

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Stazic - poprzecznicza 71 302 ostateczne.axs**

01.03.2024

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: 1

Węzły: 1-2

Norma: Eurokod-PL

Materiał: S 235

Przekrój poprzeczny: 2C160

Przypadek obciążenia: liniowa, (Auto) Decydująca

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: 1,0

Może zostać przeprowadzone tylko niepełne wymiarowanie.

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Płyty] {1,5*0,6*Wiatr} (1,5*1*Użytkowe+1,5*1*Przeñośniki)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 3350 = 1675$ mm

 $N_{Ed} = -1,1$ kN $V_{z,Ed} = -2,6822 \cdot 10^{-7}$ kN $M_{y,Ed} = -4,7714 \cdot 10^4$ kNm = -47,714 kNm

$$\eta_{NMV_{el}} = \frac{N_{Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-1,1)}{4910 \cdot \frac{0,24}{1}} + \frac{(-4,7714 \cdot 10^4)}{2,383 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,24}{1}} + \frac{0}{7,1299 \cdot 10^4 \cdot \frac{0,24}{1}} = 85,3 \% \quad \text{spełniony}$$

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętnie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Załącznik B: Metoda 2

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Płyty] {1,5*0,6*Wiatr} (1,5*1*Użytkowe+1,5*1*Przeñośniki)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 3350 = 1675$ mm

 $C_{my} = \max(0,95 + 0,05 \cdot \alpha_{my}, 0,9 + 0,1 \cdot \alpha_{my}) = \max(0,95 + 0,05 \cdot 0,9 + 0,1 \cdot 0) = 0,95 \geq 0,4$ Tabela B.3

 $C_{mz} = - - -$
 $k_{yy} = 1$
 $k_{zy} = 1$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}; 1 \right) = 0,80 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}; 1 \right) = 0,47 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \pm k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} = \frac{(-1,1)}{0,80 \cdot 4910 \cdot 0,24} \pm 1 \cdot \frac{(-4,7714 \cdot 10^4)}{2,383 \cdot 10^5 \cdot 0,24} = 85,3 \% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} \pm k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}} = \frac{(-1,1)}{0,47 \cdot 4910 \cdot 0,24} \pm 1 \cdot \frac{(-4,7714 \cdot 10^4)}{2,383 \cdot 10^5 \cdot 0,24} = 85,4 \% \quad (6.62)$$

 $\eta_{NMBuckl} = 85,4 \% \quad \text{spełniony}$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Staszic - poprzecznicza 71 302 ostateczne.axs**

01.03.2024

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Załącznik B: Metoda 2

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,143 \cdot L = 0,143 \cdot 3350 = 479$ mm

Decydująca kombinacja: [CW+Płyty] {1,5*1*Przenośniki}

Zwichrzenie nie może zostać obliczone.

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,143 \cdot L = 0,143 \cdot 3350 = 479$ mm

Decydująca kombinacja: [CW+Płyty] {1,5*1*Przenośniki}

Nie można wyznaczyć powierzchni przy ścinaniu.

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Załącznik A: A.3

Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność) nie może zostać obliczone dla tego profilu.

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Płyty] {1,5*1*Użytkowe} (1,5*1*Przenośniki)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 3350 = 0$ mm

$$V_{el,Rd,z} = \frac{I \cdot t}{S} \cdot f_y = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

$$A_{V,el,z} = \frac{I_y \cdot 2 \cdot t_w}{2 \cdot b \cdot t_f \cdot (h - 0,5 \cdot t_f - z_c) + (h - z_c - t_f)^2 \cdot t_w} = 2068 \text{ mm}^2$$

$$V_{el,Rd,z} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2068 \cdot 0,24}{\sqrt{3} \cdot 1} = 281 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{el,Rd,z}} = \frac{|(-57)|}{281} = 20,3 \% \quad \text{spełniony}$$

6. Ścinanie środnika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,143 \cdot L = 0,143 \cdot 3350 = 479$ mm

Decydująca kombinacja: [CW+Płyty] {1,5*1*Przenośniki}

Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność) nie może zostać obliczone.

7. SGU (Stan graniczny użyteczności)

EN 1993-1-1: 7., EN 1990: 3.4, A1.4.

Decydująca kombinacja: [CW+Płyty] {Użytkowe} (Przenośniki)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 3350 = 1675$ mm

$$e_z = |e_{z,i} + u_z| = |(-9,6) + 0| = 9,6 \text{ mm}$$

$$e_{z,Limit} = \frac{L}{250,0} = \frac{3350}{250,0} = 13 \text{ mm}$$

$$\eta_{e_z} = \frac{e_z}{e_{z,Limit}} = \frac{9,6}{13} = 71,9 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{e_z}) = \max(71,9) = 71,9 \% \quad \text{spełniony}$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Staszic - poprzecznicza 71 302 ostateczne.axs**

01.03.2024

Wyniki cząstkowe
8. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: [CW+Płyty] {1,5*Wiatr}

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,143 \cdot L = 0,143 \cdot 3350 = 479$ mm

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4910 \cdot 0,24}{1} = 1154 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-1,9)|}{1154} = 0,2 \% \quad (6.9) \quad \text{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Płyty] {1,5*1*Użytkowe} (1,5*1*Przenośniki)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 3350 = 1675$ mm

$$M_{el,Rd,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,383 \cdot 10^5 \cdot 0,24}{1} = 5,5999 \cdot 10^4 \text{ kNmm} = 55,999 \text{ kNm} \quad (6.14)$$

$$\eta_{M_{y,el}} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{el,Rd,y}} = \frac{|(-4,7714 \cdot 10^4)|}{5,5999 \cdot 10^4} = 85,2 \% \quad (6.12) \quad \text{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*CW+1,35*0,85*Płyty] {1,5*Wiatr}

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 3350 = 0$ mm

$$M_{el,Rd,z} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,1299 \cdot 10^4 \cdot 0,24}{1} = 1,6755 \cdot 10^4 \text{ kNmm} = 16,755 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,el}} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{el,Rd,z}} = \frac{|0|}{1,6755 \cdot 10^4} = 0 \% \quad (6.12) \quad \text{spełniony}$$

11. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Płyty] {1,5*1*Użytkowe} (1,5*1*Przenośniki)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 3350 = 0$ mm

$$V_{el,Rd,z} = \frac{I_y \cdot t_f \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

$$A_{V,el,z} = \frac{I_y \cdot 2 \cdot t_w}{2 \cdot b \cdot t_f \cdot (h - 0,5 \cdot t_f - z_c) + (h - z_c - t_f)^2 \cdot t_w} = 2068 \text{ mm}^2$$

$$V_{el,Rd,z} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2068 \cdot 0,24}{\sqrt{3} \cdot 1} = 281 \text{ kN}$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Staszic - poprzecznicza 71 302 ostateczne.axs**

01.03.2024

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{el,Rd,z}} = \frac{|(-57)|}{281} = 20,3\% \quad \text{spełniony}$$

13. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): [1,35*CW+1,35*Płyty] {1,5*0,6*Wiatr} (1,5*1*Użytkowe+1,5*1*Przenośniki)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 3350 = 1675 \text{ mm}$

$$\eta_{MN} = \frac{N_{Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-1,1)}{4910 \cdot \frac{0,24}{1}} + \frac{|(-4,7714 \cdot 10^4)|}{2,383 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,24}{1}} + \frac{|0|}{7,1299 \cdot 10^4 \cdot \frac{0,24}{1}} = 85,3\% \quad \text{spełniony}$$

14. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: [1,35*CW+1,35*Płyty] {1,5*0,6*Wiatr} (1,5*1*Użytkowe+1,5*1*Przenośniki)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 3350 = 1675 \text{ mm}$

$$i_{min, chord} = \min(i_{y, chord}; i_{z, chord}) = \min(0; 0) = 0 \text{ mm}$$

Maksymalny rozstaw złączy: 6.4.4: Tabela 6.9

$$s_{max} = 15 \cdot i_{min, chord} = 0 \text{ mm}$$

$$K_y = 1$$

$$K_z = 1$$

$$L_{cr,y} = K_y \cdot L = 1 \cdot 3350 = 3350 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = K_z \cdot L = 1 \cdot 3350 = 3350 \text{ mm}$$

Krzywa wyboczenia wokół osi y: c Tabela 6.2

$$\rightarrow \alpha_y = 0,49 \quad \text{Tabela 6.1}$$

Krzywa wyboczenia wokół osi z: c Tabela 6.2

$$\rightarrow \alpha_z = 0,49 \quad \text{Tabela 6.1}$$

$$\lambda_y^* = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{4910 \cdot 0,24}{3521}} = 0,57 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{4910 \cdot 0,24}{922}} = 1,12 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y^* - 0,2) + \lambda_y^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (0,57 - 0,2) + 0,57^2}{2} = 0,7551$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z^* - 0,2) + \lambda_z^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (1,12 - 0,2) + 1,12^2}{2} = 1,351$$

$$\chi_y = \min\left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1\right) = \min\left(\frac{1}{0,7551 + \sqrt{0,7551^2 - 0,57^2}}; 1\right) = 0,80 \quad (6.49)$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Staszic - poprzecznica 71 302 ostateczne.axs**

01.03.2024

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,351 + \sqrt{1,351^2 - 1,12^2}} ; 1 \right) = 0,47 \quad (6.49)$$

$$\chi_{TF} = 0,7668 \quad (6.52, 6.49)$$

$$\chi = \min (\chi_y ; \chi_z ; \chi_{TF}) = \min (0,80 ; 0,47 ; 0,7668) = 0,47 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,47 \cdot 4910 \cdot 0,24}{1} = 547 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-1,1)|}{547} = 0,2 \% \quad (6.46) \quad \text{spełniony}$$

15. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,143 \cdot L = 0,143 \cdot 3350 = 479 \text{ mm}$

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Zwichrzenie: [CW+Płyty] {1,5*1*Przeñośniki}

Nośność na zwichrzenie nie może zostać określona dla profilu ogólnego

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 302.axs**

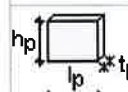
01.03.2024

Material	Klasa	f_y	f_u
	S 235	235.00MPa	360.00MPa

	Belka-błacha-podciąg EN 1991-1-8:2006	Wyężenie : 0.621	
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Śruby łączące blachę czołową i środnik podciągu

Klasa		5.8
Granica plastyczności	$f_{yb} =$	400.00MPa
Wytrzymałość na rozciąganie	$f_{ub} =$	500.00MPa
Średnica śruby	$d =$	16.00mm
Średnica otworu dla śruby	$d_0 =$	18.00mm
Pole powierzchni śruby	$A =$	2.01cm ²
Pole powierzchni czynnej śruby	$A_s =$	1.57cm ²
Liczba wierszy	$w =$	2.00
Liczba kolumn	$k =$	2.00
Odległość od krawędzi poziomej	$e_1 =$	25.00mm
Odległość od krawędzi pionowej	$e_2 =$	26.00mm
Rozstaw pionowy	$p_1 =$	45.00mm
Rozstaw poziomy	$p_2 =$	78.00mm

Błacha			
	l_p	h_p	t_p
	130.00mm	94.00mm	12.00mm

Spoiny

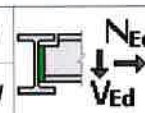
Grubość spoin pachwinowych łączących środnik belki i blachę czołową	$a_w =$	5.00mm
---------------------------------------------------------------------	---------	--------

Współczynniki materiałowe

Współczynnik	$\gamma_{M0} =$	1.000
Współczynnik	$\gamma_{M2} =$	1.250

Siły

Obciążenie obliczeniowe [1,35*Płyty stropowe+1,35*G] {1,5*1*Przenośnik} (1,5*1*Użytkowe)

Siła podłużna	$N_{Ed} =$	0.00kN	
Siła poprzeczna	$V_{Ed} =$	57.06kN	

Rezultaty

Śruby łączące blachę czołową i środnik podciągu

Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{(0.900 \cdot 500.00MPa \cdot 1.57cm^2)}{1.250} = 56.52kN$$

Pole ścinanej części śruby

$$A = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.142 \cdot (16.00mm)^2 = 2.01cm^2$$

Nośność śruby na ścinanie w jednej płaszczyźnie

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.600 \cdot 1 \cdot 500.00MPa \cdot 2.01cm^2}{1.250} = 48.25kN$$

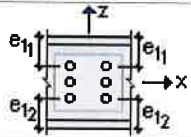
Docisk śruby do środnika podciągu

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 302.axs**

01.03.2024

	$e_{1_1} = 48.00mm$
	$e_{1_2} = 47.00mm$
$e_{1min} = \min(e_{1_1}; e_{1_2}) = \min(48.00mm; 47.00mm) = 47.00 mm$	

Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min\left(2.8 \cdot \frac{e_{1min}}{d_0} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{p_1}{d_0} - 1.7; 2.5\right) = \min\left(2.8 \cdot \frac{47.00mm}{18.00mm} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{45.00mm}{18.00mm} - 1.7; 2.5\right) = 1.800$$

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min\left(\frac{p_2}{3 \cdot d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right) = \min\left(\frac{78.00mm}{3 \cdot 18.00mm} - 0.25; \frac{500.00MPa}{360.00MPa}; 1.0\right) = 1.000$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1x} = \frac{k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_i}{\gamma_{M2}} = \frac{1.800 \cdot 1.000 \cdot 360.00MPa \cdot 16.00mm \cdot 7.00mm}{1.250} = 58.06kN$$

Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min\left(1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7; 2.5\right) = \min\left(1.4 \cdot \frac{78.00mm}{18.00mm} - 1.7; 2.5\right) = 2.500$$

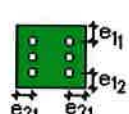
Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min\left(\frac{e_{1min}}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right) = \min\left(\frac{47.00mm}{3 \cdot 18.00mm}; \frac{45.00mm}{3 \cdot 18.00mm} - 0.25; \frac{500.00MPa}{360.00MPa}; 1.0\right) = 0.583$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1z} = \frac{k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_i}{\gamma_{M2}} = \frac{2.500 \cdot 0.583 \cdot 360.00MPa \cdot 16.00mm \cdot 7.00mm}{1.250} = 47.04kN$$

Docisk śruby do blachy

	$e_{1_1} = 25.00mm$
	$e_{1_2} = 24.00mm$
	$e_{2_1} = 26.00mm$
$e_{1min} = \min(e_{1_1}; e_{1_2}) = \min(25.00mm; 24.00mm) = 24.00 mm$	
$e_{2min} = \min(e_{2_1}) = \min(26.00mm) = 26.00 mm$	

Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min\left(2.8 \cdot \frac{e_{1min}}{d_0} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{p_1}{d_0} - 1.7; 2.5\right) = \min\left(2.8 \cdot \frac{24.00mm}{18.00mm} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{45.00mm}{18.00mm} - 1.7; 2.5\right) = 1.800$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 302.axs**

01.03.2024

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min\left(\frac{e_{2min}}{3 \cdot d_0}; \frac{p_2}{3 \cdot d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right) = \min\left(\frac{26.00mm}{3 \cdot 18.00mm}; \frac{78.00mm}{3 \cdot 18.00mm} - 0.25; \frac{500.00MPa}{360.00MPa}; 1.0\right) = 0.481$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2x} = \frac{k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_i}{\gamma_{M2}} = \frac{1.800 \cdot 0.481 \cdot 360.00MPa \cdot 16.00mm \cdot 12.00mm}{1.250} = 47.92kN$$

Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min\left(2.8 \cdot \frac{e_{2min}}{d_0} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7; 2.5\right) = \min\left(2.8 \cdot \frac{26.00mm}{18.00mm} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{78.00mm}{18.00mm} - 1.7; 2.5\right) = 2.344$$

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min\left(\frac{e_{1min}}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right) = \min\left(\frac{24.00mm}{3 \cdot 18.00mm}; \frac{45.00mm}{3 \cdot 18.00mm} - 0.25; \frac{500.00MPa}{360.00MPa}; 1.0\right) = 0.444$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2z} = \frac{k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_i}{\gamma_{M2}} = \frac{2.344 \cdot 0.444 \cdot 360.00MPa \cdot 16.00mm \cdot 12.00mm}{1.250} = 57.62kN$$

Stan graniczny nośności

Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 0.00kN$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 57.06kN$$

Kierunek Z

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{V,Ed} = \frac{V_0}{n_b} = \frac{57.06kN}{4} = 14.27kN$$

Sumaryczna siła na kierunku Z

$$F_{z,Ed} = |F_{V,Ed}| = 14.27kN$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{z,Rd} = \min(F_{b,Rd1z}; F_{b,Rd2z}) = \min(47.04kN; 57.62kN) = 47.04kN$$

$$F_{z,Ed} \leq F_{z,Rd} \quad 14.27kN < 47.04kN \quad 0.303 \quad \checkmark$$

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$F_{Ed} = |F_{z,Ed}| = 14.27kN$$

$$F_{Ed} \leq F_{v,Rd} \quad 14.27kN < 48.25kN \quad 0.296 \quad \checkmark$$

Rozerwanie blokowe

Siły w elemencie

Siła poprzeczna

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 302.axs**

01.03.2024

$$V_0 = V_{Ed} = 57.06kN$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = (w_1 - d_0) \cdot t = (78.00mm - 18.00mm) \cdot 12.00mm = 7.20cm^2$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = 2 \cdot [e_1 + (n_v - 1) \cdot p_1 - (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = 2 \cdot [25.00mm + (2 - 1) \cdot 45.00mm - (2 - 0.5) \cdot 18.00mm] \cdot 12.00mm = 10.32cm^2$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_u \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_y \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}} = \frac{360.00MPa \cdot 7.20cm^2}{1.250} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{235.00MPa \cdot 10.32cm^2}{1.000} = 347.38kN$$

$$|V_0| \leq V_{eff,1,Rd} \quad |57.06kN| < 347.38kN \quad 0.164 \quad \checkmark$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = 2 \cdot (e_2 - 0.5 \cdot d_0) \cdot t = 2 \cdot (26.00mm - 18.00mm) \cdot 12.00mm = 4.08cm^2$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = 2 \cdot [e_1 + (n_v - 1) \cdot p_1 - (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = 2 \cdot [25.00mm + (2 - 1) \cdot 45.00mm - (2 - 0.5) \cdot 18.00mm] \cdot 12.00mm = 10.32cm^2$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_u \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_y \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}} = \frac{360.00MPa \cdot 4.08cm^2}{1.250} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{235.00MPa \cdot 10.32cm^2}{1.000} = 257.52kN$$

$$|V_0| \leq V_{eff,1,Rd} \quad |57.06kN| < 257.52kN \quad 0.222 \quad \checkmark$$

Belka

Nośność na ścinanie

$$V_{pw,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{vc} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{0.9 \cdot 7.52cm^2 \cdot 235.00MPa}{\sqrt{3} \cdot 1.000} = 91.83kN$$

$$|V_{Ed}| \leq V_{pw,Rd} \quad |57.06kN| < 91.83kN \quad 0.621 \quad \checkmark$$

Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 0.00kN$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 57.06kN$$

Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 8.90cm^2$$

Pole wszystkich spoin

$$A_w = 8.90cm^2$$

Naprężenie od siły podłużnej

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 302.axs**

01.03.2024

$$\sigma = \frac{N_0}{A_w} = \frac{0.00kN}{8.90cm^2} = 0.00MPa$$

Napężenie normalne prostopadłe

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{0.00MPa}{\sqrt{2}} = 0.00MPa$$

Napężenie styczne prostopadłe

$$\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{0.00MPa}{\sqrt{2}} = 0.00MPa$$

Napężenie styczne równoległe

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_0}{A_{ww}} = \frac{57.06kN}{8.90cm^2} = 64.11MPa$$

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\beta_w = 0.800$$

$$\sqrt{3 \cdot (\tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \quad 111.05MPa < 360.00MPa \quad 0.308 \quad \checkmark$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

Model: Staszic - wymiarowanie poprzecznic 71 304 ostateczne.axs

01.03.2024

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: 1

Węzły: 1-2

Norma: Eurokod-PL

Materiał: S 235

Przekrój poprzeczny: 2U 100x300 16-10 ||

Przypadek obciążenia: liniowa,(Auto) Decydująca

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: 1,0

Może zostać przeprowadzone tylko niepełne wymiarowanie.

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Ciężar płyt] {1,5*1*Użytkowe} (1,5*1*Maszyny+1,5*0,6*W1+1,5*1*Maszyny2)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 6300 = 3150$ mm

 $N_{Ed} = -1,1$ kN $V_{z,Ed} = -1,2338 \cdot 10^{-6}$ kN $M_{y,Ed} = -2,132 \cdot 10^5$ kNm = -213,200 kNm

$$\eta_{NMV_{el}} = \frac{N_{Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-1,1)}{1,198 \cdot 10^4 \cdot \frac{0,24}{1}} + \frac{(-2,132 \cdot 10^5)}{1,1001 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,24}{1}} + \frac{0}{2,4145 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,24}{1}} = 82,5 \%$$

spełniony

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętkie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Załącznik B: Metoda 2

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Ciężar płyt] {1,5*1*Użytkowe} (1,5*1*Maszyny+1,5*0,6*W1+1,5*1*Maszyny2)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 6300 = 3150$ mm

 $C_{my} = \max(0,95 + 0,05 \cdot \alpha_{my}, 0,9 + 0,1 \cdot \alpha_{my}) = \max(0,95 + 0,05 \cdot 0,9 + 0,1 \cdot 0) = 0,95 \geq 0,4$ Tabela B.3

 $C_{mz} = - - -$
 $k_{yy} = 1$
 $k_{zy} = 1$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}; 1 \right) = 0,80 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}; 1 \right) = 0,33 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} \pm k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y} = \frac{(-1,1)}{0,80 \cdot 1,198 \cdot 10^4 \cdot 0,24} \pm 1 \cdot \frac{(-2,132 \cdot 10^5)}{1,1001 \cdot 10^6 \cdot 0,24} = 82,5 \% \quad (6.61)$$

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y} \pm k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y} = \frac{(-1,1)}{0,33 \cdot 1,198 \cdot 10^4 \cdot 0,24} \pm 1 \cdot \frac{(-2,132 \cdot 10^5)}{1,1001 \cdot 10^6 \cdot 0,24} = 82,6 \% \quad (6.62)$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

Model: **Staszic - wymiarowanie poprzeczny 71 304 ostateczne.axs**

01.03.2024

$$\eta_{NMBuckl} = 82,6 \% \quad \text{spełniony}$$

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Załącznik B: Metoda 2

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,077 \cdot L = 0,077 \cdot 6300 = 485 \text{ mm}$

Decydująca kombinacja: [CW+Ciążar płyt] {1,5*1*Maszyny}

Zwichrzenie nie może zostać obliczone.

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,077 \cdot L = 0,077 \cdot 6300 = 485 \text{ mm}$

Decydująca kombinacja: [CW+Ciążar płyt] {1,5*1*Maszyny}

Nie można wyznaczyć powierzchni przy ścinaniu.

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Załącznik A: A.3

Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność) nie może zostać obliczone dla tego profilu.

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Ciążar płyt] {1,5*1*Użytkowe} (1,5*1*Maszyny+1,5*1*Maszyny2)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 6300 = 0 \text{ mm}$

$$V_{el,Rd,z} = \frac{\frac{I \cdot t}{S} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

$$A_{V,el,z} = \frac{I_y \cdot 2 \cdot t_w}{2 \cdot b \cdot t_f \cdot (h - 0,5 \cdot t_f - z_c) + (h - z_c - t_f)^2 \cdot t_w} = 5206 \text{ mm}^2$$

$$V_{el,Rd,z} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{5206 \cdot 0,24}{\sqrt{3} \cdot 1} = 706 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{el,Rd,z}} = \frac{|(-135)|}{706} = 19,2 \% \quad \text{spełniony}$$

6. Ścinanie środnika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,077 \cdot L = 0,077 \cdot 6300 = 485 \text{ mm}$

Decydująca kombinacja: [CW+Ciążar płyt] {1,5*1*Maszyny}

Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność) nie może zostać obliczone.

7. SGU (Stan graniczny użyteczności)

EN 1993-1-1: 7., EN 1990: 3.4, A1.4.

Decydująca kombinacja: [CW+Ciążar płyt] {Użytkowe} (Maszyny+Maszyny2)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 6300 = 3150 \text{ mm}$

$$e_z = |e_{z,i} + u_z| = |(-17) + 0| = 17 \text{ mm}$$

$$e_{z,Limit} = \frac{L}{250,0} = \frac{6300}{250,0} = 25 \text{ mm}$$

$$\eta_{e_z} = \frac{e_z}{e_{z,Limit}} = \frac{17}{25} = 69,3 \%$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Staszic - wymiarowanie poprzecznic 71 304 ostateczne.axs**

01.03.2024

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_e) = \max(69,3) = 69,3 \% \quad \text{spełniony}$$

Wyniki cząstkowe

8. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*CW+1,35*0,85*Ciężar płyt] {1,5*W1}

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,077 \cdot L = 0,077 \cdot 6300 = 485 \text{ mm}$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,198 \cdot 10^4 \cdot 0,24}{1} = 2815 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-1,9)|}{2815} = 0,1 \% \quad (6.9) \quad \text{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Ciężar płyt] {1,5*1*Użytkowe} (1,5*1*Maszyny+1,5*1*Maszyny2)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 6300 = 3150 \text{ mm}$

$$M_{el,Rd,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1001 \cdot 10^6 \cdot 0,24}{1} = 2,5852 \cdot 10^5 \text{ kNmm} = 258,516 \text{ kNm} \quad (6.14)$$

$$\eta_{M_{y,el}} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{el,Rd,y}} = \frac{|(-2,132 \cdot 10^5)|}{2,5852 \cdot 10^5} = 82,5 \% \quad (6.12) \quad \text{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*CW+1,35*0,85*Ciężar płyt] {1,5*W1}

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 6300 = 0 \text{ mm}$

$$M_{el,Rd,z} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,4145 \cdot 10^5 \cdot 0,24}{1} = 5,674 \cdot 10^4 \text{ kNmm} = 56,740 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,el}} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{el,Rd,z}} = \frac{|0|}{5,674 \cdot 10^4} = 0 \% \quad (6.12) \quad \text{spełniony}$$

11. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6

Decydująca kombinacja: [1,35*CW+1,35*Ciężar płyt] {1,5*1*Użytkowe} (1,5*1*Maszyny+1,5*1*Maszyny2)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

 Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 6300 = 0 \text{ mm}$

$$V_{el,Rd,z} = \frac{I \cdot t}{S} \cdot f_y = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

Model: **Staszic - wymiarowanie poprzecznic 71 304 ostateczne.axs**

01.03.2024

$$A_{V,el,z} = \frac{I_y \cdot 2 \cdot t_w}{2 \cdot b \cdot t_f \cdot (h - 0.5 \cdot t_f - z_c) + (h - z_c - t_f)^2 \cdot t_w} = 5206 \text{ mm}^2$$

$$V_{el,Rd,z} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{5206 \cdot 0,24}{\sqrt{3} \cdot 1} = 706 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{el,Rd,z}} = \frac{|(-135)|}{706} = 19,2 \% \quad \text{spełniony}$$

13. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): [1,35*CW+1,35*Ciężar płyt] {1,5*1*Użytkowe}

(1,5*1*Maszyny+

1,5*0,6*W1+1,5*1*Maszyny2)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 6300 = 3150 \text{ mm}$

$$\eta_{MN} = \frac{N_{Ed}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-1,1)}{1,198 \cdot 10^4 \cdot \frac{0,24}{1}} + \frac{|(-2,132 \cdot 10^5)|}{1,1001 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,24}{1}} + \frac{|0|}{2,4145 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,24}{1}} = 82,5 \%$$

spełniony

14. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: [1,35*CW+1,35*Ciężar płyt] {1,5*1*Użytkowe}

(1,5*1*Maszyny+

1,5*0,6*W1+1,5*1*Maszyny2)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,500 \cdot L = 0,500 \cdot 6300 = 3150 \text{ mm}$

$i_{min, chord} = \min(i_{y, chord}; i_{z, chord}) = \min(0; 0) = 0 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw złączy: 6.4.4: Tabela 6.9

$s_{max} = 15 \cdot i_{min, chord} = 0 \text{ mm}$

$K_y = 1$

$K_z = 1$

$L_{cr,y} = K_y \cdot L = 1 \cdot 6300 = 6300 \text{ mm}$

$L_{cr,z} = K_z \cdot L = 1 \cdot 6300 = 6300 \text{ mm}$

Krzywa wyboczenia wokół osi y: c Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_y = 0,49$ Tabela 6.1

Krzywa wyboczenia wokół osi z: c Tabela 6.2

$\rightarrow \alpha_z = 0,49$ Tabela 6.1

$$\lambda_y^* = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{1,198 \cdot 10^4 \cdot 0,24}{8617}} = 0,57 \quad (6.50)$$

$$\lambda_z^* = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{1,198 \cdot 10^4 \cdot 0,24}{1324}} = 1,46 \quad (6.50)$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

Model: **Staszic - wymiarowanie poprzecznic 71 304 ostateczne.axs**

01.03.2024

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y^* - 0,2) + \lambda_y^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (0,57 - 0,2) + 0,57^2}{2} = 0,7544$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z^* - 0,2) + \lambda_z^{*2}}{2} = \frac{1 + 0,49 \cdot (1,46 - 0,2) + 1,46^2}{2} = 1,8715$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,7544 + \sqrt{0,7544^2 - 0,57^2}}; 1 \right) = 0,80 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^{*2}}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,8715 + \sqrt{1,8715^2 - 1,46^2}}; 1 \right) = 0,33 \quad (6.49)$$

$$\chi_{TF} = 0,6804 \quad (6.52, 6.49)$$

$$\chi = \min(\chi_y; \chi_z; \chi_{TF}) = \min(0,80; 0,33; 0,6804) = 0,33 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,33 \cdot 1,198 \cdot 10^4 \cdot 0,24}{1} = 925 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{N_b} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-1,1)|}{925} = 0,1 \% \quad (6.46) \quad \text{spełniony}$$

15. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,077 \cdot L = 0,077 \cdot 6300 = 485 \text{ mm}$

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Zwichrzenie: **[CW+Ciążar płyt] {1,5*1*Maszyny}**

Nośność na zwichrzenie nie może zostać określona dla profilu ogólnego

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 304.axs**

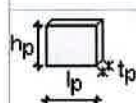
01.03.2024

Materiał	Klasa	f_y	f_u
	S 235	235.00MPa	360.00MPa

	Belka-błacha-podciąg EN 1991-1-8:2006	Wyężenie : 0.611	
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Śruby łączące blachę czołową i średnik podciągu

Klasa	5.8
Granica plastyczności	$f_{yb} = 400.00MPa$
Wytrzymałość na rozciąganie	$f_{ub} = 500.00MPa$
Średnica śruby	$d = 20.00mm$
Średnica otworu dla śruby	$d_0 = 22.00mm$
Pole powierzchni śruby	$A = 3.14cm^2$
Pole powierzchni czynnej śruby	$A_s = 2.45cm^2$
Liczba wierszy	$w = 3.00$
Liczba kolumn	$k = 2.00$
Odległość od krawędzi poziomej	$e_1 = 30.00mm$
Odległość od krawędzi pionowej	$e_2 = 30.00mm$
Rozstaw pionowy	$p_1 = 53.00mm$
Rozstaw poziomy	$p_2 = 90.00mm$

	Blacha		
	l_p	h_p	t_p
	150.00mm	166.00mm	12.00mm

Spoiny

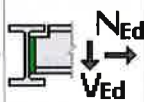
Grubość spoin pachwinowych łączących średnik belki i blachę czołową	$a_w = 5.00mm$
---------------------------------------------------------------------	----------------

Współczynniki materiałowe

Współczynnik	$\gamma_{M0} = 1.000$
Współczynnik	$\gamma_{M2} = 1.250$

Siły

**Obciążenie obliczeniowe [1,35*CW+1,35*Ciężar płyt] (1,5*1*Użytkowe)
(1,5*1*Maszyny+1,5*1*Maszyny2)**

Siła podłużna	$N_{Ed} = 0.00kN$	
Siła poprzeczna	$V_{Ed} = 136.32kN$	

Rezultaty

Śruby łączące blachę czołową i średnik podciągu

Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{(0.90 \cdot 500.00MPa \cdot 2.45cm^2)}{1.250} = 88.20kN$$

Pole ścinanej części śruby

$$A = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.142 \cdot (20.00mm)^2 = 3.14cm^2$$

Nośność śruby na ścinanie w jednej płaszczyźnie

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.600 \cdot 1 \cdot 500.00MPa \cdot 3.14cm^2}{1.250} = 75.40kN$$

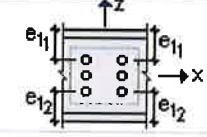
Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 304.axs**

01.03.2024

Docisk śruby do średnika podciągu

	$e_{1_1} = 57.00mm$
	$e_{1_2} = 57.00mm$
$e_{1min} = \min(e_{1_1}; e_{1_2}) = \min(57.00mm; 57.00mm) = 57.00mm$	

Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min\left(2.8 \cdot \frac{e_{1min}}{d_0} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{p_1}{d_0} - 1.7; 2.5\right) = \min\left(2.8 \cdot \frac{57.00mm}{22.00mm} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{53.00mm}{22.00mm} - 1.7; 2.5\right) = 1.673$$

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min\left(\frac{p_2}{3 \cdot d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right) = \min\left(\frac{90.00mm}{3 \cdot 22.00mm} - 0.25; \frac{500.00MPa}{360.00MPa}; 1.0\right) = 1.000$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1x} = \frac{k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_i}{\gamma_{M2}} = \frac{1.673 \cdot 1.000 \cdot 360.00MPa \cdot 20.00mm \cdot 9.50mm}{1.250} = 91.53kN$$

Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min\left(1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7; 2.5\right) = \min\left(1.4 \cdot \frac{90.00mm}{22.00mm} - 1.7; 2.5\right) = 2.500$$

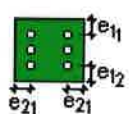
Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min\left(\frac{e_{1min}}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right) = \min\left(\frac{57.00mm}{3 \cdot 22.00mm}; \frac{53.00mm}{3 \cdot 22.00mm} - 0.25; \frac{500.00MPa}{360.00MPa}; 1.0\right) = 0.553$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd1z} = \frac{k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_i}{\gamma_{M2}} = \frac{2.500 \cdot 0.553 \cdot 360.00MPa \cdot 20.00mm \cdot 9.50mm}{1.250} = 75.65kN$$

Docisk śruby do blachy

	$e_{1_1} = 30.00mm$
	$e_{1_2} = 30.00mm$
	$e_{2_1} = 30.00mm$
$e_{1min} = \min(e_{1_1}; e_{1_2}) = \min(30.00mm; 30.00mm) = 30.00mm$	
$e_{2min} = \min(e_{2_1}) = \min(30.00mm) = 30.00mm$	

Kierunek X

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1x} = \min\left(2.8 \cdot \frac{e_{1min}}{d_0} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{p_1}{d_0} - 1.7; 2.5\right) = \min\left(2.8 \cdot \frac{30.00mm}{22.00mm} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{53.00mm}{22.00mm} - 1.7; 2.5\right) = 1.673$$

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 304.axs**

01.03.2024

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bx} = \min\left(\frac{e_{2min}}{3 \cdot d_0}; \frac{p_2}{3 \cdot d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right) = \min\left(\frac{30.00mm}{3 \cdot 22.00mm}; \frac{90.00mm}{3 \cdot 22.00mm} - 0.25; \frac{500.00MPa}{360.00MPa}; 1.0\right) = 0.455$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2x} = \frac{k_{1x} \cdot \alpha_{bx} \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_i}{\gamma_{M2}} = \frac{1.673 \cdot 0.455 \cdot 360.00MPa \cdot 20.00mm \cdot 12.00mm}{1.250} = 52.55kN$$

Kierunek Z

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_{1z} = \min\left(2.8 \cdot \frac{e_{2min}}{d_0} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7; 2.5\right) = \min\left(2.8 \cdot \frac{30.00mm}{22.00mm} - 1.7; 1.4 \cdot \frac{90.00mm}{22.00mm} - 1.7; 2.5\right) = 2.118$$

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{bz} = \min\left(\frac{e_{1min}}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1.0\right) = \min\left(\frac{30.00mm}{3 \cdot 22.00mm}; \frac{53.00mm}{3 \cdot 22.00mm} - 0.25; \frac{500.00MPa}{360.00MPa}; 1.0\right) = 0.455$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd2z} = \frac{k_{1z} \cdot \alpha_{bz} \cdot f_u \cdot d \cdot \sum t_i}{\gamma_{M2}} = \frac{2.118 \cdot 0.455 \cdot 360.00MPa \cdot 20.00mm \cdot 12.00mm}{1.250} = 66.55kN$$

Stan graniczny nośności

Siły w śrubach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 0.00kN$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 136.32kN$$

Kierunek Z

Siła składowa w śrubie od wpływu siły ścinającej

$$F_{V,Ed} = \frac{V_0}{n_b} = \frac{136.32kN}{6} = 22.72kN$$

Sumaryczna siła na kierunku Z

$$F_{z,Ed} = |F_{V,Ed}| = 22.72kN$$

Miarodajna nośność obliczeniowa śruby

$$F_{z,Rd} = \min(F_{b,Rd1z}; F_{b,Rd2z}) = \min(75.65kN; 66.55kN) = 66.55kN$$

$$F_{z,Ed} \leq F_{z,Rd} \quad 22.72kN < 66.55kN \quad 0.341 \quad \checkmark$$

Wypadkowa siła ścinająca w śrubie

$$F_{Ed} = |F_{z,Ed}| = 22.72kN$$

$$F_{Ed} \leq F_{v,Rd} \quad 22.72kN < 75.40kN \quad 0.301 \quad \checkmark$$

Rozerwanie blokowe

Siły w elemencie

Siła poprzeczna

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

 Model: **Węzeł poprzeczny 71 304.axs**

01.03.2024

$$V_0 = V_{Ed} = 136.32kN$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = (w_1 - d_0) \cdot t = (90.00mm - 22.00mm) \cdot 12.00mm = 8.16cm^2$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = 2 \cdot [e_1 + (n_v - 1) \cdot p_1 - (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = 2 \cdot [30.00mm + (3 - 1) \cdot 53.00mm - (3 - 0.5) \cdot 22.00mm] \cdot 12.00mm = 19.44cm^2$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_u \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_y \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}} = \frac{360.00MPa \cdot 8.16cm^2}{1.250} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{235.00MPa \cdot 19.44cm^2}{1.000} = 498.76kN$$

$$|V_0| \leq V_{eff,1,Rd} \quad |136.32kN| < 498.76kN \quad 0.273 \quad \checkmark$$

Pole rozciąganej części przekroju netto

$$A_{nt} = 2 \cdot (e_2 - 0.5 \cdot d_0) \cdot t = 2 \cdot (30.00mm - 22.00mm) \cdot 12.00mm = 4.56cm^2$$

Pole ścinanej części przekroju netto

$$A_{nv} = 2 \cdot [e_1 + (n_v - 1) \cdot p_1 - (n_v - 0.5) \cdot d_0] \cdot t = 2 \cdot [30.00mm + (3 - 1) \cdot 53.00mm - (3 - 0.5) \cdot 22.00mm] \cdot 12.00mm = 19.44cm^2$$

Nośność na rozerwanie blokowe

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_u \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_y \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}} = \frac{360.00MPa \cdot 4.56cm^2}{1.250} + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{235.00MPa \cdot 19.44cm^2}{1.000} = 395.08kN$$

$$|V_0| \leq V_{eff,1,Rd} \quad |136.32kN| < 395.08kN \quad 0.345 \quad \checkmark$$

Belka

Nośność na ścinanie

$$V_{pw,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{vc} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{0.9 \cdot 18.26cm^2 \cdot 235.00MPa}{\sqrt{3} \cdot 1.000} = 222.97kN$$

$$|V_{Ed}| \leq V_{pw,Rd} \quad |136.32kN| < 222.97kN \quad 0.611 \quad \checkmark$$

Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Siły w spoinach

Siła podłużna

$$N_0 = N_{Ed} = 0.00kN$$

Siła poprzeczna

$$V_0 = V_{Ed} = 136.32kN$$

Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 14.70cm^2$$

Pole wszystkich spoin

$$A_w = 14.70cm^2$$

Naprężenie od siły podłużnej

Projekt:

Obliczenia wykonał: Przedsięb. Usług. Inż. ARGO Artur Szombara

Model: **Węzeł poprzeczniczy 71 304.axs**

01.03.2024

$$\sigma = \frac{N_0}{A_w} = \frac{0.00kN}{14.70cm^2} = 0.00MPa$$

Naprężenie normalne prostopadłe

$$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{0.00MPa}{\sqrt{2}} = 0.00MPa$$

Naprężenie styczne prostopadłe

$$\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{0.00MPa}{\sqrt{2}} = 0.00MPa$$

Naprężenie styczne równoległe

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_0}{A_{ww}} = \frac{136.32kN}{14.70cm^2} = 92.74MPa$$

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\beta_w = 0.800$$

$$\sqrt{3 \cdot (\tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \quad 160.63MPa < 360.00MPa \quad 0.446 \quad \checkmark$$