



## 1. Normy wykorzystane:

- a. PN-82/B-02000 „Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.”
- b. PN-82/B-02001 „Obciążenia budowli. Obciążenia stałe”
- c. PN-82/B-02003 „Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia montażowe i technologiczne.”
- d. PN-80/B-02010/Az1 „Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.”
- e. PN-B-02011:1977/Az1 „Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem”
- f. PN-88/B-02014 „Obciążenia budowli. Obciążenia gruntem.”
- g. PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.”
- h. PN-90/B-03200 „Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.”
- i. PN-B-03150:2000 „Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.”

## 2. Podstawowe materiały do wbudowania

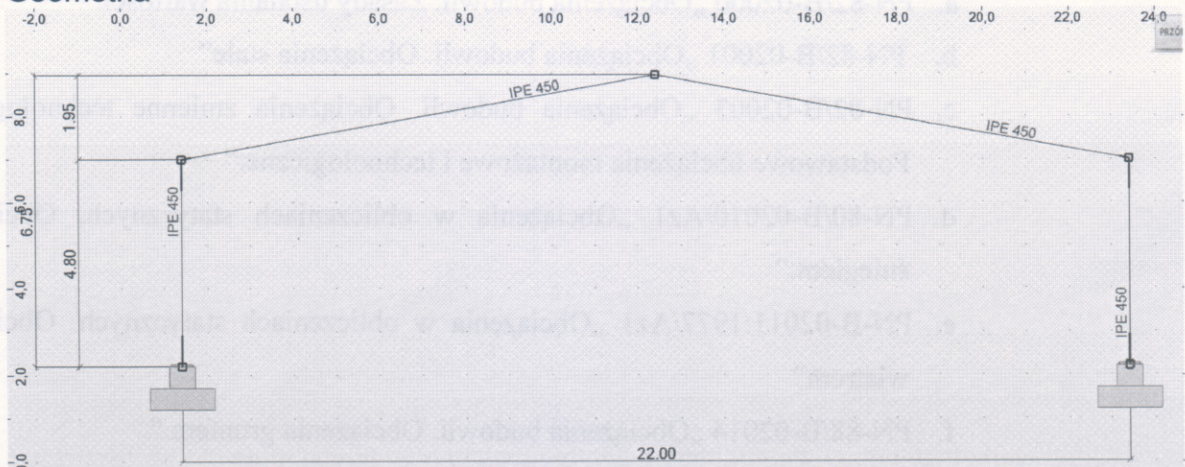
- |                        |             |
|------------------------|-------------|
| a. Konstrukcja stalowa | S355J0      |
| b. Beton               | Beton B37   |
| c. Zbrojenie           | BSt500s+St0 |
| d. Mur fundamentowy    |             |
| e. Ściany nadziemia    |             |

## 3. Lokalizacja i strefy obciążenia środowiskowego oraz obciążenia użytkowe:

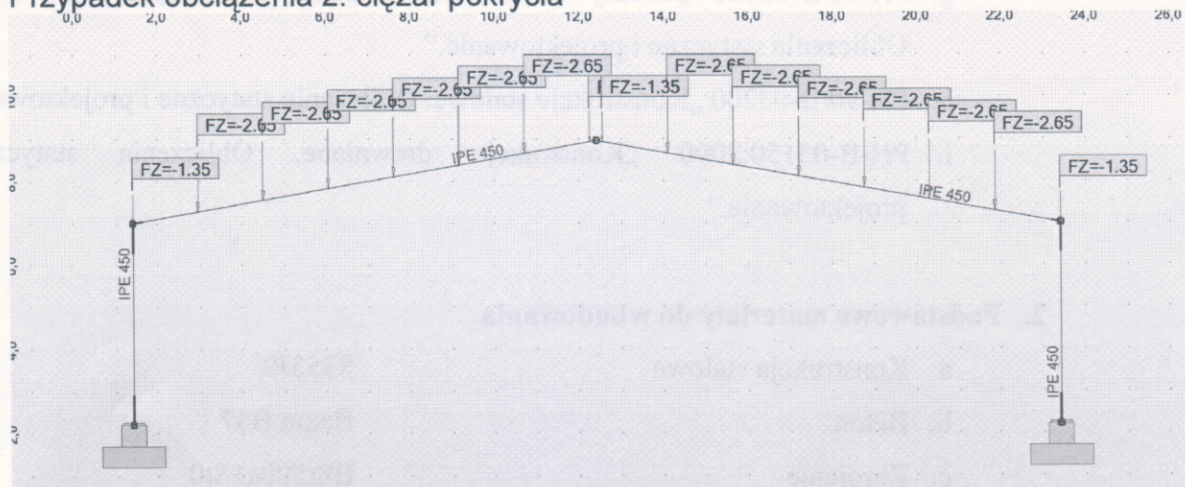
Nowe Warpno – woj. Zachodniopomorskie

Strefa obciążenia wiatrem	II	$q_k=0.42\text{kN/m}^2 \gamma_f=1.5$
Strefa obciążenia śniegiem	2	$Q_k=0.9\text{kN/m}^2 \gamma_f=1.5$

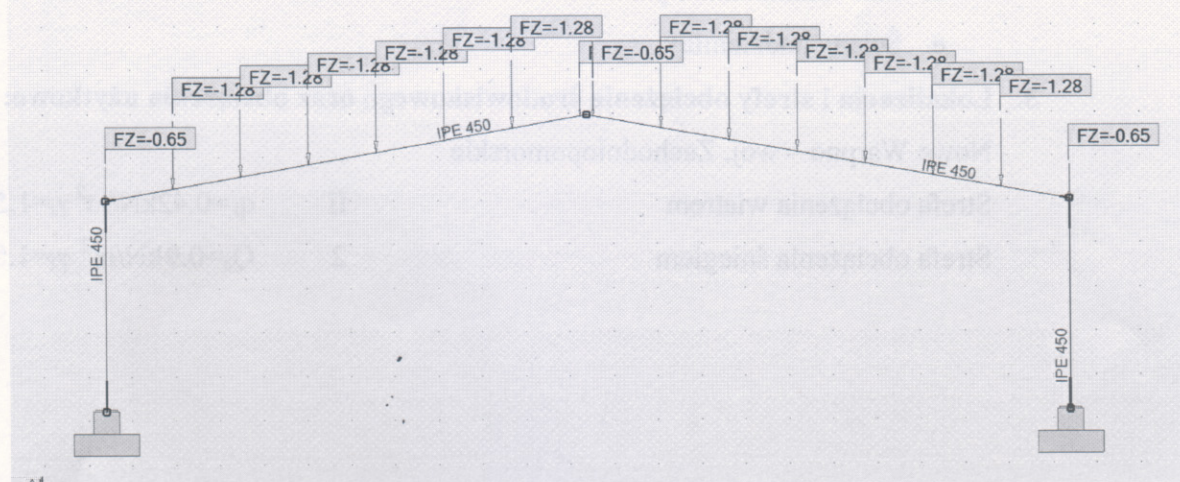
Rama w osiach 1-7  
Geometria



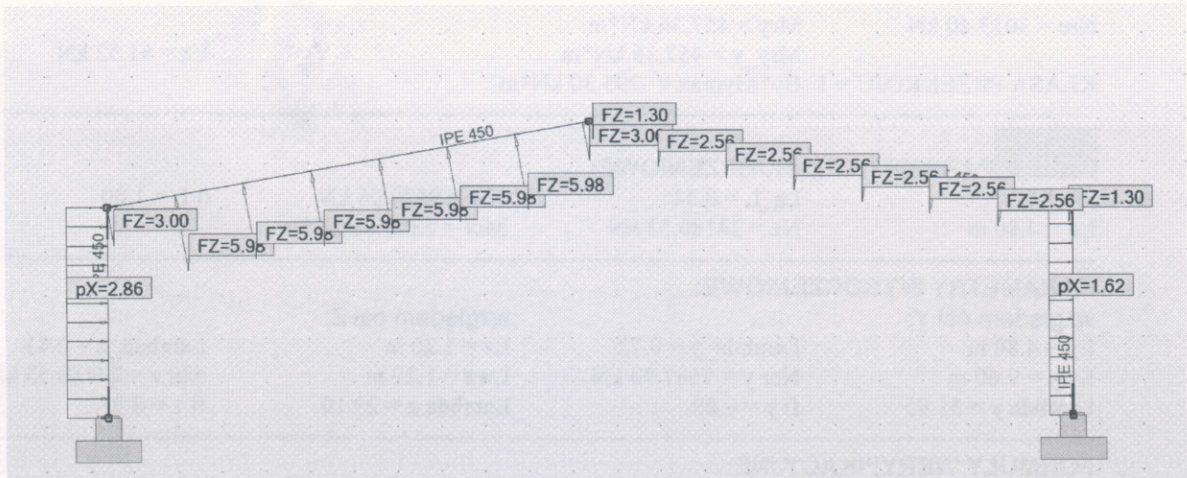
Przypadek obciążenia 2: ciężar pokrycia



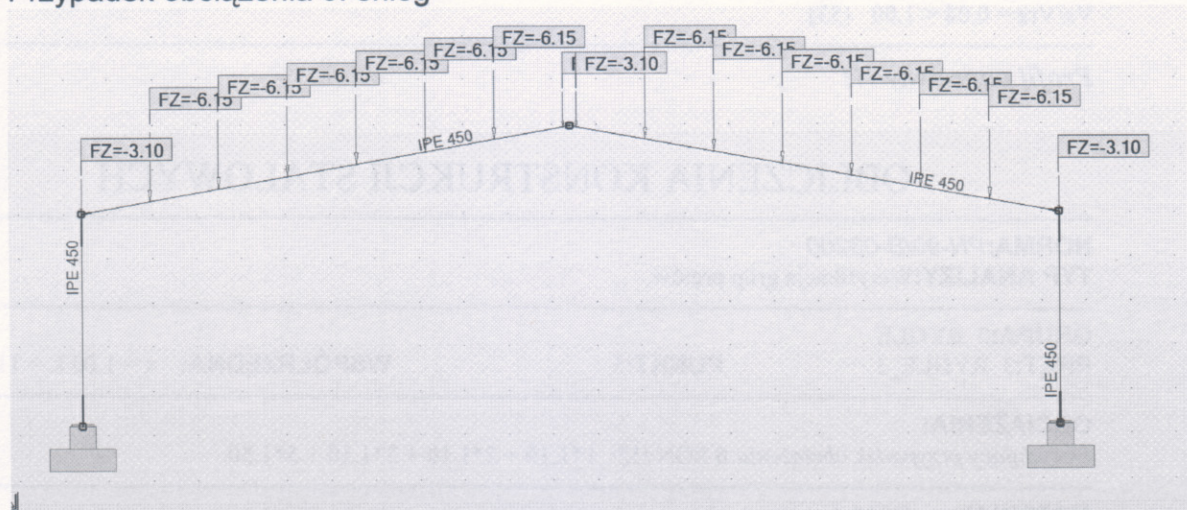
Przypadek obciążenia 3: podwieszania do dachu



Przypadek obciążenia 4: wiatr



Przypadek obciążenia 5: śnieg



Wymiarowanie:

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 SŁUPY

PRĘT: 4 SŁUPY\_4

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.00$   $L = 0.00$  m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGN /13/  $1*1.10 + 2*1.10 + 3*1.10 + 5*1.50$

MATERIAŁ: S 355

$f_d = 305.00$  MPa

$E = 210000.00$  MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 450

$h = 45.0$  cm

$b = 19.0$  cm

$tw = 0.9$  cm

$tf = 1.5$  cm

$A_y = 55.48$  cm<sup>2</sup>

$I_y = 33740.00$  cm<sup>4</sup>

$W_{ely} = 1499.56$  cm<sup>3</sup>

$A_z = 42.30$  cm<sup>2</sup>

$I_z = 1680.00$  cm<sup>4</sup>

$W_{elz} = 176.84$  cm<sup>3</sup>

$A_x = 98.80$  cm<sup>2</sup>

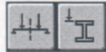
$I_x = 68.90$  cm<sup>4</sup>

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 104.34$  kN

$M_y = -295.30$  kN\*m

$N_{rc} = 3013.40 \text{ kN}$        $M_{ry} = 457.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $V_z = 61.52 \text{ kN}$   
 $M_{ry_v} = 457.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 KLASA PRZEKROJU = 1    $B_y \cdot M_{y\max} = -295.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$        $La_L = 0.34$        $N_w = 9529.06 \text{ kN}$        $f_i L = 1.00$   
 $L_d = 4.80 \text{ m}$        $N_z = 24180.53 \text{ kN}$        $M_{cr} = 5225.66 \text{ kN}\cdot\text{m}$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi Y:      względem osi Z:  
 $L_y = 4.80 \text{ m}$        $\Lambda_{y} = 0.72$        $L_z = 1.20 \text{ m}$        $\Lambda_{z} = 0.41$   
 $L_{wy} = 9.60 \text{ m}$        $N_{cr y} = 7587.90 \text{ kN}$        $L_{wz} = 1.20 \text{ m}$        $N_{cr z} = 24180.53 \text{ kN}$   
 $\Lambda_{y} = 51.95$        $f_i y = 0.89$        $\Lambda_{z} = 29.10$        $f_i z = 0.97$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$N / (f_i \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y\max} / (f_i L \cdot M_{ry}) = 0.04 + 0.65 = 0.69 < 1.00$  - Delta  $y = 0.99$  (58)  
 $V_z / V_{rz} = 0.08 < 1.00$  (53)

**Profil poprawny !!!**

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-90/B-03200

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 2 RYGLE

**PRĘT:** 3 RYGLE\_3

**PUNKT:** 5

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 1.00$   $L = 11.17 \text{ m}$

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia:  $6 \text{ SGN} / 13 / 1 \cdot 1.10 + 2 \cdot 1.10 + 3 \cdot 1.10 + 5 \cdot 1.50$

**MATERIAŁ:** S 355

$f_d = 305.00 \text{ MPa}$        $E = 210000.00 \text{ MPa}$

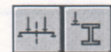


**PARAMETRY PRZEKROJU:** IPE 450

$h = 45.0 \text{ cm}$        $A_y = 55.48 \text{ cm}^2$        $A_z = 42.30 \text{ cm}^2$        $A_x = 98.80 \text{ cm}^2$   
 $b = 19.0 \text{ cm}$        $I_y = 33740.00 \text{ cm}^4$        $I_z = 1680.00 \text{ cm}^4$        $I_x = 68.90 \text{ cm}^4$   
 $tw = 0.9 \text{ cm}$        $W_{ely} = 1499.56 \text{ cm}^3$        $W_{elz} = 176.84 \text{ cm}^3$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N = 77.60 \text{ kN}$        $M_y = -295.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $N_{rc} = 3013.40 \text{ kN}$        $M_{ry} = 457.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $M_{ry_v} = 457.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $V_z = -85.24 \text{ kN}$   
 KLASA PRZEKROJU = 1    $B_y \cdot M_{y\max} = -295.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$        $La_L = 0.45$        $N_w = 1917.93 \text{ kN}$        $f_i L = 0.99$   
 $L_d = 22.00 \text{ m}$        $N_z = 21252.42 \text{ kN}$        $M_{cr} = 3022.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi Y:      względem osi Z:  
 $L_y = 22.00 \text{ m}$        $\Lambda_{y} = 1.33$        $L_z = 1.60 \text{ m}$        $\Lambda_{z} = 0.43$   
 $L_{wy} = 17.60 \text{ m}$        $N_{cr y} = 2257.56 \text{ kN}$        $L_{wz} = 1.28 \text{ m}$        $N_{cr z} = 21252.42 \text{ kN}$   
 $\Lambda_{y} = 95.24$        $f_i y = 0.49$        $\Lambda_{z} = 31.04$        $f_i z = 0.96$

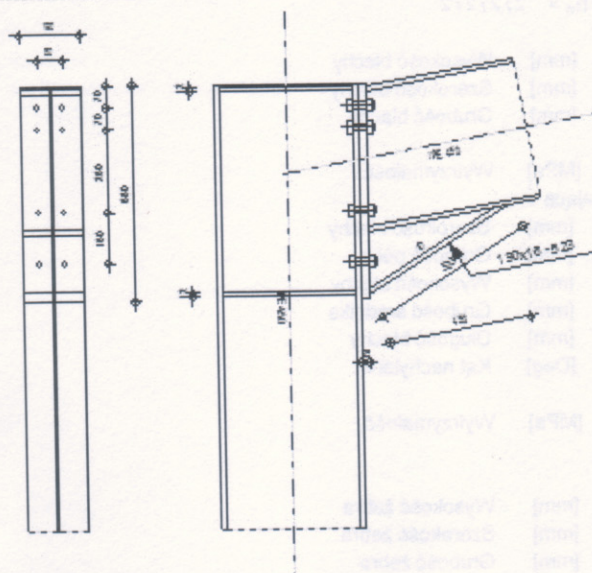
**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

$$N/(f_t \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y_{max}} / (f_t L \cdot M_{ry}) = 0.05 + 0.65 = 0.70 < 1.00 - \Delta y = 0.98 \quad (58)$$

$$V_z / V_{rz} = 0.11 < 1.00 \quad (53)$$

**Profil poprawny !!!**

	Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012	
	<b>Obliczenia połączenia zamocowanego Belka - Słup</b>	Proporcja
	PN-90/B-03200	<b>0,89</b>



**Ogólne**

Nr połączenia: 5  
 Nazwa połączenia: Naroże ramy  
 Węzeł konstrukcji: 4  
 Pręty konstrukcji: 4, 3

**Geometria**

**Słup**  
 Profil: IPE 450  
 Nr pręta: 4  
 $\alpha = -90,0$  [Deg] Kąt nachylenia  
 $h_c = 450$  [mm] Wysokość przekroju słupa  
 $b_{fc} = 190$  [mm] Szerokość przekroju słupa  
 $t_{wc} = 9$  [mm] Grubość środnika przekroju słupa  
 $t_{fc} = 15$  [mm] Grubość półki przekroju słupa  
 $r_c = 21$  [mm] Promień zaokrąglenia przekroju słupa  
 $A_c = 98,80$  [cm<sup>2</sup>] Pole przekroju słupa  
 $I_{xc} = 33740,00$  [cm<sup>4</sup>] Moment bezwładności przekroju słupa

**Materiał:** S 355  
 $f_{dc} = 305,00$  [MPa] Wytrzymałość

**Belka**

Profil: IPE 450  
 Nr pręta: 3  
 $\alpha = 10,1$  [Deg] Kąt nachylenia  
 $h_b = 450$  [mm] Wysokość przekroju belki  
 $b_f = 190$  [mm] Szerokość przekroju belki  
 $t_{wb} = 9$  [mm] Grubość środnika przekroju belki  
 $t_{fb} = 15$  [mm] Grubość półki przekroju belki  
 $r_b = 21$  [mm] Promień zaokrąglenia przekroju belki

$\alpha = 10,1$  [Deg] Kąt nachylenia  
 $r_b = 21$  [mm] Promień zaokrąglenia przekroju belki  
 $A_b = 98,80$  [cm<sup>2</sup>] Pole przekroju belki  
 $I_{xb} = 33740,00$  [cm<sup>4</sup>] Moment bezwładności przekroju belki

Materiał: S 355

$f_{db} = 305,00$  [MPa] Wytrzymałość

#### Śruby

$d = 20$  [mm] Średnica śruby  
 Klasa = 10.9 Klasa śruby  
 $R_m = 1040,00$  [MPa] Wytrzymałość śruby na rozciąganie  
 $R_e = 940,00$  [MPa] Granica plastyczności  
 $n_h = 2$  Ilość kolumn śrub  
 $n_v = 4$  Ilość rzędów śrub  
 $h_1 = 70$  [mm] Odległość pierwszej śruby od górnej krawędzi blachy czołowej  
 Rozstaw poziomy  $e_1 = 80$  [mm]  
 Rozstaw pionowy  $p_1 = 70; 260; 160$  [mm]  
 Liczba śrub w rzędach  $n_{vi} = 2; 2; 2; 2$

#### Blacha

$h_p = 680$  [mm] Wysokość blachy  
 $b_p = 190$  [mm] Szerokość blachy  
 $t_p = 25$  [mm] Grubość blachy

Materiał: S 355

$f_{dp} = 305,00$  [MPa] Wytrzymałość

#### Blacha dolna wzmacniająca

$w_d = 190$  [mm] Szerokość blachy  
 $t_{fd} = 16$  [mm] Grubość półki  
 $h_d = 200$  [mm] Wysokość blachy  
 $t_{wd} = 10$  [mm] Grubość środnika  
 $l_d = 450$  [mm] Długość blachy  
 $\alpha = 32,2$  [Deg] Kąt nachylenia

Materiał: STAL

$f_{dbu} = 215,00$  [MPa] Wytrzymałość

#### Żebro słupa

##### Górne

$h_{su} = 421$  [mm] Wysokość żebra  
 $b_{su} = 90$  [mm] Szerokość żebra  
 $t_{hu} = 12$  [mm] Grubość żebra

Materiał: STAL

$f_{dsu} = 215,00$  [MPa] Wytrzymałość

##### Dolne

$h_{sd} = 421$  [mm] Wysokość żebra  
 $b_{sd} = 90$  [mm] Szerokość żebra  
 $t_{hd} = 12$  [mm] Grubość żebra

Materiał: STAL

$f_{dsd} = 215,00$  [MPa] Wytrzymałość

#### Spoiny pachwinowe

$a_w = 6$  [mm] Spoina środnika  
 $a_f = 10$  [mm] Spoina półki  
 $a_s = 6$  [mm] Spoina żebra  
 $a_{fd} = 5$  [mm] Spoina pozioma

#### Obciążenia

##### Stan graniczny nośności

Przypadek: 6: SGN /13/ 1\*1.10 + 2\*1.10 + 3\*1.10 + 5\*1.50

$M_d = 295,30$  [kN\*m] Moment zginający  
 $V_d = 70,37$  [kN] Siła ścinająca  
 $N_d = -91,30$  [kN] Siła osiowa  
 $M_{c1d} = 295,30$  [kN\*m] Moment zginający w słupie dolnym  
 $V_{c1d} = 61,52$  [kN] Siła ścinająca w słupie dolnym  
 $N_{c1d} = -104,34$  [kN] Siła osiowa w słupie dolnym

#### Rezultaty

Kontrola połączenia śrubowego - kategorii - D [6.2.4.3]

##### Nośności pojedynczej śruby - [Tablica 16]

$S_{Rt} = 165,62$  [kN] Nośność śruby na zerwanie trzpienia  
 $S_{Rr} = 140,78$  [kN] Nośność śruby na rozwarcie styku  
 $S_{Rv} = 147,03$  [kN] Nośność śruby na ścięcie trzpienia

$$S_{Rt} = \min(0.65 R_m A_s, 0.85 R_e A_s)$$

$$S_{Rr} = 0.85 S_{Rt}$$

$$S_{Rv} = 0.45 R_m A_v$$

**Kontrola grubości blachy czołowej - [6.2.4.3.a]**

$c = \frac{1}{7}$ [mm]	Odległość między spoiną a brzegiem otworu śruby	
$b_s = \frac{7}{4}$ [mm]	Szerokość współdziałania blachy przypadająca na jedną śrubę	$b_s = \min(2.0 \cdot (c + d), b_s/2)$
$t_{min1} = \frac{1}{3}$ [mm]	Minimalna grubość blachy dla prostych połączeń rozciąganych	$t_{min1} = 1.2 \sqrt{c S_{Rt} / (b_s f_d)}$
$t_{min2} = \frac{2}{0}$ [mm]	Minimalna grubość blachy dla innych połączeń rozciąganych i zginanych	$t_{min2} = d (R_m / 1000)^{1/3}$
$t_p \geq t_{min2}$ (83)	$ 25  > 20$	zweryfikowano (0,81)

**Parametry układu śrub - [6.2.4.3.d-f]**

$\beta = 1,00$	Współczynnik efektu dźwigni	$\beta = 2.67 - t/t_{min}$
$h_0 = 640$ [mm]	Odległość pomiędzy osiami póltek belki	
$y_{min} = 384$ [mm]	Minimalne ramię działania sił w śrubach	$y_{min} = 0.6 h_0$

Odległości śrub od osi obrotu i współczynniki rozdziału obciążenia

Nr śruby	$m_i$	$y_i$	$y_{ired}$	$\omega_{Ni}$	$\omega_{MI}$	$\omega_{rNi}$	$\omega_{rMI}$
1	2	588	-	1,00	1,00	-	-
2	2	518	-	0,80	0,80	-	-
3	2	258	-	0,80	-	-	-
4	2	98	-	1,00	-	-	-

**Kontrola układu śrub ze względu na zerwanie - [6.2.4.3.e,f]**

$M_{Rjt} = 331,78$ [kN*m]	Nośność na zginanie	$M_{Rjt} = S_{Rt} \sum (m_i \omega_{MI} y_i)$ (89)
$M_d / M_{Rjt} \leq 1.0$ (88)	$0,89 < 1,00$	zweryfikowano (0,89)

**Kontrola nośności pojedynczej śruby na rozciąganie i ścinanie - [6.2.3.1]**

$S_t = 136,00$ [kN]	Siła rozciągająca w najbardziej wyężonej śrubie	
$S_v = 8,80$ [kN]	Siła ścinająca w najbardziej wyężonej śrubie	
$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 \leq 1.0$ (74)	$0,68 < 1,00$	zweryfikowano (0,68)

**Kontrola spoin - [6.3.3.3]**

$A_s = 169,62$ [cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni wszystkich spoin	
$A_{sx} = 101,72$ [cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin poziomych	
$A_{sy} = 67,90$ [cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin pionowych	
$I_{sx} = 96734,50$ [cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności układu spoin wzgl. osi poz.	
$y_s = -131$ [mm]	Przesunięcie środka ciężkości spoin względem środka ciężkości belki	
$v_{vg} = 365$ [mm]	Odległość krawędzi górnej spoiny od środka ciężkości układu spoin	
$v_{vd} = 303$ [mm]	Odległość krawędzi dolnej spoiny od środka ciężkości układu spoin	
$\chi = 0,85$	Współczynnik zależny od wytrzymałości	
$\sigma_{\perp max} = \tau_{\perp max} = 78,06$ [MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 68,82$ [MPa]	Naprężenia w spoinie pionowej	
$\tau_{ij} = 10,36$ [MPa]	Naprężenie styczne	[4.5.3.(5)]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp max})^2]} / f_{db} \leq 1.0$ (93)	$0,44 < 1,00$	zweryfikowano (0,44)
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{ij}^2)]} / f_{db} \leq 1.0$ (93)	$0,39 < 1,00$	zweryfikowano (0,39)
$ \sigma_{\perp}  / f_{db} \leq 1.0$ (93)	$0,26 < 1,00$	zweryfikowano (0,26)

**Kontrola stateczności słupa - "Konstrukcje metalowe M.Łubiński, A.Filipowicz, W.Żółtowski"**

**Sumaryczne naprężenie zastępcze**

$\sigma = -207,48$ [MPa]	Naprężenie od zginania i siły osiowej	
$\tau = 0,00$ [MPa]	Naprężenie od ścinania	
$\sqrt{[\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2]} / f_{ds} \leq 1.0$	$0,68 < 1,00$	zweryfikowano (0,68)

**Kontrola na poziomie półki górnej belki**

**Środek pod siłą skupioną**

$P_{tg} = 394,35$ [kN]	Siła rozciągająca środek na poziomie półki górnej	
$P_{R,tg} = 1149,93$ [kN]	Nośność środka słupa	$P_{R,tg} = (t_b (t_{wc} + 2 r_c) + 7 t_{fc} t_{fc}) f_{dc} + t_{tu} (b_s - t_{wc}) f_{dc}$
$P_{tg} / P_{R,tg} \leq 1.0$	$0,34 < 1,00$	zweryfikowano (0,34)

**Środek przy ścinaniu**

$P_{vg} = 394,35$ [kN]	Siła ścinająca środek na poziomie półki górnej	
$P_{R,vg} = 744,87$ [kN]	Nośność środka słupa	$P_{R,vg} = t_{wc} h_c f_{dc} / \sqrt{3}$ (16)
$P_{vg} / P_{R,vg} \leq 1.0$	$0,53 < 1,00$	zweryfikowano (0,53)

**Kontrola na poziomie półki dolnej belki**


**Środek pod siłą skupioną**


$P_{cd} = -485,65$ [kN]	Siła ściskająca środek na poziomie półki dolnej	
$\eta_d = 0,93$	Współczynnik redukcyjny przy ściskaniu	$\eta_d = 1.25 - 0.5 \sigma_o / f_d$ (23)
$c_{od} = 242,60$	Szerokość strefy ściskanej	[4.2.4]



$P_{cd} = -485,65$	[kN]	Siła ściskająca środnik na poziomie półki dolnej	
$k_{cd} = 0,00$		Współczynnik redukcyjny do obliczeń $P_{Rc}$	[4.2.4]
$P_{R,wd} = 1110,83$	[kN]	Nośność środnika słupa	$P_{R,wd} = C_{0d} t_{wc} \eta_d f_{dc} + t_{hd} (b_s - t_{wc}) f_{dc}$ (0,44)
$P_{cd} / P_{R,wd} \leq 1,0$		$0,44 < 1,00$	zweryfikowano
<b>Środnik przy ścinaniu</b>			
$P_{vd} = -485,65$	[kN]	Siła ścinająca środnik na poziomie półki dolnej	
$P_{R,vd} = 744,87$	[kN]	Nośność środnika słupa	$P_{R,vd} = t_{wc} h_c f_{dc} / \sqrt{3}$ (16) (0,65)
$P_{vd} / P_{R,vd} \leq 1,0$		$0,65 < 1,00$	zweryfikowano

Połączenie zgodne z normą Proporcja 0,89



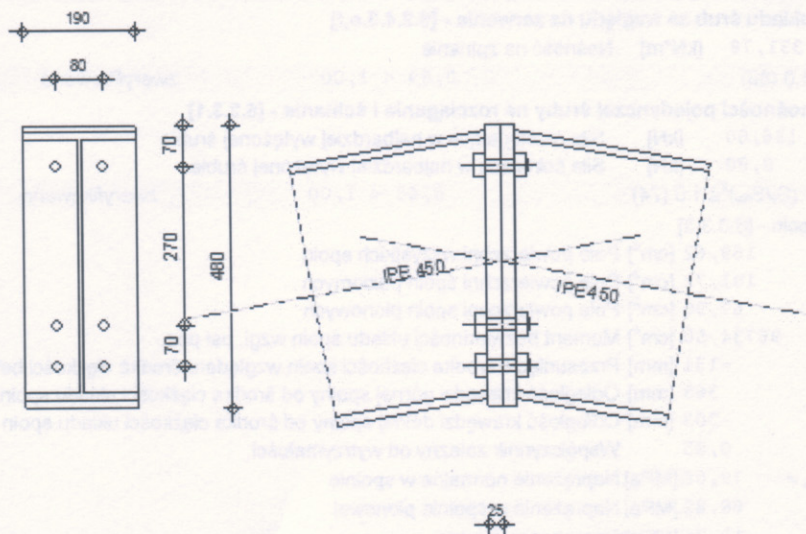


Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012

**Obliczenia połączenia zamocowanego Belka - Belka**

PN-90/B-03200

Proporcja  
**0,70**



<b>Ogólne</b>			
Nr połączenia:	3		
Nazwa połączenia:	Doczołowe		
Węzeł konstrukcji:	21		
Pręty konstrukcji:	2, 3		
<b>Geometria</b>			
<b>Strona lewa</b>			
Belka			
Profil:		IPE 450	
Nr pręta:		2	
$\alpha =$	-169,9	[Deg]	Kąt nachylenia
$h_{bl} =$	450	[mm]	Wysokość przekroju belki
$b_{fb} =$	190	[mm]	Szerokość przekroju belki
$t_{wb} =$	9	[mm]	Grubość środnika przekroju belki
$t_{fb} =$	15	[mm]	Grubość półki przekroju belki
$r_{bl} =$	21	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju belki
$A_{bl} =$	98,80	[cm <sup>2</sup> ]	Pole przekroju belki
$I_{xbl} =$	33740,00	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności przekroju belki
<b>Materiał: S 355</b>			
$f_{db} =$	305,00	[MPa]	Wytrzymałość
<b>Strona prawa</b>			
Belka			
Profil:		IPE 450	
Nr pręta:		3	

$\alpha = -10,1$  [Deg] Kąt nachylenia  
 $h_{br} = 450$  [mm] Wysokość przekroju belki  
 $b_{fbr} = 190$  [mm] Szerokość przekroju belki  
 $t_{wbr} = 9$  [mm] Grubość środnika przekroju belki  
 $t_{fbr} = 15$  [mm] Grubość półki przekroju belki  
 $r_{br} = 21$  [mm] Promień zaokrąglenia przekroju belki  
 $A_{br} = 98,80$  [cm<sup>2</sup>] Pole przekroju belki  
 $I_{xbr} = 33740,00$  [cm<sup>4</sup>] Moment bezwładności przekroju belki

Materiał: S 355

$f_{db} = 305,00$  [MPa] Wytrzymałość

Śruby

$d = 20$  [mm] Średnica śruby  
 Klasa = 10.9 Klasa śruby  
 $R_m = 1040,00$  [MPa] Wytrzymałość śruby na rozciąganie  
 $R_e = 940,00$  [MPa] Granica plastyczności  
 $n_h = 2$  Ilość kolumn śrub  
 $n_v = 3$  Ilość rzędów śrub  
 $h_1 = 70$  [mm] Odległość pierwszej śruby od górnej krawędzi blachy czołowej  
 Rozstaw poziomy  $e_1 = 80$  [mm]  
 Rozstaw pionowy  $p_1 = 270;70$  [mm]  
 Liczba śrub w rzędach  $n_{vi} = 2;2;2$

Blacha

$h_{pr} = 480$  [mm] Wysokość blachy  
 $b_{pr} = 190$  [mm] Szerokość blachy  
 $t_{pr} = 25$  [mm] Grubość blachy

Materiał: STAL

$f_{dpr} = 215,00$  [MPa] Wytrzymałość

Spoiny pachwinowe

$a_w = 6$  [mm] Spoina środnika  
 $a_r = 10$  [mm] Spoina półki

Obciążenia

Stan graniczny nośności

Przypadek: 6: SGN /13/ 1\*1.10 + 2\*1.10 + 3\*1.10 + 5\*1.50

$M_d = -151,37$  [kN\*m] Moment zginający  
 $V_d = 0,00$  [kN] Siła ścinająca  
 $N_d = -61,52$  [kN] Siła osiowa

Rezultaty

Kontrola połączenia śrubowego - kategorii - D [6.2.4.3]

Nośności pojedynczej śruby - [Tablica 16]

$S_{Rt} = 165,62$  [kN] Nośność śruby na zerwanie trzpienia  
 $S_{Rr} = 140,78$  [kN] Nośność śruby na rozwarcie styku  
 $S_{Rv} = 147,03$  [kN] Nośność śruby na ścięcie trzpienia

$$S_{Rt} = \min(0.65 R_m A_s, 0.85 R_e A_s)$$

$$S_{Rr} = 0.85 S_{Rt}$$

$$S_{Rv} = 0.45 R_m A_v$$

Kontrola grubości blachy czołowej - [6.2.4.3.a]

$c = 17$  [mm] Odległość między spoiną a brzegiem otworu śruby  
 $b_s = 74$  [mm] Szerokość współdziałania blachy przypadająca na jedną śrubę  
 $t_{min1} = 16$  [mm] Minimalna grubość blachy dla prostych połączeń rozciąganych  
 $t_{min2} = 20$  [mm] Minimalna grubość blachy dla innych połączeń rozciąganych i zginanych  
 $t_p \geq t_{min2}$  (83)  $|25| > 20$  zweryfikowano (0, 81)

$$b_s = \min(2.0*(c + d), b_c/2)$$

$$t_{min1} = 1.2 \sqrt{(c S_{Rr}/(b_s f_d))}$$

$$t_{min2} = d (R_m / 1000)^{1/3}$$

Parametry układu śrub - [6.2.4.3.d-f]

$\beta = 1,10$  Współczynnik efektu dźwigni  
 $h_0 = 442$  [mm] Odległość pomiędzy osiami półek belki  
 $y_{min} = 265$  [mm] Minimalne ramię działania sił w śrubach

$$\beta = 2.67 - t/t_{min}$$

$$y_{min} = 0.6 h_0$$

Odległości śrub od osi obrotu i współczynniki rozdziału obciążenia

Nr śruby	$m_i$	$y_i$	$y_{ired}$	$\omega_{iNi}$	$\omega_{iMi}$	$\omega_{rNi}$	$\omega_{rMi}$
1	2	393	-	1,00	1,00	-	-
2	2	323	-	0,80	0,80	-	-
3	2	53	-	1,00	-	-	-

Kontrola układu śrub ze względu na zerwanie - [6.2.4.3.e,f]

$M_{Rjt} = 215,52$  [kN\*m] Nośność na zginanie  
 $M_d / M_{Rjt} \leq 1.0$  (88)  $0,70 < 1,00$  zweryfikowano (0, 70)

$$M_{Rjt} = S_{Rt} \Sigma(m_i \omega_{iMi}) \quad (89)$$

Kontrola spoin - [6.3.3.3]

$A_s = 111,89$  [cm<sup>2</sup>] Pole powierzchni wszystkich spoin  
 $A_{s\ ex} = 65,72$  [cm<sup>2</sup>] Pole powierzchni spoin poziomych

Kontrola spoin - [6.3.3.3]

$A_s =$	111,89	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni wszystkich spoin		
$A_{sy} =$	46,17	[cm <sup>2</sup> ]	Pole powierzchni spoin pionowych		
$I_{sx} =$	38492,40	[cm <sup>4</sup> ]	Moment bezwładności układu spoin wzgl. osi poz.		
$y_s =$	0	[mm]	Przesunięcie środka ciężkości spoin względem środka ciężkości belki		
$v_{vg} =$	234	[mm]	Odległość krawędzi górnej spoiny od środka ciężkości układu spoin		
$v_{vd} =$	234	[mm]	Odległość krawędzi dolnej spoiny od środka ciężkości układu spoin		
$\chi =$	0,70		Współczynnik zależny od wytrzymałości		
$\sigma_{\perp max} = \tau_{\perp max} =$	-68,82	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie		
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} =$	-57,38	[MPa]	Naprężenia w spoinie pionowej		
$\tau_{\parallel} =$	0,00	[MPa]	Naprężenie styczne		[4.5.3.(5)]
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp max})^2]} / f_{db} \leq 1,0$ (93)			0,45 < 1,00	zweryfikowano	(0,45)
$\chi \sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} / f_{db} \leq 1,0$ (93)			0,37 < 1,00	zweryfikowano	(0,37)
$ \sigma_{\perp}  / f_{db} \leq 1,0$ (93)			0,32 < 1,00	zweryfikowano	(0,32)

Połączenie zgodne z normą

Proporcja 0,70

1 Stopa fundamentowa: LEWA

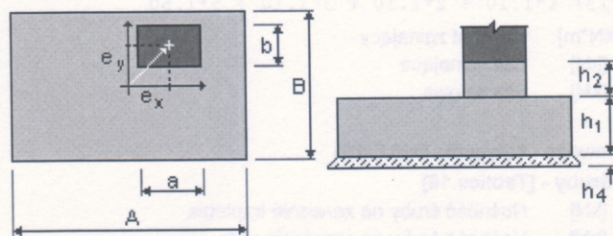
Ilość: 1

1.1 Dane podstawowe

1.1.1 Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-81/B-03020
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

1.1.2 Geometria:



A	= 1,50 (m)	a	= 0,60 (m)
B	= 1,50 (m)	b	= 0,35 (m)
h1	= 0,50 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 0,50 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,10 (m)		

a'	= 50,0 (cm)
b'	= 22,0 (cm)
c1	= 5,0 (cm)
c2	= 5,0 (cm)

1.1.3 Materiały

- Beton : B25; wytrzymałość charakterystyczna = 20,00 MPa  
ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m<sup>3</sup>)
- Zbrojenie podłużne charakterystyczna = 500,00 MPa : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość
- Zbrojenie poprzeczne charakterystyczna = 240,00 MPa : typ A-I (PB240) wytrzymałość

1.1.4 Obciążenia:

**Obciążenia fundamentu:**

Przypadek	Natura	Grupa	N (kN)	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kN*m)	M <sub>y</sub> (kN*m)
STA1	stałe	1	12,15	0,00	0,00	0,00	-0,00
STA2	stałe	1	18,60	0,00	0,00	0,00	-0,00
STA3	stałe	1	8,98	0,00	0,00	0,00	-0,00
STA4	wiatr	1	-36,69	0,00	0,00	0,00	0,00
SN1	śnieg	1	43,10	0,00	0,00	0,00	0,00

**Obciążenia naziomu:**

Przypadek	Natura	Q1 (kN/m <sup>2</sup> )

**1.1.5 Lista kombinacji**

1/	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3
2/	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3
3/	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50STA4
4/	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4
5/	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50STA4+1.35SN1
6/	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4+1.35SN1
7/	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1
8/	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50SN1
9/	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.35STA4+1.50SN1
10/	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.35STA4+1.50SN1
11/	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3
12/	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4
13/	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00SN1
14/	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4+0.00SN1
15/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3
16/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3
17/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50STA4
18/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4
19/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50STA4+1.35SN1
20/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4+1.35SN1
21/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1
22/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50SN1
23/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.35STA4+1.50SN1
24/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.35STA4+1.50SN1
25/*	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3
26/*	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4
27/*	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00SN1
28/*	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4+0.00SN1

**1.2 Wymiarowanie geotechniczne****1.2.1 Założenia**

- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: : B  
współczynnik m = 0,81 - do obliczeń nośności  
współczynnik m = 0,72 - do obliczeń poślizgu  
współczynnik m = 0,72 - do obliczeń obrotu
- Wymiarowanie fundamentu na:  
Nośność  
Osiadanie średnie  
- S<sub>dop</sub> = 7,0 (cm)  
- czas realizacji budynku: t<sub>b</sub> < 1 rok  
- λ = 0,00  
Przesunięcie  
Obrót
- Graniczne położenie wypadkowej obciążeń:  
- długotrwałych: w rdzeniu I  
- całkowitych: w rdzeniu II

**1.2.2 Grunt:**

Poziomgruntu:	N <sub>1</sub>	= 0,00 (m)	
Poziom trzonu słupa:	N <sub>a</sub>	= 0,20 (m)	
Poziom wody:	N <sub>maks</sub>	= -1,20 (m)	N <sub>min</sub> = 0,00 (m)

**Piasek drobny**

- Poziom gruntu: 0,00 (m)
- Ciężar objętościowy: 1784,50 (kG/m<sup>3</sup>)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702,25 (kG/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 30,2 (Deg)

- Kohezja: 0.00 (MPa)
- IL / ID: 0.45
- Symbol konsolidacji: ---
- Typ wilgotności: wilgotne
- Mo: 56.65 (MPa)
- M: 70.81 (MPa)

### 1.2.3 Stany graniczne

#### Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne  
 Kombinacja wymiarująca **SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1**  
 Współczynniki obciążeniowe: **1.10 \* ciężar fundamentu**  
**1.20 \* ciężar gruntu**  
**0.90 \* wypór wody**

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 46,04 (kN)  
 Obciążenie wymiarujące:  
 Nr = 154,39 (kN)      Mx = -0,00 (kN\*m)      My = 0,00 (kN\*m)

Mimośród działania obciążenia:  
 eB = 0,00 (m)      eL = 0,00 (m)

Wymiary zastępcze fundamentu: B<sub>-</sub> = 1,50 (m)      L<sub>-</sub> = 1,50 (m)  
 Głębokość posadowienia: Dmin = 0,80 (m)

Współczynniki nośności:  
 NB = 4.77  
 NC = 24.21  
 ND = 13.41

Współczynniki wpływu nachylenia obciążenia:  
 iB = 1.00  
 iC = 1.00  
 iD = 1.00

Parametry geotechniczne:  
 cu = 0.00 (MPa)      φu = 27,15  
 ρD = 1606.05 (kG/m3)      ρB = 1170.20 (kG/m3)

Graniczny opór podłoża gruntowego: Qf = 1089,35 (kN)  
 Naprężenie w gruncie: 0.07 (MPa)  
 Współczynnik bezpieczeństwa: Qf \* m / Nr = 5.715 > 1

#### Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne  
 Kombinacja wymiarująca **SGU :**  
**1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4+0.00SN1**  
 Współczynniki obciążeniowe: **1.00 \* ciężar fundamentu**  
**1.00 \* ciężar gruntu**  
**1.00 \* wypór wody**

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 40,88 (kN)  
 Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: q = 0,04 (MPa)  
 Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: z = 1,13 (m)  
 Naprężenie na poziomie z:  
 - dodatkowe: σzd = 0,01 (MPa)  
 - wywołane ciężarem gruntu: σzy = 0,03 (MPa)

Osiadanie:  
 - pierwotne s' = 0,0 (cm)  
 - wtórne s'' = 0,0 (cm)  
 - CAŁKOWITE S = 0,0 (cm) < Sadm = 7,0 (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa: 255.4 > 1

#### Odrywanie

##### Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca **SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90 \* ciężar fundamentu**  
**0.90 \* ciężar gruntu**  
**1.10 \* wypór wody**

Powierzchnia kontaktu:  
 s = +INF  
 slim = 0,50

#### Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca **SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90 \* ciężar fundamentu**  
**0.90 \* ciężar gruntu**

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $1.10 \cdot \text{wypór wody}$   
 $Gr = 36,79 \text{ (kN)}$   
 Obciążenie wymiarujące:  
 $Nr = 17,52 \text{ (kN)}$   $Mx = -0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   $My = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   
 Wymiary zastępcze fundamentu:  $A_ = 1,50 \text{ (m)}$   $B_ = 1,50 \text{ (m)}$   
 Współczynnik tarcia fundament - grunt:  $\mu = 0,40$   
 Kohezja:  $C = 0,00 \text{ (MPa)}$   
 Współczynnik redukcji spójności gruntu = 0,20  
 Wartość siły poślizgu  $F = 0,00 \text{ (kN)}$   
 Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:  
 - na poziomie posadowienia:  $F(\text{stab}) = 7,09 \text{ (kN)}$   
 Stateczność na przesunięcie:  $F(\text{stab}) \cdot m / F = \infty$

#### Obrót

Wokół osi OX  
 Kombinacja wymiarująca: **SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90 \* ciężar fundamentu**  
**0.90 \* ciężar gruntu**  
**1.10 \* wypór wody**  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 36,79 \text{ (kN)}$   
 Obciążenie wymiarujące:  
 $Nr = 17,52 \text{ (kN)}$   $Mx = -0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   $My = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   
 Moment stabilizujący:  $M_{\text{stab}} = 27,60 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   
 Moment obracający:  $M_{\text{renv}} = 14,46 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   
 Stateczność na obrót:  $M_{\text{stab}} \cdot m / M = 1.374 > 1$

Wokół osi OY  
 Kombinacja wymiarująca: **SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90 \* ciężar fundamentu**  
**0.90 \* ciężar gruntu**  
**1.10 \* wypór wody**  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 36,79 \text{ (kN)}$   
 Obciążenie wymiarujące:  
 $Nr = 17,52 \text{ (kN)}$   $Mx = -0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   $My = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   
 Moment stabilizujący:  $M_{\text{stab}} = 27,60 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   
 Moment obracający:  $M_{\text{renv}} = 14,46 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   
 Stateczność na obrót:  $M_{\text{stab}} \cdot m / M = 1.374 > 1$

### 1.3 Wymiarowanie żelbetowe

#### 1.3.1 Założenia

- Środowisko : X0

#### 1.3.2 Analiza przebicia i ścinania

##### Ścinanie

Kombinacja wymiarująca: **SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90 \* ciężar fundamentu**  
**0.90 \* ciężar gruntu**  
**0.90 \* wypór wody**

Obciążenie wymiarujące:  
 $Nr = 145,15 \text{ (kN)}$   $Mx = -0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   $My = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   
 Długość obwodu krytycznego:  $1,50 \text{ (m)}$   
 Siła ścinająca:  $9,66 \text{ (kN)}$   
 Wysokość użyteczna przekroju:  $h_{\text{eff}} = 0,44 \text{ (m)}$   
 Powierzchnia ścinania:  $A = 0,66 \text{ (m}^2\text{)}$   
 $f_{\text{ctd}} = 1,03 \text{ (MPa)}$   
 Stopień zbrojenia:  $\rho = 0,13 \%$   
 Współczynnik bezpieczeństwa:  $35,82 > 1$

#### 1.3.3 Zbrojenie teoretyczne

##### Stopa:

dolne:

SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1  
 $My = 5,53 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$   $A_{\text{sx}} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1

$$M_x = 9,70 \text{ (kN*m)}$$

$$A_{sy} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_s \text{ min} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

górne:

$$\text{SGN : } 0,90\text{STA1}+0,90\text{STA2}+0,90\text{STA3}+1,50\text{STA4}$$

$$M_y = -0,89 \text{ (kN*m)}$$

$$A'_{sx} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$\text{SGN : } 0,90\text{STA1}+0,90\text{STA2}+0,90\text{STA3}+1,50\text{STA4}$$

$$M_x = -1,56 \text{ (kN*m)}$$

$$A'_{sy} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_s \text{ min} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

**Trzon słupa:**

$$\text{Zbrojenie podłużne A} = 9,05 \text{ (cm}^2) \quad A_{\text{min}} = 8,40 \text{ (cm}^2)$$

$$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$$

$$A_{sx} = 2,26 \text{ (cm}^2) \quad A_{sy} = 2,26 \text{ (cm}^2)$$

### 1.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

#### 2.3.1 Stopa:

**Dolne:**

Wzdłuż osi X:

$$5 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 16 \quad l = 1,40 \text{ (m)} \quad e = 1*0,59 + 4*0,30$$

Wzdłuż osi Y:

$$5 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 16 \quad l = 1,40 \text{ (m)} \quad e = 1*0,59 + 4*0,30$$

**Górne:**

Wzdłuż osi X:

$$5 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 16 \quad l = 1,40 \text{ (m)} \quad e = 1*0,59 + 4*0,30$$

Wzdłuż osi Y:

$$5 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 16 \quad l = 1,40 \text{ (m)} \quad e = 1*0,59 + 4*0,30$$

#### 2.3.2 Trzon

**Zbrojenie podłużne**

**Zbrojenie poprzeczne**

$$6 \text{ A-I (PB240) } 6 \quad l = 1,59 \text{ (m)} \quad e = 1*0,16 + 3*0,20 + 2*0,09$$

## 2 Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu = 1,23 (m<sup>3</sup>)
- Powierzchnia deskowania = 3,95 (m<sup>2</sup>)

- Stal A-IIIIN (B500SP)
  - Ciężar całkowity = 44,21 (kG)
  - Gęstość = 35,94 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Średnia średnica = 16,0 (mm)
  - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Ciężar (kG)
16	28,00	44,21

- Stal A-I (PB240)
  - Ciężar całkowity = 9,30 (kG)
  - Gęstość = 7,56 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Średnia średnica = 8,8 (mm)
  - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Ciężar (kG)
6	9,55	2,12
12	8,08	7,18

1 Stopa fundamentowa: PRAWA

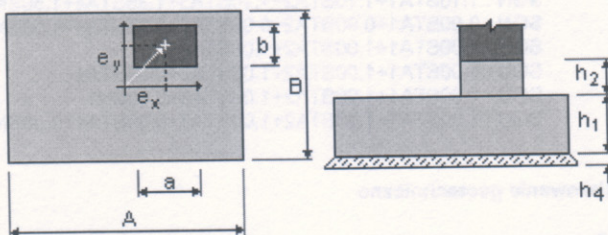
Ilość: 1

1.1 Dane podstawowe

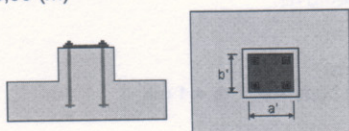
1.1.1 Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-81/B-03020
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

1.1.2 Geometria:



A	= 1,50 (m)	a	= 0,60 (m)
B	= 1,50 (m)	b	= 0,35 (m)
h1	= 0,50 (m)	e <sub>x</sub>	= 0,00 (m)
h2	= 0,50 (m)	e <sub>y</sub>	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		



a'	= 50,0 (cm)
b'	= 22,0 (cm)
c1	= 5,0 (cm)
c2	= 5,0 (cm)

1.1.3 Materiały

- Beton : B25; wytrzymałość charakterystyczna = 20,00 MPa  
ciężar objętościowy = 2501,36 (kg/m<sup>3</sup>)
- Zbrojenie podłużne charakterystyczna = 500,00 MPa : typ A-IIIIN (B500SP) wytrzymałość
- Zbrojenie poprzeczne charakterystyczna = 240,00 MPa : typ A-I (PB240) wytrzymałość

1.1.4 Obciążenia:

Obciążenia fundamentu:

Przypadek	Natura	Grupa	N (kN)	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kN*m)	M <sub>y</sub> (kN*m)
STA1	stałe	5	12,15	0,00	0,00	0,00	-0,00
STA2	stałe	5	18,60	0,00	0,00	0,00	0,00
STA3	stałe	5	8,98	0,00	0,00	0,00	0,00
STA4	wiatr	5	-36,69	0,00	0,00	0,00	0,00
SN1	śnieg	5	43,10	0,00	0,00	0,00	-0,00

Obciążenia naziomu:

Przypadek	Natura	Q1 (kN/m <sup>2</sup> )

1.1.5 Lista kombinacji

- 1/ SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3
- 2/ SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3
- 3/ SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50STA4
- 4/ SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4
- 5/ SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50STA4+1.35SN1
- 6/ SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4+1.35SN1
- 7/ SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1
- 8/ SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50SN1
- 9/ SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.35STA4+1.50SN1



10/	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.35STA4+1.50SN1
11/	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3
12/	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4
13/	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00SN1
14/	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4+0.00SN1
15/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3
16/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3
17/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50STA4
18/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4
19/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50STA4+1.35SN1
20/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4+1.35SN1
21/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1
22/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50SN1
23/*	SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.35STA4+1.50SN1
24/*	SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.35STA4+1.50SN1
25/*	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3
26/*	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4
27/*	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00SN1
28/*	SGU : 1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4+0.00SN1

## 1.2 Wymiarowanie geotechniczne

### 1.2.1 Założenia

- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: : B  
współczynnik  $m = 0,81$  - do obliczeń nośności  
współczynnik  $m = 0,72$  - do obliczeń poślizgu  
współczynnik  $m = 0,72$  - do obliczeń obrotu
- Wymiarowanie fundamentu na:  
Nośność  
Osiadanie średnie  
-  $S_{dop} = 7,0$  (cm)  
- czas realizacji budynku:  $t_b < 1$  rok  
-  $\lambda = 0,00$   
Przesunięcie  
Obrót
- Graniczne położenie wypadkowej obciążeń:  
- długotrwałych: w rdzeniu I  
- całkowitych: w rdzeniu II

### 1.2.2 Grunt:

Poziomgruntu:	$N_1$	= 0,00 (m)	
Poziom trzonu słupa:	$N_a$	= 0,20 (m)	
Poziom wody:	$N_{maks}$	= -1,20 (m)	$N_{min} = 0,00$ (m)

#### Piasek drobny

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 1784.50 (kg/m<sup>3</sup>)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kg/m<sup>3</sup>)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 30.2 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)
- IL / ID: 0.45
- Symbol konsolidacji: ---
- Typ wilgotności: wilgotne
- Mo: 56.65 (MPa)
- M: 70.81 (MPa)

### 1.2.3 Stany graniczne

#### Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne  
Kombinacja wymiarująca: **SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1**  
Współczynniki obciążeniowe: **1.10** \* ciężar fundamentu  
**1.20** \* ciężar gruntu  
**0.90** \* wypór wody

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu  
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 46,04$  (kN)  
Obciążeniewymiarujące:  
 $N_r = 154,39$  (kN)                       $M_x = -0,00$  (kN\*m)                       $M_y = 0,00$  (kN\*m)

Mimośród działania obciążenia:  
 $e_B = 0,00$  (m)                       $e_L = 0,00$  (m)

Wymiary zastępcze fundamentu:  $B_ = 1,50$  (m)  $L_ = 1,50$  (m)  
 Głębokość posadowienia:  $D_{min} = 0,80$  (m)  
 Współczynniki nośności:  
 $NB = 4,77$   
 $NC = 24,21$   
 $ND = 13,41$   
 Współczynniki wpływu nachylenia obciążenia:  
 $iB = 1,00$   
 $iC = 1,00$   
 $iD = 1,00$   
 Parametry geotechniczne:  
 $c_u = 0,00$  (MPa)  $\phi_u = 27,15$   
 $\rho_D = 1606,05$  (kG/m<sup>3</sup>)  $\rho_B = 1170,20$  (kG/m<sup>3</sup>)  
 Graniczny opór podłoża gruntowego:  $Q_f = 1089,35$  (kN)  
 Naprężenie w gruncie:  $0,07$  (MPa)  
 Współczynnik bezpieczeństwa:  $Q_f \cdot m / N_r = 5,715 > 1$

#### Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne  
 Kombinacja wymiarująca **SGU :**  
**1.00STA1+1.00STA2+1.00STA3+0.00STA4+0.00SN1**  
 Współczynniki obciążeniowe: **1.00** \* ciężar fundamentu  
**1.00** \* ciężar gruntu  
**1.00** \* wypór wody  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 40,88$  (kN)  
 Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego:  $q = 0,04$  (MPa)  
 Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego:  $z = 1,13$  (m)  
 Naprężenie na poziomie z:  
 - dodatkowe:  $\sigma_{zd} = 0,01$  (MPa)  
 - wywołane ciężarem gruntu:  $\sigma_{zy} = 0,03$  (MPa)  
 Osiadanie:  
 - pierwotne  $s' = 0,0$  (cm)  
 - wtórne  $s'' = 0,0$  (cm)  
 - CAŁKOWITE  $S = 0,0$  (cm)  $< S_{adm} = 7,0$  (cm)  
 Współczynnik bezpieczeństwa:  $255,4 > 1$

#### Odrywanie

Odrywanie w SGN  
 Kombinacja wymiarująca **SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
**1.10** \* wypór wody  
 Powierzchnia kontaktu:  $s = +INF$   
 $s_{lim} = 0,50$

#### Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca **SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
**1.10** \* wypór wody  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 36,79$  (kN)  
 Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 17,52$  (kN)  $M_x = -0,00$  (kN\*m)  $M_y = 0,00$  (kN\*m)  
 Wymiary zastępcze fundamentu:  $A_ = 1,50$  (m)  $B_ = 1,50$  (m)  
 Współczynnik tarcia fundament - grunt:  $\mu = 0,40$   
 Kohezja:  $C = 0,00$  (MPa)  
 Współczynnik redukcji spójności gruntu =  $0,20$   
 Wartość siły poślizgu  $F = 0,00$  (kN)  
 Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:  
 - na poziomie posadowienia:  $F(stab) = 7,09$  (kN)  
 Stateczność na przesunięcie:  $F(stab) \cdot m / F = \infty$

#### Obrót

Wokół osi OX  
 Kombinacja wymiarująca **SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90** \* ciężar fundamentu  
**0.90** \* ciężar gruntu  
**1.10** \* wypór wody  
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 36,79$  (kN)  
 Obciążenie wymiarujące:  
 $N_r = 17,52$  (kN)  $M_x = -0,00$  (kN\*m)  $M_y = 0,00$  (kN\*m)  
 Moment stabilizujący:  $M_{stab} = 27,60$  (kN\*m)

Moment obracający:  $M_{\text{renv}} = 14,46 \text{ (kN*m)}$   
 Stateczność na obrót:  $M_{\text{stab}} * m / M = 1.374 > 1$

Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca: **SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4**  
 Współczynniki obciążeniowe: **0.90 \* ciężar fundamentu**  
**0.90 \* ciężar gruntu**  
**1.10 \* wypór wody**

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:  $Gr = 36,79 \text{ (kN)}$

Obciążenie wymiarujące:

$Nr = 17,52 \text{ (kN)}$

$Mx = -0,00 \text{ (kN*m)}$   $My = 0,00 \text{ (kN*m)}$

Moment stabilizujący:

$M_{\text{stab}} = 27,60 \text{ (kN*m)}$

Moment obracający:

$M_{\text{renv}} = 14,46 \text{ (kN*m)}$

Stateczność na obrót:

$M_{\text{stab}} * m / M = 1.374 > 1$

### 1.3 Wymiarowanie żelbetowe

#### 1.3.1 Założenia

- Środowisko : X0

#### 1.3.2 Analiza przebiecia i ścinania

##### Ścinanie

Kombinacja wymiarująca  
 Współczynniki obciążeniowe:

**SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1**  
**0.90 \* ciężar fundamentu**  
**0.90 \* ciężar gruntu**  
**0.90 \* wypór wody**

Obciążenie wymiarujące:

$Nr = 145,15 \text{ (kN)}$   $Mx = -0,00 \text{ (kN*m)}$   $My = 0,00 \text{ (kN*m)}$

Długość obwodu krytycznego: 1,50 (m)

Siła ścinająca: 9,66 (kN)

Wysokość użyteczna przekroju:  $h_{\text{eff}} = 0,44 \text{ (m)}$

Powierzchnia ścinania:  $A = 0,66 \text{ (m}^2\text{)}$

$f_{\text{ctd}} = 1,03 \text{ (MPa)}$

Stopień zbrojenia:  $\rho = 0,13 \%$

Współczynnik bezpieczeństwa:  $35,82 > 1$

#### 1.3.3 Zbrojenie teoretyczne

##### Stopa:

dolne:

SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1

$My = 5,53 \text{ (kN*m)}$   $A_{\text{sx}} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

SGN : 1.10STA1+1.10STA2+1.10STA3+1.50SN1

$Mx = 9,70 \text{ (kN*m)}$   $A_{\text{sy}} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

$A_{\text{s min}} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

górne:

SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4

$My = -0,89 \text{ (kN*m)}$   $A'_{\text{sx}} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

SGN : 0.90STA1+0.90STA2+0.90STA3+1.50STA4

$Mx = -1,56 \text{ (kN*m)}$   $A'_{\text{sy}} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

$A_{\text{s min}} = 5,72 \text{ (cm}^2\text{/m)}$

##### Trzon słupa:

Zbrojenie podłużne A = 9,05 (cm<sup>2</sup>)  $A_{\text{min}} = 8,40 \text{ (cm}^2\text{)}$

$A = 2 * (A_{\text{sx}} + A_{\text{sy}})$

$A_{\text{sx}} = 2,26 \text{ (cm}^2\text{)}$   $A_{\text{sy}} = 2,26 \text{ (cm}^2\text{)}$

#### 1.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

### 2.3.1 Stopa:

#### Dolne:

Wzdłuż osi X:  
5 A-IIIIN (B500SP) 16  $l = 1,40$  (m)  $e = 1 \cdot -0,59 + 4 \cdot 0,30$   
Wzdłuż osi Y:  
5 A-IIIIN (B500SP) 16  $l = 1,40$  (m)  $e = 1 \cdot -0,59 + 4 \cdot 0,30$

#### Górne:

Wzdłuż osi X:  
5 A-IIIIN (B500SP) 16  $l = 1,40$  (m)  $e = 1 \cdot -0,59 + 4 \cdot 0,30$   
Wzdłuż osi Y:  
5 A-IIIIN (B500SP) 16  $l = 1,40$  (m)  $e = 1 \cdot -0,59 + 4 \cdot 0,30$

### 2.3.2 Trzon

#### Zbrojenie podłużne

#### Zbrojenie poprzeczne

6 A-I (PB240) 6  $l = 1,59$  (m)  $e = 1 \cdot 0,16 + 3 \cdot 0,20 + 2 \cdot 0,09$

## 2 Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu = 1,23 (m<sup>3</sup>)
- Powierzchnia deskowania = 3,95 (m<sup>2</sup>)
- Stal A-IIIIN (B500SP)
  - Ciężar całkowity = 44,21 (kG)
  - Gęstość = 35,94 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Średnia średnica = 16,0 (mm)
  - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Ciężar (kG)
16	28,00	44,21

- Stal A-I (PB240)
  - Ciężar całkowity = 9,30 (kG)
  - Gęstość = 7,56 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Średnia średnica = 8,8 (mm)
  - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Ciężar (kG)
6	9,55	2,12
12	8,08	7,18