

# OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

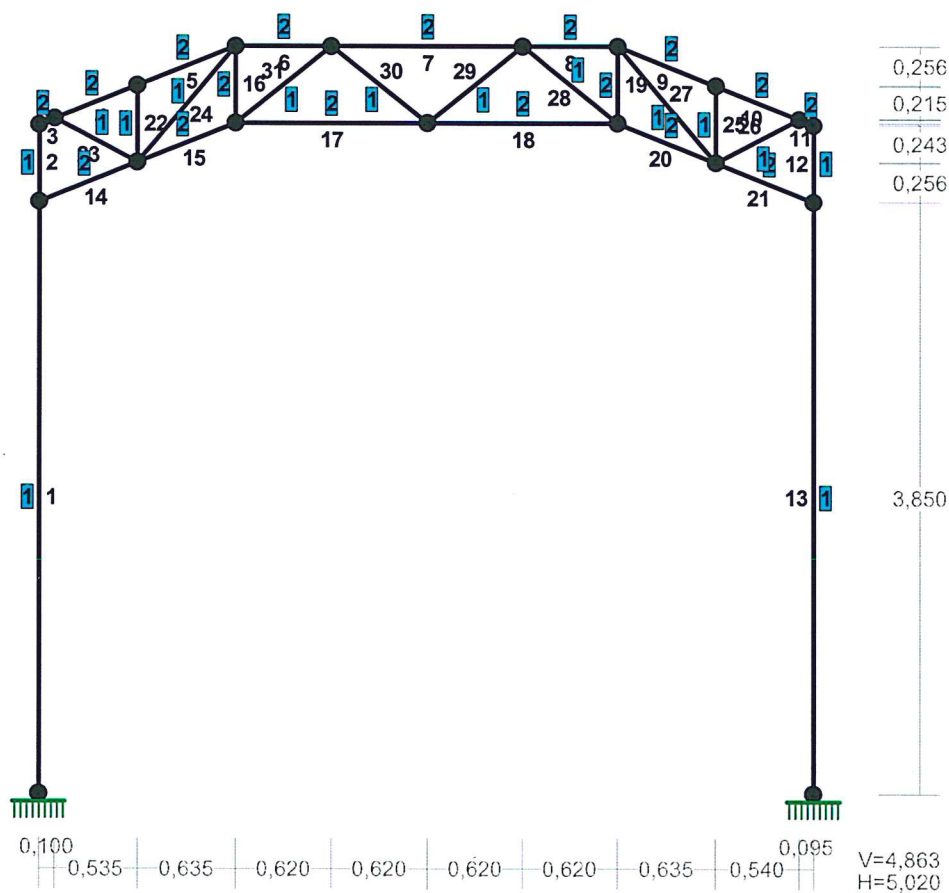
## 1. OBCIĄŻENIA

Tablica 1. reklama

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie wiatrem transparentu rozpiętego między masztami, ścianami, itp. wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-26 (strefa I, H=300 m n.p.m. - > $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ , teren A, $z=H=6,0 \text{ m}$ , -> $C_e=0,80$ -> wsp. aerodyn. $C_s$ , $\beta=1,80$ ) szer. $1,00 \text{ m}$ i dług. $200 \text{ cm}$ [ $1,382 \text{ kN} : (1,00 \text{ m} \cdot 2,00 \text{ m})$ ]	0,69	1,50	0,00	1,03
$\Sigma$ :		0,69	1,50	--	1,03

## 2 KONSTRUKCJA

PRZEKROJE PRĘTÓW:



# PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	8	0,000	3,850	3,850	1,000	1 H 120x120x5.0~
2	00	8	2	0,000	0,500	0,500	1,000	1 H 120x120x5.0~
3	00	2	13	0,100	0,041	0,108	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
4	00	13	11	0,535	0,216	0,577	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
5	00	11	3	0,635	0,256	0,685	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
6	00	3	18	0,620	0,000	0,620	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
7	00	18	19	1,240	0,000	1,240	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
8	00	19	4	0,620	0,000	0,620	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
9	00	4	14	0,635	-0,257	0,685	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
10	00	14	16	0,540	-0,218	0,582	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
11	00	16	5	0,095	-0,038	0,102	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
12	00	5	7	0,000	-0,500	0,500	1,000	1 H 120x120x5.0~
13	00	7	6	0,000	-3,850	3,850	1,000	1 H 120x120x5.0~
14	00	8	12	0,635	0,257	0,685	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
15	00	12	9	0,635	0,256	0,685	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
16	00	9	3	0,000	0,500	0,500	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
17	00	9	17	1,240	0,000	1,240	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
18	00	17	10	1,240	0,000	1,240	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
19	00	10	4	0,000	0,500	0,500	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
20	00	10	15	0,635	-0,257	0,685	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
21	00	15	7	0,635	-0,256	0,685	1,000	2 H 50x 50x 3.0~
22	00	12	11	0,000	0,500	0,500	1,000	1 H 120x120x5.0~
23	00	13	12	0,535	-0,284	0,606	1,000	1 H 120x120x5.0~
24	00	12	3	0,635	0,756	0,987	1,000	1 H 120x120x5.0~
25	00	15	14	0,000	0,500	0,500	1,000	1 H 120x120x5.0~
26	00	16	15	-0,540	-0,282	0,609	1,000	1 H 120x120x5.0~
27	00	15	4	-0,635	0,757	0,988	1,000	1 H 120x120x5.0~
28	00	19	10	0,620	-0,500	0,796	1,000	1 H 120x120x5.0~
29	00	19	17	-0,620	-0,500	0,796	1,000	1 H 120x120x5.0~
30	00	17	18	-0,620	0,500	0,796	1,000	1 H 120x120x5.0~
31	00	18	9	-0,620	-0,500	0,796	1,000	1 H 120x120x5.0~

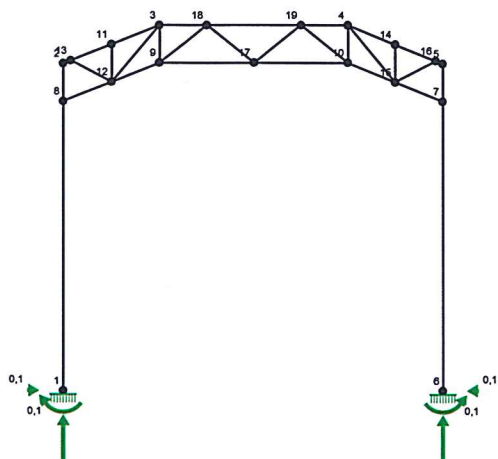
## ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

Oznaczenie:	Materiał:	Długość[m]	Masa[t]
H 120x120x5.0~	Stal St3	2x 3,85 + 4x 0,50 + 1x 0,61 + 1x 0,99 + 1x 0,61 + 1x 0,99 + 4x 0,80	= 16,08 0,277
H 50x 50x 3.0~	Stal St3	1x 0,11 + 1x 0,58 + 3x 0,68 + 2x 0,62 + 3x 1,24 + 3x 0,69 + 1x 0,58 + 1x 0,10 + 2x 0,50	= 11,44 0,047

MASA CAŁKOWITA USTROJU:

0,324

REAKCJE PODPOROWE:



**REAKCJE PODPOROWE:**

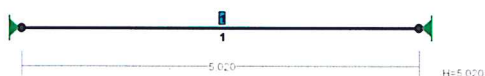
T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł. +

Węzeł :	H [kN] :	V [kN] :	Wypadkowa [kN] :	M [kNm] :
1	0,1	1,8	1,8	-0,1
6	-0,1	1,8	1,8	0,1

## 2.1 BELKA POZIOMA

## PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRETY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	5,020	0,000	5,020	1,000	1 H 50x 50x 3.0~

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m] )

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A "				Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Linowe	0,0	0,52	0,52	1,50	3,52

REAKCJE PODPOROWE:



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,0	0,6	0,6	
2	0,0	0,6	0,6	

## 2.2 SŁUP

PRZEKROJE PRĘTÓW:

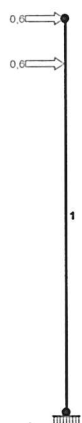


PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx [m]:	Ly [m]:	L [m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	4,350	4,350	1,000	2 H 125x125x5.0~

# OBCIĄŻENIA:

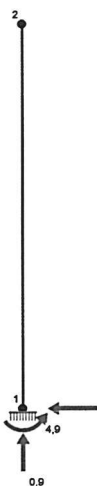


## OBCIĄŻENIA:

( [kN] , [kNm] , [kN/m] )

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	P	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Skupione	90,0	0,60		4,35	
1	Skupione	90,0	0,60		3,85	

## REAKCJE PODPOROWE:



## REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+P

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-1,2	0,9	1,5	4,9

## PODSTAWA SŁUPA wg PN-B-03215:1998

Przyjęto zakotwienie słupa na śruby fajkowe  $d=12$  ze stali St3S w fundamencie wykonanym z betonu klasy B25. Moment dokręcenia śrub  $M_s = 0,05$  kNm.

Dodatkowy moment uwzględniający wyboczenie słupa:

$$\Delta M = N (1 / \varphi - 1) W / A = [0,9 \times (1 / 0,140 - 1) 85,98 / 22,94] \times 10^{-2} = 0,2 \text{ kNm.}$$

Siły przekrojowe sprowadzone do środka blachy podstawy:

$$M = 5,1 \text{ kNm}, N = -0,9 \text{ kN}, V = -1,2 \text{ kN}, e = 5675 \text{ mm}$$

### Nośność śrub kotwiących:

Nośność śruby:

$$\begin{aligned} S_{Rt} &= \min \{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e A_s\} = \\ &= \min \{0,65 \times 375 \times 84,3 \times 10^{-3}; 0,85 \times 235 \times 84,3 \times 10^{-3}\} = \\ &= \min \{20,5; 16,8\} = 16,8 \text{ kN.} \end{aligned}$$

W celu wyznaczenia siły działającej w śrubach należy wyliczyć wielkość strefy docisku z warunku:

$$x^3 + 3(e - a/2)x^2 + \frac{6nA_sE}{bE_c}(x - a + e_s)(a - e_s + e - a/2) = 0$$

Przyjmując  $E/E_c = 6$ , w rozwiązaniu otrzymamy  $x = 46$  mm.

$$F_t = \frac{N(e - a/2 + x/3)}{a - e_s - x/3} = \frac{0,9 \times (5675 - 280/2 + 46/3)}{280 - 32 - 46/3} = 21,5 \text{ kN.}$$

$$F_t = 21,5 < 33,7 = 2,0 \times 16,8 = n S_{Rt}$$

### Sprawdzenie zakotwienia śrub:

$$\begin{aligned} S_{Ra} &= \pi d l_a f_{bd} = \pi \times 12 \times 400 \times (0,24 \times \sqrt{20,0}) \times 10^{-3} = \\ &= 16,9 > 16,8 = S_{Rt} \end{aligned}$$

### Naprężenia docisku:

$$f_b = 0,8 f_{cd} = 0,8 \times 11,1 = 8,9 \text{ MPa}$$

Ponieważ  $e = 5675 > 47 = a/6$  naprężenia pod stopą wynoszą:

$$\sigma_c = \frac{2(N_c + F_t)}{x b} = \frac{2 \times (0,9 + 21,5)}{46 \times 200} \times 10^{-3} = 4,9 < 8,9 = f_b$$

### Nośność na siłę poprzeczną:

Siła poprzeczna działająca na podstawę słupa  $V = -1,2$  kN, musi być przeniesiona przez tarcie lub śruby kotwiące.

- tarcie pomiędzy fundamentem i blachą podstawy:

$$V = 1,2 > 0,3 = 0,3 \times 0,9 = 0,3 N_c = V_{Rj}$$

- ścinanie i docisk śrub kotwiących:

$$V = 1,2 < 56,9 = 4 \times (0,45 \times 375 \times 84,3) \times 10^{-3} = n (0,45 R_m A_v) = n S_{Rv}$$

$$V = 1,2 < 44,8 = 7 \times 4 \times 12^2 \times 11,1 \times 10^{-3} = 7 n d^2 f_{cd} = V_{Rj}$$

### Blacha podstawy:

Przyjęto blachę podstawy o wymiarach 280×200 mm ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Grubość blachy dla pola o wymiarach  $b = 78$   $2a = 62$  mm ( $c = b_1 - Z$ ), opartego na 3 krawędziach:

$$t_d = 2,2 \sqrt{\frac{S}{\Omega f_d}} = 2,2 \times \sqrt{\frac{10,7 \times 10^3}{11,49 \times 215}} = 5 < 15 = t$$

Grubość blachy ze względu na naprężenia docisku. Największą grubość blachy uzyskuje się dla pola opartego na 4 krawędziach o wymiarach  $b = 125$  i  $l = 125$  mm:

$$t_d = \omega \sqrt{\sigma_c / f_d} = 0,556 \times 125 \times \sqrt{4,9 / 215} = 10 < 15 = t$$

### Nośność przekroju blach trapezowych i blachy podstawy:

Charakterystyka przekroju:

$$y = 30 \text{ mm}, \quad J_x = 569,0 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 67,3 \text{ cm}^3, \quad A_v = 20,0 \text{ cm}^2$$

Siły działające na przekrój:

$$M_1 = \sigma_d b c^2 / 2 = (4,9 \times 200 \times 78^2 / 2) \times 10^{-6} = 2,9 \text{ kNm},$$

$$M_2 = nZ (c - e_s) = 21,5 \times (78 - 32) \times 10^{-3} = 1,0 \text{ kNm}.$$

$$V_1 = \sigma_d b c = 4,9 \times 200 \times 78 \times 10^{-3} = 75,2 \text{ kN},$$

$$V_2 = nZ = 21,5 \text{ kN}.$$

Naprężenia:

$$\sigma_M = M / W = (2,9 / 67,3) \times 10^3 = 43,3 \text{ MPa},$$

$$\tau = V / A_v = (75,2 / 20,0) \times 10 = 37,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_M^2 + 3 \tau^2} = \sqrt{43,3^2 + 3 \times 38^2} = 78,2 < 215 = f_d$$

### Nośność spoin poziomych:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 3$  mm

Siła przenoszona przez spoiny wynosi  $F = N = 0,9$  kN.

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 38,70 \text{ cm}^2, \quad A_v = 32,52 \text{ cm}^2, \quad I_x = 2719,8 \text{ cm}^4, \quad I_y = 1258,2 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{\parallel} = V / A_v = (1,2 / 32,52) \times 10 = 0,4 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{F}{A} = \frac{5,1 \times 13,0 \times 10^3}{2719,8} + \frac{0,9 \times 10}{38,70} = 24,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 24,6 / \sqrt{2} = 17,4 \text{ MPa}$$

Naprężenia pochodzące od siły rozwarstwiającej między blachami pionowymi i blachą podstawy:

- dla naprężeń docisku

$$\tau_{\parallel} = Q S / b_s J = \frac{22,4 \times 69,0 \times 10}{1,8 \times 569} = 15,1 \text{ MPa}$$

- dla sił w kotwach

$$\tau_{\parallel} = Q S / b_s J = \frac{21,5 \times 69,0 \times 10}{1,8 \times 569} = 14,5 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235$  MPa, współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{\parallel} = 14,8$  MPa.

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{17,4^2 + 3 \times (14,8^2 + 17,4^2)} = 29,8 < 215 = f_d$$

### Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{M_x y}{I_x} + \frac{F}{A} = \frac{5,1 \times 13,0 \times 10^3}{2719,8} + \frac{0,9 \times 10}{38,70} = 24,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 17,4 < 215 = f_d$$

### Nośność spoin pionowych:

Przyjęto 8 spoiny o grubości  $a = 3$  mm i długości 100 mm.

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 24,00 \text{ cm}^2,$$

$$I_o = I_x + I_y = 937,7 + 200,0 = 1137,7 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia w spoinach:

$$\tau_F = F / A = (0,9 / 24,00) \times 10 = 0,4 \text{ MPa},$$

$$\tau_M = M_o r / I_o = (5,1 \times 8,0 / 1137,7) \times 10^3 = 35,9 \text{ MPa},$$

Dla  $R_e = 235$  MPa, współczynniki  $\alpha$  wynoszą  $\alpha_{\perp} = 0,9$ ,  $\alpha_{\parallel} = 0,8$ .

Nośność spoin:

$$\tau_F = 0,4 < 172,0 = 0,8 \times 215 = \alpha_{\parallel} f_d$$

$$\begin{aligned} \sqrt{(\tau_M + \tau_F \cos \theta)^2 + (\tau_F \sin \theta)^2} &= \sqrt{(35,9 + 0,4 \times 0,62)^2 + (0,4 \times 0,78)^2} = \\ &= 36,2 < 193,5 = 0,9 \times 215 = \alpha_{\perp} f_d \end{aligned}$$

## POŁĄCZENIE DOCZOŁOWE NA ŚRUBY

Przyjęto połączenie kategorii D na śruby M20 klasy 3.6.

Siły przekrojowe w odległości  $l_o = 65$  mm od węzła:

$$M = 0,0 \text{ kNm}, \quad V = -0,9 \text{ kN}, \quad N = -0,6 \text{ kN}.$$

### Nośność śruby:

$$\text{Pole przekroju śruby:} \quad A_s = 245,0 \text{ mm}^2, \quad A_v = 314,2 \text{ mm}^2.$$

$$R_m = 330 \text{ MPa}, \quad R_e = 190 \text{ MPa},$$

$$\text{Nośność śruby:} \quad S_{Rt} = \min \{0,65 R_m A_s; 0,85 R_e A_s\} = 39,6 \text{ kN},$$

$$S_{Rr} = 0,85 S_{Rt} = 0,85 \times 39,6 = 33,6 \text{ kN},$$

$$S_{Rv} = 0,45 R_m A_v = 0,45 \times 330 \times 314,2 \times 10^{-3} = 46,7 \text{ kN}.$$

### Blacha czołowa:

Przyjęto blachę czołową o wymiarach  $90 \times 170$  mm ze stali St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W.

Dla połączenia niesprężanego, przy  $c = 19$  i  $b_s = 2(c+d) = 78$



$$t_{min} = 1,2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} = 1,2 \times \sqrt{\frac{19 \times 39,6 \times 10^3}{78 \times 215}} = 8 \text{ mm}$$

Przyjęto grubość blachy czołowej  $t = 10 \text{ mm}$ .

### Nośność połączenia:

Współczynnik efektu dźwigni wynosi:

$$\beta = 2,67 - t / t_{min} = 2,67 - 10 / 8 = 1,42,$$

przyjęto  $\beta = 1,42 \Rightarrow 1/\beta = 0,70$ .

### Nośność na ścinanie

Siła poprzeczna przypadająca na jedną śrubę

$$S_v = V / n = 0,9 / 4 = 0,2 \text{ kN}$$

Siła rozciągająca w śrubie od siły osiowej  $S_t = 0,0 \text{ kN}$ , od zginania  $S_t = 0,0 \text{ kN}$ .

Warunek nośności śruby na ścinanie dla połączenia niesprężanego:

$$(S_t / S_{Rt})^2 + (S_v / S_{Rv})^2 = (0,0 / 39,6)^2 + (0,2 / 46,7)^2 = 0,00 < 1$$

### Nośność spoin:

Przyjęto spoiny o grubości  $a = 3 \text{ mm}$

Kład spoin daje następujące wielkości:

$$A = 5,34 \text{ cm}^2, \quad A_v = 2,77 \text{ cm}^2, \quad I_x = 25,8 \text{ cm}^4, \quad I_y = 23,4 \text{ cm}^4.$$

Naprężenia:

$$\tau_{||} = V / A_v = (0,9 / 2,77) \times 10 = 3,2 \text{ MPa},$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,6 \times 10}{5,34} = -1,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = -1,1 / \sqrt{2} = -0,8 \text{ MPa}$$

Dla  $R_e = 235 \text{ MPa}$ , współczynnik  $\chi$  wynosi 0,70.

### Naprężenia zredukowane:

W miejscu występowania największych naprężeń zredukowanych  $\tau_{||} = 3,2 \text{ MPa}$ .

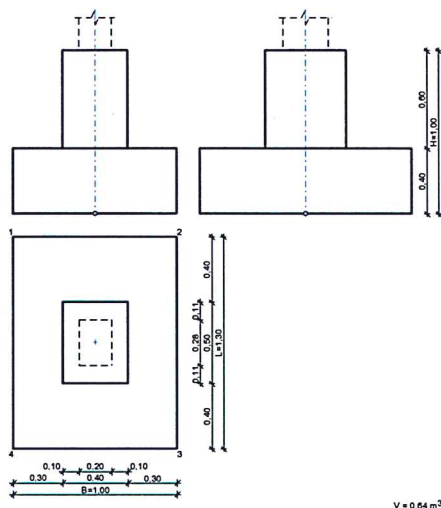
$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{||}^2 + \tau_{\perp}^2)} = 0,70 \times \sqrt{0,8^2 + 3 \times (3,2^2 + 0,8^2)} = 4,1 < 215 = f_d$$

### Największe naprężenia prostopadłe:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,6 \times 10}{5,34} = -1,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma / \sqrt{2} = 0,8 < 215 = f_d$$

## 2.3 STOPA FUNDAMENTOWA



### GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: stopa schodkowa

$B = 1,00 \text{ m}$      $L = 1,30 \text{ m}$      $H = 1,00 \text{ m}$      $w = 0,40 \text{ m}$   
 $B_g = 0,40 \text{ m}$      $L_g = 0,50 \text{ m}$      $B_t = 0,30 \text{ m}$      $L_t = 0,40 \text{ m}$   
 $B_s = 0,20 \text{ m}$      $L_s = 0,28 \text{ m}$      $e_B = 0,00 \text{ m}$      $e_L = 0,00 \text{ m}$

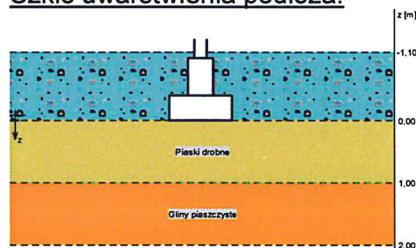
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,10 \text{ m}$      $D_{\min} = 1,10 \text{ m}$

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/m³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Piaski drobne	1,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,81	0,00	74369	92961
2	Gliny piaszczyste	1,00	nie	2,10	0,90	1,10	17,82	31,58	36039	40039

Napężenie dopuszczalne dla podłoża     $\sigma_{\text{dop}}$  [kPa] = 235,0 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]	$\Delta e$ [kPa/m]
1	długotrwałe	1,80	0,10	0,10	1,20	4,90	0,00	0,00

## DANE MATERIAŁOWE

### Zasyпка:

Ciężar objętościowy:  $19,0 \text{ kN/m}^3$

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

### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25 (C20/25)**  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

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

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

### Zbrojenie:

Klasa stali: **A-IIIIN (RB500)**  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

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

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

Maksymalny rozstaw prętów  $\phi_L = 25,0 \text{ cm}$

### 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  $Q_{fNB} = 697,8 \text{ kN}$ ,  $Q_{fNL} = 658,4 \text{ kN}$

$N_r = 37,3 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 658,4 \text{ kN} = 533,3 \text{ kN}$  (7,0%)

#### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 14,8 \text{ kN}$

$T_r = 1,2 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 14,8 \text{ kN} = 10,7 \text{ kN}$  (11,3%)

#### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne  $\sigma_{\max} = 51,3 \text{ kPa}$

$\sigma_{\max} = 51,3 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 235,0 \text{ kPa}$  (21,8%)

#### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 6,10 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 19,25 \text{ kNm}$

$M_o = 6,10 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 19,2 \text{ kNm} = 13,9 \text{ kNm}$  (44,0%)

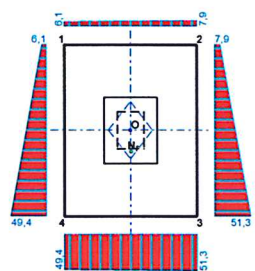
#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

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

$s = 0,01 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$  (0,6%)

### Napreżenia:

Nr	ty p	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	$\sigma_3$ [kPa]	$\sigma_4$ [kPa]	C [m]	C/C'	$a_L$ [m]	$a_P$ [m]	
1	D	6,1	7,9	51,3	49,4	--	--	--	--	

### Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	$Q_{IN}$ [kN]	$m_N$	[%]	z [m]	N [kN]	$Q_{IN}$ [kN]	$m_N$	[%]
1	37,3	658,4	0,06	7,0	0,00	37,3	658,4	0,06	7,0

### Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	$Q_{IT}$ [kN]	$m_T$	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	$Q_{IT}$ [kN]	$m_T$	[%]
1	29,6	1,2	14,8	0,08	11,3	0,00	29,6	1,2	14,8	0,08	11,3

### OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

#### Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta  $A = 0,06 \text{ m}^2$

Siła przebijająca  $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 3,2 \text{ kN}$

Nośność na przebicie  $N_{Rd} = 236,6 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 3,2 \text{ kN} < N_{Rd} = 236,6 \text{ kN}$  (1,3%)

#### Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,23 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 7,92 \text{ cm}^2$

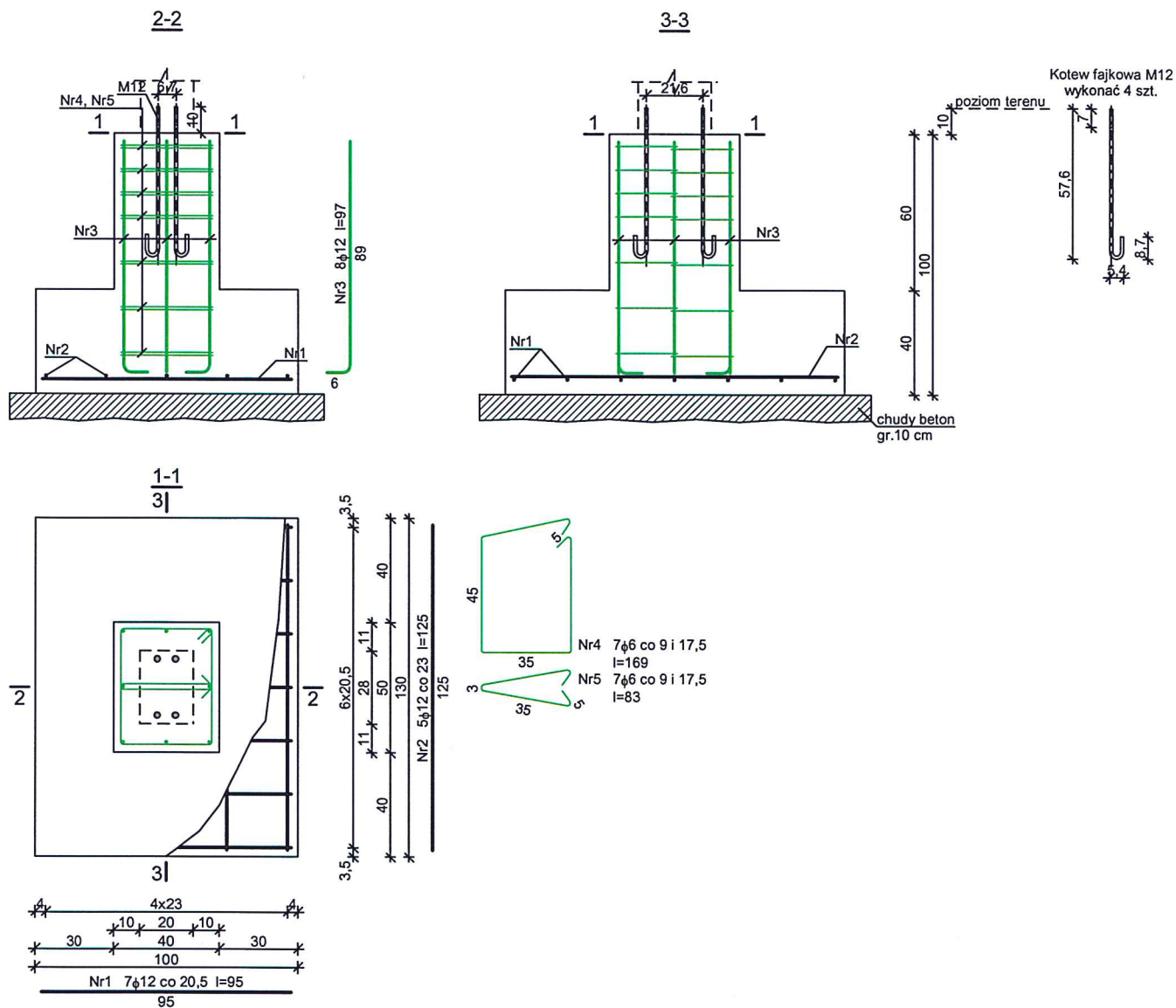
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,32 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **5 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$**  o  $A_s = 5,65 \text{ cm}^2$

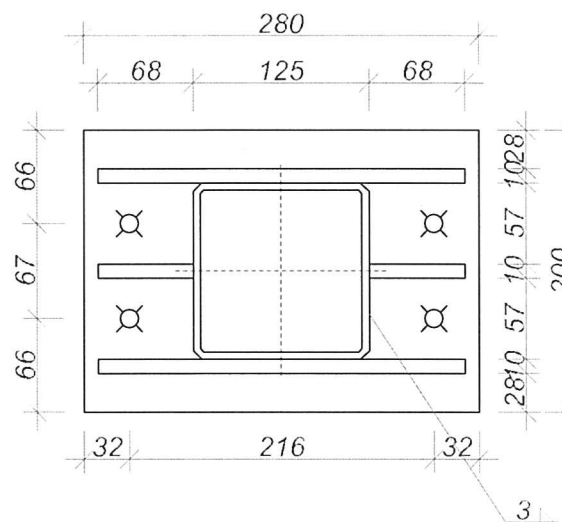
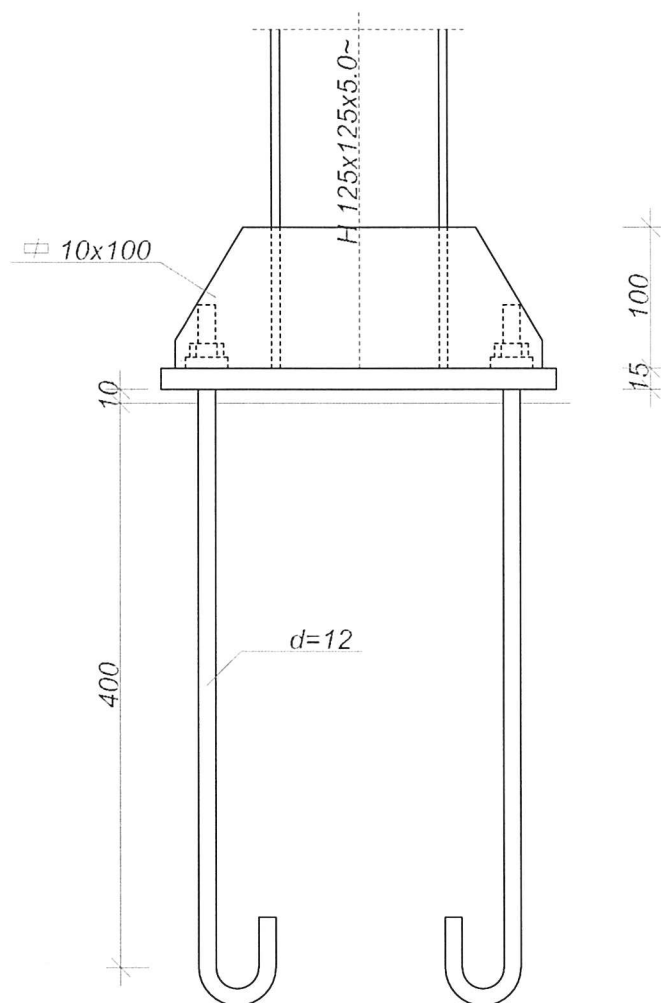




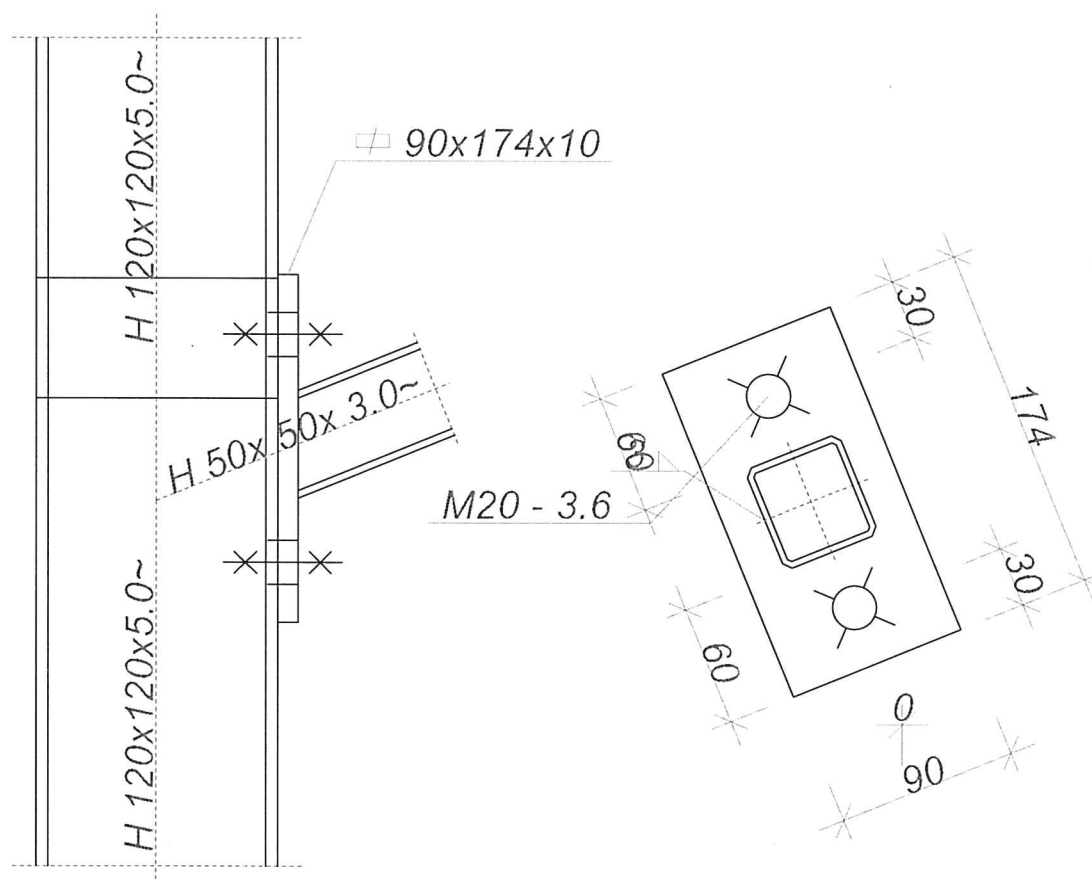
### WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręt a	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				St0S-b	RB500
				φ6	φ12
dla jednej stopy					
1	12	95	7		6,65
2	12	125	5		6,25
3	12	97	8		7,76
4	6	169	7	11,83	
5	6	83	7	5,81	
Długość całkowita wg średnic [m]				17,7	20,7
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				3,9	18,4
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				3,9	18,4
Masa całkowita [kg]				23	

**STOPA FUNDAMENTOWA BETON B 25**



**PODSTAWA SŁUPA**

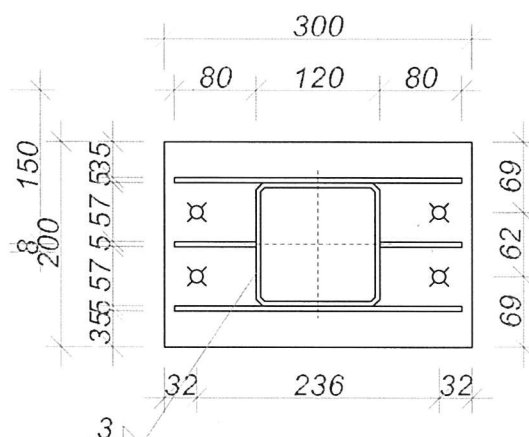
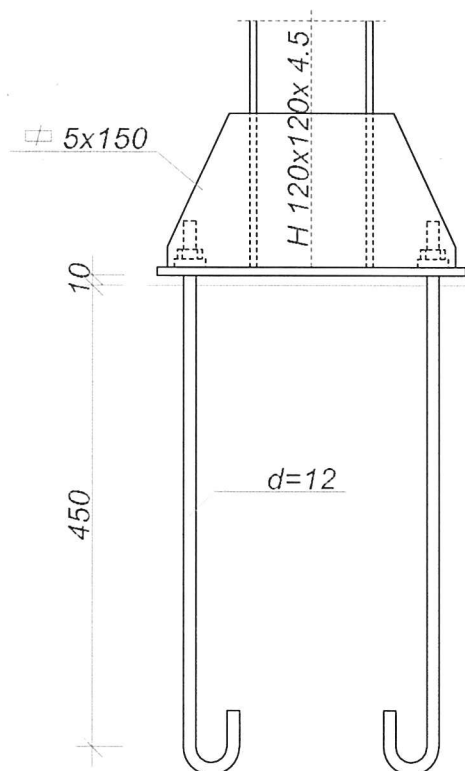


### POŁĄCZENIE KRATOWNICY Z SŁUPEM

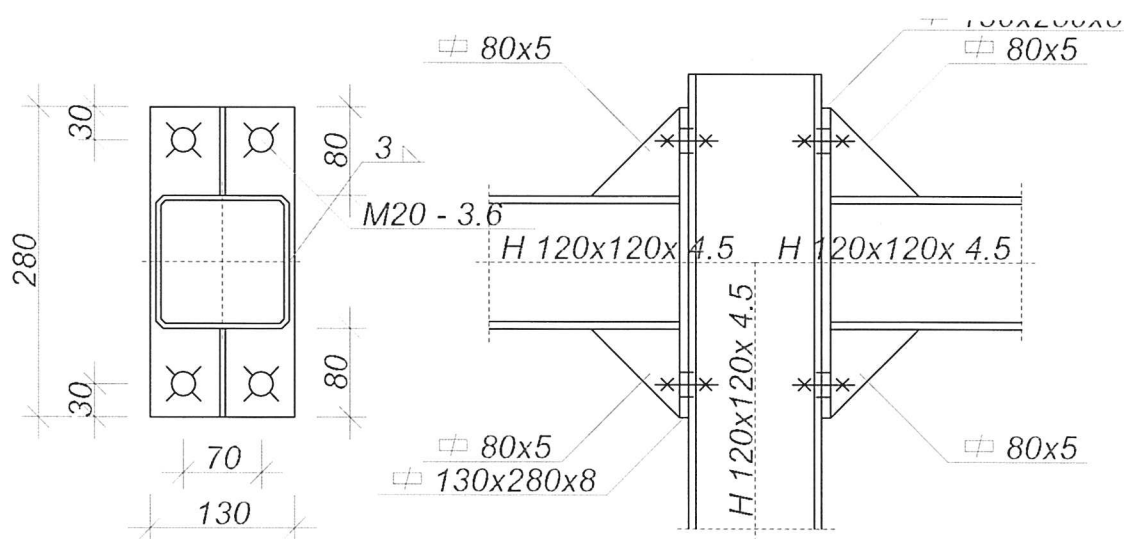




## PODSTAWA SŁUPA

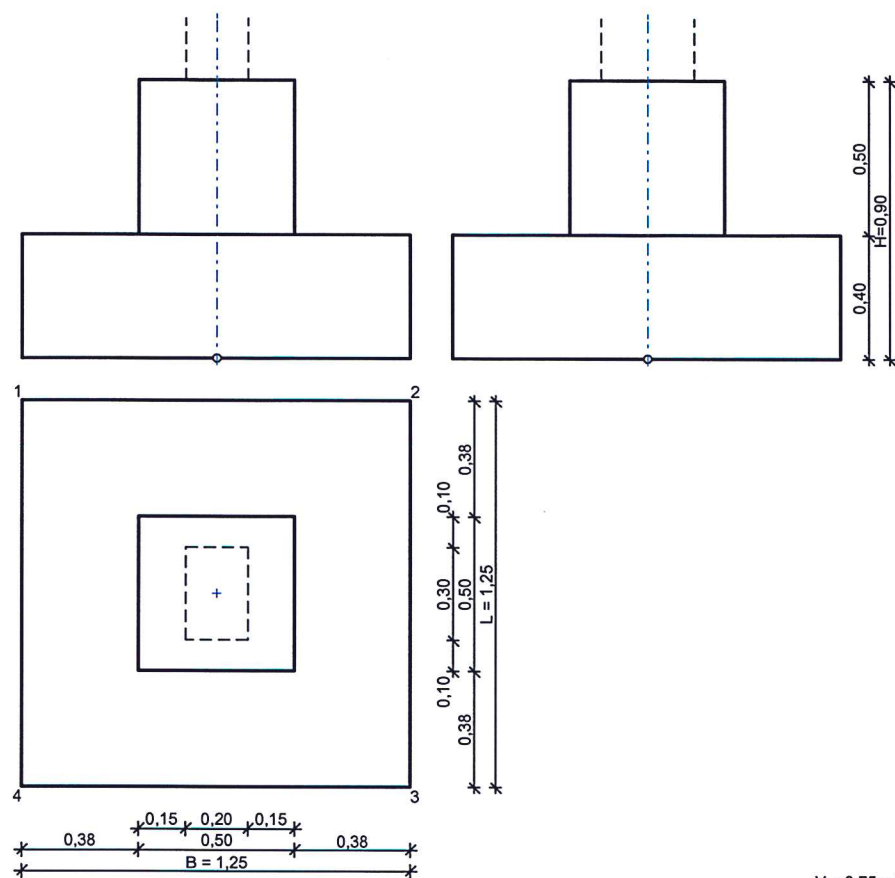


## POŁĄCZENIE RYGLI





## STOPA FUNDAMENTOWA



$$V = 0,75 \text{ m}^3$$

### Opis fundamentu :

Typ: **stopa schodkowa**

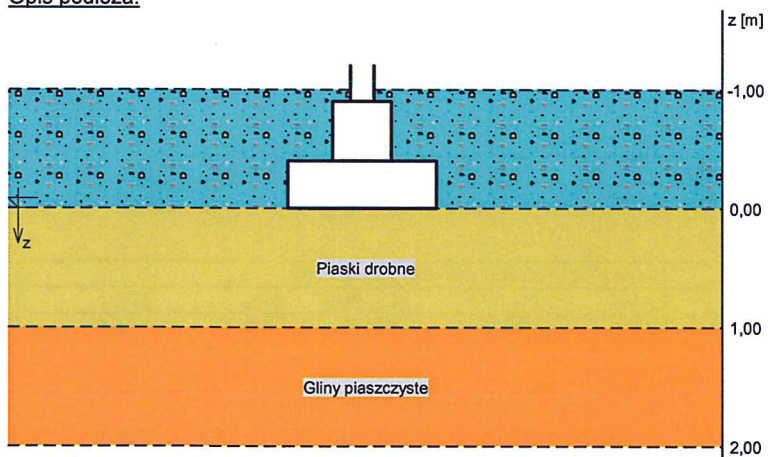
Wymiary:

$B = 1,25 \text{ m}$        $L = 1,25 \text{ m}$        $H = 0,90 \text{ m}$        $w = 0,40 \text{ m}$   
 $B_g = 0,50 \text{ m}$        $L_g = 0,50 \text{ m}$        $B_t = 0,38 \text{ m}$        $L_t = 0,38 \text{ m}$   
 $B_s = 0,20 \text{ m}$        $L_s = 0,30 \text{ m}$        $e_B = 0,00 \text{ m}$        $e_L = 0,00 \text{ m}$

Posadowienie fundamentu:

$D = 1,00 \text{ m}$        $D_{\min} = 1,00 \text{ m}$   
 brak wody gruntowej w zasypce

### Opis podłoża:



N	nazwa gruntu	h [m]	nawodn iona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	M [kPa]
r										

1	Piaski drobne	1,00	nie	1,65	0,90	1,10	27,80	0,00	74369	92961
2	Gliny piaszczyste	1,00	nie	2,10	0,90	1,10	17,80	31,58	36039	40039

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T <sub>B</sub> [kN]	M <sub>B</sub> [kNm]	T <sub>L</sub> [kN]	M <sub>L</sub> [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	40,00	2,30	2,50	4,00	6,30	0,00	0,00

Materiały:

Zasyпка:

ciężar objętościowy: 19,00 kN/m<sup>3</sup>

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

Beton:

klasa betonu: **B20 (C16/20)** →  $f_{cd} = 10,67$  MPa,  $f_{dd} = 0,87$  MPa,  $E_{cm} = 29,0$  GPa

ciężar objętościowy: 24,00 kN/m<sup>3</sup>

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

Zbrojenie:

klasa stali: **A-III (34GS)** →  $f_{yk} = 410$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa,  $f_{tk} = 500$  MPa

otulina zbrojenia  $c_{nom} = 50$  mm

Założenia obliczeniowe:

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

- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: 1,00

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  $Q_{INB} = 682,0$  kN,  $Q_{INL} = 641,9$  kN

$N_t = 78,2$  kN <  $m \cdot Q_{IN} = 519,9$  kN (15,04%)

**Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:**

Decyduje: kombinacja nr 1

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{IT} = 35,0$  kN

$T_r = 4,6$  kN <  $m \cdot Q_{IT} = 25,2$  kN (18,31%)

**Stateczność fundamentu na obrót:**

Decyduje: kombinacja nr 1

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 9,90$  kNm, moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 43,74$  kNm

$M_o = 9,90$  kNm <  $m \cdot M_u = 31,5$  kNm (31,43%)

**Osiadanie:**

Decyduje: kombinacja nr 1

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,02$  cm, wtórne  $s'' = 0,01$  cm, całkowite  $s = 0,03$  cm

$s = 0,03$  cm <  $s_{dop} = 1,00$  cm (3,18%)

**Napężenia:**

Nr	typ	$\sigma_1$ [kPa]	$\sigma_2$ [kPa]	$\sigma_3$ [kPa]	$\sigma_4$ [kPa]	C [m]	C/C'	a <sub>L</sub> [m]	a <sub>P</sub> [m]
1	D	5,6	33,7	94,5	66,4	--	--	--	--

**Nośność pionowa podłoża:**

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	$Q_{IN}$ [kN]	$m_N$	[%]	z [m]	N [kN]	$Q_{IN}$ [kN]	$m_N$	[%]
1	78,2	641,9	0,12	15,0	0,00	78,2	641,9	0,12	15,0

**Nośność pozioma podłoża:**

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	$Q_{IT}$ [kN]	$m_T$	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	$Q_{IT}$ [kN]	$m_T$	[%]
1	70.0	4.6	35.0	0.13	18.3	0.00	70.0	4.6	35.0	0.13	18.3

**OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU - wg PN-B-03264: 2002**

**Nośność na przebicie:**

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

**Wymiarowanie zbrojenia:**

Wzdłuż boku B:

Decyduje: kombinacja nr 1

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,78 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie 6 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$  o  $A_s = 6,79 \text{ cm}^2$

Wzdłuż boku L:

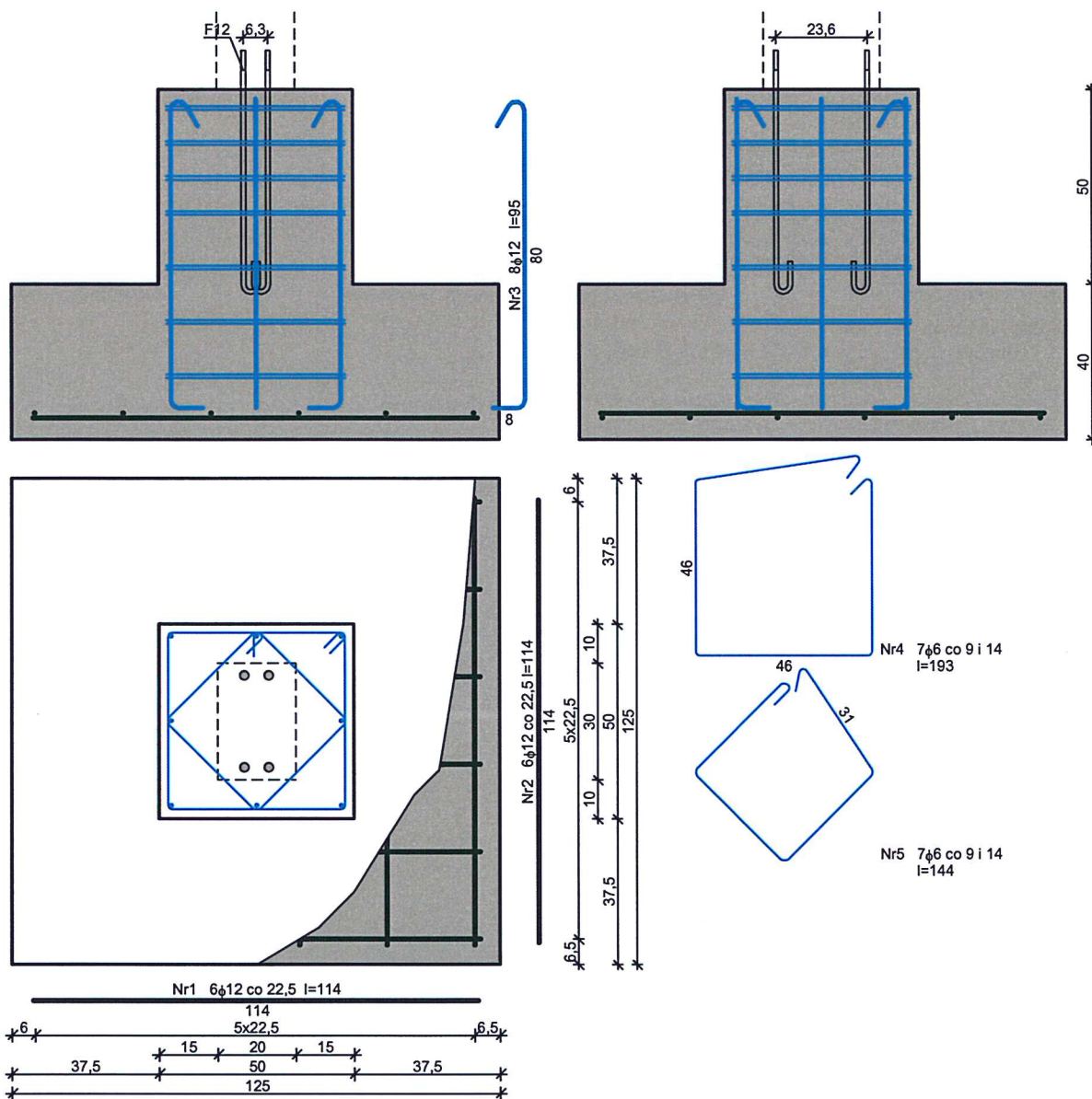
Decyduje: kombinacja nr 1

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,78 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie 6 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$  o  $A_s = 6,79 \text{ cm}^2$

**Śruby fundamentowe**

Przyjęto konstrukcyjnie 4  $\phi 12 \text{ mm}$  L = 700 mm



Śruby fundamentowe St3S 4 φ12 mm L = 700 mm

Zestawienie stali zbrojeniowej dla 1 szt.

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b		34GS
				φ6	φ12	φ12
1	12	114	6			6,84
2	12	114	6			6,84
3	12	90	8		7,20	
4	6	193	7	13,51		
5	6	144	7	10,08		
Długość wg średnic [m]				23,6	7,3	13,7
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888	0,888
Masa wg średnic [kg]				5,2	6,5	12,2
Masa wg gatunku stali [kg]				12,0		13,0
Razem [kg]				25		

**STOPA FUNDAMENTOWA  
BETON B 20 (C16/20)**