,1	0,0
4	0,0	6,1	6,1	0,0

Rygiel

Przekrój: 2 L 90x60x8



Wymiary przekroju:

L 90x60x8 h=90,0 s=60,0 g=8,0 r=8,0
 ex=14,8 ey=29,6.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=531,4$ $J_{yg}=184,6$ $A=22,80$ $i_x=4,8$ $i_y=2,8$.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=8,0**.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,050$$

$$l_w = 1,000 \times 1,050 = 1,050 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,050$$

$$l_w = 1,000 \times 1,050 = 1,050 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 531,4}{1,050^2} 10^{-2} = 9752,3 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 184,6}{1,050^2} 10^{-2} = 3387,7 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi Y

$$M_R = y W_c f_d = 1,000 \times 30,6 \times 215 \times 10^{-3} = 6,6 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $j_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{1,5}{6,6} = 0,232 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 j_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 11,8 \times 215 \times 10^{-1} = 147,2 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 44,2 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 5,8 < 147,2 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,0 < 44,2 = V_o$

$$M_{R,v} = M_R = 6,6 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_y}{M_{Ry,v}} = \frac{1,5}{6,6} = 0,232 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,4 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 500 = 1050 / 500 = 2,1 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,4 < 2,1 = a_{\text{gr}}$$

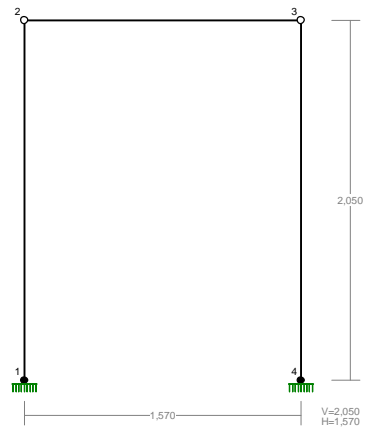
Zaprojektowano ramkę stalową – rygiel 2xL90x60x8, słupki C120, ze stali St3SX.

Poz. 1.2. Nadproża w ścianach istniejących l=1,50 (poszerzenie)

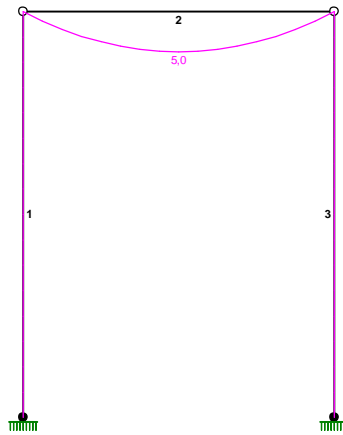
$$L = 1,05 \times 1,50 = 1,57 \text{ m}$$

Obciążenia:

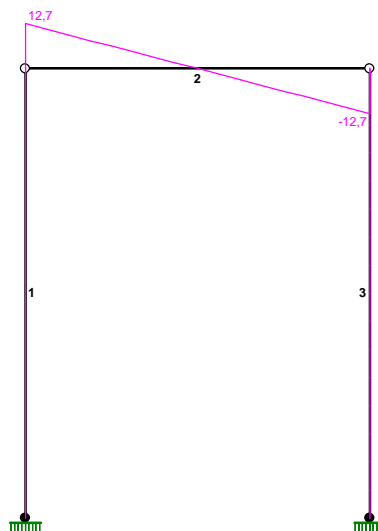
- stałe ze stropu	$[5,16 \times 0,5 \times 3,60] \times 0,95/1,57 =$	5,62 kN/m	x 1,2	6,74 kN/m
- ścianki	$[1,25 \times 0,5 \times 3,60] \times 0,95/1,57 =$	1,36 kN/m	x 1,2	1,63 kN/m
- użytkowe	$[2,00 \times 0,5 \times 3,60 + 1,50 \times 0,5 \times 3,60] \times 0,95/1,57 =$	3,81 kN/m	x 1,4	5,33 kN/m
- ściana	$0,15 \times 24,00 \times 0,60 =$	2,16 kN/m	x 1,1	2,38 kN/m
- tynk	$2 \times 0,015 \times 19,00 \times 0,60 =$	0,34 kN/m	x 1,3	0,44 kN/m
		13,29 kN/m	1,23	16,52 kN/m



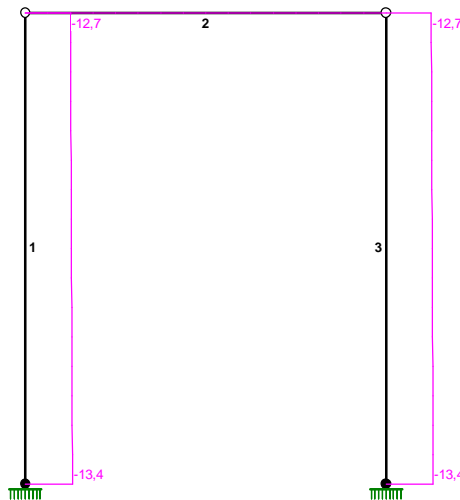
MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :



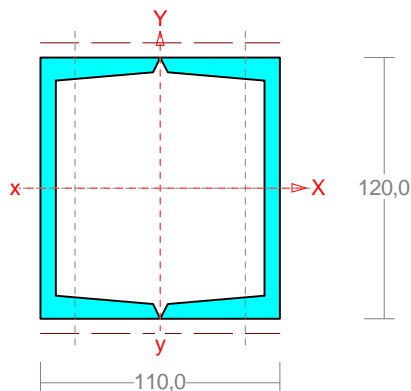
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa [kN]:	M[kNm]:
1	0,0	13,4	13,4	0,0
4	0,0	13,4	13,4	0,0

Rygiel

Przekrój: 2 U 120



Wymiary przekroju:

U 120 h=120,0 s=55,0 g=7,0 t=9,0 r=9,0
ex=16,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=728,0 J_{yg}=603,5 A=34,00 i_x=4,6 i_y=4,2.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=9,0**.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,570$$

$$l_w = 1,000 \times 1,570 = 1,570 \text{ m}$$

- przy wyoboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,570$$
$$l_w = 1,000 \times 1,570 = 1,570 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 728,0}{1,570^2} 10^{-2} = 5975,7 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 603,5}{1,570^2} 10^{-2} = 4954,0 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = y W_c f_d = 1,000 \times 121,3 \times 215 \times 10^{-3} = 26,1 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $j_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{j_L M_{Rx}} = \frac{5,0}{1,000 \times 26,1} = 0,192 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 j_{pv} A_V f_d = 0,58 \times 1,000 \times 16,8 \times 215 \times 10^{-1} = 209,5 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 62,8 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 12,7 < 209,5 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,0 < 62,8 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 26,1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{5,0}{26,1} = 0,192 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

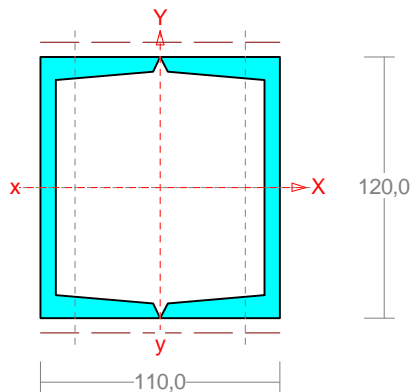
Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,7 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 500 = 1570 / 500 = 3,1 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,7 < 3,1 = a_{\text{gr}}$$

Słup



Wymiary przekroju:

U 120 h=120,0 s=55,0 g=7,0 t=9,0 r=9,0
ex=16,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=728,0 J_{yg}=603,5 A=34,00 i_x=4,6 i_y=4,2.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=9,0**.

Nośność elementów rozciąganych:

Siła osiowa: $N = -13,4$ kN.

Pole powierzchni przekroju: $A = 34,00$ cm².

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 34,00 \times 215 \times 10^{-1} = 731,0$ kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 13,4 < 731,0 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 0,500 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły przesuwne} \Rightarrow \mu = 2,484 \quad \text{dla } l_o = 2,050$$
$$l_w = 2,484 \times 2,050 = 5,092 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,050$$
$$l_w = 1,000 \times 2,050 = 2,050 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 728,0}{5,092^2} 10^{-2} = 568,0 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 603,5}{2,050^2} 10^{-2} = 2905,7 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,954 \times 34,0 \times 215 \times 10^{-1} = 697,4 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$I_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi X:

$$I_x = l_{wx} / i_x = 5092,2 / 46,3 = 110,05$$

$$\bar{I} = I_x / I_p = 110,05 / 84,00 = 1,310 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow j = 0,410$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi Y:

$$\bar{I} = \bar{I}_m = 0,640 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow j = 0,874$$

Przyjęto: $j = j_{\min} = 0,410$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{13,4}{0,410 \times 697,4} = 0,047 < 1$$

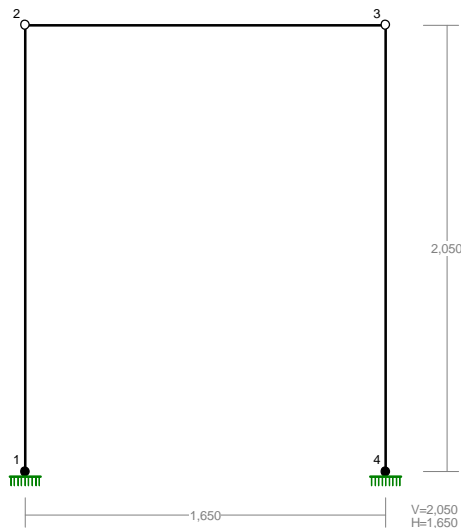
Zaprojektowano ramkę stalową – rygiel i słupki 2xC120, ze stali St3SX.

Poz. 1.3. Nadproża w ścianach istniejących $l=1,57$ (poszerzenie)

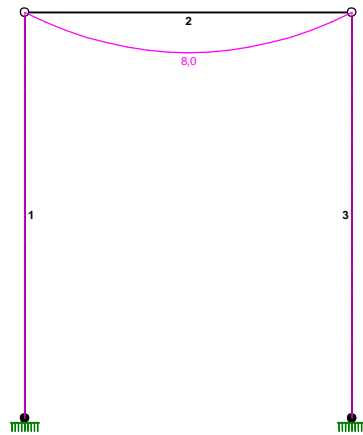
$$L = 1,05 \times 1,57 = 1,65\text{m}$$

Obciążenia:

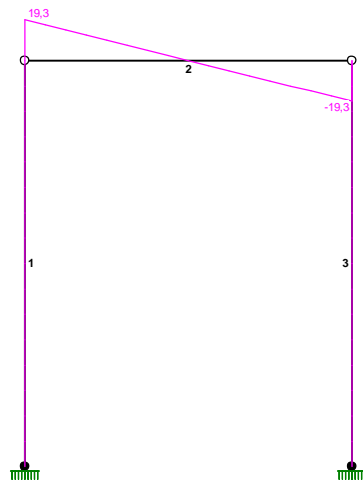
- stałe ze stropu	$[5,16 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 1,03 / 1,65 = 10,95 \text{ kN/m}$	x 1,2	13,14 kN/m	
- ścianki	$[1,25 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 1,03 / 1,65 = 2,65 \text{ kN/m}$	x 1,2	3,18 kN/m	
- użytkowe	$[1,50 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 1,03 / 1,65 = 3,18 \text{ kN/m}$	x 1,4	4,45 kN/m	
- ściana	$0,15 \times 24,00 \times 0,60 = 2,16 \text{ kN/m}$	x 1,1	2,38 kN/m	
- tynk	$2 \times 0,015 \times 19,00 \times 0,60 = 0,34 \text{ kN/m}$	x 1,3	0,44 kN/m	
		19,28 kN/m	1,23	23,59 kN/m



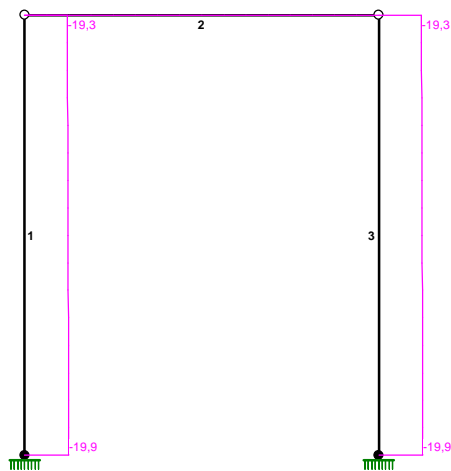
MOMENTY :



TNĄCE :



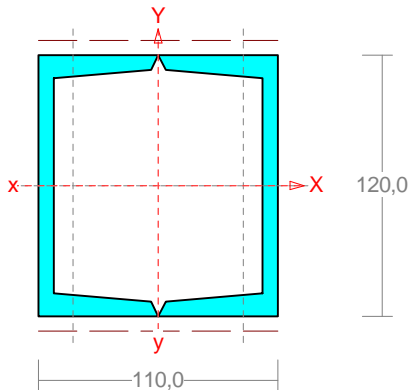
NORMALNE :



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,0	19,9	19,9	0,0
4	0,0	19,9	19,9	0,0

Rygiel



Wymiary przekroju:

U 120 h=120,0 s=55,0 g=7,0 t=9,0 r=9,0
 ex=16,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=728,0 J_{yg}=603,5 A=34,00 i_x=4,6 i_y=4,2.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=9,0**.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,650$$

$$l_w = 1,000 \times 1,650 = 1,650 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,650$$

$$l_w = 1,000 \times 1,650 = 1,650 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 728,0}{1,650^2} 10^{-2} = 5410,2 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 603,5}{1,650^2} 10^{-2} = 4485,3 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = y W_c f_d = 1,000 \times 121,3 \times 215 \times 10^{-3} = 26,1 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $j_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{j_L M_{Rx}} = \frac{8,0}{1,000 \times 26,1} = 0,306 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 j_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 16,8 \times 215 \times 10^{-1} = 209,5 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 62,8 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 19,3 < 209,5 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,0 < 62,8 = V_O$

$$M_{R,V} = M_R = 26,1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{8,0}{26,1} = 0,306 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

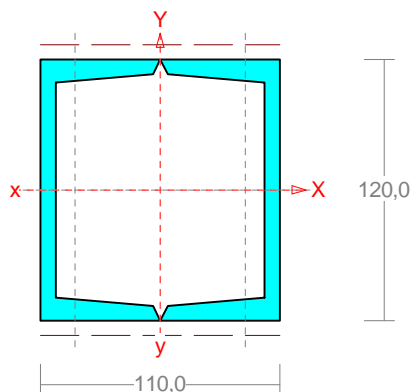
Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,3 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 500 = 1650 / 500 = 3,3 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 1,3 < 3,3 = a_{\text{gr}}$$

Słupy



Wymiary przekroju:

U 120 h=120,0 s=55,0 g=7,0 t=9,0 r=9,0
ex=16,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=728,0$ $J_{yg}=603,5$ $A=34,00$ $i_x=4,6$ $i_y=4,2$.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=9,0**.

Nośność elementów rozciąganych:

Siała osiowa: $N = -19,9 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 34,00 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 34,00 \times 215 \times 10^{-1} = 731,0 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 19,9 < 731,0 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 0,500 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 2,484 \quad \text{dla } l_o = 2,050$$

$$l_w = 2,484 \times 2,050 = 5,092 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,050$$

$$l_w = 1,000 \times 2,050 = 2,050 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 728,0}{5,092^2} 10^{-2} = 568,0 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 603,5}{2,050^2} 10^{-2} = 2905,7 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,954 \times 34,0 \times 215 \times 10^{-1} = 697,4 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$I_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi X:

$$I_x = l_{wx} / i_x = 5092,2 / 46,3 = 110,05$$

$$\bar{I} = I_x / I_p = 110,05 / 84,00 = 1,310 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow j = 0,410$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi Y:

$$\bar{I} = \bar{I}_m = 0,640 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow j = 0,874$$

Przyjęto: $j = j_{\min} = 0,410$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{19,9}{0,410 \times 697,4} = 0,070 < 1$$

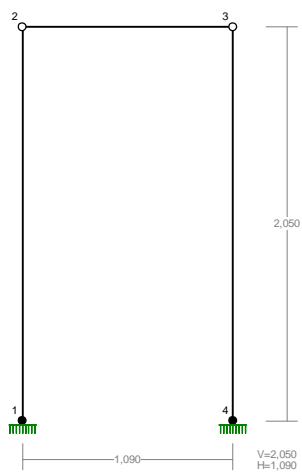
Zaprojektowano ramkę stalową – rygiel i słupki 2xC120, ze stali St3SX.

Poz. 1.4. Nadproża w ścianach istniejących l=1,04 (nowe)

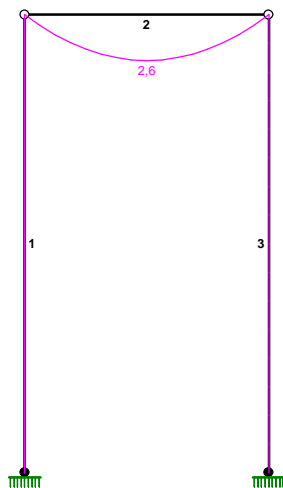
$$L = 1,05 \times 1,04 = 1,09 \text{ m}$$

Obciążenia:

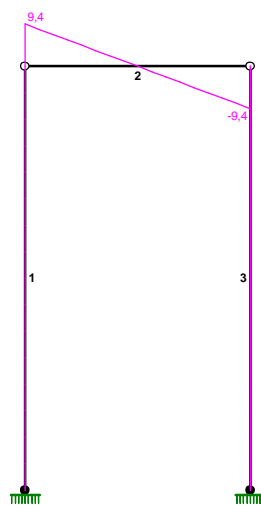
- stałe ze stropu	$[5,16 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 0,47 / 1,09 = 7,56 \text{ kN/m}$	x 1,2	9,07 kN/m
- ścianki	$[1,25 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 0,47 / 1,09 = 1,83 \text{ kN/m}$	x 1,2	2,20 kN/m
- użytkowe	$[1,50 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 0,47 / 1,09 = 2,20 \text{ kN/m}$	x 1,4	3,08 kN/m
- ściana	$0,15 \times 24,00 \times 0,60 = 2,16 \text{ kN/m}$	x 1,1	2,38 kN/m
- tynk	$2 \times 0,015 \times 19,00 \times 0,60 = 0,34 \text{ kN/m}$	x 1,3	0,44 kN/m
		14,09 kN/m	1,23) 17,17 kN/m



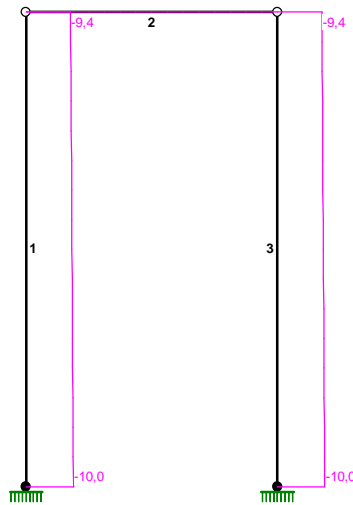
MOMENTY :



TNACE :



NORMALNE :

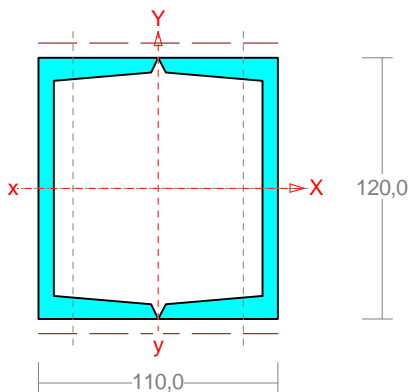


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,0	10,0	10,0	0,0
4	0,0	10,0	10,0	0,0

Rygiel



Wymiary przekroju:

U 120 h=120,0 s=55,0 g=7,0 t=9,0 r=9,0
ex=16,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=728,0 J_{yg}=603,5 A=34,00 i_x=4,6 i_y=4,2.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=9,0**.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,090$$

$$l_w = 1,000 \times 1,090 = 1,090 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,090$$

$$l_w = 1,000 \times 1,090 = 1,090 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 728,0}{1,090^2} 10^{-2} = 12397,4 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 603,5}{1,090^2} 10^{-2} = 10278,0 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = y W_c f_d = 1,000 \times 121,3 \times 215 \times 10^{-3} = 26,1 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $j_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{j_L M_{Rx}} = \frac{2,6}{1,000 \times 26,1} = 0,098 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 j_{pv} A_V f_d = 0,58 \times 1,000 \times 16,8 \times 215 \times 10^{-1} = 209,5 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 62,8 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 9,4 < 209,5 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,0 < 62,8 = V_o$

$$M_{R,v} = M_R = 26,1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,v}} = \frac{2,6}{26,1} = 0,098 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,2 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 500 = 1090 / 500 = 2,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,2 < 2,2 = a_{\text{gr}}$$

Zaprojektowano ramkę stalową – rygiel i słupki 2xC120, ze stali St3SX.

Poz. 1.5. Nadproża w ścianach istniejących l=1,20

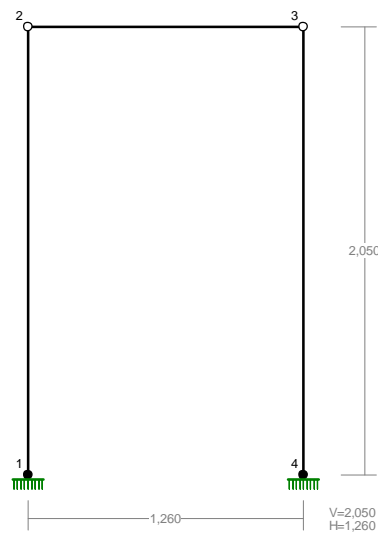
$$L = 1,05 \times 1,20 = 1,26 \text{ m}$$

Obciążenia:

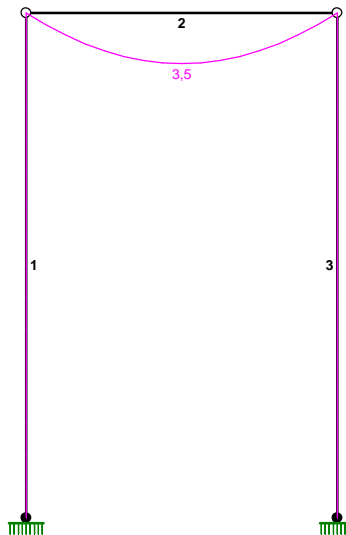
- stałe ze stropu $[5,16 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 0,52/1,26 = 7,19 \text{ kN/m} \quad \times 1,2 \quad 8,63 \text{ kN/m}$

- ścianki $[1,25 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 0,52/1,26 = 1,74 \text{ kN/m} \quad \times 1,2 \quad 2,09 \text{ kN/m}$

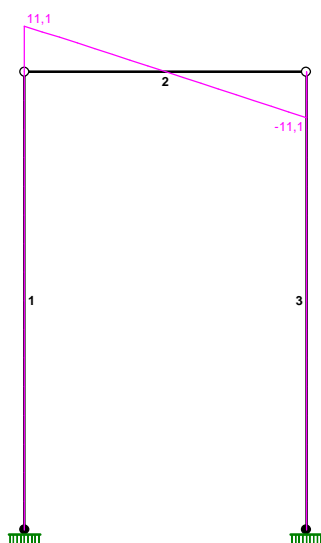
- użytkowe	$[2,00 \times (0,5 \times 4,80 + 1,00)] \times 0,52/1,26 =$	$2,79 \text{ kN/m}$	$\times 1,4$	$3,91 \text{ kN/m}$
- ściana	$0,15 \times 24,00 \times 0,64 =$	$2,30 \text{ kN/m}$	$\times 1,1$	$2,53 \text{ kN/m}$
- tynk	$2 \times 0,015 \times 19,00 \times 0,64 =$	$0,36 \text{ kN/m}$	$\times 1,3$	$0,47 \text{ kN/m}$
		<hr/>	$14,38 \text{ kN/m}$	$1,23 \quad 17,63 \text{ kN/m}$



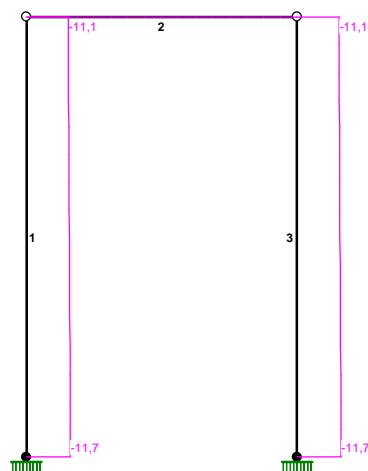
MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :

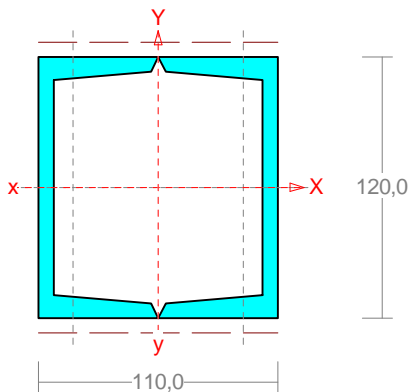


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	-0,0	11,7	11,7	0,0
4	0,0	11,7	11,7	0,0

Rygiel



Wymiary przekroju:

U 120 $h=120,0$ $s=55,0$ $g=7,0$ $t=9,0$ $r=9,0$
 $ex=16,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=728,0$ $J_{yg}=603,5$ $A=34,00$ $i_x=4,6$ $i_y=4,2$.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=9,0**.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,260$$
$$l_w = 1,000 \times 1,260 = 1,260 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,260$$
$$l_w = 1,000 \times 1,260 = 1,260 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 728,0}{1,260^2} 10^{-2} = 9277,8 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 603,5}{1,260^2} 10^{-2} = 7691,6 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = y W_c f_d = 1,000 \times 121,3 \times 215 \times 10^{-3} = 26,1 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczerzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $j_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{j_L M_{Rx}} = \frac{3,5}{1,000 \times 26,1} = 0,134 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 j_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 16,8 \times 215 \times 10^{-1} = 209,5 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 62,8 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 11,1 < 209,5 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,0 < 62,8 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 26,1 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_x,V}} = \frac{3,5}{26,1} = 0,134 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

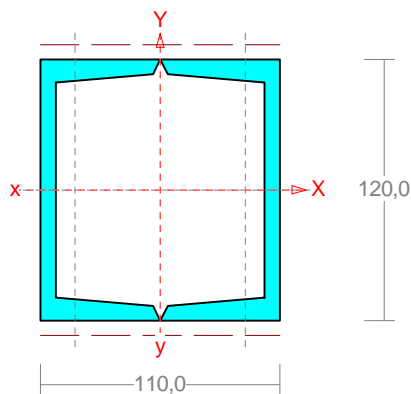
Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,3 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 500 = 1260 / 500 = 2,5 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,3 < 2,5 = a_{\text{gr}}$$

Rygiel



Wymiary przekroju:

U 120 h=120,0 s=55,0 g=7,0 t=9,0 r=9,0
ex=16,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=728,0 J_{yg}=603,5 A=34,00 i_x=4,6 i_y=4,2.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=9,0**.

Nośność elementów rozciąganych:

Siła osiowa: $N = -11,7 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 34,00 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 34,00 \times 215 \times 10^{-1} = 731,0 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 11,7 < 731,0 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 0,500 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 2,484 \quad \text{dla } l_0 = 2,050$$
$$l_w = 2,484 \times 2,050 = 5,092 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 2,050$$
$$l_w = 1,000 \times 2,050 = 2,050 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 728,0}{5,092^2} 10^{-2} = 568,0 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 603,5}{2,050^2} 10^{-2} = 2905,7 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = \psi A f_d = 0,954 \times 34,0 \times 215 \times 10^{-1} = 697,4 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$I_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi X:

$$I_x = l_{wx} / i_x = 5092,2 / 46,3 = 110,05$$

$$\bar{I} = I_x / I_p = 110,05 / 84,00 = 1,310 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow j = 0,410$$

- dla wyboczenia prostopadłego do osi Y:

$$\bar{I} = \bar{I}_m = 0,640 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow j = 0,874$$

Przyjęto: $j = j_{\min} = 0,410$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{11,7}{0,410 \times 697,4} = 0,041 < 1$$

Zaprojektowano ramkę stalową – rygiel i słupki 2xC120, ze stali St3SX.

Poz. 2.0. Konstrukcja wsporcza pod agregat skraplający

Na dachu zainstalowano argrgat skraplający o wymiarach w rzucie 75x160cm, wysokości 120,5cm o wadze ok. 250kg.

Poz. 2.1. Belka pozioma

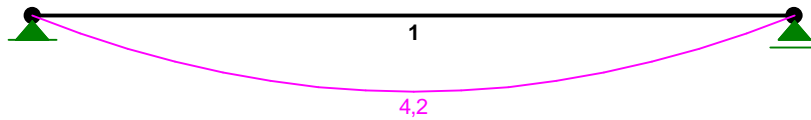
Obciążenia:

Przyjęto obciążenie uzytkowe 5,00kN/m²

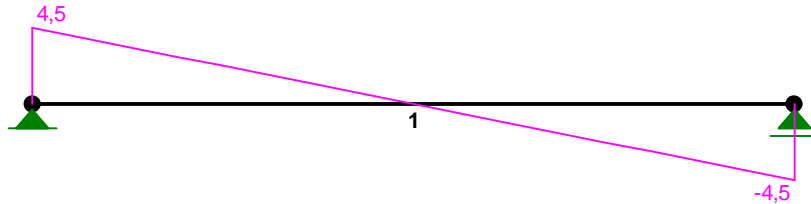
Obciążenie na jedną belkę 5,00 x 0,5 x 0,75 = 1,87 kN/m x 1,20 = 2,24kN/m



MOMENTY :

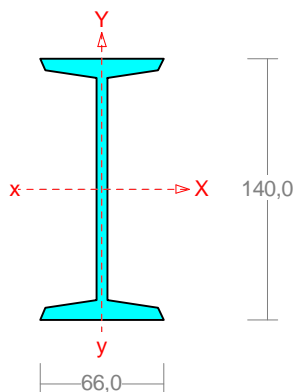


TNĄCE :



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,0	4,5	4,5	
2	0,0	4,5	4,5	



Wymiary przekroju:

I 140 h=140,0 g=5,7 s=66,0 t=8,6 r=5,7.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=573,0$ $J_{yg}=35,2$ $A=18,30$ $i_x=5,6$ $i_y=1,4$

$J_w=1524,8$ $J_t=4,1$ $i_s=5,8$.

Materiał: **St3SX**

Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=8,6$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,730$$
$$l_w = 1,000 \times 3,730 = 3,730 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,730$$
$$l_w = 1,000 \times 3,730 = 3,730 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 3,730$ m. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 3,730$ m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 573,0}{3,730^2} 10^{-2} = 833,3 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 35,2}{3,730^2} 10^{-2} = 51,2 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{5,8^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 1524,8}{3,730^2} 10^{-2} + 80 \times 4,1 \times 10^2 \right) = 1054,7 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{\omega} = 3730 \text{ mm}$:

$$\frac{35 i_y}{b} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 14}{1,000} \times \sqrt{215 / 215} = 485 < 3730 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00 \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 51,2 + \sqrt{(0,000 \times 51,2)^2 + 0,000^2 \times 0,058^2 \times 51,2 \times 1054,7} = 0,0$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\lambda_L = 0$.

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 81,9 \times 215 \times 10^{-3} = 17,6 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $j_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{j_L M_{Rx}} = \frac{4,2}{1,000 \times 17,6} = 0,237 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-1} = 99,5 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 59,7 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 4,5 < 99,5 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,0 < 59,7 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 17,6 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_x, V}} = \frac{4,2}{17,6} = 0,237 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 4,3 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 500 = 3730 / 500 = 7,5 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 4,3 < 7,5 = a_{\text{gr}}$$

Zaprojektowano konstrukcję z dwóch belek z dwuteowników 140, ze stali St3SX.

Poz. 2.2. Słupki

Obciążenia:

Obciążenie na słupki (reakcja z belki): 3,80kN x 1,20



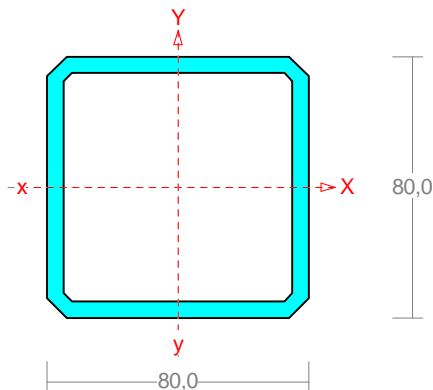
NORMALNE :



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	0,0	3,9	3,9	0,0

**Wymiary przekroju:**

h=80,0 s=80,0 g=5,0 t=5,0 r=5,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:J_{xg}=125,5 J_y=125,5 A=13,94 i_x=3,0 i_y=3,0.Materiał: **St3SX** Wytrzymałość **f_d=215 MPa**
dla **g=5,0**.Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.**Nośność elementów rozciąganych:**Siła osiowa: $N = -3,9 \text{ kN}$.Pole powierzchni przekroju: $A = 13,94 \text{ cm}^2$.Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 13,94 \times 215 \times 10^{-1} = 299,7 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 3,9 < 299,7 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 0,500 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły przesuwne} \Rightarrow \mu = 2,484 \quad \text{dla } l_0 = 1,000$$

$$l_w = 2,484 \times 1,000 = 2,484 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,000$$

$$l_w = 1,000 \times 1,000 = 1,000 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 125,5}{2,484^2} 10^{-2} = 411,5 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 125,5}{1,000^2} 10^{-2} = 2539,2 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = A f_d = 13,9 \times 215 \times 10^{-1} = 299,7 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{I} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{299,7 / 411,5} = 0,986 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow j = 0,717$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{I} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{299,7 / 2539,2} = 0,397 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow j = 0,988$$

Przyjęto: $j = j_{\min} = 0,717$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{3,9}{0,717 \times 299,7} = 0,018 < 1$$

Zaprojektowano słupy z rur kwadratowych zamkniętych 80x80x5, ze stali St3SX.

Opracowała:

mgr inż. Joanna Sobczak