

# Obliczenia nośności stojaka ze stali nierdzewnej (Stojak PC 42 SN)

*Obiekt:*

Stojak ze stali nierdzewnej

*Zleceniodawca:*

TEIRA Fąferko-Paprocki-Żak  
Spółka Jawna  
ul. Biała Droga 103  
34-122 Wieprz  
NIP 551-247-47-49

*Branża:*

konstrukcyjno-budowlana

*Projektant uprawniony:*

mgr inż. Marcin Kachel  
upr. bud. MAP/0380/POOK/12

## **ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:**

- 1. Zleceniodawca**
- 2. Przedmiot, cel i zakres opracowania**
- 3. Geometria**
- 4. Część obliczeniowa**
- 5. Uwagi i wnioski**

### 1. Zleceniodawca:

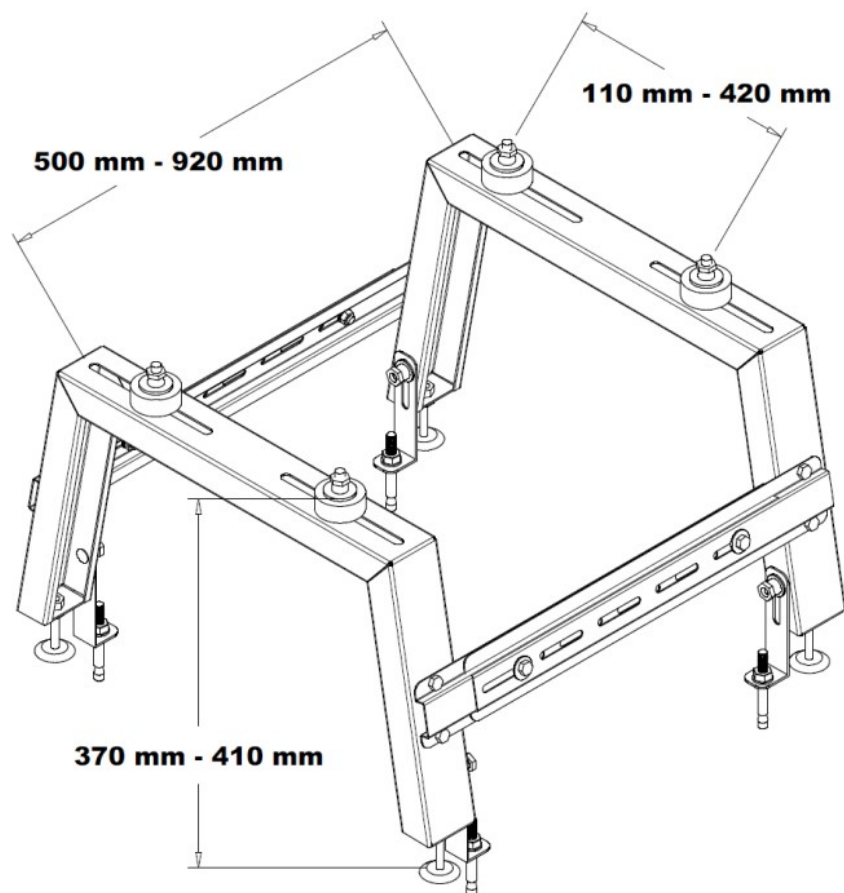
TEIRA Fąferko-Paprocki-Żak  
Spółka Jawna  
ul. Biała Droga 103  
34-122 Wieprz  
NIP 551-247-47-49

### 2. Przedmiot, cel i zakres opracowania:

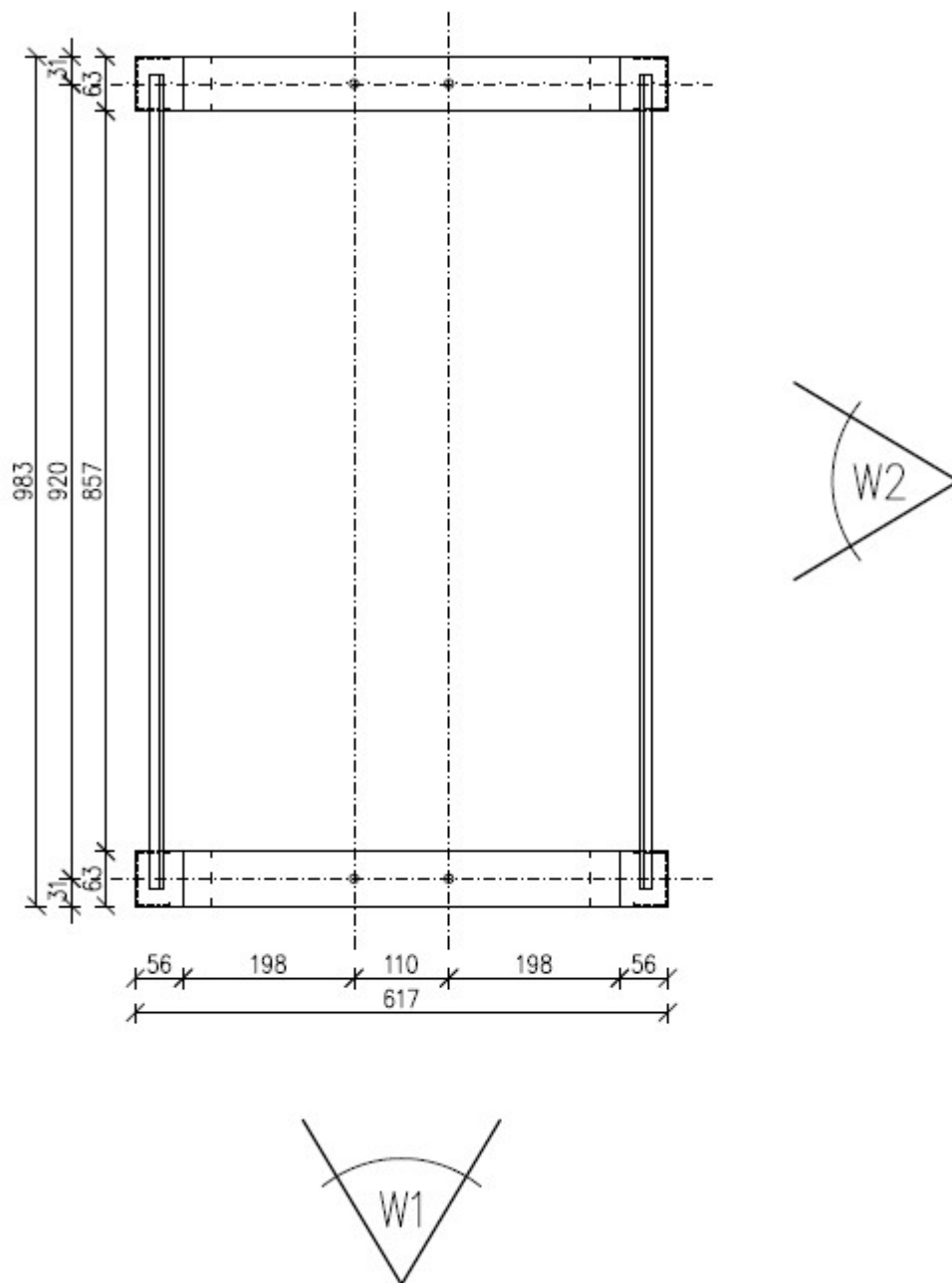
Przedmiotem opracowania jest analiza nośności stojaka wykonanego ze stali nierdzewnej (stojak PC 42 SN), przeznaczonego pod montaż pompy ciepła.

### 3. Geometria

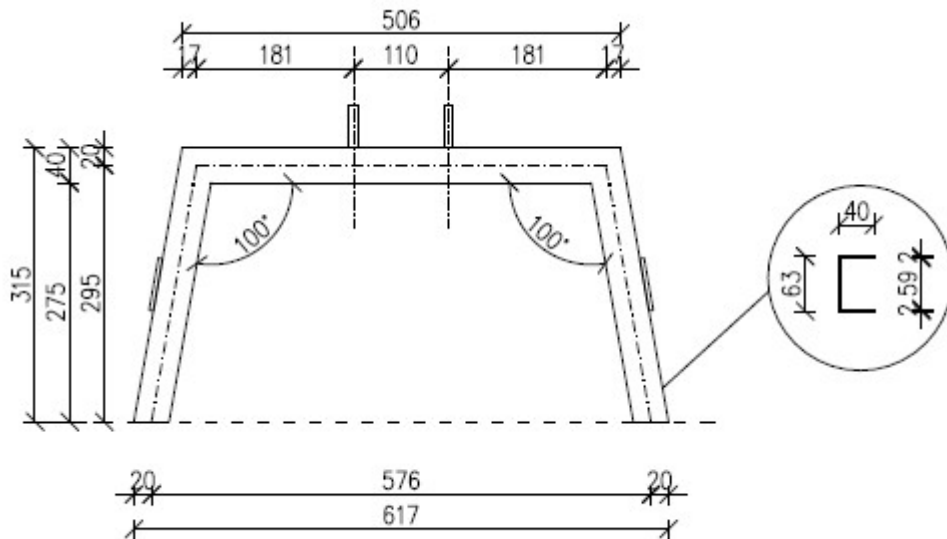
Analizowana konstrukcja to stojak wykonany z elementów giętych na zimno (ceowników) z blachy gr. 2 mm i 1,5 mm. Główne podparcie stanowią nogi o budowie ramowej, złożone z belki poziomej perforowanej i dwóch słupków. Belka i słupki ułożone są względem siebie pod kątem  $100^\circ$ . Perforacja w belce umożliwia regulację szerokości montażu pompy do stojaka. Dodatkowymi elementami łączącymi są poprzeczki wykonane z blachy gr. 1,5 mm z perforacją. Poprzeczki złożone są z dwóch skręconych z sobą, jednakowych elementów, a perforacja daje możliwość regulacji szerokości rozstawu nóg.



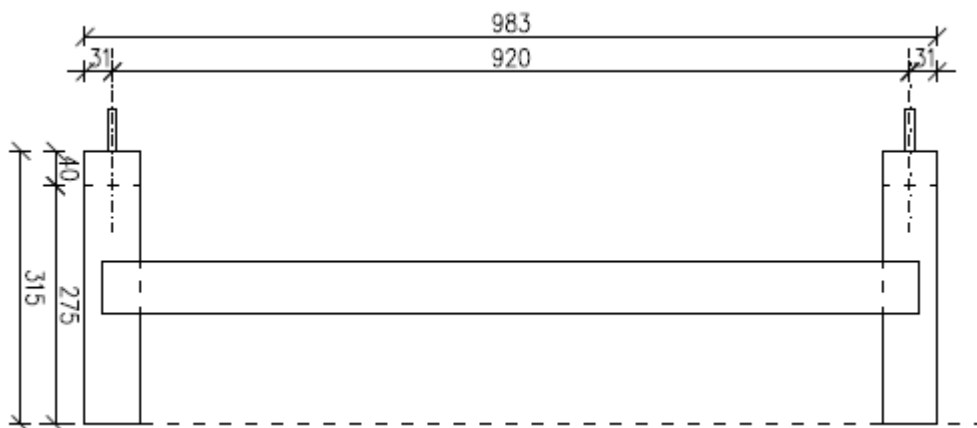
Rys. 1 Geometria



Rys. 1.1 Rzut z góry – schemat



Rys. 1.2 Widok W1 – schemat

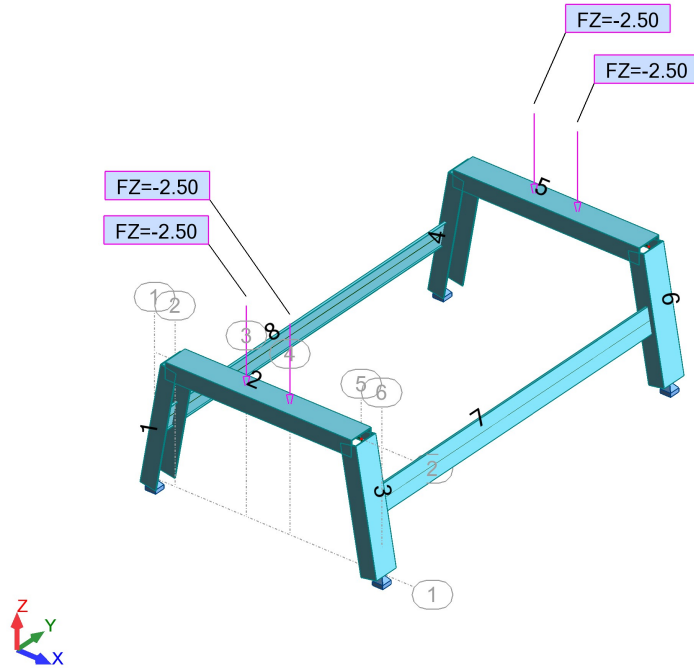


Rys. 1.3 Widok W2 – schemat

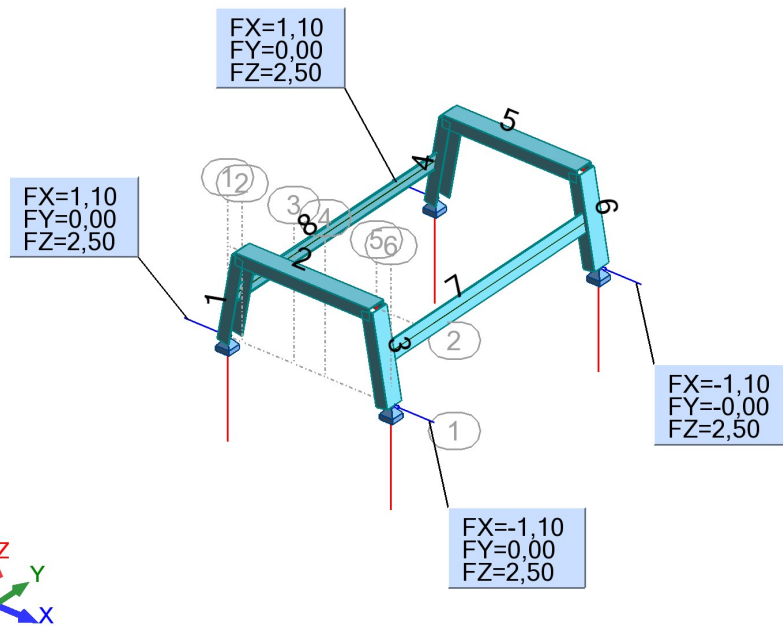
#### 4. Część obliczeniowa

Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- na konstrukcję działają wyłącznie obciążenia pionowe – siły skupione;
- przyjęto najgorszy wariant obciążenia – siły skupione w rozstawie 110 mm zlokalizowane symetrycznie na środku każdej belki;
- przyjęto najgorszy wariant geometryczny – rozstaw osiowy nóg 920 mm;
- poprzeczka po rozsunięciu pracuje jak materiał ciągły;



Rys. 2 Przyjęta geometria wraz z wartościami obciążeń zewnętrznych



Rys. 3 Wartości reakcji podporowych przypadających na stopki

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** *PN-EN 1993-1:2006/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.*

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 2 Rygiel stalowy1\_2  
0.00 m

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.00$   $L =$

**OBCIĄŻENIA:**

*Decydujący przypadek obciążenia:* 3 SGN /1/ 1\*1.35 + 2\*1.35

**MATERIAŁ:**S 355 ( S 355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: ceownik40x63x2**

$h=6.3 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=4.0 \text{ cm}$	$Ay=1.63 \text{ cm}^2$	$Az=1.26 \text{ cm}^2$	$Ax=2.78 \text{ cm}^2$
$tw=0.2 \text{ cm}$	$Iy=18.31 \text{ cm}^4$	$Iz=4.59 \text{ cm}^4$	$Ix=0.04 \text{ cm}^4$
$tf=0.2 \text{ cm}$	$Wely=5.81 \text{ cm}^3$	$Welz=1.64 \text{ cm}^3$	
		$W_{eff,z}=1.54 \text{ cm}^3$	$A_{eff}=2.50 \text{ cm}^2$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{,Ed} = 1.49 \text{ kN}$	$Mz_{,Ed} = -0.26 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$Vy_{,Ed} = -3.38 \text{ kN}$
$Nc_{,Rd} = 65.33 \text{ kN}$	$Mz_{,el,Rd} = 0.38 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$Vy_{,c,Rd} = 22.14 \text{ kN}$
$Nb_{,Rd} = 53.64 \text{ kN}$	$Mz_{,c,Rd} = 0.38 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
	$dMz_{,Ed} = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	<b>KLASA PRZEKROJU = 3</b>

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

$L_y = 0.47 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 0.19$
$L_{cr,y} = 0.47 \text{ m}$	$\chi_y = 1.00$
$\lambda_{m,y} = 18.39$	$\eta_{yz} = 0.91$



względem osi z:

$L_z = 0.47 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 0.37$
$L_{cr,z} = 0.47 \text{ m}$	$\chi_z = 0.91$
$\lambda_{m,z} = 36.74$	$\eta_{zz} = 0.91$

**wyoboczenie skrętne:**

Krzywa, T=c	$\alpha, T=0.49$
$L_t=0.47 \text{ m}$	$\eta_i, T=0.72$
$N_{cr,T}=215.18 \text{ kN}$	$\chi, T=0.83$
$\lambda_{m,T}=0.19$	$N_{b,T,Rd}=48.80 \text{ kN}$

**wyoboczenie giętno-skrętne**

Krzywa, TF=c	$\alpha, TF=0.49$
$N_{cr,y}=1703.64 \text{ kN}$	$\eta_i, TF=0.73$
$N_{cr,TF}=202.47 \text{ kN}$	$\chi, TF=0.82$
$\lambda_{m,TF}=0.54$	$N_{b,TF,Rd}=48.26 \text{ kN}$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$Mz_{,Ed}/Mz_{,c,Rd} = 0.69 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$N_{,Ed}/Nc_{,Rd} + Mz_{,Ed}/Mz_{,c,Rd} = 0.71 < 1.00 \quad (6.2.9.3.(1))$$

$$\sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3\tau_{y,Ed}^2}/(f_y/gM0) = 0.68 < 1.00 \quad (6.2.1.(5))$$

$$Vy_{,Ed}/Vy_{,c,Rd} = 0.15 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$$\lambda_{m,y} = 18.39 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 36.74 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{,Ed}/\min(Nb_{,Rd}, Nb_{,T,Rd}, Nb_{,TF,Rd}) = 0.03 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{,Ed}/(\chi_y \cdot N_{,Rk}/gM1) + \eta_{yz} \cdot (Mz_{,Ed} + dMz_{,Ed})/(Mz_{,Rk}/gM1) = 0.69 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{,Ed}/(\chi_z \cdot N_{,Rk}/gM1) + \eta_{zz} \cdot (Mz_{,Ed} + dMz_{,Ed})/(Mz_{,Rk}/gM1) = 0.69 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE****Ugięcia**

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_y \text{ max} = L/200.00 = 0.2 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 6 \text{ SGU } /1/ \quad 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_z \text{ max} = L/200.00 = 0.2 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 9 \text{ SGU:CHR } /1/ \quad 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$u_{\text{inst},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst},\text{max},y} = L/200.00 = 0.2 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$u_{\text{inst},z} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst},\text{max},z} = L/200.00 = 0.2 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } \quad \text{Zweryfikowano}$$

**Przemieszczenia**

$$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_x \text{ max} = L/150.00 = 0.3 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGU /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00

$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 0.3 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGU /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00

### Profil poprawny !!!

Zgodnie z punktem 5.5.2.(9) przekrój pręta zostały zaklasyfikowany jako przekrój klasy 3 mimo, że zgodnie z tabelą 5.2 spełnia warunki klasy 4. Kontrola stateczności została przeprowadzona zgodnie z 5.5.2.(10) jak dla prętów klasy 4.

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 3 Rygiel\_stalowy1\_3

**PUNKT:** 1

**WSPÓLRZĘDNA:**  $x = 0.00$   $L = 0.00 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 3 SGN /1/ 1\*1.35 + 2\*1.35

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZEKROJU:** ceownik40x63x2

$h = 6.3 \text{ cm}$

$g_{M0} = 1.00$

$g_{M1} = 1.00$

$b = 4.0 \text{ cm}$

$A_y = 1.63 \text{ cm}^2$

$A_z = 1.26 \text{ cm}^2$

$A_x = 2.78 \text{ cm}^2$

$t_w = 0.2 \text{ cm}$

$I_y = 18.31 \text{ cm}^4$

$I_z = 4.59 \text{ cm}^4$

$I_x = 0.04 \text{ cm}^4$

$t_f = 0.2 \text{ cm}$

$W_{ely} = 5.81 \text{ cm}^3$

$W_{elz} = 1.64 \text{ cm}^3$

$W_{eff,z} = 1.54 \text{ cm}^3$

$A_{eff} = 2.50 \text{ cm}^2$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{,Ed} = 3.59 \text{ kN}$

$M_{z,Ed} = -0.26 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{y,Ed} = -0.88 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 65.33 \text{ kN}$

$M_{z,el,Rd} = 0.38 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{y,c,Rd} = 22.14 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 57.72 \text{ kN}$

$M_{z,c,Rd} = 0.38 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$dM_{z,Ed} = -0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 3



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

$L_y = 0.30 \text{ m}$

$L_{m,y} = 0.12$

$L_{cr,y} = 0.30 \text{ m}$

$X_y = 1.00$

$L_{amy} = 11.67$

$k_{yz} = 0.91$



względem osi z:

$L_z = 0.30 \text{ m}$

$L_{m,z} = 0.24$

$L_{cr,z} = 0.30 \text{ m}$

$X_z = 0.98$

$L_{amz} = 23.31$

$k_{zz} = 0.91$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.69 < 1.00$  (6.2.5.(1))

$N_{,Ed}/N_{c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.74 < 1.00$  (6.2.9.3.(1))

$\sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3 \cdot (\tau_{y,Ed})^2} / (f_y/g_{M0}) = 0.69 < 1.00$  (6.2.1.(5))

$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.04 < 1.00$  (6.2.6.(1))

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{y} = 11.67 < \lambda_{y,max} = 210.00$   $\lambda_{z} = 23.31 < \lambda_{z,max} = 210.00$  STABILNY

$N_{,Ed}/(X_y \cdot N_{c,Rd}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot (M_{z,Ed} + dM_{z,Ed}) / (M_{z,Rd}/g_{M1}) = 0.74 < 1.00$  (6.3.3.(4))

$N_{,Ed}/(X_z \cdot N_{c,Rd}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot (M_{z,Ed} + dM_{z,Ed}) / (M_{z,Rd}/g_{M1}) = 0.74 < 1.00$  (6.3.3.(4))



---

## PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



### Ugięcia

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 0.1 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 6 SGU /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 0.1 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 9 SGU:CHR /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00

$$u_{\text{ inst,y}} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{ inst,max,y}} = L/200.00 = 0.1 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:**

$$u_{\text{ inst,z}} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{ inst,max,z}} = L/200.00 = 0.1 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:**



### Przemieszczenia

$$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 0.2 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 6 SGU /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 0.2 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 6 SGU /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00

---

## Profil poprawny !!!

Zgodnie z punktem 5.5.2.(9) przekrój pręta zostały zaklasyfikowany jako przekrój klasy 3 mimo, że zgodnie z tablicą 5.2 spełnia warunki klasy 4. Kontrola stateczności została przeprowadzona zgodnie z 5.5.2.(10) jak dla prętów klasy 4.

---

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

**GRUPA:**

**PRĘT:** 7 Rygiel\_stalowy1\_7

**PUNKT:** 3

**WSPÓLRZĘDNA:** x = 1.00 L =

0.92 m

**OBCIĄŻENIA:**

*Decydujący przypadek obciążenia:* 3 SGN /1/ 1\*1.35 + 2\*1.35

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 )  $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: POPRZECZKA2

$$h=6.1 \text{ cm}$$

$$gM0=1.00$$

$$gM1=1.00$$

$$b=0.5 \text{ cm}$$

$$A_y=0.11 \text{ cm}^2$$

$$A_z=0.61 \text{ cm}^2$$

$$A_x=0.69 \text{ cm}^2$$

$$t_w=0.1 \text{ cm}$$

$$I_y=2.61 \text{ cm}^4$$

$$I_z=0.01 \text{ cm}^4$$

$$I_x=0.00 \text{ cm}^4$$

$$t_f=0.1 \text{ cm}$$

$$W_{ply}=1.17 \text{ cm}^3$$

$$W_{plz}=0.03 \text{ cm}^3$$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$$V_{y,Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

$$V_{y,c,Rd} = 1.47 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = -0.00 \text{ kN}$$

$$V_{z,c,Rd} = 8.28 \text{ kN}$$

$$\text{KLASA PRZEKROJU} = 1$$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:



względem osi z:

---

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### *Kontrola wytrzymałości przekroju:*

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

---

#### PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



##### *Ugięcia*

$$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 6 SGU /1/ 1\*1.00 + 2\*1.00

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 1 G1

$$u_{\text{inst},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:**

$$u_{\text{inst},z} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:**



##### *Przemieszczenia*

$$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 0.6 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 2 G2

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 0.6 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

**Decydujący przypadek obciążenia:** 2 G2

---

**Profil poprawny !!!**

#### Opinia:

Przedmiotowy stojak pod pompę ciepła jest w stanie przenieść obciążenie o wartości 10 kN, które zostanie równomiernie rozłożone na cztery punkty (2,5kN na jeden wibroizolator). Przy takim obciążeniu, średnia wartość wyężenia obliczeniowego wynosi 90%, wobec tego można przyjąć, że nośność całej konstrukcji to min. 10 kN (ok. 1000 kg).

#### 5. Uwagi i wnioski

- Analizowana konstrukcja o nośności 10 kN
- Nie dopuszcza się obciążania konstrukcji siłami poziomymi (np. pochodzącymi od ciężaru człowieka opierającego się o konstrukcję)
- Konstrukcję w miejscu montażu należy zabezpieczyć przed dostępem osób niepowołanych (np. poprzez zastosowanie wygradzenia/klatki)
- Montaż konstrukcji powinien być wykonany do fundamentu posadowionego na nośnym podłożu gruntowym
- Przed obciążeniem, konstrukcję stelażu należy wypoziomować w każdym kierunku
- Przy prowadzeniu prac montażowych należy zachować szczególną ostrożność
- Prace należy prowadzić przy zachowaniu zasad BHP i sztuki budowlanej

KONIEC