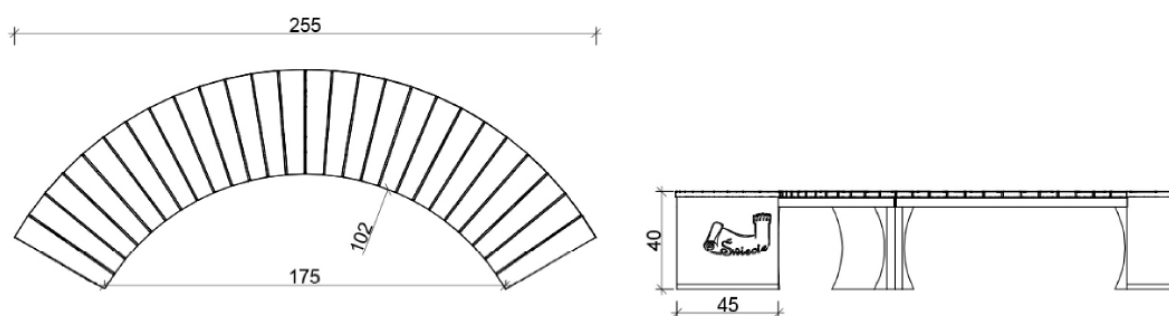


5. ławka - łuk



- Wymiary:
- długość łuku 210/303 cm (min/max)
 - całkowita wysokość ławki 40 cm
 - wysokość siedziska 40 cm
 - szerokość siedziska 45 cm
- Materiały:
- konstrukcja – stal S235
 - siedzisko – konstrukcja drewniana (C24) – listwa 80-115x32 mm

Kolorystyka:



drewno sosnowe
bejca w kolorze orzecha amerykańskiego

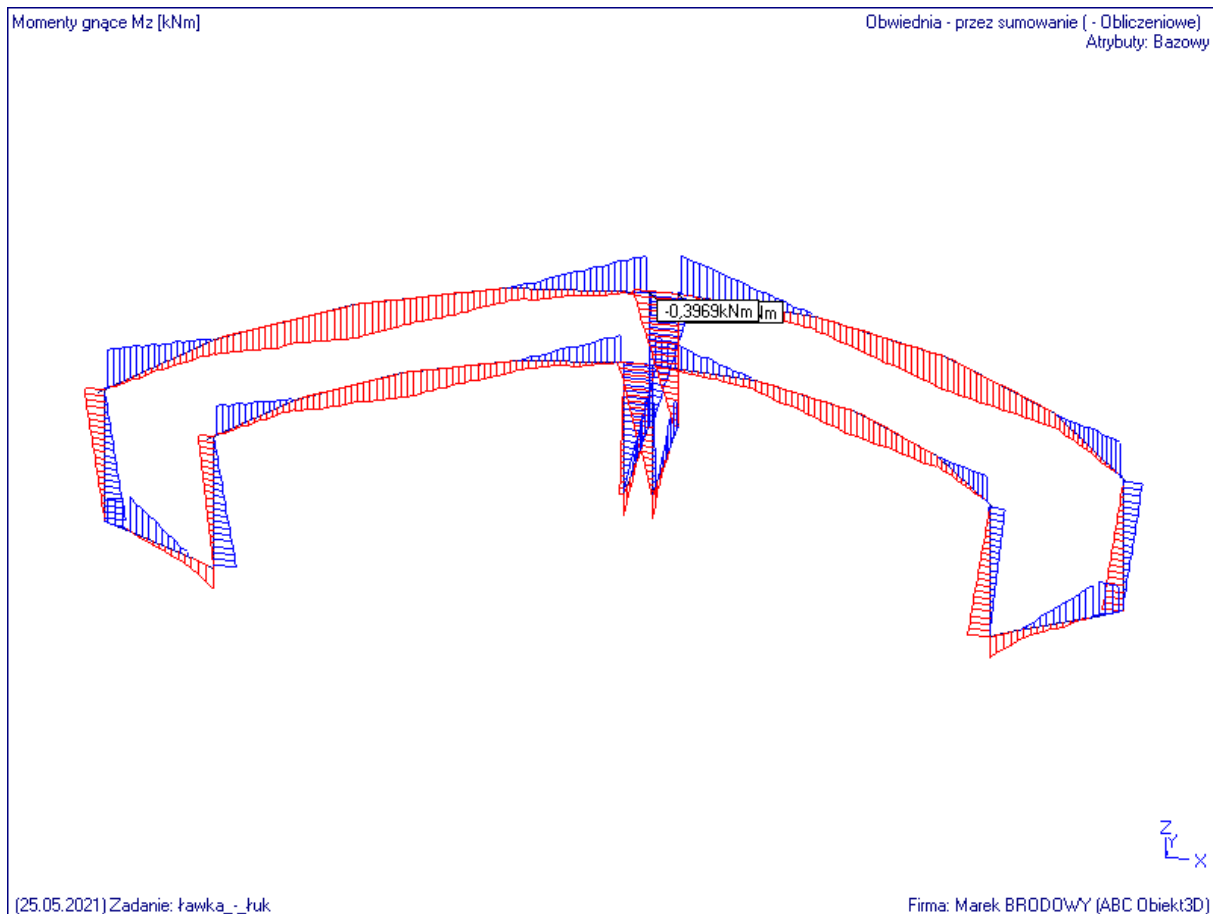
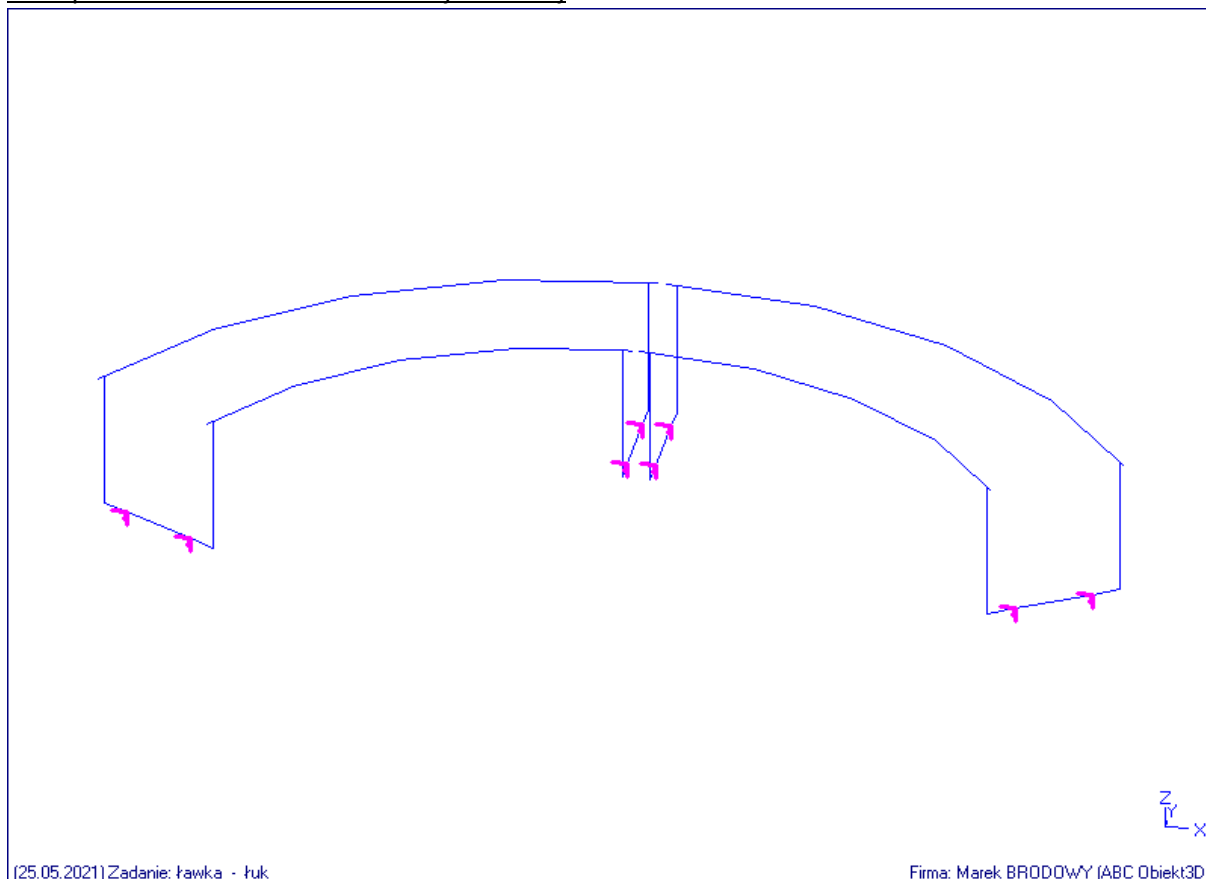


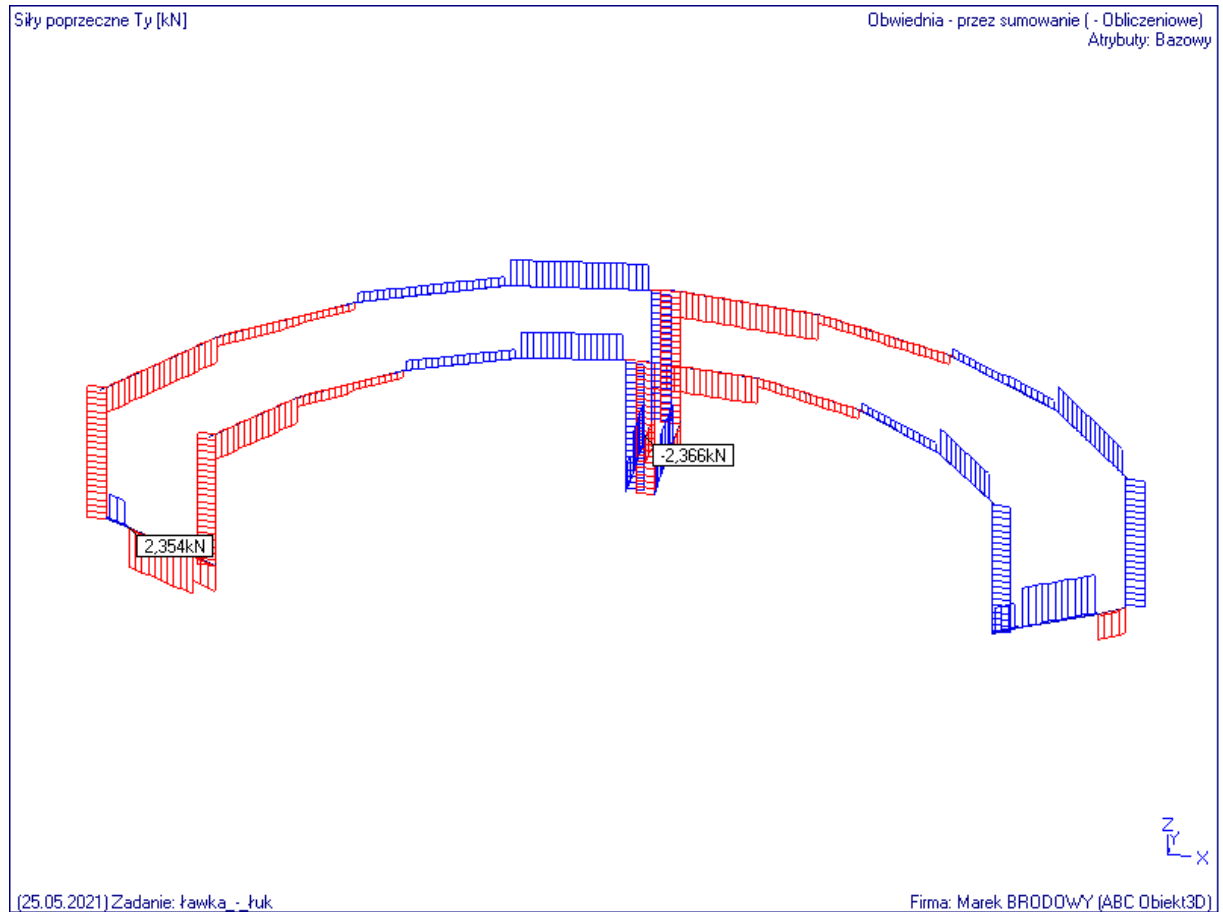
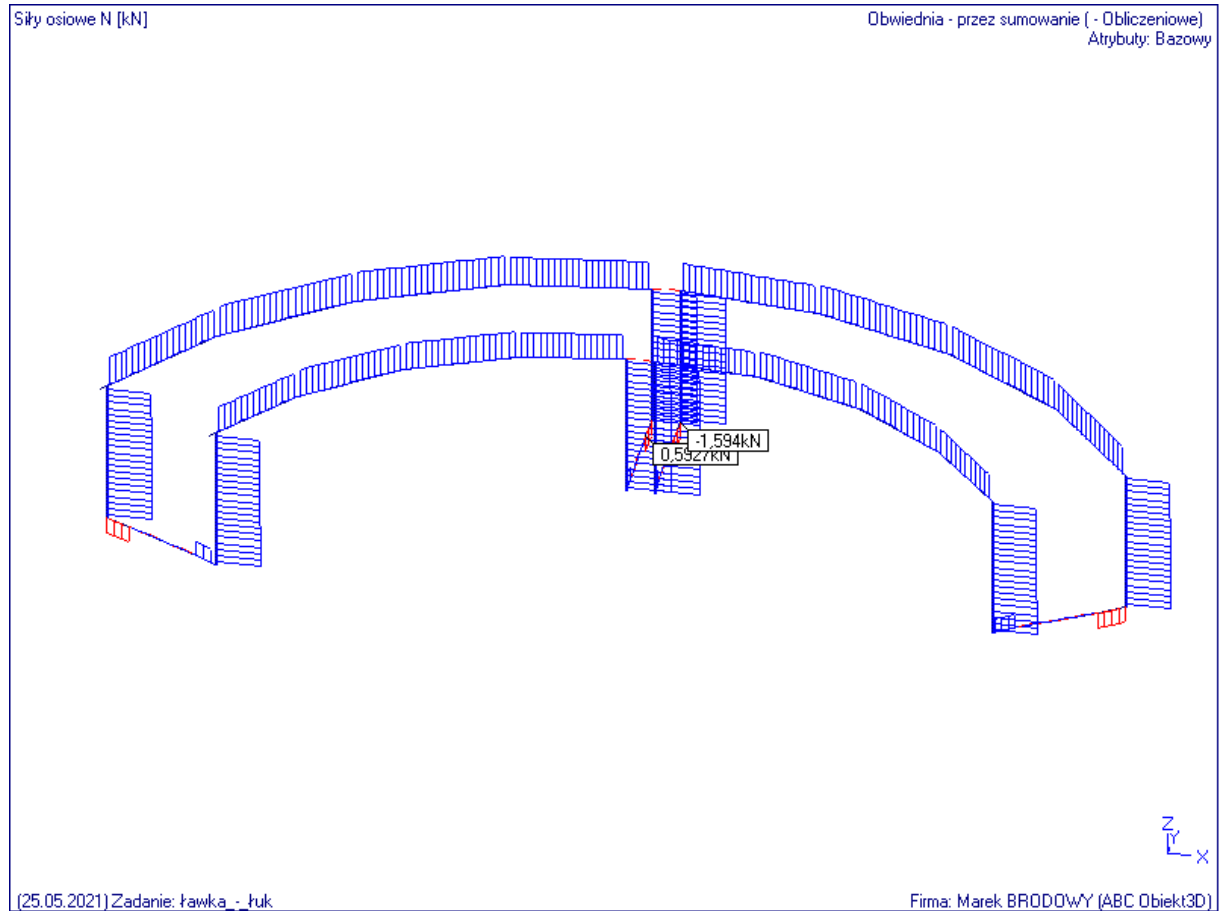
stal
kolor szary grafitowy ral 7024

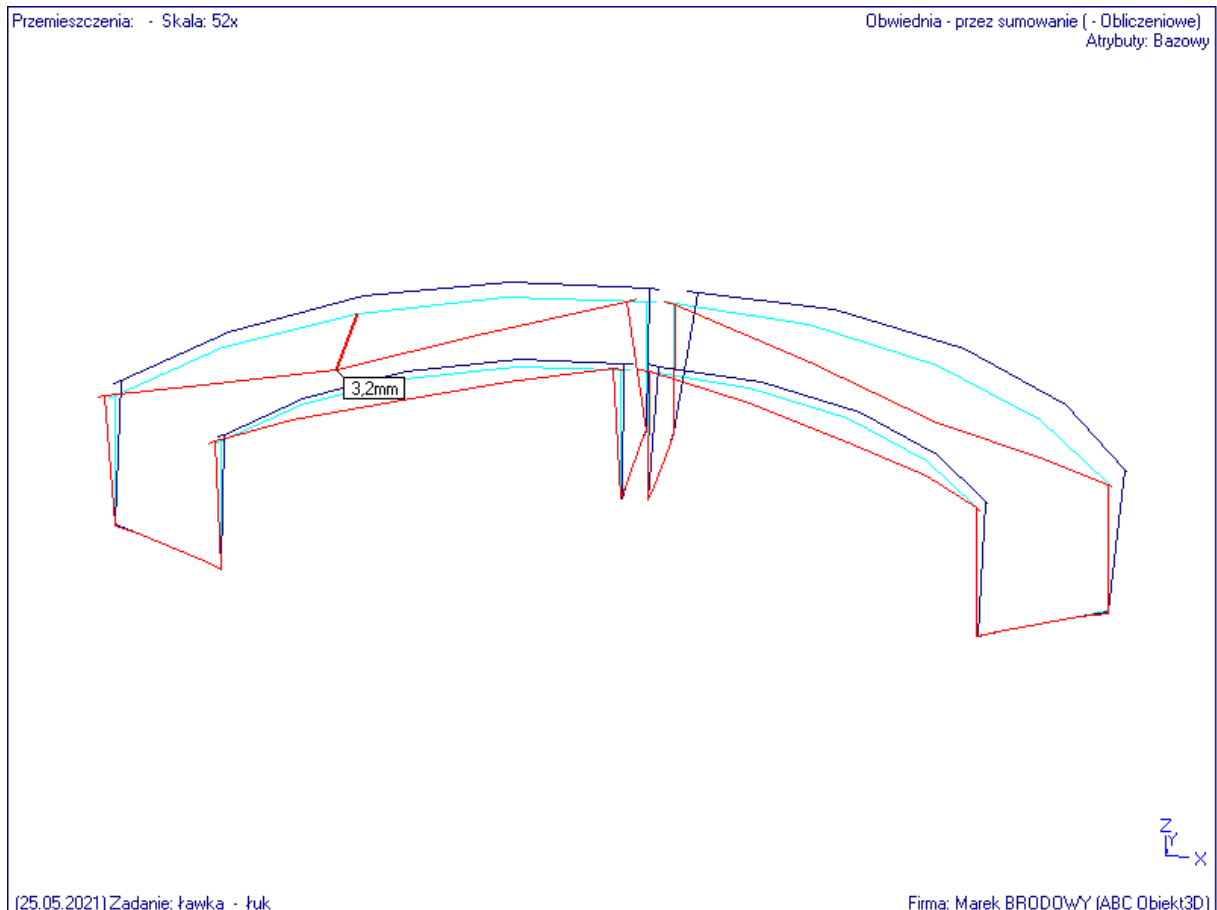
5.1. Obciążenia wg PN-EN 1176-1:2017-12

- liczba użytkowników na elementach typu liniowego
 $n = 256,5/60 = 4,28 \rightarrow$ przyjęto $n = 4,0$
- obciążenie użytkownikami $G_n = 247 \text{ kg}$
- wskaźnik dynamiczny $C_{dyn} = 1,25$
- całkowite pionowe obciążenie użytkownikami $F_{cal,v} = 3088 \text{ N}$
- obciążenie pionowe przypadające na użytkownika $F_{1,v} = 772 \text{ N}$

5.2. Sprawdzenie nośności konstrukcji stalowej







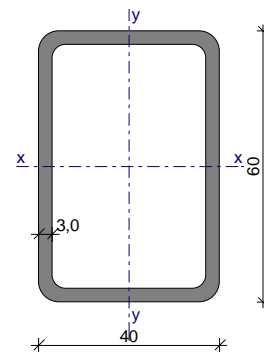
Rygle – przyjęto przekrój rura prostokątna walcowana 60x40x3,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)

Wymiary przekroju

$h = 60 \text{ mm}$, $b = 40 \text{ mm}$
 $t = 3,0 \text{ mm}$
 $r_i = 3,0 \text{ mm}$, $r_o = 4,5 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 5,540 \text{ cm}^2$,
 $J_x = 26,50 \text{ cm}^4$, $J_y = 13,90 \text{ cm}^4$
 $W_x = 8,820 \text{ cm}^3$, $W_y = 6,950 \text{ cm}^3$
 $U/A = 347,1 \text{ m}^{-1}$, $m = 4,350 \text{ kg/m}$
 Stal: S235



Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 119,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

- wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 1,50 \text{ m}$, $\lambda_x = 68,8$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,819$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 0,767$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 91,38 \text{ kN}$

- wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 1,50 \text{ m}$, $\lambda_y = 94,9$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 1,130$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,567$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 67,53 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 2,154 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{px} = 1,136$)

$M_{Ry} = 1,649 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{py} = 1,104$)

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

element o przekroju rurowym $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 42,65 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 27,68 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,001$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_x = 0,013 + 0,186 + 0,103 + 0,001 = 0,303 < 1$

(57) $\Delta_y = 0,001$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

(58) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_y = 0,017 + 0,186 + 0,103 + 0,001 = 0,307 < 1$

(55) $N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} + M_y / M_{Ry,V} = 0,010 + 0,186 + 0,103 = 0,299 < 1$

(53) $V_y / V_{Ry} = 0,011 < 1$

(56) $V_y = 0,450 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 42,65 \text{ kN} \quad (1,1\%)$

(53) $V_x / V_{Rx} = 0,057 < 1$

(56) $V_x = 1,580 \text{ kN} < V_{Rx,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 27,68 \text{ kN} \quad (5,7\%)$

Słupki – przyjęto przekrój rura kwadratowa walcowana 40x40x3,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)

Wymiary przekroju

$h = 40 \text{ mm}$, $t = 3,0 \text{ mm}$

$r_i = 3,0 \text{ mm}$, $r_o = 4,5 \text{ mm}$

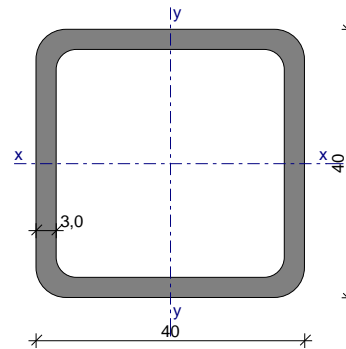
Cechy geometryczne przekroju

$A = 4,340 \text{ cm}^2$,

$J = 9,780 \text{ cm}^4$, $W = 4,890 \text{ cm}^3$

$U/A = 350,9 \text{ m}^{-1}$, $m = 3,410 \text{ kg/m}$

Stal: S235



Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 93,31 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 0,40 \text{ m}$, $\lambda_x = 26,7$, $\bar{\lambda}_x = \lambda_x / \lambda_p = 0,317$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 0,984$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 91,86 \text{ kN}$

• wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 0,40 \text{ m}$, $\lambda_y = 26,7$, $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_p = 0,317$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,984$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 91,86 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_R = 1,189 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_p = 1,131$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

element o przekroju rurowym $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_R = 27,68 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pv} = 1,000$)

Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,001$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_x = 0,017 + 0,336 + 0,303 + 0,001 = 0,657 < 1$

(57) $\Delta_y = 0,001$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

(58) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_y = 0,017 + 0,336 + 0,303 + 0,001 = 0,657 < 1$

(55) $N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} + M_y / M_{Ry,V} = 0,017 + 0,336 + 0,303 = 0,656 < 1$

(53) $V_y / V_{Ry} = 0,085 < 1$

(56) $V_y = 2,360 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 27,68 \text{ kN} \quad (8,5\%)$

(53) $V_x / V_{Rx} = 0,038 < 1$

(56) $V_x = 1,040 \text{ kN} < V_{Rx,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 27,68 \text{ kN} \quad (3,8\%)$

5.3. Połączenia

a) połączenie pomiędzy elementami konstrukcji stalowej

Przyjęto spoiny pachwinowe $a = 3,0 \text{ mm}$

b) połączenie pomiędzy blachami obudowy
Przyjęto spoiny czołowe o pełnym przetopie.

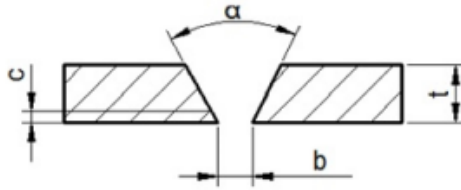
Krawędzie blach przygotować wg poniższych wytycznych:

$$40^{\circ} \leq \alpha \leq 60^{\circ}$$

$$b \leq 4,0 \text{ mm}$$

$$c \leq 2,0 \text{ mm}$$

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



Po wykonaniu spoiny przeszlifować i wygładzić.

c) połączenie elementów siedziska z konstrukcją stalową

- przyjęto wkręty samogwintujące typu SPAX d=5 mm ze stali A2

Głębokość wkręcania musi wynosić $\ell_{ef} \geq 4 \cdot d$, gdzie d to zewnętrzna średnica gwintu wkrętu.

d) połączenie z podłożem

Ławka może funkcjonować jako wolnostojąca lub zamocowana do podłoża betonowego.

Przyjęto mocowanie do podłoża betonowego za pomocą kotew Hilti HST M8.

Dopuszcza się stosowanie kotew innego producenta o zbliżonych parametrach.

(dostęp do kotew – „od góry” po odkręceniu listew siedziska)

5.4. Wnioski

Ławka została zaprojektowana zgodnie z obowiązującymi przepisami i spełnia wymagania Polskich Norm.