

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

(wyciąg z obliczeń)

do projektu rozbudowa i przebudowa świetlicy wiejskiej,
na terenie działek nr 275/1, 275/2 w miejscowości Jaroszewo, Gmina Żnin

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Grupa norm: Eurokod

Opis	Jedn.	Q _k	γ _{f1}	γ _{f2}	Q _{o1}	Q _{o2}
1. Ciężar						
1.1. Panele fotowoltaiczne	kN/m ²	0,1	1,35	1,00	0,14	0,10
1.2. Żelbet	kN/m ³	25	1,35	1,00	33,75	25,00
1.3. Ściana fundamentowa	kN/m ²	5,9	1,35	1,00	7,91	5,86
1.3.1. Mur z bloczków betonowych 24cm	kN/m ²	5,28	1,35	1,00	7,13	5,28
1.3.2. Styropian 20cm	kN/m ²	0,09	1,35	1,00	0,12	0,09
1.3.3. Klej	kN/m ²	0,22	1,35	1,00	0,30	0,22
1.3.4. Zaprawa wapienno-cementowa	kN/m ²	0,3	1,35	1,00	0,36	0,27
1.4. Wykończenie posadzki	kN/m ²	1,835	1,35	1,00	2,48	1,83
1.4.1. Posadzka	kN/m ²	0,45	1,35	1,00	0,61	0,45
1.4.2. Szlichta	kN/m ²	1,32	1,35	1,00	1,78	1,32
1.4.3. Styropian	kN/m ²	0,045	1,35	1,00	0,06	0,05
1.4.4. Folia	kN/m ²	0,02	1,35	1,00	0,03	0,02
1.5. Dach	kN/m ²	0,36	1,35	1,00	0,49	0,36
1.5.1. Płyta warstwowa	kN/m ²	0,15	1,35	1,00	0,20	0,15
1.5.2. Sufit podwieszany	kN/m ²	0,21	1,35	1,00	0,28	0,21
1.6. Ściana wewnętrzna	kN/m ²	2,445	1,35	1,00	3,30	2,45
1.6.1. Mur z ABK gr. 24cm	kN/m ²	2,16	1,35	1,00	2,92	2,16
1.6.2. Gładź/zaprawa cementowo-wapienna	kN/m ²	0,285	1,35	1,00	0,38	0,28
1.7. Ściana zewnętrzna	kN/m ²	2,799	1,35	1,00	3,78	2,80
1.7.1. Mur z ABK gr. 24cm	kN/m ²	2,16	1,35	1,00	2,92	2,16
1.7.2. Gładź/zaprawa cementowo-wapienna	kN/m ²	0,285	1,35	1,00	0,38	0,28
1.7.3. Styropian 20cm	kN/m ²	0,09	1,35	1,00	0,12	0,09
1.7.4. Klej + tynk	kN/m ²	0,264	1,35	1,00	0,36	0,26
1.8. Ścianka działowa	kN/m ²	1,65	1,35	1,00	2,23	1,65
1.8.1. Mur z ABK gr. 12cm	kN/m ²	1,08	1,35	1,00	1,46	1,08
1.8.2. Gładź/zaprawa cementowo-wapienna	kN/m ²	0,57	1,35	1,00	0,77	0,57
1.9. Ściana fundamentowa	kN/m ²	5,572	1,35	1,00	7,52	5,57
1.9.1. Mur z bloczków betonowych 24cm	kN/m ²	5,28	1,35	1,00	7,13	5,28
1.9.2. Styropian 16 cm	kN/m ²	0,072	1,35	1,00	0,10	0,07
1.9.3. Klej	kN/m ²	0,22	1,35	1,00	0,30	0,22
2. Użytkowe						
2.1. Użytkowe (kategoria C5)	kN/m ²	7,5	1,50	1,00	11,25	7,50
2.2. Użytkowe (kategoria B)	kN/m ²	3,0	1,50	1,00	4,50	3,00
2.3. Ściany działowe o c.w. do 2.0 kN/m	kN/m ²	0,8	1,00	1,00	0,80	0,80
3. Śnieg						
3.1. Dach dwuspadowy 1	kN/m ²	0,72	1,50	1,50	1,08	1,08
3.2. Dach dwuspadowy 2	kN/m ²	0,36	1,50	1,50	0,54	0,54
4. Wiatr						
4.1. Dach dwuspadowy P.N.						
4.1.1. Pole F	kN/m ²	0,15	1,50	1,50	0,23	0,23
4.1.2. Pole G	kN/m ²	0,15	1,50	1,50	0,23	0,23
4.1.3. Pole H	kN/m ²	0,09	1,50	1,50	0,13	0,13

4.2. Dach dwuspadowy P.Z.						
4.2.1. Pole I	kN/m ²	-0,34	1,50	1,50	-0,51	-0,51
4.2.2. Pole J	kN/m ²	-0,62	1,50	1,50	-0,92	-0,92

POZ.1. KONSTRUKCJA DACHU

Rozmieszczenie elementów konstrukcji dachu wg rysunku „Rzut konstrukcji dachu”.

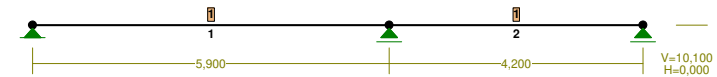
POZ.1.1. PŁYTA WARSTWOWA

POZ.1.1. SPRAWDZENIE PŁYT WARSTWOWYCH FIRMY PRUSZYŃSKI

Przyjęto płytę warstwową dachowa firmy PRUSZYŃSKI z rdzeniem PIR o grubości 16 cm.

POZ.1.2. PŁATEW DACHOWA 160x80x6,0 mm

PRZEKROJE PRĘTÓW:



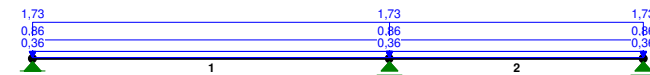
PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1	00	0	1	5,900	0,000	5,900	1,000	1 H *160x80x6
2	00	1	2	4,200	0,000	4,200	1,000	1 H *160x80x6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

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

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a[m]: b[m]:

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe γ_G= 1,35/1,00

Grupa: A "Stałe" Stałe γ_G= 1,35/1,00

1	Liniowe	0,0	0,86	0,86	0,00	5,90
		1.5 Dac p=0,36*2,400				
1	Liniowe	0,0	0,24	0,24	0,00	5,90
		1.1 Panele fotowoltaiczn p=0,10*2,400				
2	Liniowe	0,0	0,86	0,86	0,00	4,20
		1.5 Dac p=0,36*2,400				
2	Liniowe	0,0	0,24	0,24	0,00	4,20
		1.1 Panele fotowoltaiczn p=0,10*2,400				

Grupa: B "Śnieg" Zmienne γ_G= 1,50

1	Liniowe	0,0	1,73	1,73	0,00	5,90
		3.1 Dach dwuspadowy p=0,72*2,400				
2	Liniowe	0,0	1,73	1,73	0,00	4,20

3.1 Dach dwuspadowy p=0,72*2,400						
Grupa: C "Wiatr"			Zmienne	$\gamma_0 = 1,50$		
1	Linijowe	0,0	0,36	0,36	0,00	5,90
	4.1.1 Pole	p=0,15*2,400				
2	Linijowe	0,0	0,36	0,36	0,00	4,20
	4.1.1 Pole	p=0,15*2,400				

W Y N I K I wg PN-EN 1990
Teoria I-go rzędu
RM_Win v. 11.113 licencja nr 33371

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A-"Stałe"	Stałe	1,35/1,00	
B-"Śnieg"	Zmienne	1 1,50 0,5/0,2/0	
C-"Wiatr"	Zmienne	1 1,50 0,6/0,2/0	

Pręt nr 1

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.50 licencja nr 33371)

Zadanie: platew2

Przekrój: 1 - H * 160x80x6

Wymiary przekroju: h=160,0 s=80,0 g=6,0 t=6,0 vy=0,0 vz=0,0 r=2,9.

Charakterystyka geometryczna przekroju: Iy=893,7 Iz=294,9 A=27,36 iy=5,7 iz=3,3 Iw=911,4 It=683,5 is=6,591.

Materiał: S 235. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u=360$ dla $g=6,0$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadłe do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Nośność przekroju na ścinanie:

$x = 5,900$; $x_b = 0,000$; Przeszło \square : 1, 1, 1. Obciążenie \square : 1,35*0,85*(CW+A)+1,5*(B+0,6*C) (b)

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{14,73}{289,16} = \mathbf{0,051} < \mathbf{1}$$

- wzdłuż osi Y

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{5,36}{130,25} = \mathbf{0,041} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x = 5,900$; $x_b = 0,000$; Przeszło \square : 1, 1, 1. Obciążenie \square : 1,35*0,85*(CW+A)+1,5*(B+0,6*C) (b)

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\left\{ \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \right\}^{1/\gamma} = \left\{ \left[\frac{14,4}{32,81} \right]^{1,66} + \left[\frac{5,24}{19,95} \right]^{1,66} \right\}^{1/1,66} = 0,363^{1/1,66} = \mathbf{0,544} < \mathbf{1} \quad (6.41)$$

Zginanie (stateczność):

$x = 5,900$; $x_b = 0,000$; Przeszło \square : 1, 1, 1. Obciążenie \square : 1,35*0,85*(CW+A)+1,5*(B+0,6*C) (b)

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{14,4}{32,81} = \mathbf{0,439} < \mathbf{1} \quad (6.54)$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 5,900$; $x_b = 0,000$; Przeszło \square : 1, 1, 1. Obciążenie \square : 1,35*0,85*(CW+A)+1,5*(B+0,6*C) (b)

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{14,31}{199,94} = \mathbf{0,072} < \mathbf{1} \quad (6.14 \text{ EN } 1993-1-5)$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,072 + 0,8 \times 0,877 = \mathbf{0,000} < \mathbf{1,4} \quad (7.2 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Stan graniczny użyteczności:

Przeszło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B+0,6*C Kombi \square ch \square ktery styc \square

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = \mathbf{18,1} < \mathbf{29,5} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

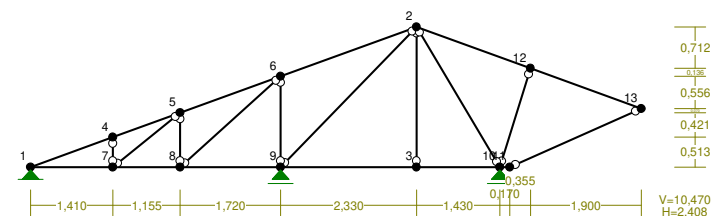
$$\square = 20,413 \text{ mm}; \quad L/a = 5900,0 / 20,413 = 289,0$$

POZ.1.3. KRATOWNICA NR 1

Przyjęto kratownice z przekrojami jak w Kratownicy 2 i 3.

POZ.1.4. KRATOWNICA NR 2

WĘZŁY:



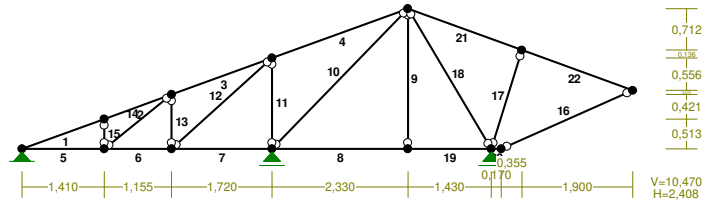
WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	8	2,565	0,000
2	6,615	2,408	9	4,285	0,000
3	6,615	0,000	10	8,045	0,000
4	1,410	0,513	11	8,215	0,000
5	2,565	0,934	12	8,570	1,696

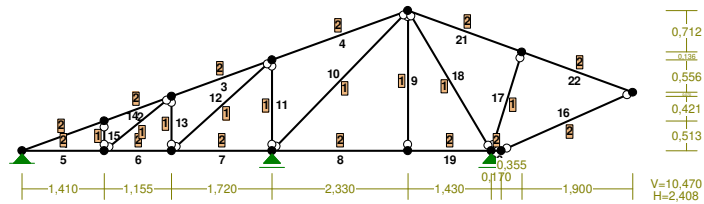
6	4,285	1,560	13	10,470	1,004
7	1,410	0,000			

20	00	9	10	0,170	0,000	0,170	1,000	2	H120x120x4,5
21	00	1	11	1,955	-0,712	2,081	1,000	2	H120x120x4,5
22	00	11	12	1,900	-0,692	2,022	1,000	2	H120x120x4,5

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:

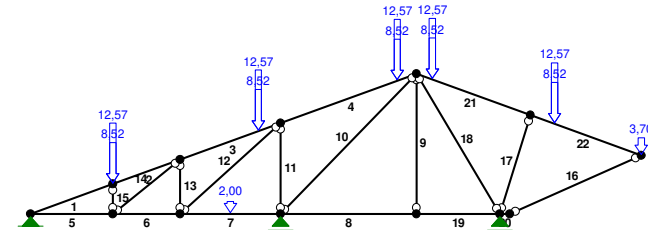


PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	3	1,410	0,513	1,500	1,000	2 H120x120x4,5
2	00	3	4	1,155	0,421	1,229	1,000	2 H120x120x4,5
3	00	4	5	1,720	0,626	1,830	1,000	2 H120x120x4,5
4	00	5	1	2,330	0,848	2,480	1,000	2 H120x120x4,5
5	00	0	6	1,410	0,000	1,410	1,000	2 H120x120x4,5
6	00	6	7	1,155	0,000	1,155	1,000	2 H120x120x4,5
7	00	7	8	1,720	0,000	1,720	1,000	2 H120x120x4,5
8	00	8	2	2,330	0,000	2,330	1,000	2 H120x120x4,5
9	11	2	1	0,000	2,408	2,408	1,000	1 H 60x 60x 4.0
10	11	1	8	-2,330	-2,408	3,351	1,000	1 H 60x 60x 4.0
11	11	8	5	0,000	1,560	1,560	1,000	1 H 60x 60x 4.0
12	11	5	7	-1,720	-1,560	2,322	1,000	1 H 60x 60x 4.0
13	11	7	4	0,000	0,934	0,934	1,000	1 H 60x 60x 4.0
14	11	4	6	-1,155	-0,934	1,485	1,000	1 H 60x 60x 4.0
15	11	6	3	0,000	0,513	0,513	1,000	1 H 60x 60x 4.0
16	11	12	10	-2,255	-1,004	2,468	1,000	2 H120x120x4,5
17	11	11	9	-0,525	-1,696	1,775	1,000	1 H 60x 60x 4.0
18	11	9	1	-1,430	2,408	2,801	1,000	1 H 60x 60x 4.0
19	00	2	9	1,430	0,000	1,430	1,000	2 H120x120x4,5

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
Grupa:	A "Stałe"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
2	Skupione	0,0	8,52		0,00	
3	Skupione	0,0	8,52		1,43	
4	Skupione	0,0	8,52		2,13	
21	Skupione	0,0	8,52		0,29	
22	Skupione	0,0	8,52		0,44	
22	Skupione	0,0	3,70		2,02	
Grupa:	B "Śnieg+Wiatr"			Zmienne	$\gamma_G = 1,50$	
2	Skupione	0,0	12,57		0,00	
3	Skupione	0,0	12,57		1,43	
4	Skupione	0,0	12,57		2,13	
21	Skupione	0,0	12,57		0,29	
22	Skupione	0,0	12,57		0,44	
Grupa:	E "Wyposażenie"			Zmienne	$\gamma_G = 1,50$	
7	Skupione	0,0	2,00		0,86	

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM_Win v. 11.113 licencja nr 33371

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A-"Stałe"	Stałe	1,35/1,00	

B - "Śnieg+Wiatr"	Zmienne	1	1,50	0,5/0,2/0
E - "Wyposażenie"	Zmienne	1	1,50	0,9/0,7/0,5

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
A - "Stałe"	EWENTUALNIE
B - "Śnieg+Wiatr"	EWENTUALNIE
E - "Wyposażenie"	EWENTUALNIE

Pręt nr 18

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.50 licencja nr 33371)

Zadanie: Kratownica_nr_2

Przekrój: 1 - H 60x 60x 4.0

Wymiary przekroju: h=60,0 s=60,0 g=4,0 t=4,0 r=4,0.

Charakterystyka geometryczna przekroju: I_y=45,9 I_z=45,9 A=8,82 i_y=2,3 i_z=2,3 I_w=0,1 I_t=71,4 i_s=3,226.

Materiał: S 235. Granica plastyczności f_y=235 MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie f_t = 360 dla g=4,0.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadłe do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone q = 0 kN/m,
- momenty przywęzłowe M_a = 0, M_b = 0 kNm,
- moment skręcający T = 0 kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi γ_f = 1.

Nośność na ściskanie:

x□ = 0,000; x_b = 2,801; Przęsło □: 1, 1, 1. Obciążenie □: 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·B (b)

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{44,97}{207,27} = \mathbf{0,217 < 1} \quad (6.9)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{44,97}{96,65} = \mathbf{0,465 < 1} \quad (6.46)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

x□ = 2,801; x_b = 0,000; Przęsło □: 1, 1, 1. Obciążenie □: 1,35·CW+A+1,5·0,9·E (a)

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,07}{59,83} = \mathbf{0,001 < 1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

x□ = 1,575; x_b = 1,225; Przęsło □: 1, 1, 1. Obciążenie □: 1,35·CW+A+1,5·0,9·E (a)

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{0,05}{4,18} = \mathbf{0,012 < 1} \quad (6.31)$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·B (b)

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{44,97}{0,466 \times 207,27 / 1} + 0,823 \times \frac{0,04 + 0}{1,000 \times 4,18 / 1} + 0,494 \times \frac{0 + 0}{4,18 / 1} = \mathbf{0,473 < 1} \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{44,97}{0,466 \times 207,27 / 1} + 0,000 \times \frac{0,04 + 0}{1,000 \times 4,18 / 1} + 0,823 \times \frac{0 + 0}{4,18 / 1} = \mathbf{0,465 < 1} \quad (6.62)$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

x□ = 0,000; x_b = 2,801; Przęsło □: 1, 1, 1. Obciążenie □: 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·B (b)

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{0,03}{121,42} = \mathbf{0,000 < 1} \quad (6.14 \text{ EN } 1993-1-5)$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,000 + 0,8 \times 0,217 = \mathbf{0,174 < 1,4} \quad (7.2 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = \mathbf{0,3 < 11,2} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$\square = 0,294 \text{ mm}; \quad L / a = 2800,6 / 0,294 = 9532,7$$

Pręt nr 21

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.50 licencja nr 33371)

Zadanie: Kratownica_nr_2

Przekrój: 2 - H120x120x4,5

Wymiary przekroju: h=120,0 s=120,0 g=4,5 t=4,5 r=6,3.

Charakterystyka geometryczna przekroju: I_y=452,0 I_z=452,0 A=20,50 i_y=4,7 i_z=4,7 I_w=2,2 I_t=704,4 i_s=6,641.

Materiał: S 235. Granica plastyczności f_y=235 MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie f_t = 360 dla g=4,5.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadłe do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone q = 0 kN/m,
- momenty przywęzłowe M_a = 0, M_b = 0 kNm,
- moment skręcający T = 0 kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi γ_f = 1.

Nośność elementów rozciąganych:

x□ = 0,083; x_b = 1,998; Przęsło □: 1, 1, 1. Obciążenie □: 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b)

Warunek nośności (6.5):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{27,92}{481,75} = \mathbf{0,058 < 1} \quad (6.5)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

x□ = 0,000; x_b = 2,081; Przęsło □: 1, 1, 1. Obciążenie □: 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b)

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{22,85}{139,07} = \mathbf{0,164 < 1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x = 0,2081$; $x_b = 0,000$; Przeszło \square : 1, 1, 1. Obciążenie \square : $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (B+0,9 \cdot E)$ (b)
Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{5,26}{20,26} = \mathbf{0,260 < 1} \quad (6.31)$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x = 0,290$; $x_b = 1,791$; Przeszło \square : 1, 1, 1. Obciążenie \square : $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (B+0,9 \cdot E)$ (b)
Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{13,45}{149,36} = \mathbf{0,090 < 1} \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,090 + 0,8 \times 0,191 = \mathbf{0,243 < 1,4} \quad (7.2 \text{ EN 1993-1-5})$$

Stan graniczny użyteczności:

Przeszło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B Kombinacja charakterystyczna
Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

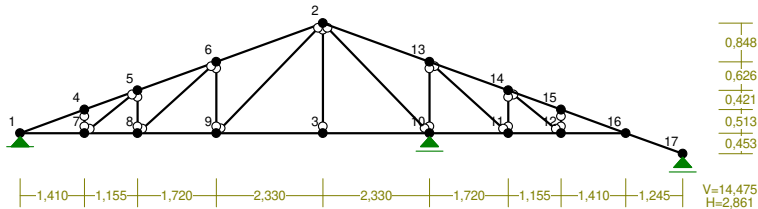
$$a_{\max} = \mathbf{0,5 < 8,3} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$\square = 0,512 \text{ mm}; \quad L/a = 2080,6 / 0,512 = 4063,9$$

POZ.1.5. KRATOWNICA NR 3

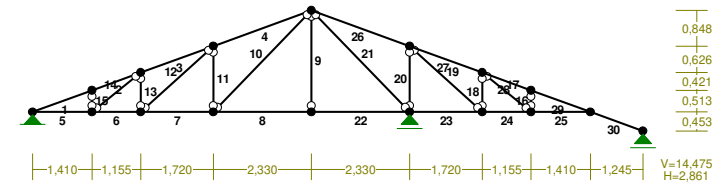
WĘZŁY:



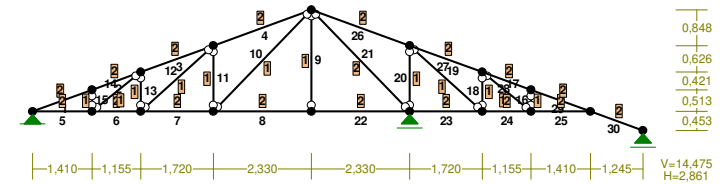
WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,453	10	8,945	0,453
2	6,615	2,861	11	10,665	0,453
3	6,615	0,453	12	11,820	0,453
4	1,410	0,966	13	8,945	2,013
5	2,565	1,387	14	10,665	1,387
6	4,285	2,013	15	11,820	0,966
7	1,410	0,453	16	13,230	0,453
8	2,565	0,453	17	14,475	0,000
9	4,285	0,453			

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	3	1,410	0,513	1,500	1,000	2 H120x120x4,5
2	00	3	4	1,155	0,421	1,229	1,000	2 H120x120x4,5
3	00	4	5	1,720	0,626	1,830	1,000	2 H120x120x4,5
4	00	5	1	2,330	0,848	2,480	1,000	2 H120x120x4,5
5	00	0	6	1,410	0,000	1,410	1,000	2 H120x120x4,5
6	00	6	7	1,155	0,000	1,155	1,000	2 H120x120x4,5
7	00	7	8	1,720	0,000	1,720	1,000	2 H120x120x4,5
8	00	8	2	2,330	0,000	2,330	1,000	2 H120x120x4,5
9	11	2	1	0,000	2,408	2,408	1,000	1 H 60x 60x 4.0
10	11	1	8	-2,330	-2,408	3,351	1,000	1 H 60x 60x 4.0
11	11	8	5	0,000	1,560	1,560	1,000	1 H 60x 60x 4.0
12	11	5	7	-1,720	-1,560	2,322	1,000	1 H 60x 60x 4.0
13	11	7	4	0,000	1,000	1,000	1,000	1 H 60x 60x 4.0
14	11	4	6	-1,155	-0,934	1,485	1,000	1 H 60x 60x 4.0
15	11	6	3	0,000	0,513	0,513	1,000	1 H 60x 60x 4.0
16	11	14	11	0,000	-0,513	0,513	1,000	1 H 60x 60x 4.0
17	11	11	13	-1,155	0,934	1,485	1,000	1 H 60x 60x 4.0
18	11	13	10	0,000	-0,934	0,934	1,000	1 H 60x 60x 4.0
19	11	10	12	-1,720	1,560	2,322	1,000	1 H 60x 60x 4.0
20	11	12	9	0,000	-1,560	1,560	1,000	1 H 60x 60x 4.0
21	11	9	1	-2,330	2,408	3,351	1,000	2 H120x120x4,5
22	00	2	9	2,330	0,000	2,330	1,000	2 H120x120x4,5
23	00	9	10	1,720	0,000	1,720	1,000	2 H120x120x4,5
24	00	10	11	1,155	0,000	1,155	1,000	2 H120x120x4,5
25	00	11	15	1,410	0,000	1,410	1,000	2 H120x120x4,5
26	00	1	12	2,330	-0,848	2,480	1,000	2 H120x120x4,5
27	00	12	13	1,720	-0,626	1,830	1,000	2 H120x120x4,5
28	00	13	14	1,155	-0,421	1,229	1,000	2 H120x120x4,5

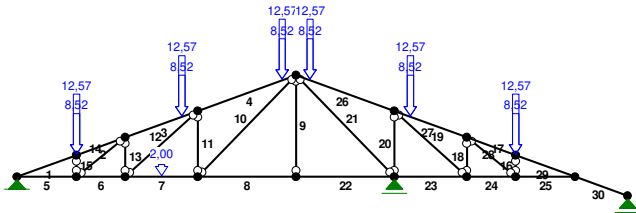
29	00	14	15	1,410	-0,513	1,500	1,000	2	H120x120x4,5
30	00	15	16	1,245	-0,453	1,325	1,000	2	H120x120x4,5

ZESTAWIENIE MATERIAŁU:

Oznaczenie:	Materiał:	Długość [m]	Masa [t]	
H 120x120x 4.5	S 235	2x 1,50 + 2x 1,23 + 2x 1,83 + 2x 2,48 + 2x 1,41 + 2x 1,15 + 2x 1,72 + 2x 2,33 + 1x 3,35 + 1x 1,32	= 31,98	0,515
H 60x 60x 4.0	S 235	1x 2,41 + 1x 3,35 + 2x 1,56 + 2x 2,32 + 1x 1,00 + 2x 1,49 + 2x 0,51 + 1x 0,93	= 19,45	0,135

MASA CAŁKOWITA USTROJU: **0,649**

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: CW	"Ciężar własny"		Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$		
Grupa: A	"Stałe"		Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$		
2	Skupione	0,0	8,52	0,00		
3	Skupione	0,0	8,52	1,43		
4	Skupione	0,0	8,52	2,13		
26	Skupione	0,0	8,52	0,35		
27	Skupione	0,0	8,52	0,40		
28	Skupione	0,0	8,52	1,23		
Grupa: B	"Śnieg+Wiatr"		Zmienne	$\gamma_G = 1,50$		
2	Skupione	0,0	12,57	0,00		
3	Skupione	0,0	12,57	1,43		
4	Skupione	0,0	12,57	2,13		
26	Skupione	0,0	12,57	0,35		
27	Skupione	0,0	12,57	0,40		
28	Skupione	0,0	12,57	1,23		
Grupa: E	"Wyposażenie"		Zmienne	$\gamma_G = 1,50$		

7	Skupione	0,0	2,00	0,86
---	----------	-----	------	------

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM_Win v. 11.113 licencja nr 33371

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A-"Stałe"	Stałe	1,35/1,00	
B-"Śnieg+Wiatr"	Zmienne	1 1,50	0,5/0,2/0
E-"Wyposażenie"	Zmienne	1 1,50	0,9/0,7/0,5

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
A-"Stałe"	EWENTUALNIE
B-"Śnieg+Wiatr"	EWENTUALNIE
E-"Wyposażenie"	EWENTUALNIE

Pręt nr 21

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.50 licencja nr 33371)

Zadanie: Kratownica_nr_3

Przekrój: 2 - H120x120x4,5

Wymiary przekroju: h=120,0 s=120,0 g=4,5 t=4,5 r=6,3.

Charakterystyka geometryczna przekroju: $I_y=452,0$ $I_z=452,0$ $A=20,50$ $i_y=4,7$ $i_z=4,7$ $I_w=2,2$ $I_t=704,4$ $i_s=6,641$.

Materiał: S 235. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_t=360$ dla $g=4,5$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_r = 1$.

Nośność na ściskanie:

$x=0,000$; $x_b=3,351$; Przeszło \square : 1, 1, 1. Obciążenie \square : 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b)

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{126,21}{481,75} = 0,262 < 1 \quad (6.9)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{126,21}{393,99} = 0,320 < 1 \quad (6.46)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x=3,351$; $x_b=0,000$; Przeszło \square : 1, 1, 1. Obciążenie \square : 1,35·CW+A+1,5·0,9·E (a)

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,25}{139,07} = \mathbf{0,002} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x \leq 1,885$; $x_b = 1,466$; Przęsło \square : 1, 1, 1. Obciążenie $\square \square$ 1,35·CW+A+1,5·0,9·E (a)

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{0,21}{20,26} = \mathbf{0,010} < \mathbf{1} \quad (6.31)$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło \square : 1, 1, 1. Obciążenie $\square \square$ 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b)

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{126,21}{0,818 \times 481,75/1} + 0,472 \times \frac{0,18+0}{1,000 \times 20,26/1} + 0,425 \times \frac{0+0}{20,26/1} = \mathbf{0,325} < \mathbf{1} \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{126,21}{0,818 \times 481,75/1} + 0,000 \times \frac{0,18+0}{1,000 \times 20,26/1} + 0,708 \times \frac{0+0}{20,26/1} = \mathbf{0,320} < \mathbf{1} \quad (6.62)$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x \leq 0,000$; $x_b = 3,351$; Przęsło \square : 1, 1, 1. Obciążenie $\square \square$ 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b)

Warunki nośności środnika:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{0,11}{149,36} = \mathbf{0,001} < \mathbf{1} \quad (6.14 \text{ EN } 1993-1-5)$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,001 + 0,8 \times 0,262 = \mathbf{0,210} < \mathbf{1,4} \quad (7.2 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Stan graniczny użytkowności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B+0,9·E Kombi $\square \square$ \square ch \square kterystycz $\square \square$

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = \mathbf{0,2} < \mathbf{13,4} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$\square = 0,193 \text{ mm}; \quad L / a = 3350,7 / 0,193 = 17316,6$$

Pręt nr 3

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.50 licencja nr 33371)

Zadanie: Kratownica_nr_3

Przekrój: 2 - H120x120x4,5

Wymiary przekroju: h=120,0 s=120,0 g=4,5 t=4,5 r=6,3.

Charakterystyka geometryczna przekroju: I_{yg}=452,0 I_{zg}=452,0 A=20,50 i_y=4,7 i_z=4,7 I_w=2,2 I_t=704,4 i_s=6,641.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności **f_y=235** MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie **f_u = 360** dla **g=4,5**.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone q = 0 kN/m,
- momenty przywęzłowe M_a = 0, M_b = 0 kNm,
- moment skręcający T = 0 kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_r = 1$.

Nośność na ściskanie:

$x \leq 0,089$; $x_b = 1,741$; Przęsło \square : 1, 1, 1. Obciążenie $\square \square$ 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b)

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{105,39}{481,75} = \mathbf{0,219} < \mathbf{1} \quad (6.9)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{105,39}{457,07} = \mathbf{0,231} < \mathbf{1} \quad (6.46)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x \leq 1,830$; $x_b = 0,000$; Przęsło \square : 1, 1, 1. Obciążenie $\square \square$ 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b) - wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{21,81}{139,07} = \mathbf{0,157} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,426$; $x_b = 0,404$; Przęsło \square : 1, 1, 1. Obciążenie $\square \square$ CW+1,35·0,85·A+1,5·(B+0,9·E) (b)

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{5,7}{20,26} = \mathbf{0,281} < \mathbf{1} \quad (6.31)$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b)

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{105,39}{0,989 \times 481,75/1} + 0,894 \times \frac{5,7+0}{1,000 \times 20,26/1} + 0,252 \times \frac{0+0}{20,26/1} = \mathbf{0,473} < \mathbf{1} \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{105,39}{0,949 \times 481,75/1} + 0,000 \times \frac{5,7+0}{1,000 \times 20,26/1} + 0,420 \times \frac{0+0}{20,26/1} = \mathbf{0,231} < \mathbf{1} \quad (6.62)$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x \leq 1,426$; $x_b = 0,404$; Przęsło \square : 1, 1, 1. Obciążenie $\square \square$ 1,35·0,85·(CW+A)+1,5·(B+0,9·E) (b)

Warunki nośności środnika:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{13,45}{149,36} = \mathbf{0,090} < \mathbf{1} \quad (6.14 \text{ EN } 1993-1-5)$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,090 + 0,8 \times 0,541 = \mathbf{0,522} < \mathbf{1,4} \quad (7.2 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Stan graniczny użytkowności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B+0,9·E Kombi $\square \square$ \square ch \square kterystycz $\square \square$

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = \mathbf{0,9} < \mathbf{7,3} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$\square = 0,907 \text{ mm}; \quad L / a = 1830,4 / 0,907 = 2017,5$$

Pręt nr 10

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.50 licencja nr 33371)

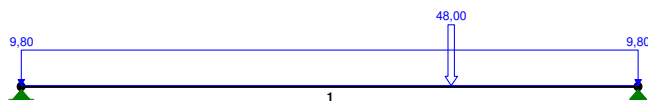
Zadanie: Kratownica_nr_3

Przekrój: 1 - H 60x 60x 4.0

Wymiary przekroju: h=60,0 s=60,0 g=4,0 t=4,0 r=4,0.

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	1	2,640	0,000	2,640	1,000	1 B 30x24

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"		Stałe		$\gamma_c = 1,35/1,00$	
Grupa:	A "Stałe"		Stałe		$\gamma_c = 1,35/1,00$	
1	Liniove	0,0	9,80	9,80	0,00	2,64
	1.7 ściana zewnętrzn p=2,80*3,500					
Grupa:	B "Zmienne"		Zmienne		$\gamma_c = 1,50$	
1	Skupione	0,0	48,00		1,84	

W Y N I K I wg PN-EN 1990
Teoria I-go rzędu
RM_Win v. 11.113 licencja nr 33371

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A-"Stałe"	Stałe	1,35/1,00	
B-"Zmienne"	Zmienne	1,50	0,8/0,7/0,6

Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-EN-1992

RM_Zb1992 v. 1.41 licencja nr 33371

Cechy przekroju:

zadanie POZ-4-1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,84$ m, $x_b=0,80$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$h=30,0$, $b=24,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: C16/20

$f_{ck} = 16,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 16,0 / 1,40 = 11,4$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 720$ cm², $J_{cy} = 54000$ cm⁴, $J_{cz} = 34560$ cm⁴

STAL: fyk=500

$f_{yk} = 500$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 435$ MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 435 / 200000) = 0,617$

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 13,45$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 13,45 / 720 = 1,87$ %,
 $J_{sy} = 2018$ cm⁴, $J_{sz} = 625$ cm⁴,

Sily przekrojowe:

zadanie: POZ-4-1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,84$ m, $x_b=0,80$ m

Ociążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AB (b)**

Momenty zginające: $M_y = -49,94$ kNm, $M_z = 0,00$ kNm,

Sily poprzeczne: $V_z = 14,90$ kN, $V_y = 0,00$ kN,

Sila osiowa: $N = 0,00$ kN = N_{Ed} .

Zbrojenie wymagane:

(zadanie POZ-4-1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,84$ m, $x_b=0,80$ m)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ($\xi_{lim} = 0,617$).

- dla kombinacji **[CW AB (b)]** grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$N_{Ed} = 0,00$ kN,

$M_{Ed} = \sqrt{(M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2)} = \sqrt{(-49,94^2 + 0,00^2)} = 49,94$ kNm

$f_{cd} = 11,4$ MPa, $f_{yd} = 435$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 6,45$ ‰):

$A_{s1} = 4,91$ cm² $\Rightarrow (5 \times 12 = 5,65$ cm²),

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,91$ cm², $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 4,91 / 720 = 0,68$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

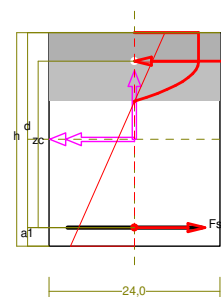
$h = 30,0$, $d = 27,4$, $x = 9,6$ ($\xi = 0,352$),

$a_1 = 2,6$, $a_c = 4,0$, $z_c = 23,4$, $A_{cc} = 231$ cm²,

$\epsilon_c = -3,50$ ‰, $\epsilon_{s1} = 6,45$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -213,50$, $F_{s1} = 213,51$,



$M_c = 23,46$, $M_{s1} = 26,47$,

Warunki równowagi wewnętrznej:

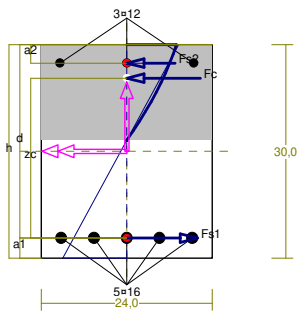
$F_c + F_{s1} = -213,50 + (213,51) = 0,00$ kN ($N_{Ed} = 0,00$ kN)

$M_c + M_{s1} = 23,46 + (26,47) = 49,94$ kNm ($M_{Ed} = 49,94$ kNm)

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie POZ-4-1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,84$ m, $x_b=0,80$ m

Obliczenia wykonano dla kombinacji **[CW AB (b)]** grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Ed}=0,00 \text{ kN},$$

$$M_{Ed}=\sqrt{(M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2)} = \sqrt{(-49,94^2+0,00^2)} = 49,94 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=11,4 \text{ MPa}, f_{td}=435 \text{ MPa} = f_{td}$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=10,05 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=3,39 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=13,45 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 13,45/720=1,87 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=30,0, d=27,2, x=13,4 (\xi=0,494),$$

$$a_1=2,8, a_2=2,6, a_c=4,7, z_c=22,5, A_{cc}=322 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-1,05 \%, \varepsilon_{s2}=-0,85 \%, \varepsilon_{s1}=1,08 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -159,19, F_{s1} = 216,68, F_{s2} = -57,49,$$

$$M_c = 16,38, M_{s1} = 26,44, M_{s2} = 7,13,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 99,31 \text{ kNm} > M_{Ed} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 16,38 + (26,44) + (7,13) = 49,94 \text{ kNm}$$

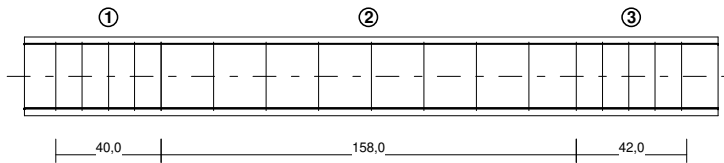
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie POZ-4-1, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=8$ mm ze stali fyk=395, dla której $f_{ywd} = 343$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 500 = 0,00064$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 12,0$ $x_b = 52,0$ cm

Maksymalny podłużny rozstaw strzemion dla belek:

$$s_{l,max} = 0,75 d (1+\cot\alpha) = 0,75 \times 272 \times (1+0,000) = 204$$

przyjęto $s_{l,max} = 204$ mm.

Maksymalny poprzeczny rozstaw ramion strzemion dla belek:

$$s_{b,max} = 0,75 d = 0,75 \times 272 = 204 \quad s_{b,max} \leq 600 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{b,max} = 204$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion dla słupów:

$$s_{cl,max} = 20 \phi = 20 \times 12,0 = 240,0 \text{ mm.}$$

$$s_{cl,max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 300,0\} = 240,0$$

$$s_{cl,max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{cl,max} = 240,0$ mm.

Na odcinkach w pobliżu połączeń z belkami lub płytami oraz połączeń na zakład należy zastosować zmniejszony rozstaw strzemion 0,6 $s_{cl,max} = 144,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **10,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie

wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (10,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00419$$

$$\rho_w = 0,00419 > 0,00064 = \rho_{w,min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 52,0$ $x_b = 210,0$ cm

Maksymalny podłużny rozstaw strzemion dla belek:

$$s_{l,max} = 0,75 d (1+\cot\alpha) = 0,75 \times 272 \times (1+0,000) = 204$$

przyjęto $s_{l,max} = 204$ mm.

Maksymalny poprzeczny rozstaw ramion strzemion dla belek:

$$s_{b,max} = 0,75 d = 0,75 \times 272 = 204 \quad s_{b,max} \leq 600 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{b,max} = 204$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion dla słupów:

$$s_{cl,max} = 20 \phi = 20 \times 12,0 = 240,0 \text{ mm.}$$

$$s_{cl,max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 300,0\} = 240,0$$

$$s_{cl,max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{cl,max} = 240,0$ mm.

Na odcinkach w pobliżu połączeń z belkami lub płytami oraz połączeń na zakład należy zastosować zmniejszony rozstaw strzemion 0,6 $s_{cl,max} = 144,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (20,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00209$$

$$\rho_w = 0,00209 > 0,00064 = \rho_{w,min}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 210,0$ $x_b = 252,0$ cm

Maksymalny podłużny rozstaw strzemion dla belek:

$$s_{l,max} = 0,75 d (1+\cot\alpha) = 0,75 \times 272 \times (1+0,000) = 204$$

przyjęto $s_{l,max} = 204$ mm.

Maksymalny poprzeczny rozstaw ramion strzemion dla belek:

$$s_{b,max} = 0,75 d = 0,75 \times 272 = 204 \quad s_{b,max} \leq 600 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{b,max} = 204$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion dla słupów:

$$s_{cl,max} = 20 \phi = 20 \times 12,0 = 240,0 \text{ mm.}$$

$$s_{cl,max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 300,0\} = 240,0$$

$$s_{cl,max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{cl,max} = 240,0$ mm.

Na odcinkach w pobliżu połączeń z belkami lub płytami oraz połączeń na zakład należy zastosować zmniejszony rozstaw strzemion 0,6 $s_{cl,max} = 144,0$ mm.

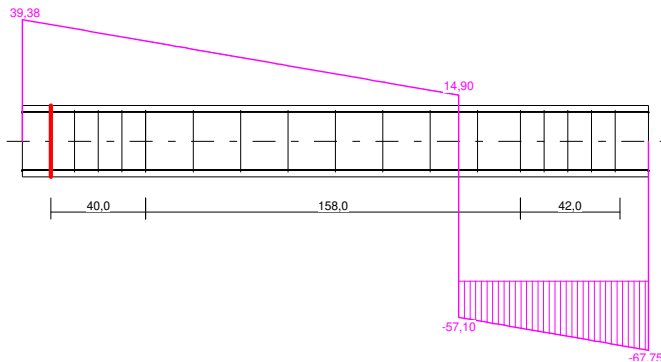
Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **10,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (10,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00419$$

$$\rho_w = 0,00419 > 0,00064 = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

zadanie POZ-4-1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,12$ m, $x_b=2,52$ m, obciążenia: CW AB (8)



Siły przekrojowe: $N_{Ed} = 0,00$;
 $V_{Ed} = 37,79$ kN

Nośność elementów niewymagających zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{10,05}{24,0 \times 27,2} = 0,01540; \quad \rho_l \leq 0,02$$

Przyjęto $\rho_l = 0,01540$.

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,00 / 720,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd} = 2,28 \text{ MPa}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,00$ MPa.

$$k = 1 + \sqrt{200/d} = 1 + \sqrt{200/27,2} = 1,857 \quad k \leq 2,0$$

Przyjęto $k = 1,857$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18/1,4 = 0,129$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \times 1,857^{3/2} \times 16^{1/2} = 0,354$$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d = [0,129 \times 1,857 \times (100 \times 0,01540 \times 16)^{1/3} + 0,15 \times 0,00] \times 24,0 \times 27,2 \times 10^{-1} = 45,37 \text{ kN}$$

lecz nie mniej niż

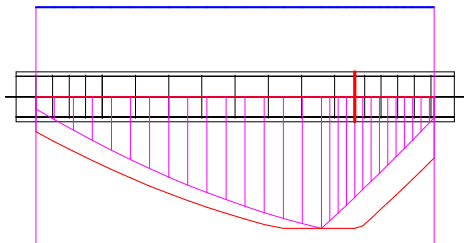
$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0,354 + 0,15 \times 0,00) \times 24,0 \times 27,2 \times 10^{-1} = 23,14 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd,c} = 45,37$ kN

$$V_{Ed} = 37,79 < 45,37 = V_{Rd,c}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie POZ-4-1, pręt nr 1, obciążenia: CW AB (b)



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 2,040$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Ed}| (\cot \theta - \cot \alpha) = 0,5 \times 59,76 \times (1,997 - 0,000) = 59,67 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 165,37 + 59,67 = 225,05 \text{ kN}$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 216,68 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 216,68$ kN

$$F_{td} = 216,68 < 437,09 = 10,05 \times 435 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Ograniczenie naprężeń (SGU)

zadanie POZ-4-1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,84$ m, $x_b=0,80$ m, obciążenia: CW AB

Ograniczenie naprężeń w betonie od charakterystycznej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienia rys podłużnych, mikrorys i wysokiego pełzania:

$$\sigma_{ck} = 5,596 < 16,000 = 1,00 \times 16,0 = k_1 f_{ck}$$

Ograniczenie naprężeń w betonie od quasi-stałej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienia pełzania nieliniowego:

$$\sigma_{q,s} = 4,025 < 7,200 = 0,45 \times 16,0 = k_2 f_{ck}$$

Ograniczenie naprężeń rozciągających w zbrojeniu od charakterystycznej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienia niedopuszczalnego zarysowania lub deformacji:

$$\sigma_{sk} = 145,557 < 400,000 = 0,80 \times 500 = k_3 f_{yk}$$

Zarysowanie

zadanie POZ-4-1, pręt nr 1, obciążenia: CW AB

Położenie przekroju: $x = 1,840$ m
 Siły przekrojowe od obc. quasi-stałych: $M_{Ed} = 24,59$ kNm
 $N_{Ed} = 0,00$ kN
 $V_{Ed} = 2,70$ kN

Wymiary przekroju: $b_w = 24,0$ cm
 $d = h - a_1 = 30,0 - 2,8 = 27,2$ cm
 $A_c = 720$ cm²
 $W_c = 3600$ cm³

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi:

$$\sigma_c = N_{Ed} / bh = 0,00 / (24,0 \times 30,0) \times 10 = 0,000 \text{ Mpa}$$

$$k_c = 0,4 \left(1 - \frac{\sigma_c}{k_1 h / h^* f_{ct,eff}} \right) = 0,4 \times [1 - 0,000 / (0,800 \times 30,0 / 30,0 \times 1,90)] = 0,400; \quad k_c \leq 1,0$$

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_c / \sigma_s = 0,400 \times 1,0 \times 1,90 \times 360 / 500 = 0,55 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 10,05 > 0,55 = A_{s,min}$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 3600 \times 10^{-3} = 6,84 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 24,59 > 6,84 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,500$.

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 10,05 / 133 = 0,07538$$

Dla rozstawu prętów zbrojenia wynoszącego 46 mm, który jest nie większy niż $5(c+\phi/2)$

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 3,400 \times 20,0 + 0,800 \times 0,500 \times 0,425 \times 16 / 0,07538 = 104,08 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = [\sigma_s - k_1 f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} (1 + \alpha_c \rho_{p,eff})] / E_s =$$

$$= [105,3 - 0,400 \times 1,90 / 0,07538 \times (1 + 200000 / 290000 \times 0,07538)] / 200000 = 0,00045$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} \leq 0,6 \sigma_s / E_s = 0,6 \times 105,3 / 200000 = 0,00032$$

Przyjęto $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,00045$.

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 104,08 \times 0,00045 = 0,05 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,05} < \mathbf{0,4} = w_{lim}$$

Ugięcia

zadanie POZ-4-1, pręt nr 1, obciążenia: CW AB

Ugięcia wyznaczono dla obciążeń quasi-stałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(\infty, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,000} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 3600 \times 10^{-3} = 6,84 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Ed} = 24,59 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność elementu z uwzględnieniem pełzania betonu:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M = 24,59 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 16,7 \text{ cm}$ $I_I = 92968 \text{ cm}^4$

$x_{II} = 13,3 \text{ cm}$ $I_{II} = 67044 \text{ cm}^4$

Sztywność elementu niezarysowanego:

$$B_I = E_{c,eff} I_I = 9667 \times 92968 \times 10^{-5} = 8987 \text{ kNm}^2$$

Sztywność elementu w pełni zarysowanego:

$$B_{II} = E_{c,eff} I_{II} = 9667 \times 67044 \times 10^{-5} = 6481 \text{ kNm}^2$$

Sztywność elementu:

$$\zeta = 1 - \beta (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2 = 1 - \beta (M_{cr} / M)^2 = 1 - 0,50 \times (6,84 / 24,59)^2 = 0,961$$

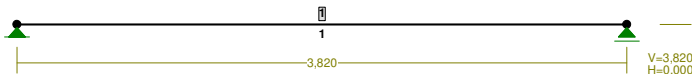
$$1/B = \zeta / B_{II} + (1 - \zeta) / B_I$$

$$B = \frac{B_{II}}{\zeta + (1 - \zeta) B_{II} / B_I} = \frac{6481}{0,961 + (1 - 0,961) \times 6481 / 8987} = 6552 \text{ kNm}^2$$

PRZYJĘTO PRZEKRÓJ 24x30 cm z betonu C16/20, zbrojenie 5 ϕ 12 A-IIIN dołem i 3 ϕ 12 A-IIIN górá, strzeżmiona ϕ 8 A-III 5x co 10 cm przy podporach, co 20 cm w prześle. Oparcie na ścianach murowanych na warstwie z cegły pełnej. Nadproże stanowi kontynuację wieńca. Należy wprowadzić zbrojenie wieńca w nadproże na długość 80 cm.

POZ.4.2. NADPROŻE ŻELBETOWE W OSI C

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	0	1	3,820	0,000	3,820	1,000	1 B 35x24

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
-------	---------	------	----------	----------	-------	-------

Grupa: CW "Ciężar własny" Stałe $\gamma_c = 1,35 / 1,00$

Grupa: A "Stałe" Stałe $\gamma_c = 1,35 / 1,00$
1 Liniowe 0,0 6,16 6,16 0,00 3,82
1.7 ściana zewnętrzna p=2,80*2,200

Grupa: B "Zmienne" Zmienne $\gamma_c = 1,50$
1 Skupione 0,0 32,33 1,38

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 11.113 licencja nr 33371

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

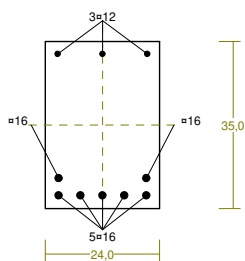
Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0 / \psi_1 / \psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35 / 1,00	
A-"Stałe"	Stałe	1,35 / 1,00	
B-"Zmienne"	Zmienne	1,50	0,8 / 0,7 / 0,6

Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-EN-1992

RM_Zb1992 v. 1.41 licencja nr 33371

Cechy przekroju:

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 1,38 \text{ m}$, $x_b = 2,44 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=35,0, \quad b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: C16/20

$$f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 16,0 / 1,40 = 11,4 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 840 \text{ cm}^2, \quad J_{cy} = 85750 \text{ cm}^4, \quad J_{cz} = 40320 \text{ cm}^4$$

STAL: fyk=500

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 435 / 200000) = 0,617,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 17,47 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 17,47 / 840 = 2,08 \%$$

$$J_{sy} = 3421 \text{ cm}^4, \quad J_{sz} = 966 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 1,38 \text{ m}$, $x_b = 2,44 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AB (b)**

Momenty zginające: $M_y = -58,70 \text{ kNm}$, $M_z = 0,00 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_z = -12,50 \text{ kN}$, $V_y = 0,00 \text{ kN}$,

Siła osiowa: $N = 0,00 \text{ kN} = N_{Ed}$.

Zbrojenie wymagane:

(zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 1,38 \text{ m}$, $x_b = 2,44 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ($\xi_{lim} = 0,617$).
- dla kombinacji **[CW AB (b)]** grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Ed} = 0,00 \text{ kN},$$

$$M_{Ed} = \sqrt{(M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2)} = \sqrt{(-58,70^2 + 0,00^2)} = 58,70 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 11,4 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 435 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 8,54 \%$):

$$A_{s1} = 4,77 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3 \times 16 = 6,03 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,77 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 4,77 / 840 = 0,57 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,0, \quad d = 32,2, \quad x = 9,4 \quad (\xi = 0,291),$$

$$a_1 = 2,8, \quad a_2 = 3,9, \quad z_c = 28,3, \quad A_{cc} = 225 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -3,50 \%$$

$$\epsilon_{s1} = 8,54 \%$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -207,40, \quad F_{s1} = 207,40,$$

$$M_c = 28,22, \quad M_{s1} = 30,49,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

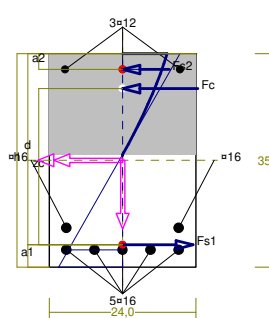
$$F_c + F_{s1} = -207,40 + (207,40) = 0,00 \text{ kN} \quad (N_{Ed} = 0,00 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 28,22 + (30,49) = 58,70 \text{ kNm} \quad (M_{Ed} = 58,70 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 1,38 \text{ m}$, $x_b = 2,44 \text{ m}$

Obliczenia wykonano dla kombinacji **[CW AB (b)]** grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Ed} = 0,00 \text{ kN},$$

$$M_{Ed} = \sqrt{(M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2)} = \sqrt{(-58,70^2 + 0,00^2)} = 58,70 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 11,4 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 435 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 14,07 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 3,39 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 17,47 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 17,47 / 840 = 2,08 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,0, \quad d = 31,4, \quad x = 16,1 \quad (\xi = 0,513),$$

$$a_1 = 3,6, \quad a_2 = 2,6, \quad a_c = 5,7, \quad z_c = 25,6, \quad A_{cc} = 397 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,89 \%$$

$$\epsilon_{s1} = 0,85 \%$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -171,90, \quad F_{s1} = 223,00, \quad F_{s2} = -51,10,$$

$$M_c = 20,20, \quad M_{s1} = 30,89, \quad M_{s2} = 7,61,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 141,88 \text{ kNm} > M_{Ed} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 20,20 + (30,89) + (7,61) = 58,70 \text{ kNm}$$

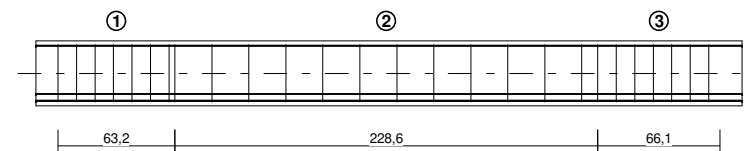
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 8 \text{ mm}$ ze stali $f_{yk} = 395$, dla której $f_{ywd} = 343 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 500 = 0,00064$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 12,0$ $x_b = 75,2 \text{ cm}$

Maksymalny podłużny rozstaw strzemion dla belek:

$$s_{l,max} = 0,75 d (1 + \cot \alpha) = 0,75 \times 312 \times (1 + 0,000) = 234$$

$$\text{przyjęto } s_{l,max} = 234 \text{ mm}.$$

Maksymalny poprzeczny rozstaw ramion strzemion dla belek:

$$s_{b,max} = 0,75 d = 0,75 \times 312 = 234 \quad s_{b,max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{przyjęto } s_{b,max} = 234 \text{ mm}.$$

Maksymalny rozstaw strzemion dla słupów:

$$s_{cl,max} = 20 \phi = 20 \times 12,0 = 240,0 \text{ mm}.$$

$$s_{cl,max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 350,0\} = 240,0$$

$$s_{cl,max} \leq 400 \text{ mm}$$

$$\text{przyjęto } s_{cl,max} = 240,0 \text{ mm}.$$

Na odcinkach w pobliżu połączeń z belkami lub pyłtami oraz połączeń na zakład należy zastosować zmniejszony rozstaw strzemion $0,6 s_{cl,max} = 144,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **10,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (10,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00419$$

$$\rho_w = 0,00419 > 0,00064 = \rho_{w,min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 75,2$ $x_b = 303,9$ cm

Maksymalny podłużny rozstawy strzemion dla belek:

$$s_{l,max} = 0,75 d (1 + \cot \alpha) = 0,75 \times 312 \times (1 + 0,000) = 234$$

przyjęto $s_{l,max} = 234$ mm.

Maksymalny poprzeczny rozstawy ramion strzemion dla belek:

$$s_{b,max} = 0,75 d = 0,75 \times 312 = 234 \quad s_{b,max} \leq 600 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{b,max} = 234$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion dla słupów:

$$s_{cl,max} = 20 \phi = 20 \times 12,0 = 240,0 \text{ mm.}$$

$$s_{cl,max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 350,0\} = 240,0$$

$$s_{cl,max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{cl,max} = 240,0$ mm.

Na odcinkach w pobliżu połączeń z belkami lub płytami oraz połączeń na zakład należy zastosować zmniejszony rozstaw strzemion $0,6 s_{cl,max} = 144,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (20,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00209$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00209} > \mathbf{0,00064} = \rho_{w,min}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 303,9$ $x_b = 370,0$ cm

Maksymalny podłużny rozstawy strzemion dla belek:

$$s_{l,max} = 0,75 d (1 + \cot \alpha) = 0,75 \times 312 \times (1 + 0,000) = 234$$

przyjęto $s_{l,max} = 234$ mm.

Maksymalny poprzeczny rozstawy ramion strzemion dla belek:

$$s_{b,max} = 0,75 d = 0,75 \times 312 = 234 \quad s_{b,max} \leq 600 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{b,max} = 234$ mm.

Maksymalny rozstawy strzemion dla słupów:

$$s_{cl,max} = 20 \phi = 20 \times 12,0 = 240,0 \text{ mm.}$$

$$s_{cl,max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 350,0\} = 240,0$$

$$s_{cl,max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{cl,max} = 240,0$ mm.

Na odcinkach w pobliżu połączeń z belkami lub płytami oraz połączeń na zakład należy zastosować zmniejszony rozstaw strzemion $0,6 s_{cl,max} = 144,0$ mm.

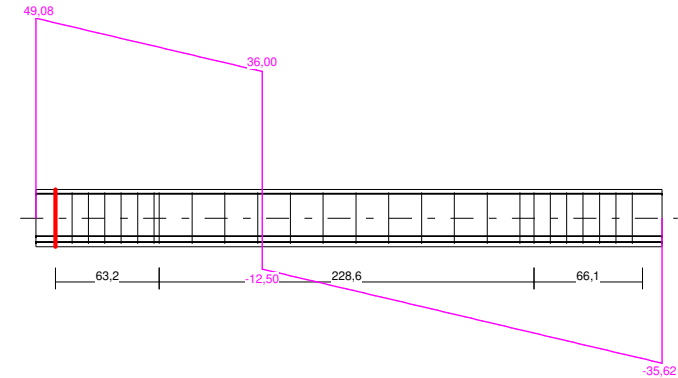
Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **10,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (10,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00419$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00419} > \mathbf{0,00064} = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,12$ m, $x_b=3,70$ m, obciążenia: CW AB (b)



Siły przekrojowe:

$$N_{Ed} = 0,00;$$

$$V_{Ed} = 47,94 \text{ kN}$$

Nośność elementów niewymagających zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{14,07}{24,0 \times 31,2} = 0,01881; \quad \rho_l \leq 0,02$$

Przyjęto $\rho_l = 0,01881$.

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,00 / 840,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd} = 2,28 \text{ MPa}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,00$ MPa.

$$k = 1 + \sqrt{200/d} = 1 + \sqrt{200/311,7} = 1,801 \quad k \leq 2,0$$

Przyjęto $k = 1,801$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,4 = 0,129$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,035 \times 1,801^{3/2} \times 16^{1/2} = 0,338$$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,129 \times 1,801 \times (100 \times 0,01881 \times 16)^{1/3} + 0,15 \times 0,00] \times 24,0 \times 31,2 \times 10^{-1} = 53,89 \text{ kN}$$

lecz nie mniej niż

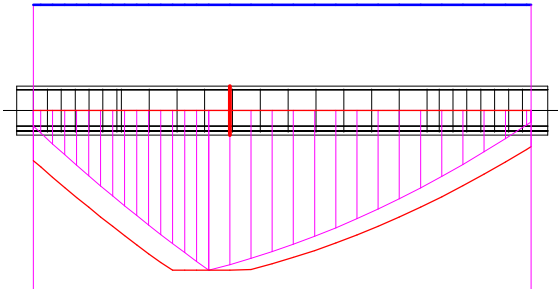
$$V_{Rd,c} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0,338 + 0,15 \times 0,00) \times 24,0 \times 31,2 \times 10^{-1} = 25,31 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd,c} = 53,89$ kN

$$V_{Ed} = 47,94 < 53,89 = V_{Rd,c}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, obciążenia: CW AB (b)



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,532$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Ed}| (\cot \theta - \cot \alpha) = 0,5 \times 13,94 \times (1,000 - 0,000) = 13,94 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 215,24 + 13,94 = 229,18 \text{ kN}$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 223,00 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 223,00 \text{ kN}$

$$F_{td} = 223,00 < 611,93 = 14,07 \times 435 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Ograniczenie naprężeń (SGU)

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 1,38$ m, $x_b = 2,44$ m, obciążenia: CW AB

Ograniczenie naprężeń w betonie od charakterystycznej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienia rys podłużnych, mikrorys i wysokiego pełzania:

$$\sigma_{ck} = 4,880 < 16,000 = 1,00 \times 16,0 = k_1 f_{ck}$$

Ograniczenie naprężeń w betonie od quasi-stałej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienia pełzania nieliniowego:

$$\sigma_{eqs} = 3,655 < 7,200 = 0,45 \times 16,0 = k_2 f_{ck}$$

Ograniczenie naprężeń rozciągających w zbrojeniu od charakterystycznej kombinacji obciążeń ze względu na możliwość wystąpienie niedopuszczalnego zarysowania lub deformacji:

$$\sigma_{sk} = 115,240 < 400,000 = 0,80 \times 500 = k_3 f_{yk}$$

Zarysowanie

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, obciążenia: CW AB

Położenie przekroju: $x = 1,380$ m

Siły przekrojowe od obc. quasi-stałych: $M_{Ed} = 31,00$ kNm

$N_{Ed} = 0,00$ kN

$V_{Ed} = -2,63$ kN

Wymiary przekroju: $b_w = 24,0$ cm

$d = h - a_1 = 35,0 - 3,8 = 31,2$ cm

$A_c = 840$ cm²

$W_c = 4900$ cm³

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi:

$$\sigma_c = N_{Ed} / bh = 0,00 / (24,0 \times 35,0) \times 10 = 0,000 \text{ Mpa}$$

$$k_c = 0,4 \left(1 - \frac{\sigma_c}{k_1 h / h^* f_{ct,eff}} \right) = 0,4 \times [1 - 0,000 / (0,800 \times 35,0 / 35,0 \times 1,90)] = 0,400; \quad k_c \leq 1,0$$

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_c / \sigma_s = 0,400 \times 1,0 \times 1,90 \times 420 / 500 = 0,64 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 14,07 > 0,64 = A_{s,min}$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 4900 \times 10^{-3} = 9,31 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 31,00 > 9,31 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,500$.

$$\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 10,05 / 148 = 0,06807$$

Dla rozstawu prętów zbrojenia wynoszącego 46 mm, który jest nie większy niż $5(c+\phi/2)$

$$s_{t,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_a \phi / \rho_{p,eff} = 3,400 \times 20,0 + 0,800 \times 0,500 \times 0,425 \times 16,0 / 0,06807 = 107,96 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} (1 + \alpha_c \rho_{p,eff})] / E_s = [88,9 - 0,400 \times 1,90 / 0,06807 \times (1 + 200000 / 29000 \times 0,06807)] / 200000 = 0,00036$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} \leq 0,6 \sigma_s / E_s = 0,6 \times 88,9 / 200000 = 0,00027$$

Przyjęto $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,00036$.

$$w_k = s_{t,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 107,96 \times 0,00036 = 0,04 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,04 < 0,4 = w_{lim}$$

Ugięcia

zadanie POZ-4-2, pręt nr 1, obciążenia: CW AB

Ugięcia wyznaczono dla obciążeń quasi-stałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(\infty, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,000} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 4900 \times 10^{-3} = 9,31 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Ed} = 31,00$ kN powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność elementu z uwzględnieniem pełzania betonu:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M = 31,00$ kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 19,9$ cm $I_I = 149361$ cm⁴

$x_{II} = 16,5$ cm $I_{II} = 112949$ cm⁴

Sztywność elementu niezarysowanego:

$$B_I = E_{c,eff} I_I = 9667 \times 149361 \times 10^{-5} = 14438 \text{ kNm}^2$$

Sztywność elementu w pełni zarysowanego:

$$B_{II} = E_{c,eff} I_{II} = 9667 \times 112949 \times 10^{-5} = 10918 \text{ kNm}^2$$

Sztywność elementu:

$$\zeta = 1 - \beta (\sigma_r / \sigma_s)^2 = 1 - \beta (M_{cr} / M)^2 = 1 - 0,50 \times (9,31 / 31,00)^2 = 0,955$$

$$1/B = \zeta / B_{II} + (1 - \zeta) / B_I$$

$$B = \frac{B_{II}}{\zeta + (1 - \zeta) B_{II} / B_I} = \frac{10918}{0,955 + (1 - 0,955) \times 10918 / 14438} = 11040 \text{ kNm}^2$$

PRZYJĘTO PRZEKRÓJ 24x35 cm z betonu C16/20, zbrojenie 5+2φ16 A-IIIN dołem i 3φ12 A-IIIN góra, strzemiona φ8 A-III 6x co 10 cm przy podporach, co 20 cm w przęśle. Oparcie na ścianach murowanych na warstwie z cegły pełnej. Nadproże stanowi kontynuację wieńca. Należy wprowadzić zbrojenie wieńca w nadproże na długość 80 cm.

POZ.4.3. NADPROŻA PREFABRYKOWANE SBN120/120

Nad otworami okiennymi i drzwiowymi projektuje się nadproża prefabrykowane strunobetonowe typu SBN 120x120 mm.

Oparcie na murze z betonu komórkowego dla otworów o szerokości do 1,2 m – min. 10 cm, dla otworów o szerokości powyżej 1,2 m – min. 15 cm, na warstwie z cegły pełnej na zaprawie cementowej. Możliwe jest użycie innych nadproży lub od innego producenta pod warunkiem doboru nośności nadproża nie mniejszej niż zaprojektowana.

POZ.5. TRZPIENIE I SŁUPY ŻELBETOWE

POZ.5.1. TRZPIENIE ŻELBETOWE W ŚCIANACH NOŚNYCH

Jako usztywnienie ściana nośnych parteru projektuje się rdzenie żelbetowe:

PRZYJĘTO PRZEKRÓJ 24x24cm z betonu C16/20, zbrojenie 4 φ 12 A-III, strzemiona φ A-0 co 18cm. Otulina zbrojenia 2,5 cm. Podczas murowania stosować strzępia przy trzpieniu o głębokości min. 5 cm.

UWAGA: Zakotwienie prętów głównych w kształcie litery L w ławie fundamentowej o długości odcinka poziomego min. 30 cm. Długość zakładu prętów pionowych na łączeniach min. 80 cm. Trzpienie POZ.5.1. są zaprojektowane od fundamentu aż do dachu.

POZ.5.2. SŁUP ŻELBETOWY

PRZYJĘTO PRZEKRÓJ 24x24cm z betonu C16/20, zbrojenie 4 φ 12 A-III, strzemiona φ A-0 co 18 cm. Otulina zbrojenia 2,5 cm. Podczas murowania stosować strzępia przy trzpieniu o głębokości min. 5 cm.

UWAGA: Zakotwienie prętów głównych w kształcie litery L w ławie fundamentowej o długości odcinka poziomego min. 30 cm. Długość zakładu prętów pionowych na łączeniach min. 80 cm. Trzpienie POZ.5.2. jest zaprojektowane od fundamentu aż do dachu.

POZ.5.3. TRZPIENIE ŻELBETOWE W ŚCIANACH NOŚNYCH POWYŻEJ WIEŃCA

Jako usztywnienie ściana nośnych powyżej wieńca projektuje się rdzenie żelbetowe:

PRZYJĘTO PRZEKRÓJ 24x24cm z betonu C16/20, zbrojenie 4 φ 12 A-III, strzemiona φ A-0 co 18 cm. Otulina zbrojenia 2,5 cm. Podczas murowania stosować strzępia przy trzpieniu o głębokości min. 5 cm.

UWAGA: Zakotwienie prętów głównych w kształcie litery L we wieńcu o długości odcinka poziomego min. 30 cm. Długość zakładu prętów pionowych na łączeniach min. 80 cm. Trzpienie POZ.5.3. są zaprojektowane od wieńca POZ.2.1. aż do wieńca POZ.2.2.

POZ.6. FUNDAMENTY

POZ.6.1. ŁAWA FUNDAMENTOWA 80x40 cm

Zestawienie obciążeń

Zestawienie obciążeń: oś A"

Lp	Opis obciążenia	Obc. char.	γ _f	Obc. obl.
		kN/m		kN/m
1	Ściana zewnętrzna [2,80kN/m ² x 4,80m]	13,44	1,35	18,14

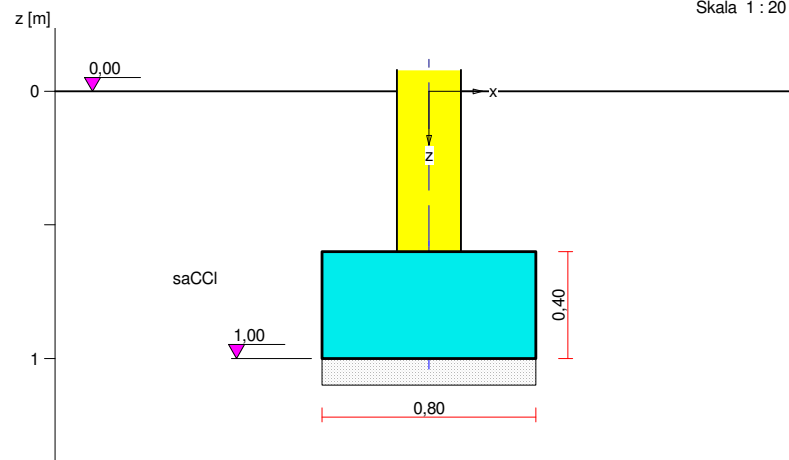
2	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 24 cm i szer.24 cm [25,0kN/m ³ -0,24*0,24m]*2	2,88	1,35	3,89
4	Obc. z nadproża [68kN/2,04m/1,45]	22,99	1,45	33,33
5	Obc. z płatwi [5kN/1,45]	3,45	1,45	5,00
6	Mur z bloczków bet. otynkowany grub. 24 cm i wys. 95 cm [22,000kN/m ³ *0,24m*95m]	5,70	1,10	6,27
Σ:		48,46	1,38	66,64

Zestawienie obciążeń: oś B prawa strona

Lp	Opis obciążenia	Obc. char.	γ _f	Obc. obl.
		kN/m		kN/m
1	Ściana wewnętrzna [2,45kN/m ² x 3,84m]	9,41	1,35	12,70
2	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 24 cm i szer.24 cm [25,0kN/m ³ -0,24*0,24m]*2	2,88	1,35	3,89
4	Obc. z kratownicy [134kN/4,13m/1,45]	22,38	1,45	32,45
5	Mur z bloczków bet. otynkowany grub. 24 cm i wys. 95 cm [22,000kN/m ³ *0,24m*95m]	5,70	1,10	6,27
Σ:		40,36	1,37	55,30

Nazwa fundamentu: ława 80x40

Skala 1 : 20



1. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,00$ m

Kształt przekroju fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,80$ m, $L = 7,80$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m, mimośród: $E = 0,00$ m.

1.1. Podłoże gruntowe

1.2. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,
Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.3. Warstwy gruntu

Lp.	Poz. stropu [m]	Grubość [m]	Nazwa gruntu	Identyfikator	Poz. wody gr. [m]
1	0,00	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	saCCl_c:27,77_f:16,3	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**
Szerokość: $b = 0,24$ m, długość: $l = 7,80$ m,
Współrzędne końców osi ściany:
 $x_1 = 5,00$ m, $y_1 = 5,40$ m, $x_2 = 12,80$ m, $y_2 = 5,40$ m,
Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 270,00^\circ$.

3. Warstwa wyrównawcza pod fundamentem

Grubość: $h = 0,10$ m,
Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{ww \text{ char}} = 22,00$ kN/m³.

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,60$ m.

Lista obciążeń:

Grupa obc.	Rodzaj obciążenia	N [kN/m]	Hx [kN/m]	My [kNm/m]
A	zmiennie	67,0	0,0	0,00

5. Stan graniczny I

5.1. Zestawienie wyników analizy nośności, przesunięcia i mimośrod

Nr komb.	Rodzaj komb.	Poziom	Wsp. nośności	Wsp. przesun.	Wsp. mimośr.
1	podstawowa	1,00	0,36	0,00	0,00
* 2	podstawowa	1,00	0,43	0,00	0,00

6. Zbrojenie ławy

Pręty podłużne: $4 \cdot \phi 12,0$ mm A-IIIN, strzemiona: $\phi 6,0$ mm A-0 o wymiarze 28×28 cm i rozstawie $c_o = 30$ cm.

PRZYJĘTO ławę fundamentową o przekroju 80×40 cm z betonu C20/25, zbrojenie $4\phi 12$ A-IIIN, strzemiona $\phi 6,0$ mm A-0 o wymiarze 28×28 cm i rozstawie $c_o = 30$ cm. Otulina zbrojenia 5 cm.

POZ.6.2. ŁAWA FUNDAMENTOWA 60x40 cm

Zestawienie obciążeń: oś 1 góra

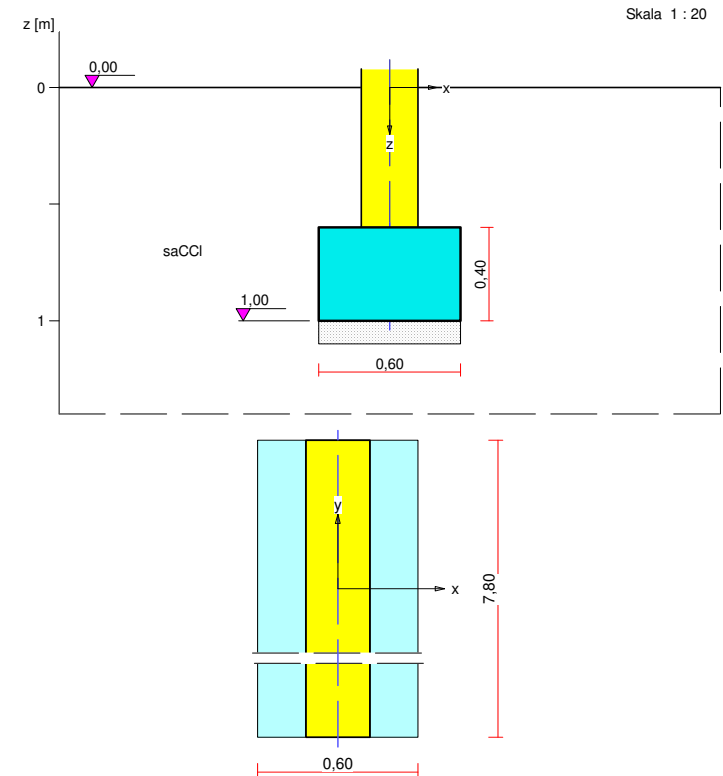
Lp	Opis obciążenia	Obc. char.	γ	Obc. obl.
		kN/m		kN/m

1	Ściana zewnętrzna [2,80kN/m ² x (3,00+2,70)m]	15,96	1,35	21,55
2	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 24 cm i szer.24 cm [25,0kN/m ³ ·0,24*0,24m]*2	2,88	1,35	3,89
4	Obc. z kratownicy [12kN/7,14m/1,45]	1,16	1,45	1,68
5	Obc. z płatwi [5kN/1,45]	3,45	1,45	5,00
6	Mur z bloczków bet. otynkowany grub. 24 cm i wys. 95 cm [22,000kN/m ³ *0,24m*95m]	5,70	1,10	6,27
Σ :		29,15	1,32	38,38

DANE OGÓLNE PROJEKTU

FUNDAMENT 2. ŁAWA

Nazwa fundamentu: **ława 60x40**



1. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,00$ m

Kształt przekroju fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60$ m, $L = 7,80$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m, mimośród: $E = 0,00$ m.

1.1. Podłoże gruntowe

1.2. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany względny poziom terenu: $z_p = 0,00$ m.

1.3. Warstwy gruntu

Lp.	Poz. stropu	Grubość	Nazwa gruntu	Identyfikator	Poz. wody gr.
	[m]	[m]			[m]
1	0,00	nieokreśl.	Głina piaszczysta	saCCl_c:27,77_f:16,3	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,24$ m, długość: $l = 7,80$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 5,01 \text{ m}, \quad y_1 = 9,39 \text{ m}, \quad x_2 = 12,81 \text{ m}, \quad y_2 = 9,39 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 270,00^\circ$.

3. Warstwa wyrównawcza pod fundamentem

Grubość: $h = 0,10$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{ww \text{ char}} = 22,00$ kN/m³.

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,60$ m.

Lista obciążeń:

Grupa obc.	Rodzaj	N	Hx	My
symbol	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
A	zmienne	55,0	0,0	0,00

5. Stan graniczny I

5.1. Zestawienie wyników analizy nośności, przesunięcia i mimośrodu

Nr komb.	Rodzaj komb.	Poziom	Wsp. nośności	Wsp. przesun.	Wsp. mimośr.
1	podstawowa	1,00	0,39	0,00	0,00
* 2	podstawowa	1,00	0,47	0,00	0,00

6. Zbrojenie ławy

Pręty podłużne: $4 \cdot \phi 12,0$ mm A-IIIIN, strzemiona: $\phi 6,0$ mm A-0 o wymiarze 28x28 cm i rozstawie co 30 cm.

PRZYJĘTO ławę fundamentową o przekroju 60x40 cm z betonu C20/25, zbrojenie 4 ϕ 12 A-IIIIN, strzemiona ϕ 6,0 mm A-0 o wymiarze 28x28 cm i rozstawie co 30 cm. Otulina zbrojenia 5 cm.

PROJEKTANT:

mgr inż. Arkadiusz Domański

PROJEKTANT SPRAWDZAJĄCY:

mgr inż. Piotr Rydlewski