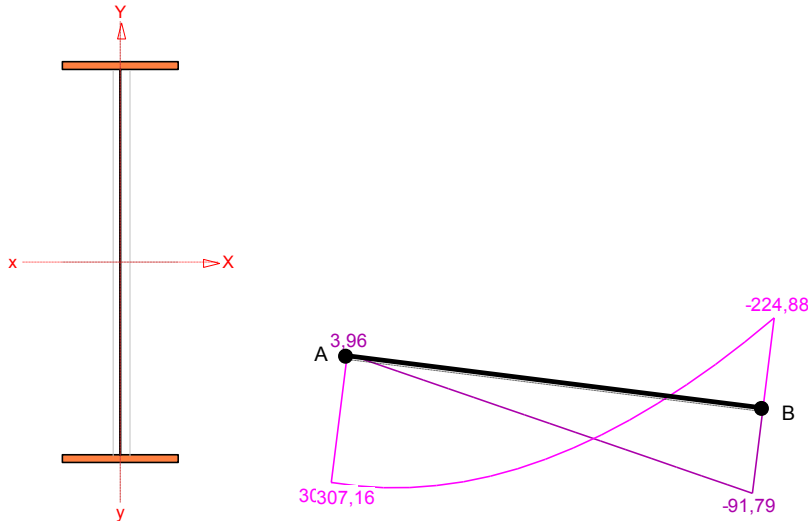


Wyniki wymiarowania blachownicy ze środnikiem falistym:

RM_Sin v. 3.3

Zadanie: „P_SIN”

Pręt nr: 3



Przekrój:

Oznakowanie: **WTA 1000 - 300 x 20**

Wymiary: $h = 1040,0 \text{ mm};$ $h_s = 1000,0 \text{ mm};$ $ts = 2,0 \text{ mm};$
 $b_g = 300,0 \text{ mm};$ $t_g = 20,0 \text{ mm}.$

Charakterystyka: $A = 120,00 \text{ cm}^2;$ $I_x = 312120,00 \text{ cm}^4;$ $I_y = 9000,07 \text{ cm}^4;$
 $i_y = 8,02 \text{ cm};$ $A_Q = h_s t_s 155/178 = 17,42 \text{ cm}^2.$

Sprawdzenie nośności blachownicy przeprowadzono na podstawie dokumentacji technicznej producenta. Obliczenia przeprowadzono dla ekstremalnych wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność pasów:

Pasy wykonano ze stali: **St3S**.

Przyjęto rozstaw stężeń bocznych pasa górnego $c = 12,093 \text{ m}$ i dolnego $c = 12,093 \text{ m}$.

Pas górny:

Przy grubości $t_g = 20,0 \text{ mm}$, $f_{yk} = 225 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,15$.

- nośność pasa: $N_{gRk} = f_{yk} b_g t_g = 225 \times 300,0 \times 20,0 \times 10^{-3} = 1350,00 \text{ kN}$

- nośność ze względu na stateczność lokalna:

$$b = b_g / 2 - 11 = 300,0 / 2 - 11 = 139,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_1 = \frac{40000}{(b/t_g)^2} = \frac{40000}{(139,0/20,0)^2} = 828,1 \text{ MPa} \quad \text{przy czym } \sigma_1 \leq f_{yk}$$

$$N_{gRk,l} = \sigma_1 b_g t_g = 225,0 \times 300,0 \times 20,0 \times 10^{-3} = 1350,00 \text{ kN}$$

- nośność ze względu na stateczność ogólna Y (zwichrzenie):

$$\lambda = c / i = \sqrt{12} c / b_g = \sqrt{12} \times 12,093 \times 10^3 / 300,0 = \mathbf{139,6 < 250}$$

Przyjęto $k_c = 1,000$

$$N_{gRk,g} = \frac{0,5 \pi}{\sqrt{12}} \sqrt{E f_{yk}} \frac{b_g^2 t_g}{k_c c} =$$
$$= \frac{0,5 \times 3,1416}{3,4641} \sqrt{205000 \times 225} \frac{300,0^2 \times 20,0}{1,000 \times 12093,4} \times 10^{-3} = 458,38 \text{ kN}$$

Sprawdzenie nośności pasa:

$$A = (300,0 \times 20,0 + 300,0 \times 20,0) / 100 = 120,00 \text{ cm}^2$$

$$z_p = h_s + t_g / 2 + t_g' / 2 = 1000,0 + 20,0 / 2 + 20,0 / 2 = 1020,0 \text{ mm}$$

- dla $x_a = 11,84 \text{ m}$; $x_b = 0,25 \text{ m}$, przy obciążeniach „**1,1·CW+1,4·(A+B)+1,3·L**”

- uwzględnienie wpływu stateczności względem osi X:

$$S_{kx} = \mu_x I_x = 1,139 \times 12,093 = 13,774 \text{ m}$$

$$\lambda_{id} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{(S_{kx} / i_x)^2 + 25,9 A / A_Q} =$$
$$\sqrt{(13,774 / 0,510)^2 + 25,9 \times 120,00 / 17,4} = 30,13$$

$$N_{Ki,d} = \pi^2 EA / \lambda_{id}^2 = 9,87 \times 205000 \times 120,00 / 30,13^2 \times 10^{-1} = 26741,54 \text{ kN}$$

Dodatkowy moment zginający dla $\nu_0 = l / 500$:

$$M_{II} = \frac{N \nu_0}{1 - N / N_{Ki,d}} = \frac{55,22 \times 0,0242}{1 - 55,22 / 26741,54} = 1,34 \text{ kNm}$$

- nośność: $N_{gRd} = N_{gRk} / \gamma_M = 1350,00 / 1,15 = 1173,91 \text{ kN}$

$$N_g = N A_g / A - (M + M_{II}) / z_p = -55,02 \times 60,00 / 120,00 - (-221,67) / 1,020 = 189,81 \text{ kN}$$

$$N_g = \mathbf{189,81} < \mathbf{1173,91} = N_{gRd}$$

- dla $x_a = 0,55 \text{ m}$; $x_b = 11,54 \text{ m}$, przy obciążeniach „**1,1·CW+1,4·(A+B)+1,3·(L+P)**”

- nośność: $N_{gRd} = \min(N_{gRk}; N_{gRk,l}; N_{gRk,g}) / \gamma_M = 458,38 / 1,15 = 398,59 \text{ kN}$

$$N_g = N A_g / A - (M + M_{II}) / z_p = -50,53 \times 60,00 / 120,00 - 308,61 / 1,020 = -327,83 \text{ kN}$$

$$N_g = \mathbf{327,83} < \mathbf{398,59} = N_{gRd}$$

P a s d o l n y :

Przy grubości $t_g = 20,0 \text{ mm}$, $f_{yk} = 225 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,15$.

- nośność pasa: $N_{gRk} = f_{yk} b_g t_g = 225 \times 300,0 \times 20,0 \times 10^{-3} = 1350,00 \text{ kN}$

- nośność ze względu na stateczność lokalna:

$$b = b_g / 2 - 11 = 300,0 / 2 - 11 = 139,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_1 = \frac{40000}{(b / t_g)^2} = \frac{40000}{(139,0 / 20,0)^2} = 828,1 \text{ MPa} \quad \text{przy czym } \sigma_1 \leq f_{yk}$$

$$N_{gRk,l} = \sigma_1 b_g t_g = 225,0 \times 300,0 \times 20,0 \times 10^{-3} = 1350,00 \text{ kN}$$

- nośność ze względu na stateczność ogólna Y (zwichrzenie):

$$\lambda = c / i = \sqrt{12} c / b_g = \sqrt{12} \times 12,093 \times 10^3 / 300,0 = \mathbf{139,6} < \mathbf{250}$$

Przyjęto $k_c = 1,000$

$$N_{gRk,g} = \frac{0,5 \pi}{\sqrt{12}} \sqrt{E f_{yk}} \frac{b_g^2 t_g}{k_c c} =$$

$$= \frac{0,5 \times 3,1416}{3,4641} \sqrt{205000 \times 225} \frac{300,0^2 \times 20,0}{1,000 \times 12093,4} \times 10^{-3} = 458,38 \text{ kN}$$

Sprawdzenie nośności pasa:

$$A = (300,0 \times 20,0 + 300,0 \times 20,0) / 100 = 120,00 \text{ cm}^2$$

$$z_p = h_s + t_g / 2 + t_g' / 2 = 1000,0 + 20,0 / 2 + 20,0 / 2 = 1020,0 \text{ mm}$$

- dla $x_a=0,46 \text{ m}$; $x_b=11,64 \text{ m}$, przy obciążeniach „**1,1·CW+1,4·(A+B)+1,3·(L+P)**”

- uwzględnienie wpływu stateczności względem osi X:

$$S_{kx} = \mu_x l_x = 1,139 \times 12,093 = 13,774 \text{ m}$$

$$\lambda_{id} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{(S_{kx} / i_x)^2 + 25,9 A / A_Q} =$$

$$\sqrt{(13,774 / 0,510)^2 + 25,9 \times 120,00 / 17,4} = 30,13$$

$$N_{Ki,d} = \pi^2 EA / \lambda_{id}^2 = 9,87 \times 205000 \times 120,00 / 30,13^2 \times 10^{-1} = 26741,54 \text{ kN}$$

Dodatkowy moment zginający dla $v_o = l / 500$:

$$M_{II} = \frac{N v_o}{1 - N / N_{Ki,d}} = \frac{60,08 \times 0,0242}{1 - 60,08 / 26741,54} = 1,46 \text{ kNm}$$

- nośność: $N_{gRd} = N_{gRk} / \gamma_M = 1350,00 / 1,15 = 1173,91 \text{ kN}$

$$N_g = N A_g / A + (M + M_{II}) / z_p = -50,45 \times 60,00 / 120,00 + 308,61 / 1,020 = 277,34 \text{ kN}$$

$$N_g = \mathbf{277,34} < \mathbf{1173,91} = N_{gRd}$$

- dla $x_a=11,84 \text{ m}$; $x_b=0,25 \text{ m}$, przy obciążeniach „**1,1·CW+1,4·(A+B)+1,3·L**”

- nośność: $N_{gRd} = \min(N_{gRk}; N_{gRk,l}; N_{gRk,g}) / \gamma_M = 458,38 / 1,15 = 398,59 \text{ kN}$

$$N_g = N A_g / A + (M + M_{II}) / z_p = -55,02 \times 60,00 / 120,00 + (-221,67) / 1,020 = -244,83 \text{ kN}$$

$$N_g = \mathbf{244,83} < \mathbf{398,59} = N_{gRd}$$

Nośność środnika:

Środnik wykonany jest ze stali: **St3SX**.

Przy grubości $t_s=2,0 \text{ mm}$, $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$; $\gamma_M = 1,15$.

Nośność na ścinanie:

Siła poprzeczna dla $x_a=12,09 \text{ m}$; $x_b=0,00 \text{ m}$, przy obciążeniach „**1,1·CW+1,4·(A+B)+1,3·(L+P)**”:

$$V = 91,79 \text{ kN.}$$

Uwzględnienie wpływu stateczności względem osi X:

$$S_{kx} = \mu_x l_x = 1,139 \times 12,093 = 13,774 \text{ m}$$

$$\lambda_{id} = \sqrt{\lambda_x^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{(S_{kx} / i_x)^2 + 25,9 A / A_Q} =$$

$$\sqrt{(13,774 / 0,510)^2 + 25,9 \times 120,00 / 17,4} = 30,13$$

$$N_{Ki,d} = \pi^2 EA / \lambda_{id}^2 = 9,87 \times 205000 \times 120,00 / 30,13^2 \times 10^{-1} = 26741,54 \text{ kN}$$

Dodatkowa siła poprzeczna dla $v_o = l / 500$:

$$M_{II} = \frac{N v_o}{1 - N/N_{K_{i,d}}} = \frac{60,08 \times 0,0242}{1 - 60,08/26741,54} = 1,46 \text{ kNm}$$

$$V_{II} = \pi M_{II} / l = 3,142 \times 1,46 / 12,093 = 0,38 \text{ kN}$$

Nośność na ścinanie:

$$\tau_{pl,g} = \frac{32,4}{t_s h_s^2} \sqrt[4]{D_x D_y^3} = \frac{32,4}{2,0 \times 1000,0^2} \times \sqrt[4]{122500 \times 86000000^3} = 270,66 \text{ MPa}$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \tau_{pl,g}}} = \sqrt{\frac{235}{1,732 \times 270,66}} = 0,71$$

$$\kappa_\tau = 1 / \bar{\lambda}_p^{1,5} = 1 / 0,71^{1,5} = 1,679 \quad \text{przy czym } \kappa_\tau \leq 1$$

Przyjęto: $\kappa_\tau = 1,000$

$$V_{Rk} = 0,58 \kappa_\tau f_{yk} h_s t_s = 0,58 \times 1,000 \times 235 \times 1000,0 \times 2,0 \times 10^{-3} = 272,60 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = V_{Rk} / \gamma_M = 272,60 / 1,15 = 237,04 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$V = V_I + V_{II} = 92,17 < 237,04 = V_{Rd}$$

Stan graniczny użytkowania:

Przemieszczenie prostopadle do osi pręta wyznaczone **od cięciwy** z uwzględnieniem wpływu sił poprzecznych dla $x_a=5,43 \text{ m}$; $x_b=6,66 \text{ m}$, przy obciążeniach „**CW+A+B+P**”, wynoszą:

$$a = 5,0 \text{ mm}$$

$$a = 5,0 < 34,6 = 1 / 350 = a_{gr}.$$