

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

CZĘŚĆ C – STRAGAN HANDLOWY

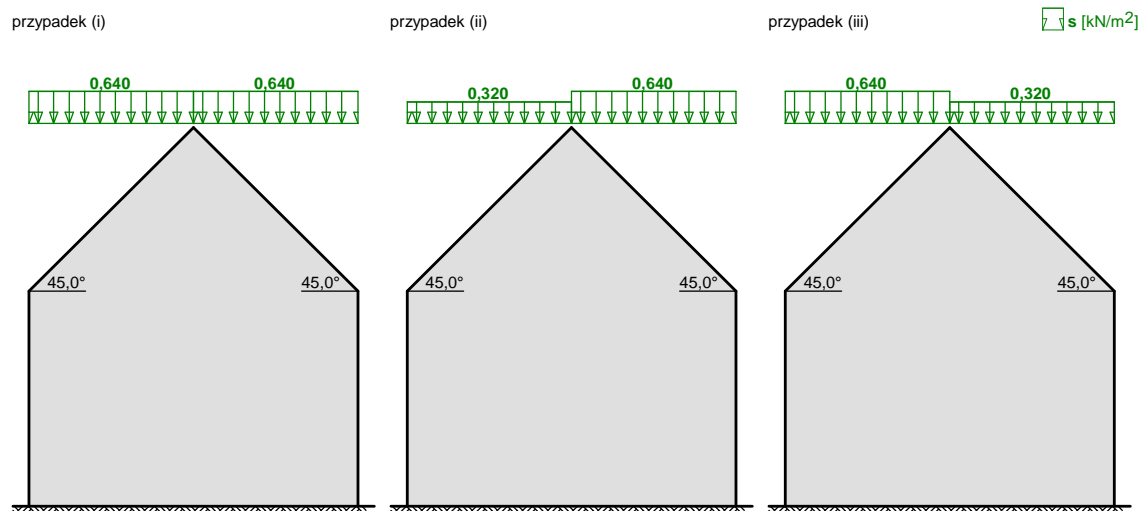
Poz.C.1.0. Zebranie oddziaływań wg PN-EN-1990

Poz.C.1.1. Oddziaływania stałe wg PN-EN-1991-1-1

Poz.C.1.1.1. Warstwy dachu straganu handlowego

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m ²	Ψ	Wartość rep. kN/m ²	γ _F	Wartość obl. kN/m ²
1.	Płyty dachowe - poliwęglan przezierny SUNTUF [12,000kN/m ³ -0,005m]	stałe	0,06	--	0,06	1,35	0,08
Σ:			0,06		0,06		0,08

Poz.C.1.2. Oddziaływanie śniegiem wg PN-EN-1991-1-3



- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 4 → $s_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny → $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny → $C_t = 1,0$

Połąc dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 45,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 45,0^\circ) / 30^\circ = 0,400$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,400 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,600 = \mathbf{0,640 \text{ kN/m}^2}$$

Mniej obciążona połącz dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

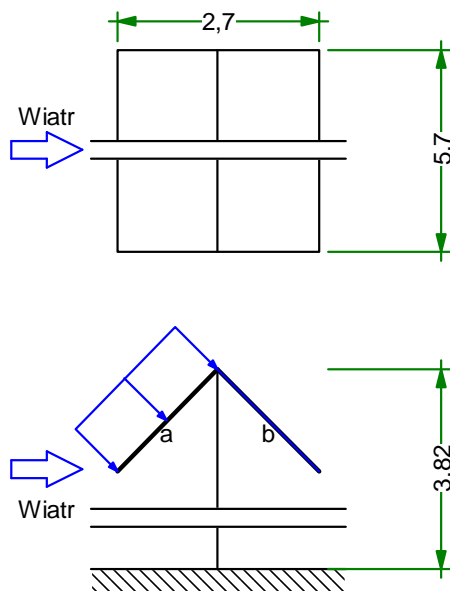
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 45,0^\circ$
 - $\mu = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,5 \cdot 0,8 \cdot (60^\circ - 45,0^\circ) / 30^\circ = 0,200$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,200 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,600 = \mathbf{0,320 \text{ kN/m}^2}$$

Poz.C.1.3. Oddziaływanie wiatrem wg PN-EN-1991-1-4

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I uwzględniając zwiększenie o 20% jak dla budowli monumentalnych.
- Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,00$ przyjęto jak dla terenu A i wysokości nad poziomem gruntu $z = 3,82 \text{ m}$. Ponieważ $H/L \leq 2$ przyjęto stały po wysokości rozkład współczynnika ekspozycji C_e o wartości jak dla punktu najwyższego.
- Współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,80$ przyjęto jak do obliczeń budowli niepodatnych na dynamiczne działanie wiatru (logarytmiczny dekrement tłumienia $\Delta = 0,06$; okres drgań własnych $T = 0,23 \text{ s}$).
- Współczynnik aerodynamiczny C dla połaci a dachu wiaty dwuspadowej ($\alpha = -45^\circ$) wg wariantu I równy jest $C = C_p = 2,00$, gdzie C_p jest współczynnikiem różnicy ciśnienia zewnętrznego i wewnętrznego.
- Współczynnik aerodynamiczny C dla połaci b dachu wiaty dwuspadowej ($\alpha = -45^\circ$) wg wariantu I równy jest $C = C_p = 0,00$, gdzie C_p jest współczynnikiem różnicy ciśnienia zewnętrznego i wewnętrznego.



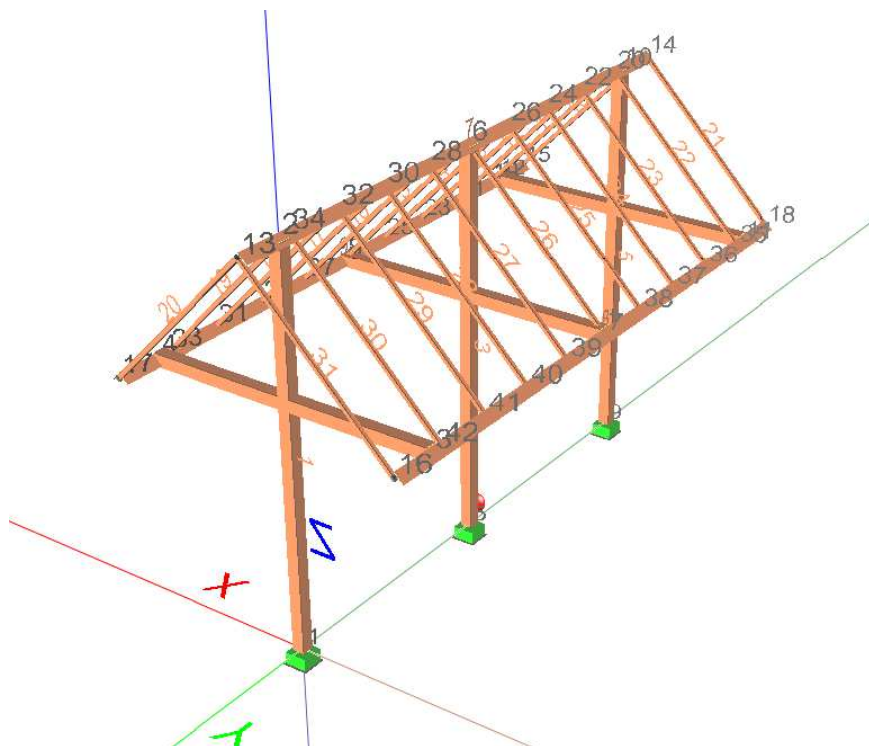
Poz.C.1.3.1 Połaciez nawietrzna

- Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot 2,00 \cdot 1,8 = 1,08 \text{ kN/m}^2$.
- Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_o = 1,62 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_f = 1,50$.

Poz.C.1.3.2 Połaciez zawietrzna

- Charakterystyczna wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_k = 0,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \cdot 0,00 \cdot 1,8 = 0,00 \text{ kN/m}^2$.
- Obliczeniowa wartość obciążenia wiatrem:
 $Q_o = 0,00 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_f = 1,50$.

Poz.C.2.0. Stragan handlowy

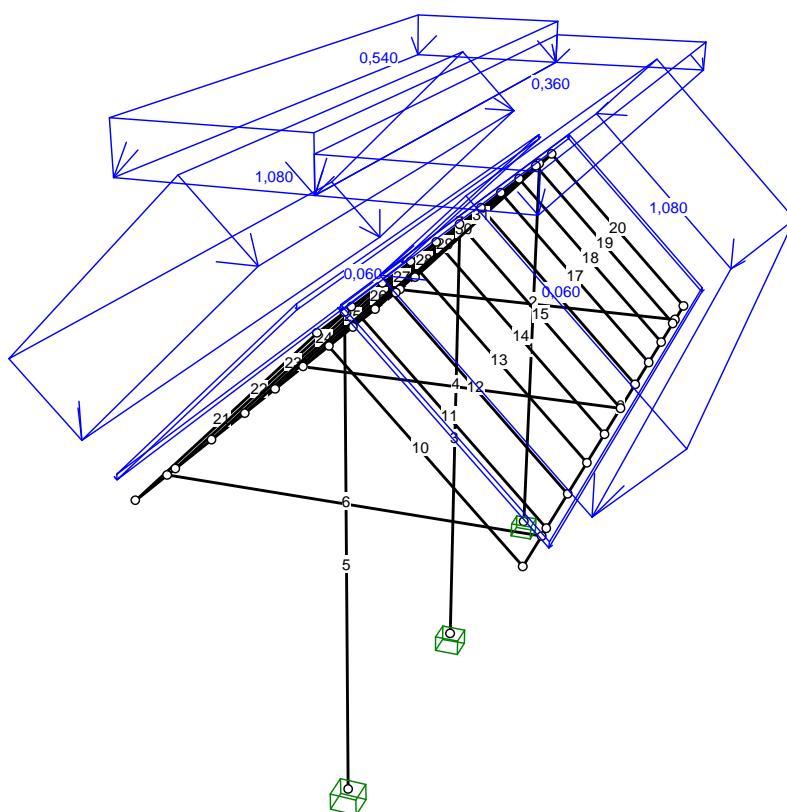


Poz.C.2.1. Statyka

1 - H 40x 40x 4.0~		2 - L 120x120x10		3 - H 120x120x5.0~	
Materiał:	2 - St3S (X,Y,V,W)	Materiał:	2 - St3S (X,Y,V,W)	Materiał:	2 - St3S (X,Y,V,W)
A [cm ²]	5,06	A [cm ²]	23,20	A [cm ²]	21,94
Jy [cm ⁴]	10,18	Jy [cm ⁴]	129,00	Jy [cm ⁴]	471,50
Jz [cm ⁴]	10,18	Jz [cm ⁴]	497,00	Jz [cm ⁴]	471,50
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	90,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	10,18	Iy [cm ⁴]	497,00	Iy [cm ⁴]	471,50
Iz [cm ⁴]	10,18	Iz [cm ⁴]	129,00	Iz [cm ⁴]	471,50
Jt [cm ⁴]	18,66	Jt [cm ⁴]	8,59	Jt [cm ⁴]	760,44
Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00
iy [cm]	1,42	iy [cm]	4,63	iy [cm]	4,64
iz [cm]	1,42	iz [cm]	2,36	iz [cm]	4,64
is [cm]	2,01	is [cm]	6,60	is [cm]	6,56
m [kg/m]	3,97	m [kg/m]	18,21	m [kg/m]	17,22

Zestawienie Materiału

Oznaczenie	Materiał	Długości [m]:	Masa [t]:
H 120x120x5.0~	2 - St3S (X,Y,V,W)	3x3,65 + 3x2,70 = 19,05	0,328
L 120x120x10	2 - St3S (X,Y,V,W)	3x5,70 = 17,10	0,311
H 40x 40x 4.0~	2 - St3S (X,Y,V,W)	22x1,91 = 42,00	0,167
Masa całkowita ustroju			0,806
Materiał	Jednostka miary		Ilość:
Stal: 2 - St3S (X,Y,V,W)	t		0,806



Obciążenia:

Obiekt:

Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$:	$\gamma f2$:	ψd :			xa:	xb:		
Po: Pokrycie - Stałe(Znaczenie: 1)												
	Powierzch.	0,06	0,06	1,20	1,00	1,00	Pionow e				Pokrycie	
	Powierzch.	0,06	0,06	1,20	1,00	1,00	Pionow e				Pokrycie	
Sn: Śnieg - Zmienne(Znaczenie: 1)												
	Powierzch.	0,54	0,54	1,50		1,00					Śnieg	
	Powierzch.	0,36	0,36	1,50		1,00					Śnieg	
Wl: Wiatr lewo - Zmienne(Znaczenie: 1)												
	Powierzch.	1,08	1,08	1,50		1,00					Wiatr lewo	
Wp: Wiatr prawo - Zmienne(Znaczenie: 1)												
	Powierzch.	1,08	1,08	1,50		1,00					Wiatr prawo	

Wyniki Obliczeń Teoria I rzędu Obwiednie sił

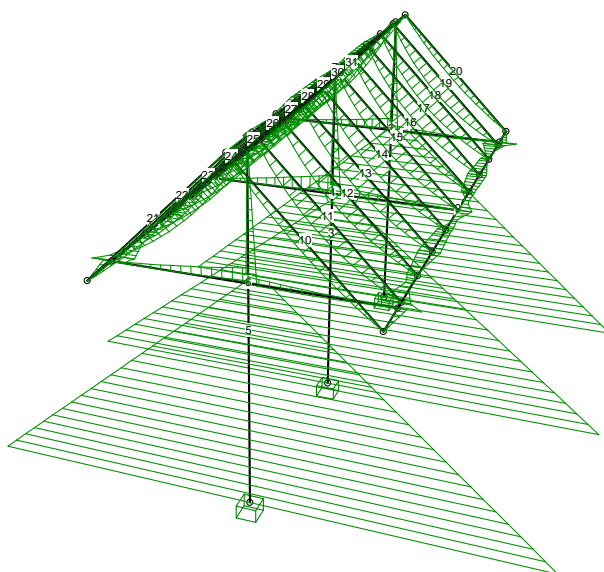
Kombinacje Obciążeń:

Nr:	Zawsze:	Ewentualnie:
1	CW+Po	Sn+WI/Wp

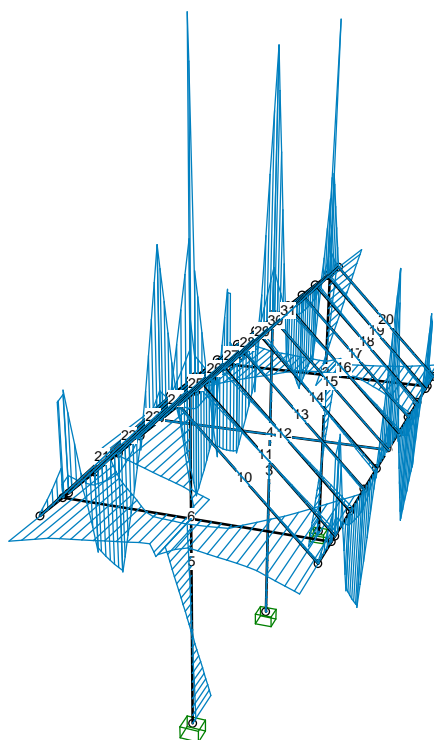
Relacje Grup Obciążeń:

Grupa obciążeń:	Relacje:
Po - Pokrycie	ZAWSZE
WI - Wiatr lewo	Nie występuje z: Wp.
Wp - Wiatr prawo	Nie występuje z: WI.

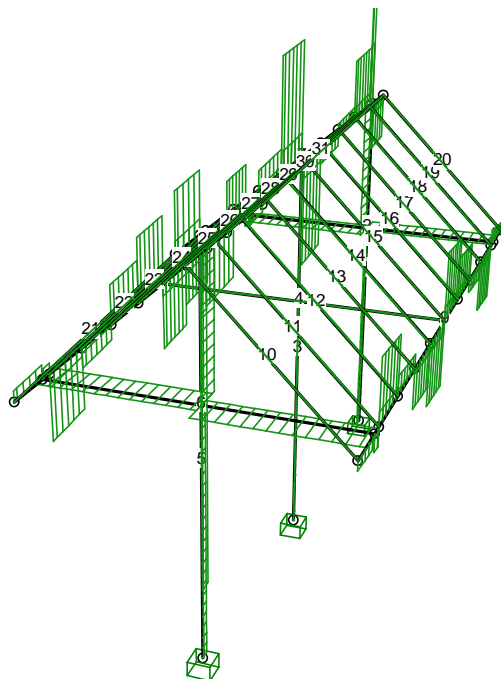
My



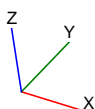
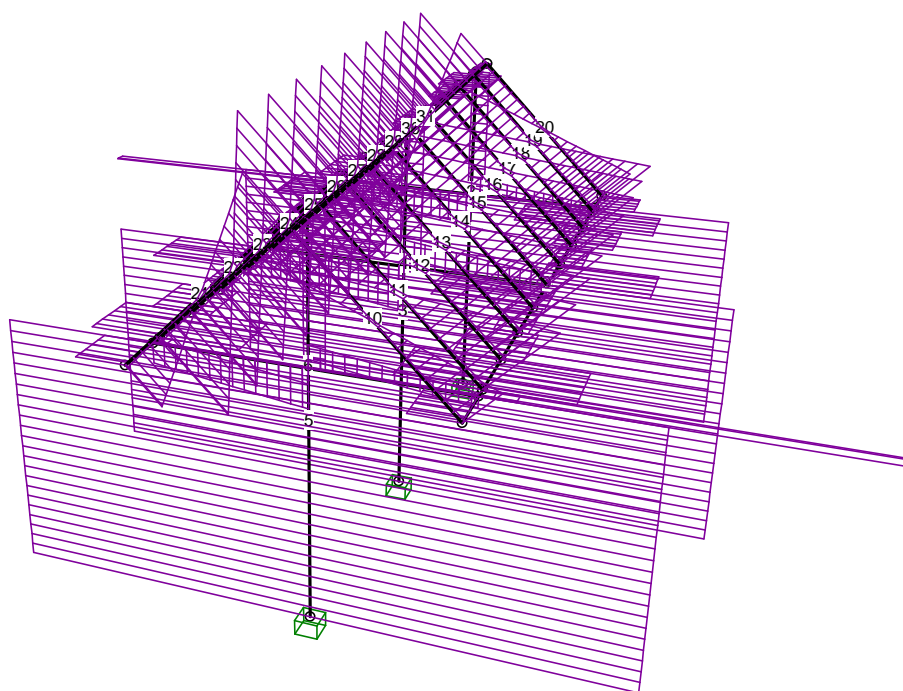
Mz



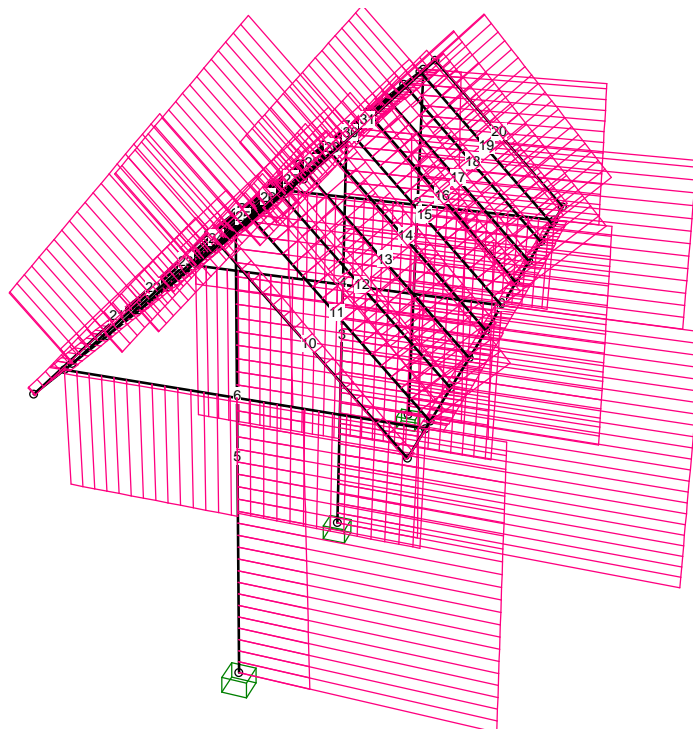
Ty



Tz



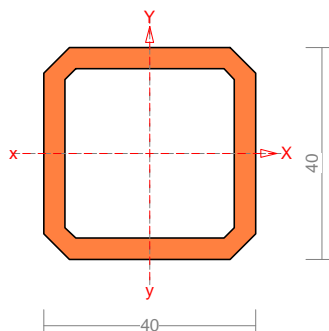
N


Reakcje podporowe: Obciążenia obliczeniowe

Nr węzła:	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Obciążenia:
1	4,049	-0,222	10,680	0,234	10,090	-0,018	CW PoSnWp
1	-4,026	-0,143	6,518	0,150	-9,410	0,020	CW Po(g2)WI
1	0,000	-0,036	3,069	0,038	0,000	0,000	CW Po(g2)
1	4,049	-0,222	10,680	0,234	10,090	-0,018	CW PoSnWp
1	4,049	-0,222	10,680	0,234	10,090	-0,018	CW PoSnWp
1	0,000	-0,036	3,069	0,038	0,000	0,000	CW Po(g2)
1	4,049	-0,222	10,680	0,234	10,090	-0,018	CW PoSnWp
1	0,000	-0,036	3,069	0,038	0,000	0,000	CW Po(g2)
1	4,049	-0,222	10,680	0,234	10,090	-0,018	CW PoSnWp
1	-4,026	-0,143	6,518	0,150	-9,410	0,020	CW Po(g2)WI
1	-4,002	-0,220	10,607	0,233	-8,729	0,022	CW Po(g2)SnWI
1	4,026	-0,144	6,591	0,151	9,410	-0,020	CW PoWp
5	4,415	0,000	9,721	0,000	9,852	0,000	CW PoWp
5	-4,461	0,000	16,119	0,000	-9,229	0,000	CW Po(g2)SnWI
5	-4,461	0,000	16,235	0,000	-9,229	0,000	CW PoSnWI
5	-4,461	0,000	16,235	0,000	-9,229	0,000	CW PoSnWI
5	0,000	0,000	4,038	0,000	0,000	0,000	CW Po(g2)
5	0,000	0,000	4,038	0,000	0,000	0,000	CW Po(g2)
5	4,368	0,000	16,119	0,000	10,474	0,000	CW Po(g2)SnWp
5	-4,415	0,000	9,721	0,000	-9,852	0,000	CW PoWI
5	0,000	0,000	4,038	0,000	0,000	0,000	CW Po(g2)
9	4,049	0,220	10,607	-0,233	10,090	0,018	CW Po(g2)SnWp
9	-4,026	0,144	6,591	-0,151	-9,410	-0,020	CW PoWI
9	4,049	0,222	10,680	-0,234	10,090	0,018	CW PoSnWp
9	0,000	0,036	3,069	-0,038	0,000	0,000	CW Po(g2)
9	4,049	0,222	10,680	-0,234	10,090	0,018	CW PoSnWp
9	0,000	0,036	3,069	-0,038	0,000	0,000	CW Po(g2)
9	0,000	0,036	3,069	-0,038	0,000	0,000	CW Po(g2)
9	4,049	0,222	10,680	-0,234	10,090	0,018	CW PoSnWp
9	4,049	0,220	10,607	-0,233	10,090	0,018	CW Po(g2)SnWp
9	-4,026	0,144	6,591	-0,151	-9,410	-0,020	CW PoWI
9	4,026	0,143	6,518	-0,150	9,410	0,020	CW Po(g2)Wp
9	-4,002	0,222	10,680	-0,234	-8,729	-0,022	CW PoSnWI

Poz.C.2.2. Wymiarowanie elementów wiaty

Poz.C.2.2.1 Płatwie RKA 40x40x4 co 57cm



Wymiary przekroju:

$h=40,0$ $s=40,0$ $g=4,0$ $t=4,0$ $r=4,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=10,2$ $J_{yg}=10,2$ $A=5,06$ $i_x=1,4$ $i_y=1,4$

Przekrój zamknięty.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **$f_d=215$ MPa** dla **$g=4,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto podatności węzłów ustalone wg zasad mechaniki:

$$\kappa_a = 0,992 \quad \kappa_b = 0,992 \quad \kappa_v = 0,002 \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,993 \quad \text{dla } l_0 = 1,909$$

$$l_w = 0,993 \times 1,909 = 1,896 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto podatności węzłów ustalone wg zasad mechaniki:

$$\kappa_a = 0,013 \quad \kappa_b = 0,012 \quad \kappa_v = 0,002 \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,500 \quad \text{dla } l_0 = 1,909$$

$$l_w = 0,500 \times 1,909 = 0,955 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 10,2}{1,896^2} \cdot 10^{-2} = 57,307 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 10,2}{0,955^2} \cdot 10^{-2} = 226,029 \text{ kN}$$

Stateczność lokalna.

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWI

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 1909,2$ mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \varphi_p f_d = \mathbf{0,509 < 1}$$

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginana względem osi X: $\psi_x = \varphi_p = 1,000$

- dla zginana względem osi Y: $\psi_y = \varphi_p = 1,000$

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWI

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 125,68$ MPa $\sigma_c = -109,39$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = 8,15$ $\Delta\sigma = 117,53$ MPa $\psi_{ot} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi X: $A_v = 3,20$ cm² $\tau = 0,09$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 8,15 / 1,000 + 117,53 = \mathbf{125,68 < 215} \text{ MPa}$$

$$\tau_{ex} = \tau / \psi_{ov} = 0,09 / 1,000 = \mathbf{0,09 < 124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{125,73^2 + 3 \times 0,09^2} = \mathbf{125,73 < 215} \text{ MPa}$$


Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 1,909$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWI

Siła osiowa: $N = 4,490$ kN.

Pole powierzchni przekroju: $A = 5,06$ cm².

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 5,06 \times 215 \times 10^{-1} = 108,790$ kN.

 ul. Głowackiego 28 10-448 Olsztyn	PROJEKT WYKONAWCZY- KONSTRUKCJA STRAGANY BARTOSZYCE	20 z 29
--	---	---------

Warunek nośności (31):

$$N = 4,490 < 108,790 = N_{Rt}$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 1,909$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWI

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 2,9 \times 215 \times 10^{-1} = 35,914 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 10,774 \text{ kN}$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 2,9 \times 215 \times 10^{-1} = 35,914 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 10,774 \text{ kN}$$

Warunki nośności:

- ścinanie wzdłuż osi Y: $V = 1,250 < 35,914 = V_R$

- ścinanie wzdłuż osi X: $V = 0,030 < 35,914 = V_R$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWI

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 5,1 \times 215 \times 10^{-3} = 1,094 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 5,1 \times 215 \times 10^{-3} = 1,094 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwirzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{4,121}{108,790} + \frac{0,597}{1,000 \times 1,094} + \frac{0,002}{1,094} = 0,585 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWI

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,000 < 10,774 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 1,094 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,030 < 10,774 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 1,094 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{4,121}{108,790} + \frac{0,597}{1,094} + \frac{0,002}{1,094} = 0,585 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWI

- dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 0,030 < 35,888 = 35,914 \times \sqrt{1 - (4,121/108,790)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_R)^2} = V_{R,N}$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,000 < 35,888 = 35,914 \times \sqrt{1 - (4,121/108,790)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_R)^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 1,909$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWp

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

$$k_c = \left(15 + 25 \frac{c_o}{h_w} \right) \sqrt{\frac{t_f}{t_w} \frac{215}{f_d}} = \left(15 + 25 \frac{108,0}{40,0} \right) \times \sqrt{\frac{4,0 \times 215}{4,0 \times 215}} = 82,500$$

$$k_c \leq c_o / t_w = 108,0 / 4,0 = 27,000$$

Przyjęto $k_c = 27,000$

Warunek dodatkowy:

$$k_c > 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20 \times \sqrt{\frac{215}{215}} = 20,000$$

Siła nie może zmieniać położenie na przecię.

Napężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 1,675$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 1,675 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,c} = k_c t_w^2 \eta_c f_d = 27,000 \times (4,0)^2 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 92,880 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 2,358 < 92,880 = P_{R,c}$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWI

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 7,3 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 1909 / 250 = 7,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 7,3 < 7,6 = a_{gr}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,1 \text{ mm}$$

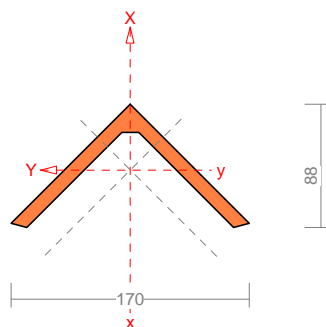
$$a_{gr} = l / 250 = 1909 / 250 = 7,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,1 < 7,6 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 7,3 \text{ mm}; \quad L / a = 1909,2 / 7,3 = 260,1$$

Poz.C.2.2.2 Okapy L 120x120x10



Wymiary przekroju:

$h=120,0$ $s=120,0$ $g=10,0$ $r=13,0$ $ex=33,1$ $ey=33,1$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=497,0$ $J_{yg}=129,0$ $A=23,20$ $ix=4,6$ $iy=2,4$ $J_w=0,0$

$J_t=8,6$ $xs=4,1$ $is=6,6$ $ry=-8,1$ $bx=8,1$.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215** MPa dla **g=10,0**.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto :

$$\kappa_a = 0,487 \quad \kappa_b = 0,487 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,678 \quad \text{dla } l_0 = 0,570$$

$$l_w = 0,678 \times 0,570 = 0,386 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto :

$$\kappa_a = 0,455 \quad \kappa_b = 0,455 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,662 \quad \text{dla } l_0 = 0,570$$

$$l_w = 0,662 \times 0,570 = 0,377 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_w = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{ow} = 0,570$ m. Długość wyboczeniowa $l_w = 0,570$ m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 497,0}{0,386^2} \times 10^{-2} = 67328,852 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 129,0}{0,377^2} \times 10^{-2} = 18330,653 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_w}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{6,6^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 0,0}{0,570^2} \times 10^{-2} + 80 \times 8,6 \times 10^2 \right) = 1578,649 \text{ kN}$$

$$N_{xz} = \frac{N_x + N_z - \sqrt{(N_x + N_z)^2 - 4 N_x N_z (1 - \mu_{ys}^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu_{ys}^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{67328,852 + 1578,649 - \sqrt{(67328,852 + 1578,649)^2 - 4 \times 67328,852 \times 1578,649 \times (1 - 0,678 \times 4,1^2 / 6,6^2)}}{2 \times (1 - 0,678 \times 4,1^2 / 6,6^2)}$$

$$10^{-2} = 1566,969 \text{ kN}$$

Napężenia (Osłabienia otworami):

xa = 0,450; xb = 5,250; Przęsło nr: 2. Obciążenia: CW PoSnWI

Napężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 48,32 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -44,06 \text{ MPa}$.

Napężenia:

- normalne: $\sigma = 2,13$ $\Delta\sigma = 46,19 \text{ MPa}$ $\psi_{oc} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 2,13 / 1,000 + 46,19 = 48,32 < 215 \text{ MPa}$$

Nośność przekroju na zginanie:

xa = 0,450; xb = 5,250; Przęsło nr: 2. Obciążenia: CW PoSnWp

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 58,6 \times 215 \times 10^{-3} = 12,593 \text{ kNm}$$

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 31,5 \times 215 \times 10^{-3} = 6,780 \text{ kNm}$$

$$W_c > W_t \quad M_R = W_t f_d [1 + \psi(\alpha_p - 1)] =$$

$$27,6 \times 215 \times [1 + 7.2.2 \times (1,000 - 1)] \times 10^{-3} = 5,925 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwirzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{0,752}{498,800} + \frac{0,176}{1,000 \times 12,593} + \frac{1,341}{5,925} = 0,242 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

xa = 0,450; xb = 5,250; Przęsło nr: 2. Obciążenia: CW PoSnWp

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,106 < 58,196 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 12,593 \text{ kNm}$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 8,034 < 58,196 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 5,925 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{0,752}{498,800} + \frac{0,176}{12,593} + \frac{1,341}{5,925} = 0,242 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Przęsło nr: 2. Obciążenia: CW PoSnWp

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 0,176 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,999 \times 0,065^2 \times \frac{1,000 \times 0,176 \times 0,752}{12,593 \times 498,800} = 0,000$$

$$\Delta_x = 0,000$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = 1,341 \text{ kNm} \quad \beta_y = 0,677$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 1,000 \times 0,047^2 \times \frac{0,677 \times 1,341 \times 0,752}{5,925 \times 498,800} = 0,000$$

$$\Delta_y = 0,000$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\phi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_x M_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{0,752}{0,999 \times 498,800} + \frac{1,000 \times 0,176}{1,000 \times 12,593} + \frac{0,677 \times 1,341}{5,925} = \mathbf{0,169} < \mathbf{1,000} = 1 - 0,000 = 1 - \Delta_x$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\phi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_x M_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{Ry}} = \frac{0,752}{1,000 \times 498,800} + \frac{1,000 \times 0,176}{1,000 \times 12,593} + \frac{0,677 \times 1,341}{5,925} = \mathbf{0,169} < \mathbf{1,000} = 1 - 0,000 = 1 - \Delta_y$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr: 6. Obciążenia: CW PoSnWp

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

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

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 570 / 250 = 2,3 \text{ mm}$$

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

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,1 \text{ mm}$$

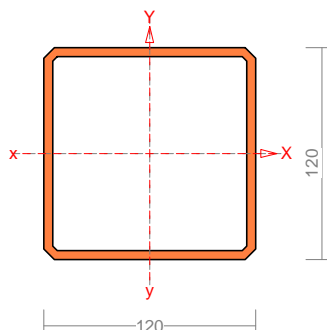
$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 570 / 250 = 2,3 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{0,1} < \mathbf{2,3} = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 0,1 \text{ mm}; \quad L / a = 570,0 / 0,1 = 10690,5$$

Poz.C.2.2.3 Słupy i wypory RKA 120x120x5



Wymiary przekroju:

$$h=120,0 \quad s=120,0 \quad g=5,0 \quad t=5,0 \quad r=5,0.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=471,5 \quad J_{yg}=471,5 \quad A=21,94 \quad i_x=4,6 \quad i_y=4,6$$

Przekrój zamknięty.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=5,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 2.

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie X przyjęto podatności węzłów ustalone wg zasad mechaniki:

$$\kappa_a = 0,000 \quad \kappa_b = 0,681 \quad \kappa_v = 0,119 \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,932 \quad \text{dla } l_0 = 2,300$$

$$l_w = 0,932 \times 2,300 = 2,144 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie Y przyjęto podatności węzłów ustalone wg zasad mechaniki:

$$\kappa_a = 0,000 \quad \kappa_b = 0,479 \quad \kappa_v = 0,098 \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,821 \quad \text{dla } l_0 = 2,300$$


$$l_w = 0,821 \times 2,300 = 1,888 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 471,5}{2,144^2} \cdot 10^{-2} = 2076,098 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 471,5}{1,888^2} \cdot 10^{-2} = 2675,428 \text{ kN}$$

Stateczność lokalna.

 ul. Głowackiego 28 10-448 Olsztyn	PROJEKT WYKONAWCZY- KONSTRUKCJA STRAGANY BARTOSZYCE	24 z 29
--	---	---------

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,650$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWp

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **2**. Rozstaw poprzecznych usztywnień ścianki $a = 1909,0$ mm. Warunek stateczności ścianki dla ścianki najbardziej narażonej na jej utratę (9):

$$\sigma_c / \varphi_p f_d = \mathbf{0,654 < 1}$$

Współczynniki redukcji nośności przekroju:

- dla zginania względem osi X: $\psi_x = \varphi_p = 1,000$

- dla ściskania: $\psi_o = \varphi_p = 1,000$

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,650$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWp

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 125,89$ MPa $\sigma_c = -140,69$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -7,40$ $\Delta\sigma = 133,29$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 12,00$ cm² $\tau = 3,64$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 7,40 / 1,000 + 133,29 = \mathbf{140,69 < 215}$$
 MPa

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 3,64 / 1,000 = \mathbf{3,64 < 124,70 = 0,58 \times 215}$$
 MPa

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{140,69^2 + 3 \times 3,64^2} = \mathbf{140,83 < 215}$$
 MPa

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,650$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWp

$$N_{Rc} = A f_d = 21,9 \times 215 \times 10^{-1} = 471,710$$
 kN

Określenie współczynników wybocheniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{Rc} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{471,710 / 2076,098} = 0,55 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,957$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{Rc} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{471,710 / 2675,428} = 0,48 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,973$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,957$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{16,235}{0,957 \times 471,710} = \mathbf{0,036 < 1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,650$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWp

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 78,6 \times 215 \times 10^{-3} = 16,895$$
 kNm

Współczynnik zwirzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{16,235}{471,710} + \frac{10,474}{1,000 \times 16,895} = \mathbf{0,654 < 1}$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,650$; Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWp

- dla zginania względem osi X: $V_y = 4,368 < 43,022 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 16,895$$
 kNm

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} + \frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{16,235}{471,710} + \frac{10,474}{16,895} + \frac{0,000}{16,895} = \mathbf{0,654 < 1}$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Przęsło nr: 1. Obciążenia: CW PoSnWp

Składnik poprawkowy:

- dla zginania względem osi X:

$$M_{x \max} = 10,474 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{R_x}} \frac{N}{N_{R_c}} = 1,25 \times 0,957 \times 0,550^2 \times \frac{1,000 \times 10,474 \times 16,235}{16,895 \times 471,710} = 0,008$$

$$\Delta_x = 0,008$$

- dla zginania względem osi Y:

$$M_{y \max} = 0,000 \text{ kNm} \quad \beta_y = 1,000$$

$$\Delta_y = 1,25 \varphi_y \bar{\lambda}_y^2 \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{R_y}} \frac{N}{N_{R_c}} = 1,25 \times 0,973 \times 0,485^2 \times \frac{1,000 \times 0,000 \times 16,235}{16,895 \times 471,710} = 0,000$$

$$\Delta_y = 0,000$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{R_c}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_x M_{R_x}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{R_y}} = \frac{16,235}{0,957 \times 471,710} + \frac{1,000 \times 10,474}{1,000 \times 16,895} + \frac{1,000 \times 0,000}{16,895} = 0,656 <$$

$$0,992 = 1 - 0,008 = 1 - \Delta_x$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{R_c}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_x M_{R_x}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{M_{R_y}} = \frac{16,235}{0,973 \times 471,710} + \frac{1,000 \times 10,474}{1,000 \times 16,895} + \frac{1,000 \times 0,000}{16,895} = 0,655 <$$

$$1,000 = 1 - 0,000 = 1 - \Delta_y$$

Stan graniczny użytkowania:

Przęsło nr. 1. Obciążenia: CW PoSnWp

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,5 \text{ mm}$$

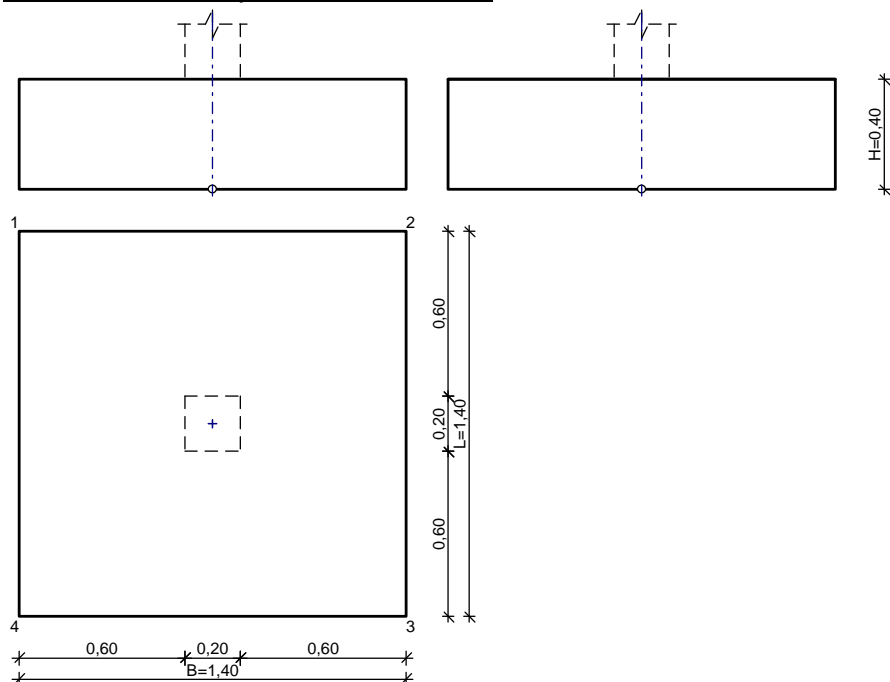
$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2300 / 250 = 9,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,5 < 9,2 = a_{\text{gr}}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 2,5 \text{ mm}; \quad L / a = 2300,0 / 2,5 = 905,0$$

Poz.C.3.0. Stopa fundamentowa



$$V = 0,78 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: stopa prostokątnościenna

$B = 1,40 \text{ m}$ $L = 1,40 \text{ m}$ $H = 0,40 \text{ m}$

$B_s = 0,20 \text{ m}$ $L_s = 0,20 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = 0,00 \text{ m}$

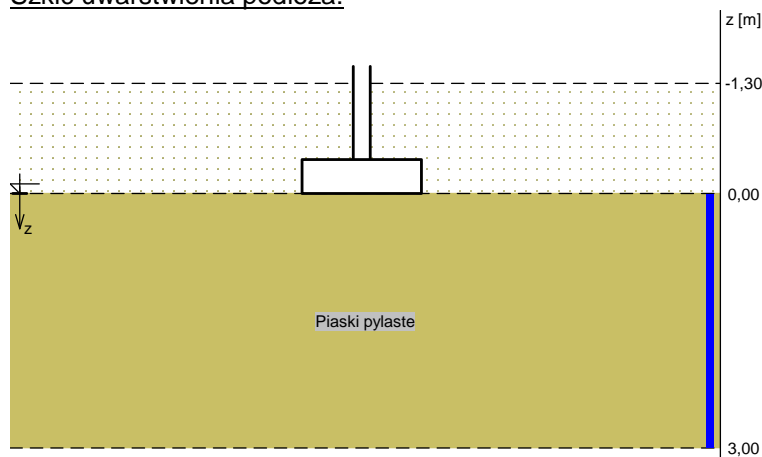
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,30 \text{ m}$ $D_{\min} = 1,30 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodn iona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Piaski pylaste	3,00	tak	0,60	0,90	1,10	26,48	0,00	42416	53021

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 175,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	10,70	-4,10	-10,50	-0,20	0,20	0,00	0,00
2	całkowite	6,60	4,00	9,60	-0,10	0,00	0,00	0,00
3	długotrwałe	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	całkowite	10,70	4,00	9,10	-0,20	0,20	0,00	0,00
5	całkowite	6,50	-4,00	-9,60	-0,10	0,20	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasypka:

Ciężar objętościowy: $20,0 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C16/20** (B20) $\rightarrow f_{cd} = 10,67 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 0,87 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 29,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-III (**34GS**) $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 12 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 25 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: $0,50$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda = 1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 870,6 \text{ kN}$, $Q_{fNL} = 967,2 \text{ kN}$

$N_r = 72,9 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 870,6 \text{ kN} = 705,2 \text{ kN}$ (10,3%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 5**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 27,2 \text{ kN}$

$T_r = 4,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 27,2 \text{ kN} = 19,6 \text{ kN}$ (20,5%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne $\sigma_{max} = 64,0 \text{ kPa}$

$\sigma_{max} = 64,0 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 175,0 \text{ kPa}$ (36,6%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,1-4} = 12,14 \text{ kNm}$, moment utrzymujący $M_{uB,1-4} = 41,12$

kNm

$M_o = 12,14 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 41,1 \text{ kNm} = 29,6 \text{ kNm}$ (41,0%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,00 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,01 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,02 \text{ cm}$

$s = 0,02 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$ (1,8%)

Napężenia:

Nr	ty p	σ_1 [kPa]	σ_2 [kPa]	σ_3 [kPa]	σ_4 [kPa]	C [m]	C/C'	a_L [m]	a_P [m]	
----	---------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------	------	-----------	-----------	--

1	C	63,5	10,4	10,9	64,0	--	--	--	--	
2	C	10,7	59,7	59,5	10,5	--	--	--	--	
3	D	33,3	33,3	33,3	33,3	--	--	--	--	
4	C	13,5	60,3	60,8	14,0	--	--	--	--	
5	C	59,2	10,2	10,9	59,9	--	--	--	--	

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta $A = 0,30 \text{ m}^2$

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 19,1 \text{ kN}$

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 157,6 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 19,1 \text{ kN} < N_{Rd} = 157,6 \text{ kN} \quad (12,1\%)$

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,67 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **8 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 9,05 \text{ cm}^2$

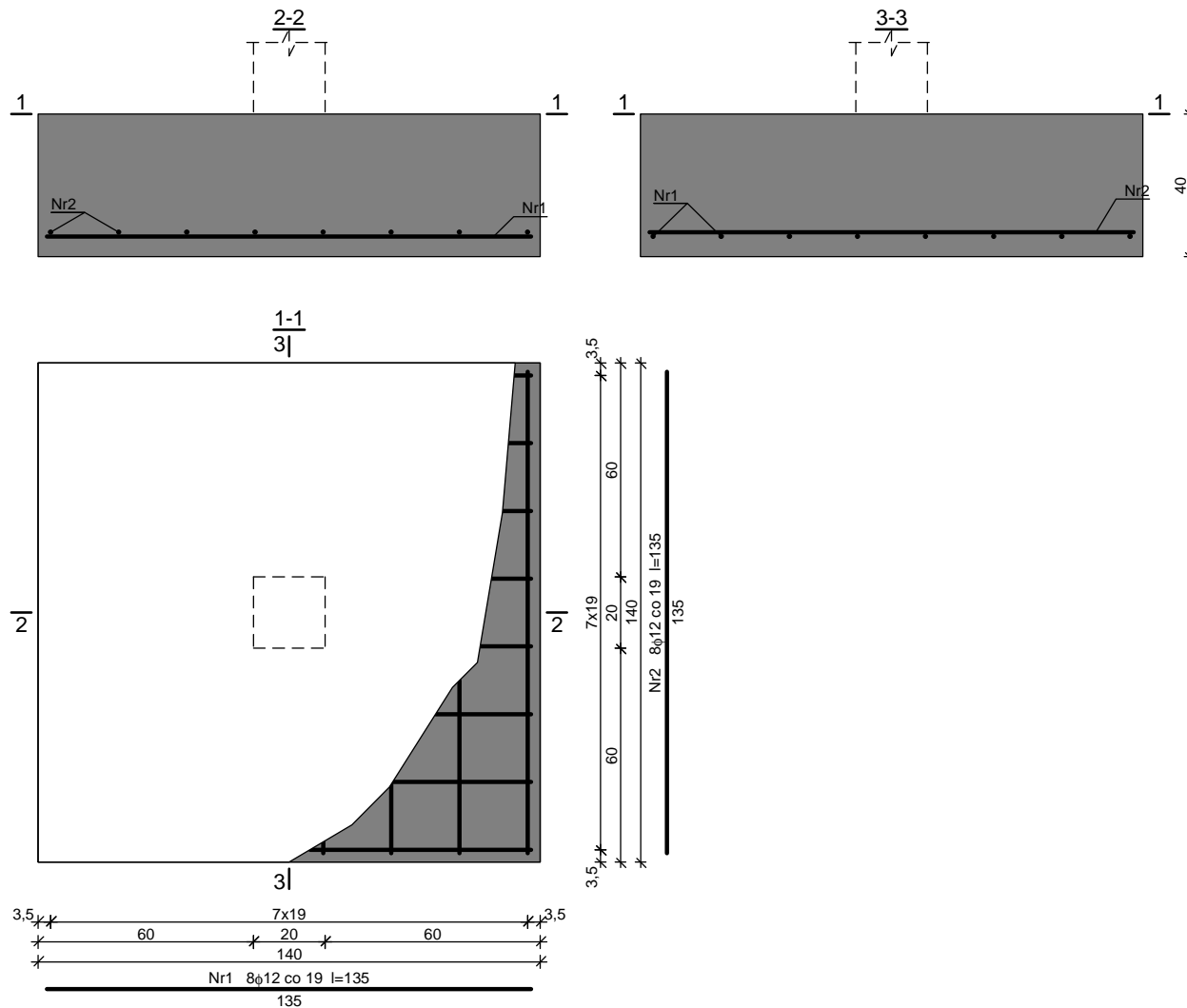
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,67 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **8 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 9,05 \text{ cm}^2$

SZKIC ZBROJENIA



PROJEKTANT KONSTRUKCJI

inż. Tomasz Sikorski

Upr. bud. WAM/0056/PWOK/08

Członek Warmińsko Mazurskiej
Izby Inżynierów Budownictwa
WAM / BO / 0177 / 08