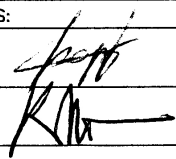


PRACOWNIA PROJEKTOWA  
"MAXPOL"Radom, ul. Żeromskiego 51a  
tel. fax. (0-48) 385-09-57  
NIP: 948-167-27-80

## PROJEKT KONSTRUKCYJNY

BUDOWA PAWILONU SPORTOWEGO  
w Pionkach przy ul. Sportowej, dz. nr 1470/6inwestor:GMINA MIASTA PIONKI  
ul. Jana Pawła II 15  
26-670 PionkiAdres inwestycji:dz.nr ew. 1470/6  
Pionki  
ul. Sportowa

BRANŻA:	ZESPÓŁ PROJEKTOWY:	PODPIS:	
KONSTRUKCJA	PROJEKTOWAŁ:	mgr inż. Piotr Bogusiewicz LUB/0073/PWOK/10	
	SPRAWDZIŁ:	mgr inż. Ryszard Mieszalski GT.VI-8386/4/78	

## Obliczenia

POZ 1.1 Stropodach pełny wentylowany:

Obciążenia stałe (PN-82/B-02001)

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $g_o$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Papa termozgrzewalna	0,15	1,3	0,20
2	Gładz cementowa 0,05·22,0	1,1	1,3	1,43
3	Keramzyt 0,30·8,0	2,4	1,3	3,12
4	Blacha trapezowa	0,2	1,1	0,22
5	Styropian gr. 18cm 0,18·0,45	0,08	1,3	0,11
6	Strop Teriva II wys.34 cm	4	1,1	4,4
7	Płyty G-K 0,012·11	0,13	1,3	0,17
RAZEM		8,06		9,65

Kąt pochylenia połaci dachowej:  $\alpha = 2$

$$\cos\alpha = 1,0$$

$$\sin\alpha = 0,03$$

Obciążenie śniegiem (PN-80/B-02010)

Budynek znajduje się w I strefie obciążenia śniegiem.

$$Q_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$C = C_2 = 0,8$$

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,7 \cdot 0,8 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$S_o = 1,5 S_k = 1,5 \cdot 0,56 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem (PN-77/B-02011)

Budynek znajduje się w I strefie obciążenia wiatrem.

$$p_o = 1,5 \cdot p_k = 1,5 \cdot 0,15 = 0,225 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie charakterystyczne  $q_k = 8,84 \text{ kN/m}^2$  nie przekracza maksymalnego przewidzianego dla stropu Teriva II  $q_T = 9,54 \text{ kN/m}^2$ .

W stropie należy wykonać dwa żebra rozdzielcze poprzeczne do belek stropowych. Zbrojenie żeber podłużne górą i dołem po jednym pręcie średnicy  $\phi 12$  – stal 34GS. Strzemiona  $\phi 6$  typu S co 25 cm – stal St3S.

## 1.2 Belki i wieńce żelbetowe

### WI Wieniec żelbetowy

Przyjęto wieniec o przekroju 24×38 cm zbrojony podłużnie górą i dołem 2×2φ12.  $F_s = 2,26 \text{ cm}^2$ .  
rozstaw strzemion φ6 St3S co 25 mm, beton B15.

### 1.2.2. Nadproża

Przewidziano typowe nadproża prefabrykowane L19.

## 1.3 Fundamenty

### 1.3.1 Ława fundamentowa zewnętrzna

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m]
1	Z dachu 10,43·7,30/2	–	–	38,07
2	Ściana z betonu komórkowego gr. 24 cm 0,24·3,70·9,0	8	1,3	10,4
3	Ściana fundamentowa 1,1·0,24·24,0	6,34	1,1	6,97
4	Ława fundamentowa szer. 60 cm 0,4·0,60·24,0	5,76	1,1	6,34
<b>RAZEM</b>		–		61,78

$$61,78/1,0 \cdot 0,6 = 102,09 \text{ kPa} < 150 \text{ kPa}$$

### 1.3.2 Ława fundamentowa wewnętrzna

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m]
1	Ściana z betonu komórkowego gr. 24 cm 0,24·3,70·9,0	8	1,3	10,4
2	Ściana fundamentowa 1,1·0,24·24,0	6,34	1,1	6,97
3	Ława fundamentowa szer. 40 cm 0,4·0,40·24,0	3,84	1,1	4,22
<b>RAZEM</b>		–		21,59

$$21,59/1,0 \cdot 0,4 = 53,98 \text{ kPa} < 150 \text{ kPa}$$

1.4 Schody żelbetowe.(prowadzące na trybunę)

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $q$ . [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Ciężar płyty 0,12·25,0/0,487	6,16	1,1	6,76
2	Ciężar stopni z wykładziną 0,5·0,18·0,22	1,98	1,3	2,57
3	Obciążenie zmienne	5	1,3	6,5
<b>RAZEM</b>		13,14		15,24

Przyjęto beton B15 stal A-I.

Rozpiętość obliczeniowa:

$$l_0 = 1 \cdot 1,05 = 2,55 \cdot 1,05 = 2,68 \text{ m}$$

Schemat statyczny płyty biegowej – belka swobodnie podparta obciążona równomiernie.

$$M = 0,125 \cdot q_0 \cdot l_0^2 = 0,125 \cdot 15,24 \cdot 2,68^2 = 13,68 \text{ kNm/m}$$

$$R = 0,5 \cdot q_0 \cdot l_0 = 0,5 \cdot 15,24 \cdot 2,68 = 20,42 \text{ kN}$$

Przyjęto grubość płyty  $h = 10 \text{ cm}$ .

Obliczenie przekroju zbrojenia

$$d = 8 \text{ cm}$$

$$s_c = M / (b \cdot h_0^2 \cdot f_{cd}) = 1368 / (100 \cdot 10^2 \cdot 0,87) = 0,157$$

$$\zeta = 0,915$$

$$F_s = M / \zeta \cdot f_{yd} \cdot d = 1368 / 0,915 \cdot 21 \cdot 10 = 7,12 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie dołem płyty  $\phi 10$  St3S o rozstawie co 11 cm;  $F_s = 7,13 \text{ cm}^2$

Pręty rozdzielcze wykonać jako  $\phi 6$  St3S o rozstawie 25 cm.

2 SALA KONDYCYJNA (pomieszczenie nr 1)



Przyjęto konstrukcję dachu : warstwy dachowe na płatwiach stalowych opartych na belkach ażurowych wykonanych z rozciętych dwuteowników.  
**Zestawienie obciążeń na dach w kN/m<sup>2</sup>**

Obciążenie stałe				
1	Ciężar pokrycia	0,12	1,3	0,15
2	Ciężar płatwi	0,12	1,3	0,16
3	Ciężar belki	0,42	1,1	0,46
4	Śnieg (Istrefa) $S_k = 0,7 \cdot 0,8 =$	0,56	1,4	0,78
		1,22		1,55

1	Obciążenie zmienne , skupione w kN pracownik z narzędziami	1,00	1,20	1,20
---	--	------	------	------

**POZ 2.1 Płatwie stalowe dachu mocowane na belkach stalowych.**

Przyjęto płatwie stalowe z ceownika zimnogiętego [90x40x4 :Stal St3S  
 $W_x = [cm^3] \quad 15,93 \quad J_x = [cm^4] \quad 71,67 \quad m[kg/m] = 4,8$   
 Rozstaw płatwi – 1,20m  
 z Poz.1.1  $q_0[kN/m^2] \quad 1,55$   
 Obciążenie charakterystyczne i obliczeniowe na 1 m płatwi w kN

1	Ciężar własny płatwi	0,05	1,1	0,05
2	Obciążenia z dachu z Poz.1.1 $g_k = 1,22 \times 1,20 =$ $g_o = 1,55 \times 1,20 =$	1,83		1,86
	$g_k =$	1,88	$g_o =$	1,91

Przyjęto do obliczeń płatwi obciążenia skupione od ciężaru pracownika z narzędziami  
 $P = 1 \text{ kN}$  w środku płatwi  $P_0 = 1,0 \times 1,2 = 1,20 \text{ kN}$

Schemat statyczny płatwi – belka wolnopodparta o długości  $l_0 = [m] \quad 2,85$

$$M_{max} = 0,125 \cdot q_0 \cdot l_0^2 + 0,25 \cdot P_0 \cdot l_0 = kNm \quad 2,8$$

$$\sigma = M_{max} / W_x =$$

$$17,56 < f_d = 21,5 \text{ kN/cm}^2$$

Sprawdzenie ugięć

$$f = f_1 + f_2 = 5 \cdot g_k \cdot l^3 / 384 \cdot E \cdot J + P \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot J < l_0 / 200$$

$$285 = L [cm]$$

$W_x \text{ cm}^3$	$J_x \text{ cm}^4$	$f_1 [cm]$	$f_2 [cm]$	$f [cm]$	$f_{dop} [cm]$
15,93	80	0,98	0,29	1,28	1,43

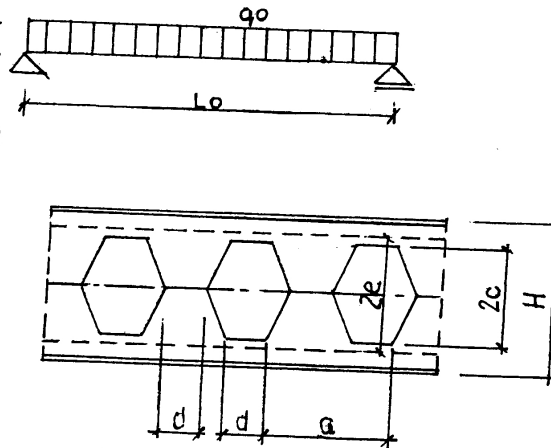
**POZ 2.2 Belki stalowe ażurowe ze spawanych i rozciętych dwuteowników stalowych.**

Przyjęto belkę ażurową podwyższoną, powstałą z rozcięcia I260

Wielkości charakterystyczne przekroju potrzebne do dalszych obliczeń:

Stal St3S

H[cm]	=36
a[cm]	=41,4
c[cm]	=10
e[cm]	=16,15
Ac[cm <sup>2</sup> ]	=21,96
J <sub>x1</sub> [cm <sup>4</sup> ]	=12280
J <sub>x2</sub> [cm <sup>4</sup> ]	=11650
i <sub>x</sub> [cm]	=156,8
tw[mm]	=9,4
f <sub>d</sub> [MPa]	=215



$d = a/3$  2e - odstęp środka ciężkości pasów

Obciążenia obliczeniowe projektowanej płatwi dachowej wynoszą w kN/m<sup>2</sup>:

1 Ciężar	1,3	1,3	1,69
2 Instalacje podwieszane	0,3	1,2	0,36
	1,6		2,05

długość belki l [m] = 8,90

Rozstaw belek b [m] = 2,90

Obciążenie charakterystyczne w kN na 1mb  $q_k = g_k * b = 4,64$

Obciążenie obliczeniowe w kN na 1mb  $q_o = g_o * b = 5,95$

Sprawdzenie nośności przekroju:

$$M_x + V_x \cdot \dot{h} = q[0,5x l - 0,5x^2 + \dot{h}(0,5l - x)]$$

$$d(M_x + V_x \dot{h})/dx = q(0,5l - x - \dot{h}) = 0$$

Stąd  $x = 0,5l - \dot{h}$

$$M_x + V_x \dot{h} = q[l^2/8 + \dot{h}^2/2] = [kNm] \quad 66,17$$

$$M_{Rn} = 2eA_c f_d = [kNm]$$

$$130,31$$

$$> M_x + V_x \dot{h} =$$

$$66,17$$

Sprawdzenie naprężeń w spoinie czołowej

Naprężenia sprawdzono w przekroju odległym od teoretycznego punktu podparcia wynoszą:

$$\sigma = T/(t_w a/3) = 3V/(2t_w d)$$

$$\sigma = (Vah/4e)/((t_w/6)(a/3)^2) = (27Vh)/(2et_w a)$$

Współczynniki wytrzymałości  $\dot{U}$  wynoszą dla rozciągania  $\dot{a} = 0,85$ , dla ścinania  $\dot{a} = 0,6$

$$\sigma_z^2 = (\sigma/0,85)^2 + (\sigma/0,6)^2 = (3V/2et_w a)^2 [(9h/0,85)^2 + (a/0,6)^2] < f_d^2$$

$$\sigma_z = (3V/2et_w a) [(9h/0,85)^2 + (a/0,6)^2]^{0,5} < f_d$$

Największa możliwa wartość siły poprzecznej z uwagi na wytrzymałość spoin czołowych

$$V = (f_d^2 * 2 * e * t_w * a) / (3 * [(9h/0,85)^2 + (a/0,6)^2]^{0,5})$$

$$V = [kN]$$

$$130,56$$

Maxymalna siła poprzeczna wywołana obciążeniem

$$V_A = q_o * l_o * 0,5 = [kN]$$

$$26,46$$

$$< V = [kN]$$

$$130,56$$

Końce spoin wyprowadzone są na płytki wybiegowe

Na podporach należy zastosować żebra stężące średnik belki ażurowej z dwóch płaskowników 150x6mm  
 Obliczeniowe pole przekroju żebra oraz jego moment i promień bezwładności wynoszą :

$$A_s = 2 \cdot 5,0 \cdot 0,6 = [\text{cm}^2] \quad 6,00 \qquad J_s = 0,6 \cdot (2 \cdot 5 + 0,6)^3 / 12 = [\text{cm}^4] \quad 59,55$$

$$i_s = (59,55 / 6,0)^{0,5} = [\text{cm}] \quad 3,15$$

$$\text{Smukłość żebra } \bar{e} = 44 : 3,15 = 13,97$$

$$\text{Smukłość względna } \bar{e} = 14 / 84 = 0,17$$

Nośność żebra wynosi

$$N_R = \bar{\alpha} A_s f_d =$$

$$\bar{\alpha} = 1$$

$$129 > [\text{kN}]$$

$$26,46 \cdot V_A [\text{kN}]$$

Sprawdzenie ugięcia

$$J_o = (2J_{x2} + J_{x1}) / 3 = [\text{cm}^4] \quad 11860$$

$$f = 5 \cdot q_k \cdot l_o^4 / 384 \cdot E \cdot J_o = [\text{cm}]$$

$$2,48 < f_{\text{dop}} = l / 250 \quad 3,56$$

### 2.3 Nadproże dwuprzęsłowe (pomiedzy pom 1 i 2)

Obciążenia stałe

Lp.	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążeni $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m]
1	ciężar od stropu $15,24 \text{ kN/m}^2 \times 1,65 \text{ m}$	—	—	25,15
2	ciężar własny $0,25 - 0,30 - 25,0$	1,88	1,1	2,07
<b>RAZEM</b>		—	—	27,22

Wymiary przekroju [cm]:

$$H = 40,0 \quad S = 24,0$$

BETON : B15,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{bk} = 11,3 \text{ MPa}$ ,

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R_b = 8,7 \text{ MPa}$ .

$$F_b = 960 \text{ cm}^2, \quad I_{bx} = 128000 \text{ cm}^4, \quad I_{by} = 46080 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60$ ,

STAL : 34GS, A-III,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{sk} = 410 \text{ MPa}$ ,

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R_s = 350 \text{ MPa}$ ,

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 5,65 \text{ cm}^2$ ,  $\mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 5,65 / 960 = 0,59 \%$ ,  $I_{ax} = 1712 \text{ cm}^4$ ,  
 $I_{ay} = 400 \text{ cm}^4$ ,

**Sily przekrojowe:**Momenty zginające:  $M_x = -17,8 \text{ kNm}$ ,Sily poprzeczne:  $Q_r = 8,0 \text{ kN}$ ,**Zbrojenie wymagane:**

Sily obliczeniowe:

$$M = 22,3 \text{ kNm}$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

betonu:  $R_b = 8,7 \text{ MPa}$ , stali:  $R_s = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$x = 3,1 \quad (\xi = 0,082), \quad F_{bc} = 74 \text{ cm}^2,$$

$$h = 40,0, \quad h_o = 37,4, \quad a = 2,6,$$

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$$F_a = 1,77 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \cdot \phi 12 = 2,26 \text{ cm}^2),$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wytrzymałość obliczeniowa:

betonu:  $R_b = 8,7 \text{ MPa}$ , stali:  $R_s = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$

Sily obliczeniowe:

$$M = 22,3 \text{ kNm}$$

Wielkości geometryczne [m]:

$$\xi = 0,056 < 0,600,$$

**Przekrój jest zginany**

$$h = 0,400, \quad h_o = 0,374, \quad F_{bc} = 0,0051 \text{ m}^2, \quad x = \xi h_o = 0,021,$$

$$a = 0,026, \quad a' = 0,026,$$

$$e_{bc} = -0,189, \quad e_a = 0,174, \quad e_{ac} = -0,174,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 2,26 \text{ cm}^2, \quad \mu_a = 0,24 \%$$

$$F_{ac} = 3,39 \text{ cm}^2, \quad \mu_{ac} = 0,35 \%$$

Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_b F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0051 = -44,0 \text{ kN}, \quad M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -44,0 \times (-0,189) = 8,3 \text{ kNm},$$

$$N_a = 79,2 \text{ kN}, \quad M_a = N_a e_a = 79,2 \times 0,174 = 13,8 \text{ kNm},$$

$$N_{ac} = -35,9 \text{ kN}, \quad M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -35,9 \times (-0,174) = 6,3 \text{ kNm},$$

**Warunki stanu granicznego nośności**

$$M_{gr} = |M_{bc} - M_a + M_{ac}| = |8,3 + 13,8 + 6,3| = 28,4 > 22,3 = |M|$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $d = 6 \text{ mm}$  ze stali A-0, dla której  $R_{sw} = 0,8 R_s = 152 \text{ MPa}$ .

Rozstaw strzemion:

### Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 84,2$  cm

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 10,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2$$

$$q_s = F_s R_{as} / s = 0,57 \cdot 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

### Strefa nr 2

Początek i koniec strefy:  $x_a = 84,2$   $x_b = 233,0$  cm

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 20,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2$$

$$q_s = F_s R_{as} / s = 0,57 \times 152 / 20,0 \times 10 = 43,0 \text{ kN/m}$$

### Strefa nr 3

Początek i koniec strefy:  $x_a = 233,0$   $x_b = 280,0$  cm

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 10,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2$$

$$q_s = F_s R_{as} / s = 0,57 \times 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

### Zarysowanie

$$M = 13,7 < 14,3 = 12631,7 \times 1,13 \times 10^{-3} = W_{fp} R_{bz} = M_{fp}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$\alpha_r = 0,14 < 0,3 \text{ mm} = \alpha_{dop}$$

### 2.4 Podciąg przy pom.nr 8

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_d$ [kN/m]
1	ciężar od dachu $10,43 \text{ kN/m}^2 \times 6,9/2\text{m}$	—	—	35,98
2	ciężar własny $0,24 \cdot 0,40 \cdot 25,0$	2,4	1,1	2,64
<b>RAZEM</b>		—		38,62

Wymiary przekroju [cm]:

$$H=40,0 \quad S=24,0$$

BETON : B15,

Wytrzymałość charakterystyczna:

$$R_{bk} = 11,3 \text{ MPa},$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$R_b = 8,7 \text{ MPa}.$$

$$F_b = 960 \text{ cm}^2, \quad I_{bx} = 128000 \text{ cm}^4, \quad I_{by} = 46080 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60$ ,

STAL : 34GS, A-III,

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 6,79 \text{ cm}^2$ ,  $\mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 6,79 / 960 = 0,71 \%$ ,  $I_{ac} = 2054 \text{ cm}^4$ ,  
 $I_{ac} = 422 \text{ cm}^4$ .

Momenty zginające:  $M_x = -41,6 \text{ kNm}$ .

### Zbrojenie wymagane:

Siły obliczeniowe:

$N = 0,0 \text{ kN}$ ,  $M = 41,6 \text{ kNm}$

Wytrzymałość obliczeniowa:

betonu:  $R_b = 8,7 \text{ MPa}$ , stali:  $R_a = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$

Wielkości geometryczne: [cm]:

$x = 5,9$  ( $\xi = 0,157$ ),  $F_{bc} = 140 \text{ cm}^2$ ,

$h = 40,0$ ,  $h_o = 37,4$ ,  $a = 2,6$ ,

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$F_a = 3,45 \text{ cm}^2 \Rightarrow (4 \text{ } \square 12 = 4,52 \text{ cm}^2)$ .

Nośność przekroju prostopadłego:

Wytrzymałość obliczeniowa:

betonu:  $R_b = 8,7 \text{ MPa}$ , stali:  $R_a = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$

Siły obliczeniowe:

$M = 41,6 \text{ kNm}$ ,

Wielkości geometryczne [m]:

$\xi = 0,103 < 0,600$ ,

**Przekrój jest zginany**

$h = 0,400$ ,  $h_o = 0,374$ ,  $F_{bc} = 0,0092 \text{ m}^2$ ,  $x = \xi h_o = 0,038$ ,

$a = 0,026$ ,  $a' = 0,026$ ,

$e_{bc} = -0,181$ ,  $e_a = 0,174$ ,  $e_{ac} = -0,174$ ,

Zbrojenie:

$F_a = 4,52 \text{ cm}^2$ ,  $\mu_a = 0,47 \%$

$F_{ac} = 2,26 \text{ cm}^2$ ,  $\mu_{ac} = 0,24 \%$

Wielkości statyczne:

$N_{bc} = -R_b F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0092 = -80,4 \text{ kN}$ ,  $M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -80,4 \times (-0,181) = 14,5 \text{ kNm}$ .

$N_a = 158,3 \text{ kN}$ ,  $M_a = N_a e_a = 158,3 \times 0,174 = 27,6 \text{ kNm}$ ,

$N_{ac} = -79,2 \text{ kN}$ ,  $M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -79,2 \times (-0,174) = 13,8 \text{ kNm}$ ,

Warunki stanu granicznego nośności

$$M_{gr} = |M_{bc} - M_a + M_{ac}| = |14,5 + 27,6 + 13,8| = 55,9 > 41,6 = |M|$$

### Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $d=6$  mm ze stali A-0, dla której  $R_{st} = 0,8 R_s = 152$  MPa.

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 83,8$  cm

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 10,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{st} / s = 0,57 \times 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy:  $x_a = 83,8$   $x_b = 206,1$  cm

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 20,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{st} / s = 0,57 \times 152 / 20,0 \times 10 = 43,0 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy:  $x_a = 206,1$   $x_b = 285,0$  cm

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 10,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{st} / s = 0,57 \times 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

### Ścinanie

Warunek nośności przekroju ukośnego:

$$Q = 58,3 < 116,1 = Q_{sb}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$a_f = 0,25 < 0,3 \text{ mm} = a_{dop}$$

### 2.5 Ława fundamentowa

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_d$ [kN/m]
1	Obciążenie od stropu 6,9/2-9,			33,29
2	Ściana z betonu komórkowego gr. 24 cm 0,24·4,0·9,0	8,64	1,3	11,23
3	Ściana fundamentowa 1,1·0,24·24,0	6,34	1,1	6,97
4	Ława fundamentowa szer. 60 cm 0,6·0,40·24,0	5,76	1,1	6,34
	<b>RAZEM</b>	–		57,82

$$57,82 \cdot 0,6 = 96,37 \text{ kPa} < 150 \text{ kPa}$$

### 3.0 Trybuna dolna

#### 3.1 Żebro

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Obc.z płyty	5	1,3	6,5
2	ciężar własny 0,10·25,0	2,5	1,1	2,75
<b>RAZEM</b>		-		10,03

Poz 3.3.1 Schemat belka dwuprzęsłowa

Wymiary przekroju [cm]:

$$H=55,0 \quad S=20,0.$$

BETON : B15,

Wytrzymałość charakterystyczna:

$$R_{bk} = 11,3 = 11,3 \text{ MPa},$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$R_b = 8,7 = 8,7 \text{ MPa}.$$

$$I_b = 1100 \text{ cm}^2, \quad I_{bx} = 277292 \text{ cm}^4, \quad I_{by} = 36667 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60,$

STAL : 34GS, A-III,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{ak} = 410 \text{ MPa},$

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R_a = 350 \text{ MPa},$

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 4,52 \text{ cm}^2, \mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 4,52 / 1100 = 0,41 \%, \quad I_{ax} = 2805 \text{ cm}^4,$   
 $I_{ay} = 248 \text{ cm}^4,$

Nośność przekroju:

Siły obliczeniowe:

$$M = 14,6 \text{ kNm},$$

Wielkości geometryczne [m]:

$$\xi = 0,043 < 0,600,$$

**Przekrój jest zginany**

$$h = 0,550, \quad h_o = 0,524, \quad F_{bc} = 0,0045 \text{ m}^2, \quad x = \xi h_o = 0,022,$$

$$a = 0,026, \quad a' = 0,026,$$

$$e_{bc} = -0,264, \quad e_a = 0,249, \quad e_{ac} = -0,249,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 2,26 \text{ cm}^2, \quad \mu_a = 0,21 \%$$

$$F_{ac} = 2,26 \text{ cm}^2, \quad \mu_{ac} = 0,21 \%$$

Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_b, \quad F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0045 = -39,0 \text{ kN}, \quad M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -39,0 \times (-0,264) = 10,3 \text{ kNm},$$

$$N_a = 79,2 \text{ kN}, \quad M_a = N_a e_a = 79,2 \times 0,249 = 19,7 \text{ kNm}.$$



$$N_{ac} = -40,9 \text{ kN}, \quad M_{ac} = N_{ac} \cdot e_{ac} = -40,9 \times (-0,249) = 10,2 \text{ kNm},$$

Warunki stanu granicznego nośności

$$M_{gr} = |M_{bc} + M_d + M_{ac}| = |10,3 + 19,7 + 10,2| = 40,2 > 14,6 = |M|$$

Zbrojenie poprzeczne

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $d=6$  mm ze stali A-0, dla której  $R_{st} = 0,8 R_u = 152$  MPa.

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 18,0 cm.

$$F_s = n \cdot f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s \cdot R_{st} / s = 0,57 \times 152 / 18,0 \times 10 = 47,8 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 2

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 35,0 cm.

$$F_s = n \cdot f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s \cdot R_{st} / s = 0,57 \times 152 / 35,0 \times 10 = 24,6 \text{ kN/m}$$

Zarysowanie

$$a_s = 0,09 < 0,3 \text{ mm} = a_{dop}$$

Ugięcia

$$f = 0,3 < 20,0 = f_{dop}$$

Poz 3.2 Płyta

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Obc. użytkowe	5	1,3	6,5
2	śnieg	0,56	1,5	0,84
3	ciężar własny 0,10-25,0	2,5	1,1	2,75
<b>RAZEM</b>		—		10,09

Przyjęto beton B15 stal A-I.

Rozpiętość obliczeniowa:

$$l_n = l \cdot 1,05 = 1,3 \cdot 1,05 = 1,365 \text{ m}$$

Schemat statyczny płyty bieguwej – belka swobodnie podparta obciążona równomiernie.

$$M = 0,125 \cdot q_o \cdot l_n^2 = 0,125 \cdot 10,09 \cdot 1,365^2 = 2,33 \text{ kNm/m}$$

Przyjęto grubość płyty  $h = 10$  cm.

Obliczenie przekroju zbrojenia

$$d = 8 \text{ cm}$$

$$Sc = M / (b \cdot h_0^2 \cdot f_{cd}) = 233 / (100 \cdot 8^2 \cdot 0,87) = 0,042$$

$$\zeta = 0,975$$

$$F_s = M / (\zeta \cdot f_{yd} \cdot d) = 233 / (0,975 \cdot 21 \cdot 10) = 1,14 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie dołem płyty  ~~$\phi 8$  St3S~~ o rozstawie co 12 cm;  $F_s = 4,19 \text{ cm}^2$

Pręty rozdzielcze wykonać jako  ~~$\phi 6$  St3S~~ o rozstawie 25 cm.

#### 4.0 Trybuna górna

Zbrojenie żebra oraz płyty na trybunie górnej takie jak na trybunie dolnej.

##### Poz. 4.1 Belka podpierająca żebra

Wymiary przekroju [cm]:

$$H = 47,0 \quad S = 25,0.$$

BETON : B15,

Wytrzymałość charakterystyczna:

$$R_{bt} = 11,3 \text{ MPa},$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$R_b = 8,7 \text{ MPa}.$$

$$F_h = 1175 \text{ cm}^2, \quad I_{bx} = 216298 \text{ cm}^4, \quad I_{by} = 61198 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60$ ,

STAL : 34GS, A-III,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{sk} = 410 \text{ MPa}$ ,

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R_s = 350 \text{ MPa}$ ,

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 20,11 \text{ cm}^2$ ,  $\mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 20,11 / 1175 = 1,71 \%$ ,  $I_{ax} = 8615 \text{ cm}^4$ ,  $I_{ay} = 927 \text{ cm}^4$ ,

Siły przekrojowe:

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = 121,3 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad Q_y = 47,3 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = 30,3 \text{ kN},$$

$$\text{Mimośrodowość statyczna} \quad e_x = -M_y / N = -(0,0) / (30,3) = 0,000 \text{ m}.$$

$$e_y = M_x / N = (121,3) / (30,3) = 4,009 \text{ m}$$

Zbrojenie wymagane:

Siły obliczeniowe:

$$N = 30,3 \text{ kN}, \quad M = 121,3 \text{ kNm}$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$\text{betonu: } R_b = 8,7 \text{ MPa, stali: } R_s = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$$

Wielkości geometryczne: [cm]:

$$x = 14,4 \quad (\xi = 0,326), \quad F_{bc} = 360 \text{ cm}^2,$$

$$h = 47,0, \quad h_o = 44,2, \quad a = 2,8,$$

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$$F_a = 9,76 \text{ cm}^2 \Rightarrow (5 \square 16 = 10,05 \text{ cm}^2),$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$\text{betonu: } R_b = 8,7 \text{ MPa, stali: } R_s = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$$

Siły obliczeniowe:

$$M = 121,3 \text{ kNm}, \quad N = 30,3 \text{ kN}, \quad (e = |M/N| = 4,009 \text{ m})$$

Wielkości geometryczne [m]:

$$\xi = 0,058 < 0,600,$$

Przekrój jest zginany z udziałem rozciągającej siły osiowej

$$h = 0,470, \quad h_o = 0,442, \quad F_{bc} = 0,0065 \text{ m}^2, \quad x = \xi h_o = 0,026,$$

$$a = 0,028, \quad a' = 0,028,$$

$$e_{bc} = -0,222, \quad e_a = 0,207, \quad e_{ac} = -0,207,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 10,05 \text{ cm}^2, \quad \mu_a = 0,86 \%$$

$$F_{ac} = 10,05 \text{ cm}^2, \quad \mu_{ac} = 0,86 \%$$

Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_b, \quad F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0065 = -56,1 \text{ kN}, \quad M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -56,1 \times (-0,222) = 12,5 \text{ kNm},$$

$$N_a = 351,9 \text{ kN}, \quad M_a = N_a e_a = 351,9 \times 0,207 = 72,8 \text{ kNm},$$

$$N_{ac} = -262,1 \text{ kN}, \quad M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -262,1 \times (-0,207) = 54,3 \text{ kNm},$$

Warunki stanu granicznego nośności

$$N_{gr} = |N_{bc} + N_a - N_{ac}| = |-56,1 + 351,9 - 262,1| = 33,6 > 30,3 = |N|,$$

$$M_{gr} = |M_{bc} + M_a - M_{ac}| = |12,5 + 72,8 + 54,3| = 139,6 > 121,3 = |M|$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $d=6$  mm ze stali A-0, dla której  $R_{st} = 0,8 R_s = 152$  MPa.

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

$$\text{Początek i koniec strefy: } x_a = 0,0 \quad x_b = 156,0 \text{ cm}$$

Strzemiona 4-cięte o rozstawie 15,0 cm.

$$F_s = n f_s = 4 \times 0,28 = 1,13 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} \quad s = 1,13 \times 152 / 15,0 \times 10 = 114,6 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 2

$$\text{Początek i koniec strefy:} \quad x_a = 156,0 \quad x_b = 290,5 \text{ cm}$$

Strzemiona 4-cięte o rozstawie 30,0 cm.

$$F_s = n f_s = 4 \times 0,28 = 1,13 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} / s = 1,13 \times 152 / 30,0 \times 10 = 57,3 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 3

$$\text{Początek i koniec strefy:} \quad x_a = 290,5 \quad x_b = 417,8 \text{ cm}$$

Strzemiona 4-cięte o rozstawie 15,0 cm.

$$F_s = n f_s = 4 \times 0,28 = 1,13 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} \quad s = 1,13 \times 152 / 15,0 \times 10 = 114,6 \text{ kN/m}$$

Warunek nośności przekroju ukośnego:

$$Q = 101,2 < 143,2 = Q_{vb}$$

Zarysowanie

$$M = 120,8 > 26,2 = 23213,1 \times 1,13 \times 10^{-3} = W_{fp} R_{bt} = M_{fp}$$

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

$$a_f = a_s, k_f = 0,15 \times 1,52 = 0,22 < 0,3 \text{ mm} = a_{dop}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$a_f = 0,27 < 0,3 \text{ mm} = a_{dop}$$

Ugięcia

$$f = 9,2 < 20,9 = f_{dop}$$

## Poz. 4.2 PODCIĄG

Belka czteroprzęsłowa

Przęsło nr 1

Wymiary przekroju [cm]:

$$H=80,0 \quad S=30,0.$$

BETON : B15,

Wytrzymałość charakterystyczna:

$$R_{bt} = 11,3 \text{ MPa},$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$R_b = 8,7 \text{ MPa}.$$

$$F_b = 2400 \text{ cm}^2, \quad I_{bv} = 1280000 \text{ cm}^4, \quad I_{bv} = 180000 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60,$

STAL : 34GS, A-III,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{sk} = 410$  MPa.

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R_{\sigma} = 350$  MPa.

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 16,84$  cm<sup>2</sup>,  $\mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 16,84 / 2400 = 0,70$  %,  $I_{ax} = 20240$  cm<sup>4</sup>,  $I_{ay} = 1434$  cm<sup>4</sup>,

Siły przekrojowe:

Momenty zginające:  $M_x = -82,5$  kNm,

Siły poprzeczne:  $Q_y = -39,4$  kN,

Zbrojenie wymagane:

$M = 128,2$  kNm

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$F_a = 4,95$  cm<sup>2</sup>  $\Rightarrow$  (5  $\phi$  12 = 5,65 cm<sup>2</sup>).

Nośność przekroju prostokątnego:

Wytrzymałość obliczeniowa:

betonu:  $R_b = 8,7$  MPa, stali:  $R_s = 350$  MPa  $\Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$

Siły obliczeniowe:

$M = 109,3$  kNm,

Wielkości geometryczne [m]:

$\xi = 0,031 < 0,600$ ,

**Przekrój jest zginany**

$h = 0,800$ ,  $h_o = 0,649$ ,  $F_{bc} = 0,0072$  m<sup>2</sup>,  $x = \xi h_o = 0,020$ ,

$a = 0,151$ ,  $a' = 0,028$ ,

$e_{bc} = -0,388$ ,  $e_a = 0,249$ ,  $e_{ac} = -0,372$ ,

Zbrojenie:

$F_a = 6,79$  cm<sup>2</sup>,  $\mu_a = 0,28$  %

$F_{ac} = 10,05$  cm<sup>2</sup>,  $\mu_{ac} = 0,42$  %

Wielkości statyczne:

$N_{bc} = -R_b F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0072 = -62,6$  kN,  $M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -62,6 \times (-0,388) = 24,3$  kNm,

$N_a = 237,5$  kN,  $M_a = N_a e_a = 237,5 \times 0,249 = 59,2$  kNm,

$N_{ac} = -176,1$  kN,  $M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -176,1 \times (-0,372) = 65,5$  kNm,

Warunki stanu granicznego nośności

$M_{gr} = |M_{bc} + M_a + M_{ac}| = |24,3 + 59,2 + 65,5| = 149,0 > 109,3 = |M|$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $d = 6$  mm ze stali A-0, dla której  $R_{as} = 0,8 R_s = 152$  MPa.

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 198,9$  cm

Strzemiona 4-cięte o rozstawie 20,0 cm.

$$F_s = n f_s = 4 \times 0,28 = 1,13 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} \quad s = 1,13 \times 152 / 20,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy:  $x_a = 198,9$   $x_b = 421,6$  cm

Strzemiona 4-cięte o rozstawie 40,0 cm.

$$F_s = n f_s = 4 \times 0,28 = 1,13 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} \quad s = 1,13 \times 152 / 40,0 \times 10 = 43,0 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy:  $x_a = 421,6$   $x_b = 600,0$  cm

Strzemiona 4-cięte o rozstawie 20,0 cm.

$$F_s = n f_s = 4 \times 0,28 = 1,13 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} \quad s = 1,13 \times 152 / 20,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

Zarysowanie

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

$$a_f = a_{ir} k_f = 0,08 \times 1,85 = 0,15 < 0,3 \text{ mm} = \alpha_{dop}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$a_f = 0,07 < 0,3 \text{ mm} = \alpha_{dop}$$

Przęsło nr 2

Wymiary przekroju [cm]:

$$H=80,0 \quad S=30,0.$$

BETON : B15,

Wytrzymałość charakterystyczna:

$$R_{bk} = 11,3 \text{ MPa},$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$R_b = 8,7 \text{ MPa}.$$

$$F_b = 2400 \text{ cm}^2, \quad I_{bx} = 1280000 \text{ cm}^4, \quad I_{by} = 180000 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60,$

STAL : 34GS, A-III,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{ak} = 410 \text{ MPa},$

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R_a = 350 \text{ MPa},$

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 14,83 \text{ cm}^2, \quad \mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 14,83 / 2400 = 0,62 \%, \quad I_{ax} = 17457 \text{ cm}^4, \quad I_{ay} = 1387 \text{ cm}^4,$

Sily przekrojowe:

Momenty zginające:  $M_x = 109,3 \text{ kNm},$

Sily poprzeczne:  $Q_y = 91,8 \text{ kN},$

### Zbrojenie wymagane:

Siły obliczeniowe:

$$M=109,3 \text{ kNm}$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$\text{betonu: } R_b=8,7 \text{ MPa, stali: } R_a=350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr}=0,60$$

Wielkości geometryczne: [cm]:

$$x=5,8 \ (\xi=0,075), \ F_{bc}=174 \text{ cm}^2,$$

$$h=80,0, \ h_o=77,4, \ a=2,6,$$

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$$F_a = 4,19 \text{ cm}^2 \Rightarrow (4 \square 12 = 4,52 \text{ cm}^2),$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$\text{betonu: } R_b=8,7 \text{ MPa, stali: } R_a=350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr}=0,60$$

Siły obliczeniowe:

$$M=109,3 \text{ kNm},$$

Wielkości geometryczne [m]:

$$\xi=0,032 < 0,600,$$

**Przekrój jest zginany**

$$h=0,800, \ h_o=0,649, \ F_{bc}=0,0074 \text{ m}^2, \ x=\xi h_o=0,021,$$

$$a=0,151, \ a'=0,028,$$

$$e_{bc}=-0,388, \ e_a=0,249, \ e_{ac}=-0,372,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 6,79 \text{ cm}^2, \ \mu_a = 0,28 \%$$

$$F_{ac} = 8,04 \text{ cm}^2, \ \mu_{ac} = 0,34 \%$$

Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_b F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0074 = -64,8 \text{ kN}, \ M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -64,8 \times (-0,388) = 25,1 \text{ kNm},$$

$$N_a = 237,5 \text{ kN}, \ M_a = N_a e_a = 237,5 \times 0,249 = 59,2 \text{ kNm},$$

$$N_{ac} = -173,8 \text{ kN}, \ M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -173,8 \times (-0,372) = 64,6 \text{ kNm},$$

Warunki stanu granicznego nośności

$$M_{gr} = |M_{bc} + M_a + M_{ac}| = |25,1 + 59,2 + 64,6| = 149,0 > 109,3 = |M|$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $d=6$  mm ze stali A-0, dla której  $R_{as} = 0,8 R_a = 152$  MPa.

Rozstaw strzemion:

$$\text{Początek i koniec strefy: } x_a = 0,0 \quad x_b = 300,0 \text{ cm}$$

Strzemiona 4-cięte o rozstawie 15,0 cm.

$$F_s = n f_s = 4 \times 0,28 = 1,13 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{ax} / s = 1,13 \times 152 / 15,0 \times 10 = 114,6 \text{ kN/m}$$

Zarysowanie

$$M = 20,5 < 76,6 = 67798,7 \times 1,13 \times 10^{-3} = W_{fp} R_{bzk} = M_{fp}$$

Ugięcia

$$f = 0,4 < 15,0 = f_{dop}$$

#### Poz.4.3 SŁUPY 25x25 cm

Przekrój: B 25,0x25,0,

Wymiary przekroju [cm]:

H=25,0 S=25,0.

BETON : B15,

Wytrzymałość charakterystyczna:

$$R_{bk} = 11,3 \text{ MPa},$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$R_b = 8,7 \text{ MPa}.$$

$$F_b = 625 \text{ cm}^2, I_{bx} = 32552 \text{ cm}^4, I_{by} = 32552 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60$ ,

STAL : 34GS, A-III,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{ak} = 410 \text{ MPa}$ ,

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R = 350 \text{ MPa}$ ,

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 8,04 \text{ cm}^2$ ,  $\mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 8,04 / 625 = 1,29 \%$ ,  $I_{ax} = 757 \text{ cm}^4$ ,  
 $I_{ay} = 757 \text{ cm}^4$ ,

Wymagane zbrojenia minimalne:

- w strefie b. ściskanej:  $F_{ac} = \min \mu_{ac} F_b = 0,0020 \times 625 = 1,25 \text{ cm}^2$  (1  $\square$  16 = 2,01  $\text{cm}^2$ )

- w strefie m. ściskanej:  $F_a = \min \mu_a F_b = 0,0020 \times 625 = 1,25 \text{ cm}^2$  (1  $\square$  16 = 2,01  $\text{cm}^2$ )

Wytrzymałość obliczeniowa:

betonu:  $R_b = 8,7 \text{ MPa}$ , stali:  $R_a = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$

Siły obliczeniowe:

$$M = 3,0 \text{ kNm}, N = -140,0 \text{ kN}, (e = |M/N| = 0,021 \text{ m})$$

**Przekrój jest ściskany z małym mimośrodem**

$$h = 0,250, h_o = 0,222, F_{bc} = 0,0507 \text{ m}^2, x = \xi h_o = 0,203,$$

$$a = 0,028, a' = 0,109,$$

$$e_{bc} = -0,024, e_{ac} = -0,016,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 4,02 \text{ cm}^2, \mu_a = 0,64 \%$$

$$F_{ac} = 4,02 \text{ cm}^2, \mu_{ac} = 0,64 \%$$



Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_b, F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0507 = -440,8 \text{ kN}, M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -440,8 \times (-0,024) = 10,4 \text{ kNm},$$
$$N_{ac} = -241,2 \text{ kN}, M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -241,2 \times (-0,016) = 3,9 \text{ kNm},$$

Warunki stanu granicznego nośności

$$N_{gr} = |N_{bc} + N_a + N_{ac}| = |-440,8 - 241,2| = 682,0 > 140,0 = |N|,$$
$$M_{gr} = |M_{bc} + M_a + M_{ac}| = |10,4 + 3,9| = 14,3 > 3,0 = |M|$$

#### Poz 4.4 Słup 25 x30 cm

Wymiary przekroju [cm]:

$$H=24,0 \quad S=30,0.$$

BETON : B15,

$$F_b = 720 \text{ cm}^2, I_{bx} = 34560 \text{ cm}^4, I_{by} = 54000 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60$ ,

STAL : 34GS, A-III,

$$\text{Zbrojenie główne: } F_a + F_{ac} = 12,06 \text{ cm}^2, \mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 12,06 / 720 = 1,68 \%, I_{ax} = 681 \text{ cm}^4,$$
$$I_{ay} = 1796 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

$$\text{Momenty zginające: } M_x = -1,1 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } Q_y = 0,1 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa: } N = -262,4 \text{ kN},$$

$$\text{Mimośrodki statyczne } e_x = -M_y / N = -(0,0) / (-262,4) = 0,000 \text{ m},$$

$$e_y = M_x / N = (-1,1) / (-262,4) = 0,004 \text{ m}$$

Uwzględnienie smukłości pręta w płaszczyźnie ustroju:

$$M_x = \eta_x (e_{my} + e_{sy}) N = 1,400 \times (0,020 + 0,004) \times (-262,4) = -8,9 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:

Wymagane zbrojenia minimalne:

$$\text{- w strefie b. ściskanej: } F_{ac} = \min \mu_{ac} F_b = 0,0020 \times 720 = 1,44 \text{ cm}^2 (1 \square 16 = 2,01 \text{ cm}^2)$$

$$\text{- w strefie m. ściskanej: } F_a = \min \mu_a F_b = 0,0020 \times 720 = 1,44 \text{ cm}^2 (1 \square 16 = 2,01 \text{ cm}^2)$$

Siły obliczeniowe:

$$M = 8,8 \text{ kNm}, N = -262,9 \text{ kN}, (e = |M/N| = 0,034 \text{ m})$$

Przekrój jest ściskany z małym mimośrodem

$$h = 0,240, h_o = 0,212, F_{bc} = 0,0509 \text{ m}^2, x = \xi h_o = 0,170,$$

$$a = 0,028, a' = 0,090,$$

$$e_{bc} = -0,035, e_{ac} = -0,030,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 4,02 \text{ cm}^2, \quad \mu_a = 0,56 \%$$

$$F_{ac} = 8,04 \text{ cm}^2, \quad \mu_{ac} = 1,12 \%$$

Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_h, \quad F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0509 = -443,1 \text{ kN}, \quad M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -443,1 \times (-0,035) = 15,6 \text{ kNm},$$

$$N_{ac} = -317,2 \text{ kN}, \quad M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -317,2 \times (-0,030) = 9,7 \text{ kNm},$$

Warunki stanu granicznego nośności

$$N_{gr} = |N_{bc} + N_a + N_{ac}| = |-443,1 - 317,2| = 760,4 > 262,9 = |N|,$$

$$M_{gr} = |M_{bc} + M_a + M_{ac}| = |15,6 + 9,7| = 25,2 > 8,8 = |M|$$

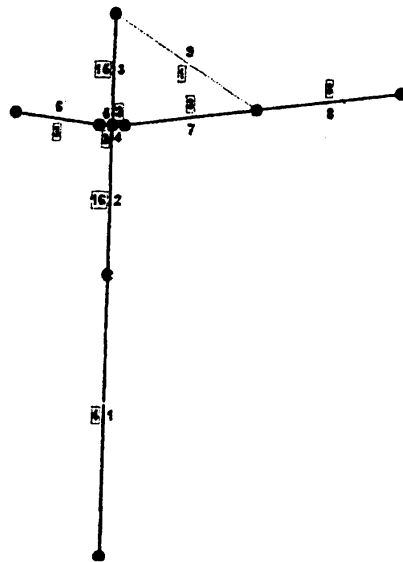
### Poz.S.4.3 Stopa pod słup 25x25cm

1,0x1,0mx0,5m zbrojona prętami  $\emptyset 12$  ze stal A-III co 20 cm w obu kierunkach.

### Poz.S.4.4 Stopa pod słup 25x30cm

1,0x1,2mx0,5m zbrojona prętami  $\emptyset 12$  ze stal A-III co 20 cm w obu kierunkach.

### POZ.5.0 ZADASZENIE



PRĘTY UKŁADU:

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

## 22 - ciągno

Pret:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	6,000	6,000	1,000	4 B 60.0x30,0
2	00	2	3	0,000	3,200	3,200	1,000	16 B 60.0x30,0
3	00	3	4	0,000	2,400	2,400	1,000	15 B 60.0x30,0
4	00	3	5	0,300	0,000	0,300	1,000	3 H 160x160x10.0
5	00	3	6	-0,300	0,000	0,300	1,000	3 H 160x160x10.0
6	00	6	7	-1,985	0,242	2,000	1,000	3 H 160x160x10.0
7	00	5	8	3,077	0,378	3,100	1,000	3 H 160x160x10.0
8	00	8	9	3,424	0,420	3,450	1,000	3 H 160x160x10.0
9	22	8	4	-3,377	2,022	3,936	1,000	1 R 60.3x 5.0

Pret:	Rodzaj:	Kat:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
-------	---------	------	----------	----------	--------	--------

Grupa: A ""

Liniowe	0,0	2,82	2,82	0,00	0,30
---------	-----	------	------	------	------

Grupa: B ""

Liniowe	8,0	3,51	3,51	0,00	0,30
---------	-----	------	------	------	------

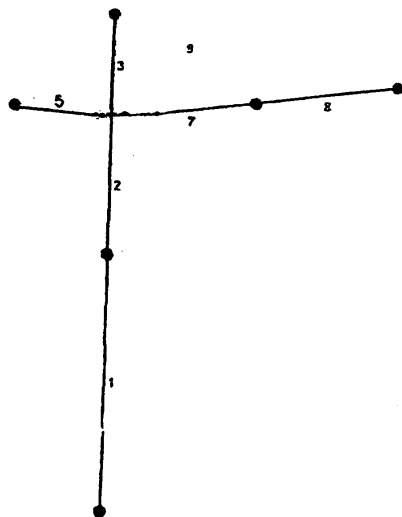
Grupa: C ""

Liniowe	8,0	-3,51	-3,51	0,00	0,30
---------	-----	-------	-------	------	------

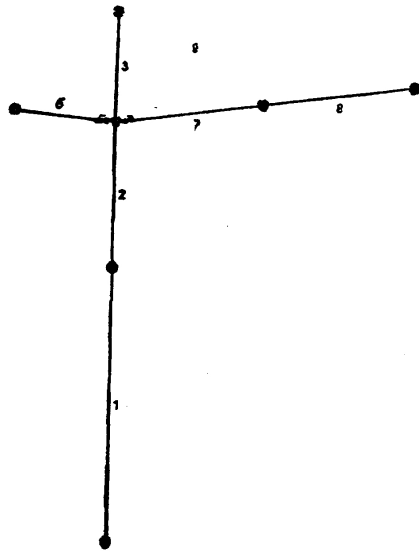
Grupa: D ""

Liniowe	0,0	1,08	1,08	0,00	0,30
---------	-----	------	------	------	------

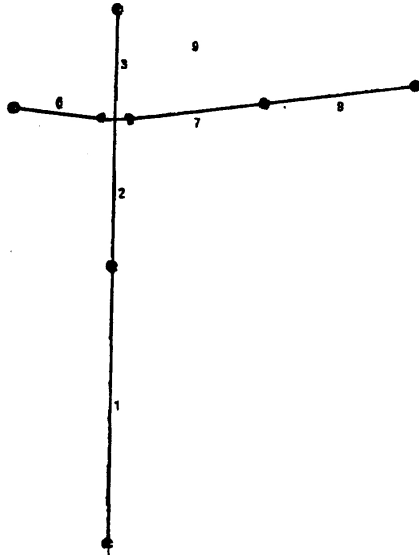
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNACZ-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Cieżar wl.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń.
1	0,000	<b>50,7*</b>	-25,4	-14,3	BF
	6,000	<b>-101,4*</b>	-25,4	14,3	BD
	0,000	50,7	<b>-25,4*</b>	-14,3	BD
	6,000	-101,4	<b>-25,4*</b>	14,3	BD
	6,000	-101,4	-25,4	<b>14,3*</b>	BD
	0,000	50,7	-25,4	<b>-14,3*</b>	BD
	0,000	<b>43,9*</b>	-3,7	-13,0	CD
2	0,000	<b>-101,4*</b>	3,7	-65,7	BD
	0,000	43,9	<b>-3,7*</b>	-13,0	CD
	0,000	-101,4	<b>3,7*</b>	-65,7	BD
	3,200	32,0	<b>-3,7*</b>	2,3	CD
	3,200	32,0	-3,7	<b>2,3*</b>	CD
	0,000	-101,4	3,7	<b>-65,7*</b>	BD
	0,000	<b>0,0*</b>	-0,0	-11,4	CD
3	0,000	<b>-101,4*</b>	42,3	-36,7	BD
	2,400	-0,0	<b>42,3*</b>	-25,3	BD
	0,000	-101,4	<b>42,3*</b>	-36,7	BD
	2,400	0,0	-0,0	<b>0,0*</b>	CD
	0,000	-101,4	42,3	<b>-36,7*</b>	BD
	0,000	<b>35,8*</b>	-10,2	-2,8	CD
4	0,000	<b>0,5*</b>	3,7	-36,5	AD
	0,000	35,8	<b>-10,2*</b>	-2,8	CD
	0,300	32,8	-9,8	<b>-2,7*</b>	CD
	0,300	1,7	2,7	<b>-39,6*</b>	BD
	0,000	<b>11,1*</b>	-9,8	-0,9	BD
5	0,000	<b>-3,8*</b>	3,4	0,9	CD
	0,000	11,1	<b>-9,8*</b>	-0,9	BD
	0,000	-3,8	3,4	<b>0,9*</b>	CD
	0,000	11,1	-9,8	<b>-0,9*</b>	BD
	0,000	<b>8,4*</b>	-8,4	-1,8	BD
6	0,000	<b>-2,9*</b>	2,9	1,2	CD
	0,000	8,4	<b>-8,4*</b>	-1,8	BD
	0,000	-2,9	2,9	<b>1,2*</b>	CD
	0,000	8,4	-8,4	<b>-1,8*</b>	BD
	0,000	<b>32,8*</b>	-10,0	-1,4	CD
7	3,100	<b>-25,6*</b>	-15,5	-39,3	BD
	3,100	-25,6	<b>-15,5*</b>	-39,3	BD
	3,100	9,1	-5,3	<b>-0,8*</b>	CD
	0,000	1,7	-2,1	<b>-39,6*</b>	BD
	0,000	<b>9,1*</b>	-5,3	-0,8	CD
8	0,000	<b>-25,6*</b>	14,8	-0,4	BD

0,000	-25,6	<b>14,8*</b>	-0,4	BD
3,450	0,0	0,0	<b>0,0*</b>	CD
0,000	-22,0	12,8	-1,6*	AD
0,000	<b>0,0*</b>	0,0	49,3	ED
0,000	<b>0,0*</b>	0,0	49,3	BD
0,000	0,0	<b>0,0*</b>	49,3	BD
0,000	0,0	0,0	<b>49,3*</b>	BD
0,000	0,0	0,0	<b>0,0*</b>	CD

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>25,4*</b>	14,3	29,1	-50,7	BD
	-11,0*	14,3	18,0	21,9	CD
	25,4	<b>14,3*</b>	29,1	-50,7	BD
	-11,0	<b>14,3*</b>	18,0	21,9	CD
	25,4	14,3	<b>29,1*</b>	-50,7	BD
	-11,0	14,3	18,0	<b>21,9*</b>	CD
	25,4	14,3	29,1	<b>-50,7*</b>	BD
2	<b>14,7*</b>	27,2	30,9		CD
	-29,1*	80,0	85,1		BD
	-29,1	<b>80,0*</b>	85,1		BD
	14,7	<b>27,2*</b>	30,9		CD
	-29,1	80,0	<b>85,1*</b>		BD

### Poz. 5.1 Wspornik

Wymiary przekroju:

H 160x160x10.0 h=160,0 s=160,0 g=10,0 t=10,0 r=20,0 vx=6,5 vy=6,5.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=2100,0 J<sub>yg</sub>=2100,0 F=57,4 J<sub>x</sub>=2100,0 J<sub>y</sub>=2100,0 i<sub>l</sub>=6,05 J<sub>t</sub>=3375,0.

Materiał: St3SX Wytrzymałość **f<sub>d</sub>=215 MPa** dla g=10,0.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Sily przekrojowe:

$$M_x = 22,0 \text{ kNm}, \quad V_y = -13,3 \text{ kN}, \quad N = -35,1 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 77,9 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -90,1 \text{ MPa}$ .

Sily krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2100,0}{6,860^2} \cdot 10^{-2} = 902,8 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2100,0}{3,100^2} \cdot 10^{-2} = 4420,9 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{Rc} = A \cdot f_d = 57,4 \times 215 \times 10^{-3} = 1234,1 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wybozeniowych:

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

- dla wybozenia prostopadłego do osi X:

$$\lambda_x = l_{wx} / i_x = 6860,3 / 60,5 = 113,42$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_x / \lambda_p = 113,42 / 84,00 = 1,350 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 0,481$$

- dla wybozenia prostopadłego do osi Y:

$$\lambda_y = l_{wy} / i_y = 3100,1 / 60,5 = 51,25$$

$$\bar{\lambda} = \lambda_y / \lambda_p = 51,25 / 84,00 = 0,610 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 0,937$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,481$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{36,5}{0,481 \times 1234,1} = 0,061 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 262,5 \times 215 \times 10^{-3} = 56,4 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $\lambda_L = 0,000$  wynosi  $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi M_{Rx}} = \frac{35,1}{1234,1} + \frac{22,0}{1,000 \times 56,4} = 0,419 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 22,0 \text{ kNm} \quad \beta_x = 0,990$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,481 \times 1,350^2 \frac{0,990 \times 22,0}{56,4} \frac{36,5}{1234,1} = 0,013$$

$$\Delta_x = 0,013 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wybozenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi M_{Rx}} = \frac{36,5}{0,481 \times 1234,1} + \frac{0,990 \times 22,0}{1,000 \times 56,4} = 0,448 < 0,987 = 1 - 0,013$$

- dla wybozenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi M_{Rx}} = \frac{36,5}{0,937 \times 1234,1} + \frac{0,990 \times 22,0}{1,000 \times 56,4} = 0,418 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 \cdot A_v \cdot f_d = 0,58 \times 32,0 \times 215 \times 10^{-1} = 399,0 \text{ kN}$$

$$V_D = 0,3 V_R = 119,7 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 13,3 < 399,0 = V_R$$

Nośność przekroju na ścinanie:

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 32,0 \times 215 \times 10^{-1} = 399,0 \text{ kN}$$

$$V_D = 0,3 V_R = 119,7 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 13,3 < 399,0 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 13,3 < 119,7 = V_D$

$$M_{R,v} = M_R = 56,4 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rc,v}} = \frac{35,1}{1234,1} + \frac{22,0}{56,4} = 0,419 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 13,3 < 398,9 = 399,0 \times \sqrt{1 - (35,1/1234,1)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Stan graniczny użytkowania:

$$a_{\max} = 2,3 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 350 = 3100 / 350 = 8,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,3 < 8,9 = a_{gr}$$

## Poz. 5.2 Ciężno

Przekrój: R 60.3x 5.0

Wymiary przekroju:

R 60.3x 5.0 D=60,3 d=50,3 g=5,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=33,5 J<sub>vg</sub>=33,5 F=8,7 J=33,5 i<sub>1</sub>=1,96 J<sub>t</sub>=67,0.

Materiał: St3SX, Wytrzymałość f<sub>d</sub>=215 MPa dla g=5,0.



Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

$$N = 49,3 \text{ kN}$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 56,7 \text{ MPa}$   $\sigma_c = 56,7 \text{ MPa}$ .

Nośność elementów rozciąganych:

Siała osiowa:  $N = 49,3 \text{ kN}$ .

Pole powierzchni przekroju:  $A = 8,69 \text{ cm}^2$ .

Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A f_d = 8,69 \times 215 \times 10^{-1} = 186,8 \text{ kN}$ .

Warunek nośności :

$$N = 49,3 < 186,8 = N_n$$

### Poz. 5.3 SŁUPY ŻELBETOWE 30x60cm

Wymiary przekroju [cm]:

$$H=60,0 \quad S=30,0.$$

BETON : **B15**,

Wytrzymałość charakterystyczna:

$$R_{bt} = 11,3 \text{ MPa},$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$R_b = 8,7 \text{ MPa}.$$

$$F_b = 1800 \text{ cm}^2, \quad I_{bx} = 540000 \text{ cm}^4, \quad I_{by} = 135000 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60$ ,

STAL : **34GS, A-III**,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{sk} = 410 \text{ MPa}$ ,

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R_s = 350 \text{ MPa}$ ,

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 20,11 \text{ cm}^2$ ,  $\mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 20,11 / 1800 = 1,12 \%$ ,  $I_{ay} = 11900 \text{ cm}^4$ ,  $I_{ay} = 1929 \text{ cm}^4$ ,

Siły przekrojowe:

Momenty zginające:  $M_x = 148,4 \text{ kNm}$ ,

Siły poprzeczne:  $Q_y = -3,7 \text{ kN}$ ,

Siła osiowa:  $N = -89,9 \text{ kN}$ ,

Mimośrodowość statyczna  $e_x = -M_y / N = -(0,0) / (-89,9) = 0,000 \text{ m}$ ,

$e_y = M_x / N = (148,4) / (-89,9) = -1,651 \text{ m}$

Zbrojenie wymagane:

Siły obliczeniowe:

$$N = -89,9 \text{ kN}, \quad M = 153,9 \text{ kNm}$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$\text{betonu: } R_b = 11,5 \text{ MPa}, \text{ stali: } R_s = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$$

Wielkości geometryczne: [cm]:

$$x = 10,0 \quad (\xi = 0,176), \quad F_{bc} = 301 \text{ cm}^2,$$

$$h = 60,0, \quad h_o = 57,0, \quad a = 3,0,$$

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$$F_a = 7,23 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3 \text{ } \varnothing 20 = 9,42 \text{ cm}^2),$$

$$F_{ac} = 0,00 \text{ cm}^2 < \min F_{ac} = \min \mu_{ac} F_b = 0,0020 \times 1800 = 3,60 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } F_{ac} = 3,60 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \text{ } \varnothing 20 = 6,28 \text{ cm}^2).$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Położenie przekroju:  $a = 0,00 \text{ m}$ ,  $b = 3,20 \text{ m}$ ,

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$\text{betonu: } R_b = 11,5 \text{ MPa}, \text{ stali: } R_s = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{gr} = 0,60$$

Siły obliczeniowe:

$$M = 153,9 \text{ kNm}, \quad N = -89,9 \text{ kN}, \quad (e = |M/N| = 1,712 \text{ m})$$

Wielkości geometryczne [m]:

$$\xi = 0,233 < 0,600,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 21,99 \text{ cm}^2, \quad \mu_a = 1,22 \%$$

$$F_{ac} = 15,71 \text{ cm}^2, \quad \mu_{ac} = 0,87 \%$$

Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_b F_{bc} = -1000 \times 11,5 \times 0,0399 = -458,4 \text{ kN}, \quad M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -458,4 \times (-0,234) = 107,1 \text{ kNm},$$

$$N_a = 769,7 \text{ kN}, \quad M_a = N_a e_a = 769,7 \times 0,193 = 148,4 \text{ kNm},$$

$$N_{ac} = -549,8 \text{ kN}, \quad M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -549,8 \times (-0,270) = 148,4 \text{ kNm},$$

**Warunki stanu granicznego nośności**

$$N_{gr} = |N_{bc} + N_a + N_{ac}| = |-458,4 + 769,7 - 549,8| = 238,4 > 89,9 = |N|,$$

$$M_{gr} = |M_{bc} + M_a + M_{ac}| = |107,1 + 148,4 + 148,4| = 403,9 > 153,9 = |M|$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $d = 6 \text{ mm}$  ze stali A-0, dla której  $R_{us} = 0,8 R_s = 152 \text{ MPa}$ .

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 200,0$  cm

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 10,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} / s = 0,57 \times 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 2

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 10,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} / s = 0,57 \times 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 4

Początek i koniec strefy:  $x_a = 260,0$   $x_b = 320,0$  cm

Strzemiona 2-cięte o rozstawie 10,0 cm.

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{as} / s = 0,57 \times 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

## POZ . 5.4

Belka pomiędzy słupami

Wymiary przekroju [cm]:

$$H=40,0 \quad S=60,0.$$

BETON : B15,

$$F_b = 2400 \text{ cm}^2, \quad I_{bx} = 320000 \text{ cm}^4, \quad I_{by} = 720000 \text{ cm}^4$$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60,$

STAL : 34GS, A-III,

$$\text{Zbrojenie główne: } F_a + F_{ac} = 9,05 \text{ cm}^2, \quad \mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 9,05 / 2400 = 0,38 \%, \quad I_{ax} = 2739 \text{ cm}^4, \\ I_{ay} = 3774 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu:

Momenty zginające:  $M_x = -20,2$  kNm,

Siły poprzeczne:  $Q_y = -4,5$  kN,

Zbrojenie wymagane:

Wielkości geometryczne: [cm]:

$$x = 0,6 \quad (\xi = 0,015), \quad F_{bc} = 35 \text{ cm}^2,$$

$$h = 40,0, \quad h_o = 37,4, \quad a = 2,6,$$

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$$F_a = 0,72 \text{ cm}^2 < \min F_a = \min \mu_a F_b = 0,0010 \times 2400 = 2,40 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } F_a = 2,40 \text{ cm}^2, \Rightarrow \\ (3 \text{ } \varnothing 12 = 3,39 \text{ cm}^2),$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Siły obliczeniowe:

$$h = 40,0, h_o = 37,4, \alpha = 2,6,$$

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$$F_a = 0,72 \text{ cm}^2 < \min F_a = \min \mu_a F_b = 0,0010 \times 2400 = 2,40 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } F_a = 2,40 \text{ cm}^2, \Rightarrow (3 \times 12 = 3,39 \text{ cm}^2),$$

Nośność przekroju prostopadłego:

Siły obliczeniowe:

$$M = 27,0 \text{ kNm},$$

Przekrój jest zginany

$$h = 0,400, h_o = 0,374, F_{bc} = 0,0127 \text{ m}^2, x = \xi h_o = 0,021,$$

$$\alpha = 0,026, \alpha' = 0,026,$$

$$e_{bc} = -0,189, e_a = 0,174, e_{ac} = -0,174,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 4,52 \text{ cm}^2, \mu_a = 0,19 \%$$

$$F_{ac} = 4,52 \text{ cm}^2, \mu_{ac} = 0,19 \%$$

Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_b, F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0127 = -110,5 \text{ kN}, M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -110,5 \times (-0,189) = 20,9 \text{ kNm},$$

$$N_a = 158,3 \text{ kN}, M_a = N_a e_a = 158,3 \times 0,174 = 27,6 \text{ kNm},$$

$$N_{ac} = -50,1 \text{ kN}, M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -50,1 \times (-0,174) = 8,7 \text{ kNm},$$

Warunki stanu granicznego nośności

$$M_{gr} = |M_{bc} - M_a + M_{ac}| = |20,9 + 27,6 + 8,7| = 57,2 > 27,0 = |M|$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $d = 6 \text{ mm}$  ze stali A-0, dla której  $R_{sv} = 0,8 R_s = 152 \text{ MPa}$ .

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

$$\text{Początek i koniec strefy: } x_a = 0,0 \quad x_b = 160,0 \text{ cm}$$

Strzemiona 2-cięte o rozstawie  $10,0 \text{ cm}$ .

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{sv} / s = 0,57 \times 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 2

$$\text{Początek i koniec strefy: } x_a = 160,0 \quad x_b = 420 \text{ cm}$$

Strzemiona 2-cięte o rozstawie  $20,0 \text{ cm}$ .

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{sv} / s = 0,57 \times 152 / 20,0 \times 10 = 43,0 \text{ kN/m}$$

Strefa nr 3

$$\text{Początek i koniec strefy: } x_a = 420 \quad x_b = 600 \text{ cm}$$

Strzemiona 2-cięte o rozstawie  $10,0 \text{ cm}$ .

$$F_s = n f_s = 2 \times 0,28 = 0,57 \text{ cm}^2,$$

$$q_s = F_s R_{us} / s = 0,57 \times 152 / 10,0 \times 10 = 86,0 \text{ kN/m}$$

Ugięcia

$$f = f_{d(a)} = 1,3 \text{ mm}$$

$$f = 1,3 < 30,0 = f_{dop}$$

Poz 5.5 Stopa słupa 30x60cm

Stopa 1,60x2,20x0,9m. Zbrojona krzyżowo prętami  $\emptyset 12$  co 20 cm

Poz 6.1 Stropodach pełny wentylowany.

Obciążenia stałe (PN-82/B-02001)

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $g_o$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Papa termozgrzewalna	0,15	1,3	0,20
2	Gładź cementowa 0,05-22,0	1,1	1,3	1,43
3	Keramzyt 0,30-8,0	2,4	1,3	3,12
4	Blacha trapezowa	0,2	1,1	0,22
5	Styropian gr.18cm 0,18-0,45	0,08	1,3	0,11
6	Strop Teriva II wys.34 cm	4	1,1	4,4
7	Płyty G-K 0,012-11	0,13	1,3	0,17
<b>RAZEM</b>		8,06		9,65

Kąt pochylenia połaci dachowej:  $\alpha = 2$

$$\cos \alpha = 1,0$$

$$\sin \alpha = 0,03$$

Obciążenie śniegiem (PN-80/B-02010)

Budynek znajduje się w I strefie obciążenia śniegiem.

$$Q_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$C = C_2 = 0,8$$

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,7 \cdot 0,8 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$S_o = 1,4 \cdot S_k = 1,4 \cdot 0,56 = 0,78 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem (PN-77/B-02011)

Budynek znajduje się w I strefie obciążenia wiatrem.

$$p_o = 1,3 \cdot p_k = 1,3 \cdot 0,15 = 0 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie charakterystyczne  $q_k = 8,84 \text{ kN/m}^2$  nie przekracza maksymalnego przewidzianego dla stropu Teriva II  $q_T = 9,54 \text{ kN/m}^2$ .

W stropie należy wykonać dwa zebra rozdzielcze poprzeczne do belek stropowych. Zbrojenie zeber podłużne górą i dołem po jednym pręcie średnicy  $\phi 12$  – stal 34GS. Strzemiona  $\phi 6$  typu S co 25 cm – stal St3S.

## 6.2. Belki i wieńce żelbetowe

### 6.2.1. Wieniec żelbetowy(W1)

Przyjęto wieniec o przekroju  $24 \times 38 \text{ cm}$  zbrojony podłużnie górą i dołem  $2 \times 2 \phi 12$ ,  $F_s = 2,26 \text{ cm}^2$ , rozstaw strzemion  $\phi 6$  St3S co 25 mm, beton B15.

### 6.2.2. Nadproża

Przewidziano typowe nadproża prefabrykowane L19.

## 6.3 Podciąg w siłowni

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m]
1	Obciążenie ze stropodachu 10,43-6,6/2	–	–	34,42
2	Ściana z betonu komórkowego gr. 24 cm 0,24-0,85-9,0	1,84	1,3	2,39
3	Obciążenie z płyty		1,1	7,17
<b>RAZEM</b>		–		43,98

Belka trójprzęsłowa

Wymiary przekroju [cm]:

$H=50,0$   $S=25,0$ .

BETON : **B15**,

Wytrzymałość charakterystyczna:

$R_{bk} = 11,3 \text{ MPa}$ ,

Wytrzymałość obliczeniowa:

$R_b = 8,7 \text{ MPa}$ .

$I_b = 1250 \text{ cm}^4$ ,  $I_{bx} = 260417 \text{ cm}^4$ ,  $I_{by} = 65104 \text{ cm}^4$

Graniczna wartość względnej wysokości strefy ściskanej:  $\xi_{gr} = 0,60$ ,

STAL : **34GS, A-III**,

Wytrzymałość charakterystyczna:  $R_{sk} = 410 \text{ MPa}$ ,

Wytrzymałość obliczeniowa:  $R_s = 350 \text{ MPa}$ ,

Zbrojenie główne:  $F_a + F_{ac} = 16,08 \text{ cm}^2$ ,  $\mu = 100 (F_a + F_{ac}) / F_b = 100 \times 16,08 / 1250 = 1,29 \%$ ,  $I_{xx} = 7927 \text{ cm}^4$ ,  $I_{yy} = 841 \text{ cm}^4$ ,

### Sily przekrojowe:

Momenty zginające:  $M_x = -75,0 \text{ kNm}$ ,

Sily poprzeczne:  $Q_v = 24,2 \text{ kN}$ ,

### Zbrojenie wymagane:

Sily obliczeniowe:

$$M = 75,0 \text{ kNm}$$

Wytrzymałość obliczeniowa:

$$\text{betonu: } R_b = 8,7 \text{ MPa, stali: } R_s = 350 \text{ MPa} \Rightarrow \xi_{pr} = 0,60$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$x = 8,1 \quad (\xi = 0,172), \quad F_{bc} = 203 \text{ cm}^2,$$

$$h = 50,0, \quad h_o = 47,2, \quad a = 2,8,$$

Zbrojenie wymagane (obliczone):

$$F_a = 4,97 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3 \circ 16 = 6,03 \text{ cm}^2),$$

### Nośność przekroju prostopadłego:

Sily obliczeniowe:

$$M = 108,4 \text{ kNm},$$

Wielkości geometryczne [m]:

$$\xi = 0,056 < 0,600,$$

**Przekrój jest zginany**

$$h = 0,500, \quad h_o = 0,472, \quad F_{bc} = 0,0066 \text{ m}^2, \quad x = \xi h_o = 0,026,$$

$$a = 0,028, \quad a' = 0,028,$$

$$e_{bc} = -0,237, \quad e_a = 0,222, \quad e_{ac} = -0,222,$$

Zbrojenie:

$$F_a = 8,04 \text{ cm}^2, \quad \mu_a = 0,64 \%$$

$$F_{ac} = 8,04 \text{ cm}^2, \quad \mu_{ac} = 0,64 \%$$

Wielkości statyczne:

$$N_{bc} = -R_b F_{bc} = -1000 \times 8,7 \times 0,0066 = -57,1 \text{ kN}, \quad M_{bc} = N_{bc} e_{bc} = -57,1 \times (-0,237) = 13,5 \text{ kNm},$$

$$N_a = 281,5 \text{ kN}, \quad M_a = N_a e_a = 281,5 \times 0,222 = 62,5 \text{ kNm},$$

$$N_{ac} = -225,6 \text{ kN}, \quad M_{ac} = N_{ac} e_{ac} = -225,6 \times (-0,222) = 50,1 \text{ kNm},$$

**Warunki stanu granicznego nośności**

$$M_{gr} = |M_{bc} + M_a + M_{ac}| = |13,5 + 62,5 + 50,1| = 126,1 > 108,4 = |M|$$

**Zarysowanie**

$$a_f = 0,27 < 0,3 \text{ mm} = a_{dop}$$

Ugięcia

$$f = f_{d(d)} = 7,2 \text{ mm}$$

$$f = 7,2 < 23,5 = f_{dop}$$

Poz.6.4 Słup w siłowni

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/]
1	Obciążenie z podciagu	-	-	248,7
2	Ciężar słupa 4,0·3,14·0,125·0,125·25	4,9	1,1	5,4
<b>RAZEM</b>		-	-	254,1

$$L = 4,00 \text{ m}$$

Przyjęto słup o średnicy 25 cm

$$d = 22 \text{ cm} \quad c = 0,85 \quad \varphi = 0,91$$

Nośność

$$N_{sd} < N_{rd} = \alpha \cdot \varphi \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h = 0,7 \cdot 0,87 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 12,5 \cdot 12,5 = 298 \text{ kN}$$

Przyjęto zbrojenie 6 pręty  $\phi 12$  oraz strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  w rozstawie co 10/20 cm

6.5 Fundamenty

3.4.1 Ława fundamentowa zewnętrzna

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m]
1	Z dachu 10,43·7,30/2	-	-	38,07
2	Ściana z betonu komórkowego gr. 24 cm 0,24·3,70·9,0	8	1,3	10,4
3	Ściana fundamentowa 1,1·0,24·24,0	6,34	1,1	6,97
4	Ława fundamentowa szer. 60 cm 0,4·0,60·24,0	5,76	1,1	6,34
<b>RAZEM</b>		-	-	61,78

$$61,78 / 1,0 \cdot 0,6 = 102,96 \text{ kPa} < 150 \text{ kPa}$$



### 6.6 Ława fundamentowa wewnętrzna

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_d$ [kN/m]
1	Ściana z betonu komórkowego gr. 24 cm 0,24·3,70·9,0	8	1,3	10,4
2	Ściana fundamentowa 1,1·0,24·24,0	6,34	1,1	6,97
3	Ława fundamentowa szer. 40 cm 0,4·0,40·24,0	3,84	1,1	4,22
<b>RAZEM</b>		–		21,59

$$21,59/1,0 \cdot 0,4 = 53,98 \text{ kPa} < 150 \text{ kPa}$$

### 6.7. Stopa fundamentowa

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_d$ [kN/m]
1	Obciążenie	–	–	254,1
2	stopa fundamentowa 120x120 cm 1,2·1,2·24,0·0,6	20,74	1,1	22,81
<b>RAZEM</b>		–		276,91

$$276,91/1,2 \cdot 1,2 = 192,3 \text{ kPa}$$

### 7.0. Schody żelbetowe.

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współcz. obciążenia $\gamma_f$	Wartość obliczeniowa $q_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Ciężar płyty 0,12·25,0/0,487	6,16	1,1	6,76
2	Ciężar stopni z wykładziną 0,5·0,18·0,22	1,98	1,3	2,57
3	Obciążenie zmienne	5	1,3	6,5
<b>RAZEM</b>		13,14		15,24

Przyjęto beton B15 stal A-I.

Rozpiętość obliczeniowa:

$$l_0 = 1 \cdot 1,05 = 2,00 \cdot 1,05 = 2,1 \text{ m}$$

Schemat statyczny płyty bieguwej – belka swobodnie podparta obciążona równomiernie.

$$M = 0,125 \cdot q_0 \cdot l_0^2 = 0,125 \cdot 15,24 \cdot 2,1^2 = 8,40 \text{ kNm/m}$$

$$R = 0,5 \cdot q_0 \cdot l_0 = 0,5 \cdot 15,24 \cdot 2,68 = 20,42 \text{ kN}$$

Przyjęto grubość płyty  $h = 10 \text{ cm}$ .

Obliczenie przekroju zbrojenia

$$d = 8 \text{ cm}$$

$$s_c = M / (b \cdot h_0^2 \cdot f_{cd}) = 840 / (100 \cdot 8^2 \cdot 0,87) = 0,151$$

$$\zeta = 0,915$$

$$F_s = M / (\zeta \cdot f_{yd} \cdot d) = 840 / (0,915 \cdot 21 \cdot 10) = 4,37 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie dołem płyty  $\phi 10$  St3S o rozstawie  $c_0 = 12 \text{ cm}$ ;  $F_s = 7,13 \text{ cm}^2$

Pręty rozdzielcze wykonać jako  $\phi 6$  St3S o rozstawie  $25 \text{ cm}$ .

## 8.0. Schody żelbetowe płytowe

$$\cos \alpha = 0,92$$

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Współcz. obciążenia $\gamma_c$	Wartość obliczeniowa $q_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Ciężar płyty 0,10·25,0/0,92	2,71	1,1	2,99
2	Ciężar stopni z wykładziną 0,5·0,15·0,22/0,92	1,79	1,3	2,33
3	Tynk cem.-wap. 0,015·19,0/0,92	0,3	1,3	0,4
4	Obciążenie zmienne	5	1,3	6,5
	<b>RAZEM</b>	<b>9,8</b>		<b>12,22</b>

Przyjęto beton B15 stal A-I.

Rozpiętość obliczeniowa:

$$l_0 = 1 \cdot 1,05 = 3,15 \cdot 1,05 = 3,30 \text{ m}$$

Schemat statyczny płyty bieguwej – belka swobodnie podparta obciążona równomiernie.

$$M = 0,125 \cdot q_0 \cdot l_0^2 = 0,125 \cdot 12,22 \cdot 3,30^2 = 16,63 \text{ kNm/m}$$

$$R = 0,5 \cdot q_0 \cdot l_0 = 0,5 \cdot 12,22 \cdot 3,30 = 20,2 \text{ kN}$$

Przyjęto grubość płyty bieguwej  $h = 10 \text{ cm}$ .

Obliczenie przekroju zbrojenia

$$d = 8 \text{ cm}$$

$$s_c = M / (b \cdot h_0^2 \cdot f_{cd}) = 1663 / (100 \cdot 8^2 \cdot 0,87) = 0,299$$

$$\zeta=0,815$$

$$F_s = M/\zeta \cdot f_{yd} \cdot d = 1663/0,815 \cdot 21 \cdot 10 = 9,71 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie dołem płyty  $\phi 10$  St3S o rozstawie co 8 cm;  $F_s = 9,81 \text{ cm}^2$

Pręty rozdzielcze wykonać jako  $\phi 6$  St3S o rozstawie 25 cm.

### 8.1. Belka żelbetowa pod bieg schodów

Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m]
1	ciężar od spocznika $10,19 \text{ kN/m}^2 \times 1,4/2 \text{ m}$	–	–	7,13
1	ciężar od schodów $12,22 \text{ kN/m}^2 \times 3,3/2 \text{ m}$	–	–	20,16
2	ciężar własny $0,20 \cdot 0,25 \cdot 25,0$	1,25	1,1	1,38
<b>RAZEM</b>		–		28,67

Rozpiętość obliczeniowa:

$$l_o = 1 \cdot 1,05 = 2,0 \cdot 1,05 = 2,10 \text{ m}$$

Dla betonu B15:

$$f_{cd} = 8,7 \text{ MPa}$$

Dla stali A-III (34GS)

$$R_s = 350 \text{ MPa}$$

Schemat statyczny – belka swobodnie podparta obciążona równomiernie.

$$M = 0,125 \cdot q_o \cdot l_o^2 = 0,125 \cdot 28,67 \cdot 2,10^2 = 15,80 \text{ kNm}$$

$$R = 0,5 \cdot q_o \cdot l_o = 0,5 \cdot 28,67 \cdot 2,10 = 31,1 \text{ kN}$$

Przyjęto wymiary przekroju belki  $20 \times 25 \text{ cm}$

Obliczenie przekroju zbrojenia

$$d = 23 \text{ cm}$$

$$s_c = M/(b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 1580/(20 \cdot 23^2 \cdot 0,87) = 0,17$$

$$\zeta = 0,905$$

$$F_a = M/\zeta \cdot f_{yd} \cdot d = 1580/0,905 \cdot 35 \cdot 30 = 1,66 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie dołem belki  $2\phi 12$ ;  $F_a = 2,26 \text{ cm}^2$

Ścinanie

$$R_{bz} = 0,75 \text{ MPa}$$

$$Q_{min} = 0,75 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 0,75 \cdot 0,075 \cdot 20 \cdot 23 = 27,17 \text{ kN}$$

Przyjęto rozstaw strzemion  $\phi 6$  w rozstawie 20 cm.

## 8,2 Słup żelbetowy

### Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $N_k$ [kN/]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $N_o$ [kN]
1	obciążenie od belki	–	–	31,1
2	Ciężar własny 0,30·25,0	3,24	1,1	3,56
<b>RAZEM</b>		–		16,17

$$L = 4,50\text{m}$$

Przyjęto słup o wymiarach 30x30cm

$$d = 26\text{ cm} \quad c = 0,85 \quad \phi = 0,9!$$

Nośność

$$N_{sd} < N_{rr} = \alpha \cdot \phi \cdot f_c \cdot d \cdot b \cdot h = 0,7 \cdot 0,87 \cdot 26 \cdot 26 = 411\text{ kN}$$

Przyjęto zbrojenie 4 pręty  $\phi 12$  oraz strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  w rozstawie co 20 cm

## 8.3. Stopa fundamentowa

### Obciążenia stałe

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. $q_k$ [kN/m]	Współcz. obciążenia $\gamma_r$	Wartość obliczeniowa $q_o$ [kN/m]
1	Obciążenie	–	–	31,1
2	stopa fundamentowa szer. 80 cm 0,80·0,80·0,40·25,0	6,4	1,1	7,04
<b>RAZEM</b>		–		38,14

$$38,14/0,80 \cdot 0,80 = 59,6\text{ kPa} < 150\text{kPa}$$

## Płyty żelbetowe

### Zbrojenie płyty P3

Płyta zbrojona dwukierunkowo

BETON B15 STAL A-I Płyta gr 15 cm.

Numer siatki	Położenie	Wymiary	Średn.	Rozstaw zbr.
		Lx Ly	pręta kier.x	kier.y
	dolne	6,04 3,79	10,0 20,0	15,0

W strefach przypodporowych należy zastosować zbrojenie górne o średnicy 10 cm w rozstawie co 20 cm.

**Zbrojenie płyty P4**

Płyta zbrojona dwukierunkowo

BETON B15 STAL A-I Płyta gr 15 cm.

Położenie siatki	Wymiary		Średn. pręta [mm]	Rozstaw zbr.	
	Lx [m]	Ly [m]		kier.x [cm]	kier.y [cm]
dolne	2,99	3,81	10,0	20,0	20,0

W strefach przypodporowych należy zastosować zbrojenie górne o średnicy 10 cm w rozstawie co 20 cm.

**Zbrojenie płyty P5**

Płyta zbrojona

BETON B15 STAL A-I Płyta gr 15 cm.

Położenie siatki	Wymiary		Średn. pręta [mm]	Rozstaw zbr.	
	Lx [m]	Ly [m]		kier.x [cm]	kier.y [cm]
dolne	15,06	3,58	10,0	25,0	11,5

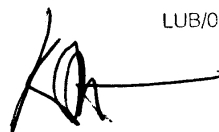
W strefach przypodporowych należy zastosować zbrojenie górne o średnicy 10 cm odginając co drugi pręt ze zbrojenia dolnego

Projektował : mgr inż. Piotr Bogusiewicz

*Piotr Bogusiewicz*  
mgr inż. Piotr Bogusiewicz

Uprawnienia do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

LUB/0073/PWOK/10 MAZ/BO/0606/10



MAZ  
MAZ/BO/0606/10

MAZ/BO/0606/10

## ZESTAWIENIE STALI ZBROJENIOWEJ

Nr PRETA	ŚREDN. CA PRETA mm	DŁ. PRETA m	LICZBA PRETON w 1 ELEM. szt.	DŁUGOŚĆ OGÓLNA						
				STOS		34GS				
				φ 6 m	φ 8 m	#12 m	#14 m	#16 m		
				4	5	6	7	8		
01	#16	5,66	6							
02	φ 6	0,92	38	34,96						33,96
03	#16	3,95	6							23,70
04	φ 6	0,84	29	24,36						
05	#16	0,60	1							0,60
06	16	3,95	6							23,70
07	14	1,29	6					7,74		
08	φ 8	0,66	3		1,98					
09	#12	0,90	12			10,80				
010	φ 6	0,81	29	23,49						
DŁ. OGÓLNA WΣ φ				m	82,81	1,98	10,80	7,74	81,96	
MASA 1m / PRETA				kg	0,222	0,395	0,888	1,21	1,58	
+ PRETON WΣ φ				kg	18,40	0,80	9,60	9,37	130,00	
ROZRAHUN STALI				kg	19,20		149,00			
MASA CAŁKOWITA				kg	168,20					

SKŁAD: SE-3, SE-4 i SE-5 + STOPA POD SE-3.