

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE**DO PROJEKTU TECHNICZNEGO BUDYNKU POZ – zespołu budynków Centrum Usług Medycznych****w Myszyńcu na dz. na 76/12****Zestawienie obciążeń**

Grupa norm: Eurokod

Opis	Jedn.	Q_k	γ_{f1}	γ_{f2}	Q_{o1}	Q_{o2}
Obc.1. Śnieg						
Obc.1.1. Dach dwuspadowy - mi2	kN/m ²	0,64	1,50	1,50	0,95	0,95
Obc.1.2. Dach dwuspadowy - mi1	kN/m ²	0,32	1,50	1,50	0,49	0,49
Obc.1.3. Dach przylegający do wyższych budowli	kN/m ²	1,67	1,50	1,50	2,50	2,50
Obc.2. Wiatr						
Obc.2.1. nawietrzna - parcie						
Obc.2.1.1. Pole H	kN/m ²	0,18	1,50	1,50	0,28	0,28
Obc.2.2. zawietrzna - ssanie						
Obc.2.2.1. Pole I	kN/m ²	-0,18	1,50	1,50	-0,27	-0,27
Obc.2.3. Ściana wolnostojąca, attyka, ogrodzenie						
Obc.2.3.1. Pole B	kN/m ²	0,64	1,50	1,50	0,95	0,95
Obc.3. Ciężar poszycia						
Obc.3.1. Ciężar poszycia - na pow. połaci	kN/m ²	0,9	1,35	1,00	1,22	0,90
Obc.3.2. Ciężar poszycia - obc. rzutowane 40st.	kN/m ²	1,175	1,35	1,00	1,59	1,17
Obc.4. Użytkowe						
Obc.4.1. Użytkowe (kategoria H)	kN/m ²	1,0	1,50	1,00	1,50	1,00
Obc.4.2. Użytkowe (kategoria H)	kN/m ²	0,4	1,50	1,00	0,60	0,40
Obc.5. Ciężar warstw izolacyjnych na stropie	kN/m²	0,9	1,35	1,00	1,21	0,90
Obc.5.1. deskowanie na ruszcie	kN/m ²	0,18	1,35	1,00	0,24	0,18
Obc.5.2. wełna mineralna 30cm	kN/m ²	0,36	1,35	1,00	0,49	0,36
Obc.5.3. tynk	kN/m ²	0,4	1,35	1,00	0,49	0,36
Obc.6. Ciężar konstrukcji						
Obc.6.1. strop żelbetowy gr.16cm	kN/m ²	4,0	1,35	1,00	5,40	4,00
Obc.6.2. Elementy murowe z wapieni gr. 24cm	kN/m ²	4,8	1,35	1,00	6,48	4,80
Obc.7. Ciężar warstw izolacyjnych na stropodachu łącznika	kN/m²	1,5	1,35	1,00	2,04	1,51
Obc.7.1. izolacja przeciwwodna	kN/m ²	0,35	1,35	1,00	0,47	0,35
Obc.7.2. wełna minerala twarda	kN/m ²	0,8	1,35	1,00	1,08	0,80
Obc.7.3. tynk	kN/m ²	0,4	1,35	1,00	0,49	0,36
Obc.8. Ciężar wypraw ściennych						
Obc.8.1. Ciężar wyprawy ściennej wewnętrznej	kN/m²	0,5	1,35	1,00	0,73	0,54
Obc.8.1.1. Tynk	kN/m ²	0,5	1,35	1,00	0,73	0,54
Obc.8.2. Ciężar wyprawy ściennej zewnętrznej	kN/m²	0,6	1,35	1,00	0,81	0,60
Obc.8.2.1. Styropian	kN/m ²	0,1	1,35	1,00	0,08	0,06
Obc.8.2.2. Tynk	kN/m ²	0,5	1,35	1,00	0,73	0,54

Poz. 1. Konstrukcja dachu:

Poz. 1.1. Krokwie:

obliczeniowy rozstaw krokwi: $a_k := 0.9 \cdot m$

grupy obciążeń:

A) ciężar poszycia

BC) obc. śniegiem

D) obc. wiatrem

E) obc. technologiczne jętek

Poz. 1.2. Płatew kalenicowa:

A) reakcja z krokwi - obc. stałe:

$$V_{ks} := 4.1 \cdot kN$$

obliczeniowy rozstaw krokwi: $a_k = 0.9 \text{ m}$

$$q_{kA} := \frac{V_{ks}}{a_k} = 4.56 \cdot \frac{kN}{m}$$

BC) reakcja z krokwi - obc. zmienne:

$$V_{kz} := 2.71 \cdot kN$$

$$q_{kB} := \frac{V_{kz}}{a_k} = 3.01 \cdot \frac{kN}{m}$$

Poz.3. Konstrukcja stropów:

Poz.3.1. Strop o rozp. 372+348cm:

grupy obciążeń:

A) warstwy izolacyjne stropu:

BC) obc. użytkowe:

Poz.3.2. Strop nad łącznikiem:

grupy obciążeń:

A) warstwy izolacyjne stropodachu,

B) obc. śniegiem:

Poz.4: Podciąg i nadproża:

Poz.4.1. Podciąg o rozp. 435+415+250+430cm:

obciążenia ze stropu zebrano z pasma: $a_s := \frac{7.2 \cdot m}{2} = 3.6 \text{ m}$

1) ciężar stropu:

$$q_{k1} := 4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_s = 14.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2) ciężar warstw izolacyjnych:

$$q_{k2} := 0.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_s = 3.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3) obc. użytkowe:

$$q_{k3} := 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_s = 3.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

4) obc. z dachu:

reakcja z krokwi:

$$V_k := 6.8 \cdot \text{kN} \quad V_d := 9.59 \cdot \text{kN} \quad \gamma_{F4} := \frac{V_d}{V_k} = 1.41$$

obliczeniowy rozstaw krokwi: $a_k := 0.9 \cdot \text{m}$

$$q_{k4} := \frac{V_k}{a_k} = 7.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kABCD} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} + q_{k4} = 28.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{dABCD} := q_{k1} \cdot 1.35 + q_{k2} \cdot 1.35 + q_{k3} \cdot 1.5 + q_{k4} \cdot \gamma_{F4} = 39.87 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{FABCD} := \frac{q_{dABCD}}{q_{kABCD}} = 1.38$$

Poz.4.2. Podciąg o rozp. 275+415+565+275cm:

obc. jak w poz.4.1.

Poz.4.3. Nadproże o rozp. 441cm:

obciążenia ze stropodachu zebrano z pasma: $a_{s1} := \frac{2.24 \cdot m}{2} = 1.12 \text{ m}$

1) ciężar stropu:

$$q_{k1} := 4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s1} = 4.48 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2) ciężar warstw izolacyjnych:

$$q_{k2} := 1.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s1} = 1.69 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3) obc. śniegiem:

$$q_{k3} := 1.67 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s1} = 1.87 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kA} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} = 8.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{dA} := q_{k1} \cdot 1.35 + q_{k2} \cdot 1.35 + q_{k3} \cdot 1.5 = 11.14 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \gamma_{FA} := \frac{q_{dA}}{q_{kA}} = 1.38$$

Poz.4.4. Nadproże o rozp. 610cm:

obciążenia jak w poz.4.3.

Poz.4.5. Nadproże o rozp. 393cm:

przyjęto nadproże wg poz.4.3.

Poz.4.6. Nadproże o rozp. 593cm:

przyjęto nadproże wg poz.4.4.

Poz.4.7. Nadproże o rozp. 240cm - ściany szczytowe:

A) obc. ze stropu:

obciążenia ze stropu zebrano z pasma: $a_{s2} := \frac{3.72 \cdot \text{m}}{3} = 1.24 \text{ m}$

1) ciężar stropu:

$$q_{k1} := 4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 4.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2) ciężar warstw izolacyjnych:

$$q_{k2} := 0.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 1.12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3) obc. użytkowe:

$$q_{k3} := 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 1.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kA} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} = 7.32 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{dA} := q_{k1} \cdot 1.35 + q_{k2} \cdot 1.35 + q_{k3} \cdot 1.5 = 10.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \gamma_{FA} := \frac{q_{dA}}{q_{kA}} = 1.38$$

B) obc. ze ściany:

wysokość ściany nad nadprożem: $h_{s1} := 2.85 \cdot \text{m}$ $h_{s2} := 4.85 \cdot \text{m}$

ciężar muru i wyprawy ściennej:

$$q_{kB1} := \left(4.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \cdot h_{s1} = 15.39 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kB2} := \left(4.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \cdot h_{s2} = 26.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Poz.4.8. Nadproże o rozp. 240cm - ściany podłużne:

A) obc. ze stropu:

obciążenia ze stropu zebrano z pasma: $a_{s2} := \frac{3.48 \cdot m}{2} = 1.74 \text{ m}$

1) ciężar stropu:

$$q_{k1} := 4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 6.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2) ciężar warstw izolacyjnych:

$$q_{k2} := 0.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 1.57 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3) obc. użytkowe:

$$q_{k3} := 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 1.74 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kA} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} = 10.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{dA} := q_{k1} \cdot 1.35 + q_{k2} \cdot 1.35 + q_{k3} \cdot 1.5 = 14.12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \gamma_{FA} := \frac{q_{dA}}{q_{kA}} = 1.38$$

B) obc. ze ściany:

wysokość ściany nad nadprożem: $h_{s3} := 2 \cdot \text{m}$

$$q_{kB} := \left(4.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \cdot h_{s3} = 10.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

C) obc. z dachu:

reakcja z krokwi: $V_k := 3.38 \cdot \text{kN}$ $V_d := 4.77 \cdot \text{kN}$

obliczeniowy rozstaw krokwi: $a_k := 0.9 \cdot \text{m}$ $\gamma_{FC} := \frac{V_d}{V_k} = 1.41$

$$q_{kC} := \frac{V_k}{a_k} = 3.76 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Poz.4.9. Nadproże o rozp. 360cm:

A) obc. ze stropu:

obciążenia ze stropu zebrano z pasma: $a_{s2} := \frac{4.3 \cdot m}{2} = 2.15 \text{ m}$

1) ciężar stropu:

$$q_{k1} := 4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 8.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2) ciężar warstw izolacyjnych:

$$q_{k2} := 0.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 1.94 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3) obc. użytkowe:

$$q_{k3} := 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_{s2} = 2.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kA} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} = 12.69 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{dA} := q_{k1} \cdot 1.35 + q_{k2} \cdot 1.35 + q_{k3} \cdot 1.5 = 17.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \gamma_{FA} := \frac{q_{dA}}{q_{kA}} = 1.38$$

B) obc. ze ściany:

wysokość ściany nad nadprożem: $h_{s1} := 2.95 \cdot \text{m}$ $h_{s2} := 4.7 \cdot \text{m}$

ciężar muru i wyprawy ściennej:

$$q_{kB1} := \left(4.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \cdot h_{s1} = 15.93 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{kB2} := \left(4.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) \cdot h_{s2} = 25.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Poz.5: Rdzenie i słupy:

Poz.5.2. Rdzenie poddasza:

Poz.5.2.1. Rdzenie ścian kolankowych:

wartość rozporu z krokwi:

$$H_k := 2.73 \cdot \text{kN}$$

obliczeniowy rozstaw krokwi: $a_k := 0.9 \cdot \text{m}$

rozstaw rdzeni: $a_r := 2.55 \cdot \text{m}$

$$Q_{kA} := \frac{H_k}{a_k} \cdot a_r = 7.74 \cdot \text{kN}$$

Poz.5.2.2. Rdzeń ściany szczytowej:

obciążenia na rdzeń zebrano z pasma pionowego ściany: $a_s := \frac{7.2 \cdot \text{m}}{2} = 3.6 \text{ m}$

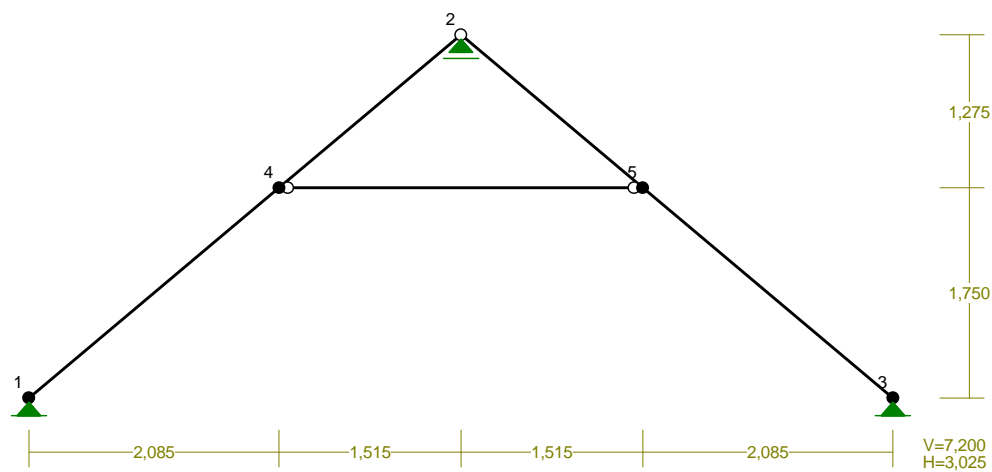
A) parcie wiatru na ścianę:

$$q_{kA} := 0.64 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a_s = 2.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

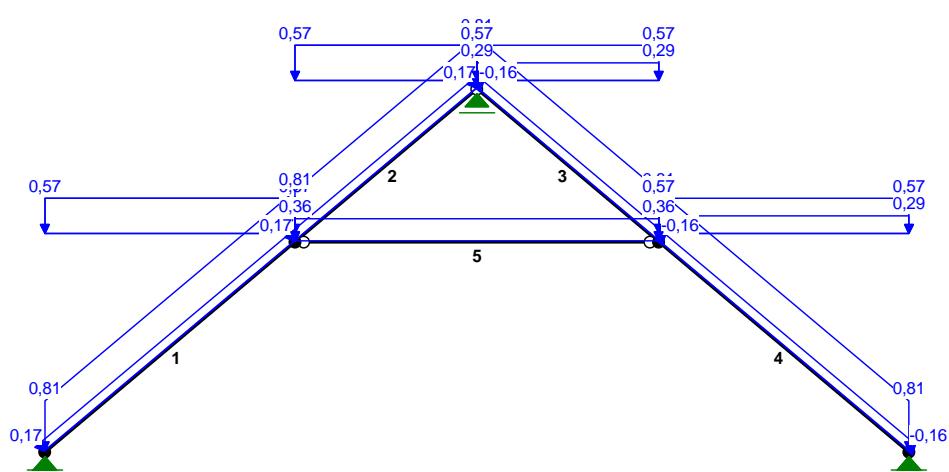
WYDRUKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH PRZEPROWADZONYCH W PROGRAMACH KOMPUTEROWYCH:

Poz.1.1.

WĘZŁY:



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 "poszycie"				Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	0,81	0,81	0,00	2,72
2	Liniowe	0,0	0,81	0,81	0,00	1,98
3	Liniowe	0,0	0,81	0,81	0,00	1,98
4	Liniowe	0,0	0,81	0,81	0,00	2,72
Grupa: B "śnieg"				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	2,72
2	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	1,98
3	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	1,98
4	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	2,72
Grupa: C "śnieg"				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	2,72
2	Liniowe-Y	0,0	0,57	0,57	0,00	1,98
3	Liniowe-Y	0,0	0,29	0,29	0,00	1,98
4	Liniowe-Y	0,0	0,29	0,29	0,00	2,72
Grupa: D "wiatr"				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	40,0	0,17	0,17	0,00	2,72
2	Liniowe	40,0	0,17	0,17	0,00	1,98
3	Liniowe	-40,0	-0,16	-0,16	0,00	1,98
4	Liniowe	-40,0	-0,16	-0,16	0,00	2,72
Grupa: E "obc. jętek"				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
5	Liniowe	0,0	0,36	0,36	0,00	3,03

Pręt nr 4

Sprawdzenie nośności pręta nr 4

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=2,72$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „CW ABDE”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 5,88 / 100,80 \times 10 = \mathbf{0,58} < \mathbf{1,87} = 0,145 \times 12,92 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach „CW ACDE”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,26}{0,834 \times 12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,77} + \frac{7,07}{14,77} = \mathbf{0,503} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,26}{0,145 \times 12,92} + \frac{0,00}{14,77} + 0,7 \times \frac{7,07}{14,77} = \mathbf{0,474} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach „CW ACD”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,91 / 268,80 \times 10^3 = \mathbf{7,09} < \mathbf{14,77} = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach „cw ACDE”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,04}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,477} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{7,04}{14,77} + \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,334} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach „CW ACD”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,21^2}{12,92^2} + \frac{7,09}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,480} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,21^2}{12,92^2} + 0,7 \times \frac{7,09}{14,77} + \frac{0,00}{14,77} = \mathbf{0,336} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach „CW AB”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,34^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,34} < \mathbf{2,46} = 1,000 \times 2,46 = k_v f_{v,d}$$

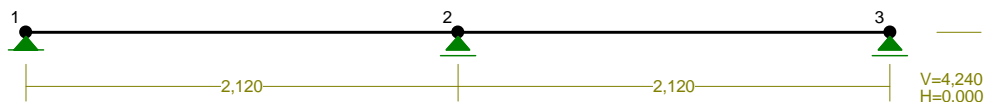
Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,72$ m, przy obciążeniach „CW ACD”.

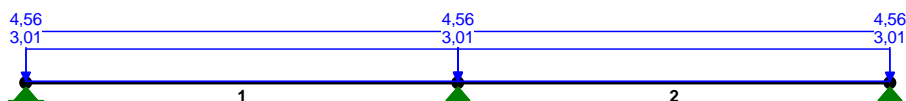
$$u_{z,fin} = 6,0 + 2,9 = \mathbf{8,9} < \mathbf{13,6} = u_{net,fin}$$

Poz.1.2.

WEZŁY:



OBCIĄŻENIA:

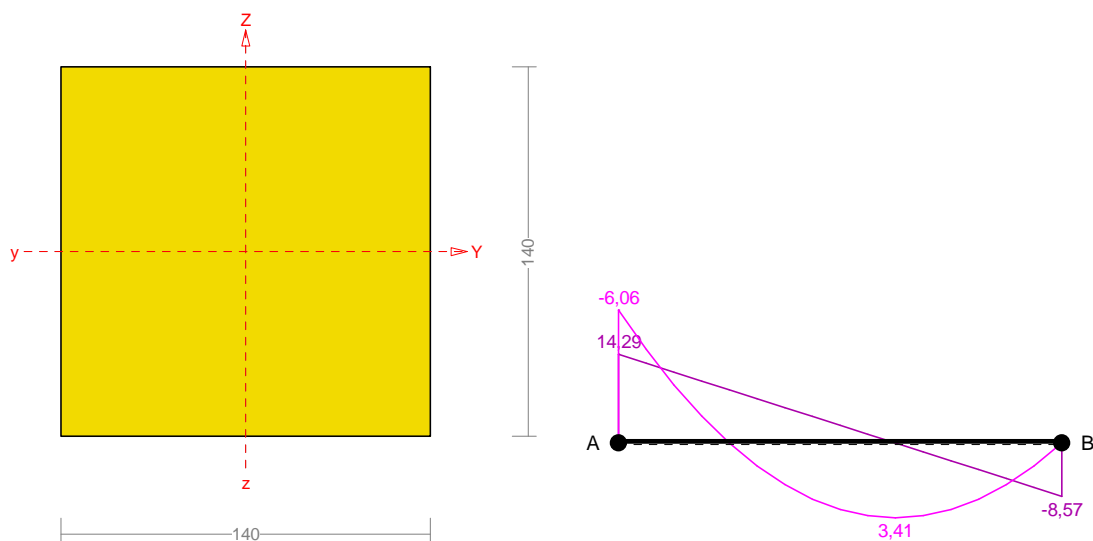


OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

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	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	4,56	4,56	0,00	2,12
2	Liniowe	0,0	4,56	4,56	0,00	2,12
Grupa: B " "				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	3,01	3,01	0,00	2,12
Grupa: C " "				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
2	Liniowe	0,0	3,01	3,01	0,00	2,12

Pręt nr 2



Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,12$ m, przy obciążeniach „CW ABC”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 6,06 / 457,33 \times 10^3 = \mathbf{13,25} < \mathbf{14,97} = 1,000 \times 14,97 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,12$ m, przy obciążeniach „CW ABC”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{13,25}{14,97} + 0,7 \times \frac{0,00}{14,97} = \mathbf{0,885} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{13,25}{14,97} + \frac{0,00}{14,97} = \mathbf{0,619} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,12$ m, przy obciążeniach „CW ABC”.

Warunek nośności

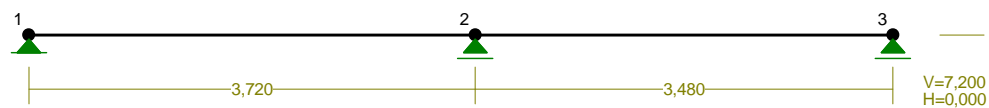
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,09^2 + 0,00^2} = \mathbf{1,09} < \mathbf{2,46} = 1,000 \times 2,46 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

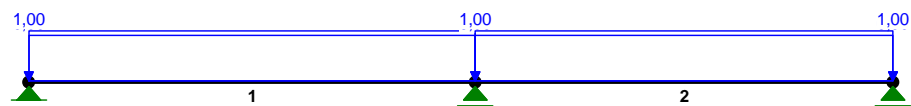
Wyniki dla $x_a=1,18$ m; $x_b=0,94$ m, przy obciążeniach „CW AC”.

$$u_{z,fin} = -4,1 + -0,7 = \mathbf{4,8} < \mathbf{10,6} = u_{net,fin}$$

WEZŁY:



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])						
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa:	A "w. izolacyjne stropu"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	0,90	0,90	0,00	3,72
2	Liniowe	0,0	0,90	0,90	0,00	3,48
Grupa:	B "użytkowe"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,00	1,00	0,00	3,72
Grupa:	C "użytkowe"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe	0,0	1,00	1,00	0,00	3,48

Cechy przekroju:

zadanie poz_31, pręt nr 1, przekrój: $x_a=3,72$ m, $x_b=0,00$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$h=16,0$, $b=100,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck}=20,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=1600$ cm², $J_{cx}=34133$ cm⁴, $J_{cy}=1333333$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=5,53$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 5,53/1600=0,35$ %,

$J_{sx}=144$ cm⁴, $J_{sy}=6286$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_31, pręt nr 1, przekrój: $x_a=3,72$ m, $x_b=0,00$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ABC**

Momenty zginające: $M_x = 13,19$ kNm,

$M_y = 0,00$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = -18,64$ kN,

$V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,00$ kN = N_{sd} ,

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie: poz_31, pręt nr 1, przekrój: $x_a=3,72$ m, $x_b=0,00$ m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW ABC] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy

Wielkości obliczeniowe:

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

$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(13,19^2 + 0,00^2)} = 13,19$ kNm

$f_{cd}=13,3$ MPa, $f_{yd}=420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=4,02$ cm²,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=1,51$ cm²,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=5,53$ cm², $\rho=100 \times A_s/A_c=$

$100 \times 5,53/1600=0,35$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=16,8$, $d=13,4$, $x=3,4$ ($\xi=0,253$),

$a_1=3,4$, $a_2=3,0$, $a_c=1,1$, $z_c=12,0$, $A_{cc}=312$ cm²,

$\epsilon_c=-0,65$ ‰, $\epsilon_{s2}=-0,11$ ‰, $\epsilon_{s1}=1,90$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -107,89$, $F_{s1} = 110,35$, $F_{s2} = -2,46$,

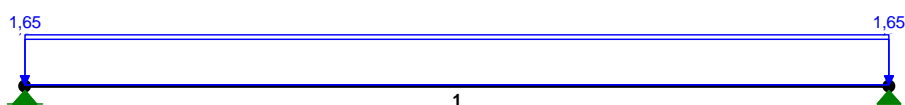
$M_c = 7,47$, $M_{s1} = 5,60$, $M_{s2} = 0,13$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 16,50$ kNm > $M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 7,47 + (5,60) + (0,13) = 13,19$ kNm

Poz.3.2.

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa:	A "w. izolacyjne"			Stałe	$\gamma_f = 1,35$	
1	Liniowe	0,0	1,51	1,51	0,00	2,00
Grupa:	B "śnieg"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	1,65	1,65	0,00	2,00

Cechy przekroju:

zadanie poz_32, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,00$ m, $x_b=1,00$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$h=16,0$, $b=100,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck} = 20,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 1600$ cm², $J_{cx} = 34133$ cm⁴, $J_{cy} = 1333333$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk} = 500$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 420$ MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 2,01$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 2,01 / 1600 = 0,13$ %,

$J_{sx} = 52$ cm⁴, $J_{sy} = 2788$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_32, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,00$ m, $x_b=1,00$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AB**

Momenty zginające: $M_x = -4,95$ kNm,

$M_y = 0,00$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 0,00$ kN,

$V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,00$ kN = N_{Sd} ,

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie poz_32, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,95$ m, $x_b=1,05$ m

Wielkości obliczeniowe:

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

$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(-4,94)^2 + 0,00^2} = 4,94$ kNm

$f_{cd} = 13,3$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 2,01$ cm²,

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,01$ cm², $\rho = 100 \times A_s / A_c =$

$100 \times 2,01 / 1600 = 0,13$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h = 16,0$, $d = 13,1$, $x = 2,6$ ($\xi = 0,197$),

$a_1 = 2,9$, $a_c = 0,9$, $z_c = 12,2$, $A_{cc} = 258$ cm²,

$\epsilon_c = -0,25$ ‰, $\epsilon_{s1} = 1,00$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

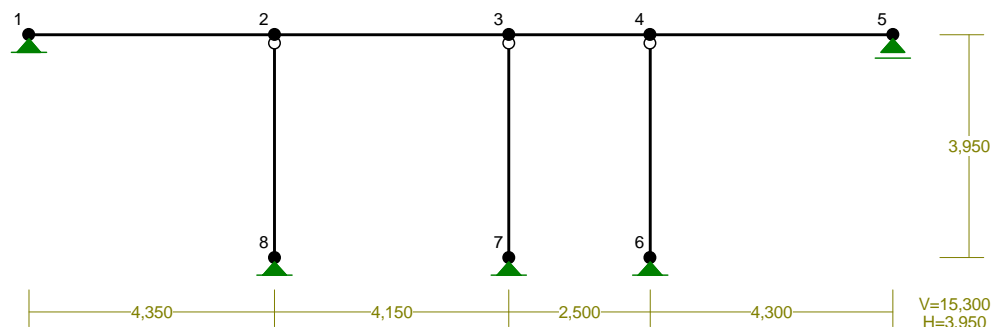
$F_c = -40,39$, $F_{s1} = 40,39$,

$M_c = 2,88$, $M_{s1} = 2,06$,

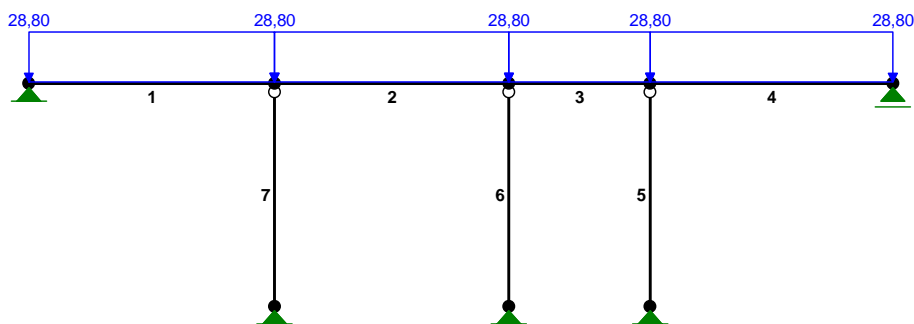
Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 10,66$ kNm > $M_{Sd} = M_c + M_{s1} = 2,88 + (2,06) = 4,94$ kNm

WEZŁY:



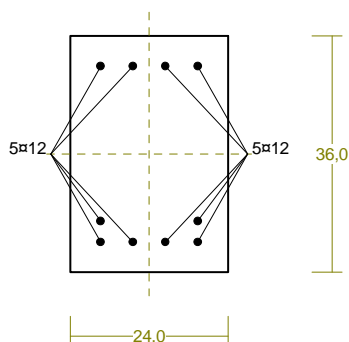
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:		([kN],[kNm],[kN/m])				
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa: 1	A " " Liniowe	0,0	28,80	Zmienne 28,80	$\gamma_f = 1,38$ 0,00	4,35
Grupa: 2	B " " Liniowe	0,0	28,80	Zmienne 28,80	$\gamma_f = 1,38$ 0,00	4,15
Grupa: 3	C " " Liniowe	0,0	28,80	Zmienne 28,80	$\gamma_f = 1,38$ 0,00	2,50
Grupa: 4	D " " Liniowe	0,0	28,80	Zmienne 28,80	$\gamma_f = 1,38$ 0,00	4,30

Cechy przekroju:

zadanie poz_41, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,83$ m, $x_b=2,52$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=36,0, \quad b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck}=20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=864 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=93312 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=41472 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk}=500 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=11,31 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 11,31/864=1,31 \%,$$

$$J_{sx}=1860 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=399 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_41, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,83$ m, $x_b=2,52$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AC**

Momenty zginające: $M_x = -75,58 \text{ kNm},$

$M_y = 0,00 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 2,20 \text{ kN},$

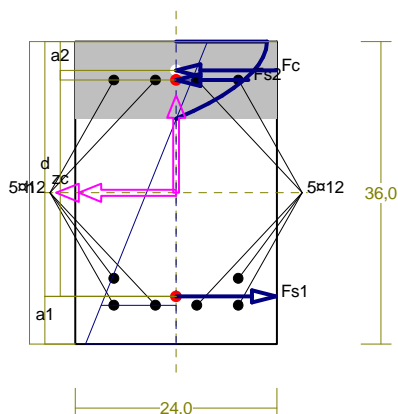
$V_x = 0,00 \text{ kN},$

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

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_41, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,83$ m, $x_b=2,52$ m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW AC] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx})^2 + (M_{sdy})^2} = \sqrt{(-75,58^2 + 0,00^2)} = 75,58 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=6,79 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=11,31 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 11,31/864=1,31 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=36,0, \quad d=30,3, \quad x=8,9 \quad (\xi=0,293),$$

$$a_1=5,7, \quad a_2=4,6, \quad a_c=3,4, \quad z_c=26,9, \quad A_{cc}=221 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,99 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2}=-0,99 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=4,80 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -195,08, \quad F_{s1} = 285,01, \quad F_{s2} = -89,86,$$

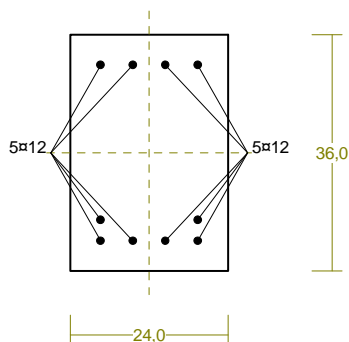
$$M_c = 28,39, \quad M_{s1} = 35,15, \quad M_{s2} = 12,04,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 76,31 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 28,39 + (35,15) + (12,04) = 75,58 \text{ kNm}$$

Cechy przekroju:

zadanie poz_41, pręt nr 2, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=4,15$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=36,0, \quad b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck}=20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=864 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=93312 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=41472 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk}=500 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=15,83 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 15,83/864=1,83 \%,$$

$$J_{sx}=2331 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=537 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_41, pręt nr 2, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=4,15 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ABD**

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = 89,28 \text{ kNm},$$

$$M_y = 0,00 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = 104,91 \text{ kN},$$

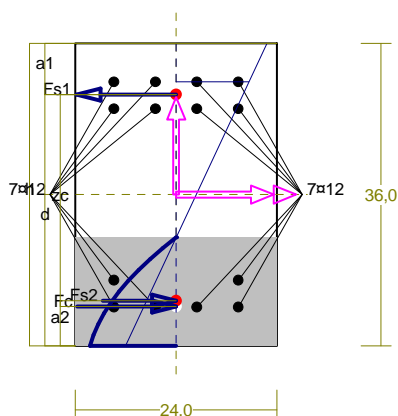
$$V_x = 0,00 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = 0,00 \text{ kN} = N_{sd},$$

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie: poz_41, pręt nr 2, przekrój: $x_a=0,00 \text{ m}$, $x_b=4,15 \text{ m}$

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW ABD] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(89,28^2 + 0,00^2)} = 89,28 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=9,05 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=6,79 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=15,83 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 15,83/864=1,83 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=36,0, \quad d=29,9, \quad x=12,3 \quad (\xi=0,411),$$

$$a_1=6,1, \quad a_2=5,4, \quad a_c=4,7, \quad z_c=25,2, \quad A_{cc}=310 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,56 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2}=-1,01 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=2,23 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -238,20, \quad F_{s1} = 357,18, \quad F_{s2} = -118,99,$$

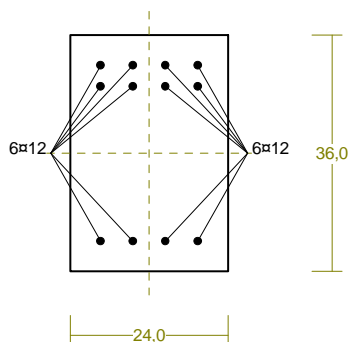
$$M_c = 31,72, \quad M_{s1} = 42,51, \quad M_{s2} = 15,05,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 97,65 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 31,72 + (42,51) + (15,05) = 89,28 \text{ kNm}$$

Cechy przekroju:

zadanie: poz_41, pręt nr 3, przekrój: $x_a=2,50 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=36,0, \quad b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck}=20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=864 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=93312 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=41472 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk}=500 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=13,57 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 13,57/864=1,57 \%,$$

$$J_{sx}=2095 \text{ cm}^4, J_{sy}=413 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_41, pręt nr 3, przekrój: $x_a=2,50 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ACD**

Momenty zginające: $M_x = 73,36 \text{ kNm}$,

$M_y = 0,00 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = -87,43 \text{ kN}$,

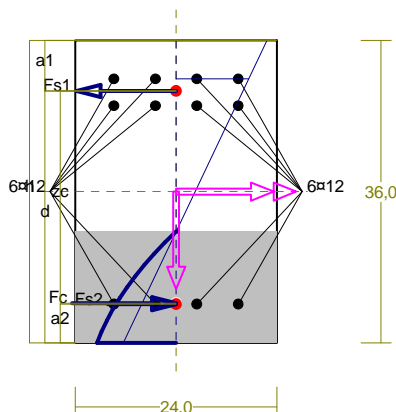
$V_x = 0,00 \text{ kN}$,

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

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_41, pręt nr 3, przekrój: $x_a=2,50 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW ACD] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

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

$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2+M_{sdy}^2)}=\sqrt{(73,36^2+0,00^2)}=73,36 \text{ kNm}$

$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}$, $f_{yd}=420 \text{ MPa}=f_{id}$,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=9,05 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2$,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=13,57 \text{ cm}^2$, $\rho=100 \times A_s/A_c=$

$100 \times 13,57/864=1,57 \%$

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=36,0$, $d=30,0$, $x=12,7$ ($\xi=0,423$),

$a_1=6,0$, $a_2=4,6$, $a_c=4,7$, $z_c=25,2$, $A_{cc}=318 \text{ cm}^2$,

$\epsilon_c=-1,29 \text{ ‰}$, $\epsilon_{s2}=-0,84 \text{ ‰}$, $\epsilon_{s1}=1,76 \text{ ‰}$,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -214,25$, $F_{s1} = 290,40$, $F_{s2} = -76,15$,

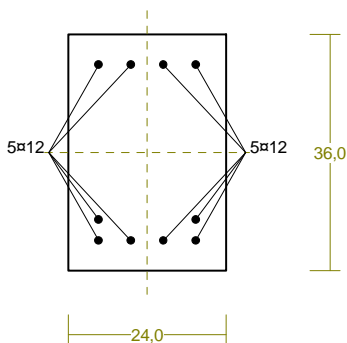
$M_c = 28,44$, $M_{s1} = 34,72$, $M_{s2} = 10,20$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 97,88 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 28,44 + (34,72) + (10,20) = 73,36 \text{ kNm}$

Cechy przekroju:

zadanie poz_41, pręt nr 4, przekrój: $x_a=2,49 \text{ m}$, $x_b=1,81 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$h=36,0$, $b=24,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck}=20,0 \text{ MPa}$, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3 \text{ MPa}$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=864 \text{ cm}^2$, $J_{cx}=93312 \text{ cm}^4$, $J_{cy}=41472 \text{ cm}^4$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500 \text{ MPa}$, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420 \text{ MPa}$

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=11,31 \text{ cm}^2$, $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 11,31/864=1,31 \%$,

$$J_{sx}=1860 \text{ cm}^4, J_{sy}=399 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_41, pręt nr 4, przekrój: $x_a=2,49 \text{ m}$, $x_b=1,81 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW BD**

Momenty zginające: $M_x = -72,82 \text{ kNm}$,

$M_y = 0,00 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = -1,60 \text{ kN}$,

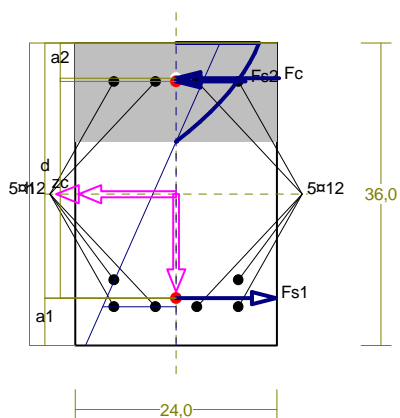
$V_x = 0,00 \text{ kN}$,

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

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_41, pręt nr 4, przekrój: $x_a=2,49 \text{ m}$, $x_b=1,81 \text{ m}$

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW BD] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-72,82^2 + 0,00^2)} = 72,82 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{ld},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=6,79 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=11,31 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 11,31/864=1,31 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=36,0, \quad d=30,4, \quad x=11,4 \quad (\xi=0,374),$$

$$a_1=5,6, \quad a_2=4,6, \quad a_c=4,2, \quad z_c=26,2, \quad A_{cc}=282 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,41 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2}=-0,86 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=2,36 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -201,94, \quad F_{s1} = 279,44, \quad F_{s2} = -77,52,$$

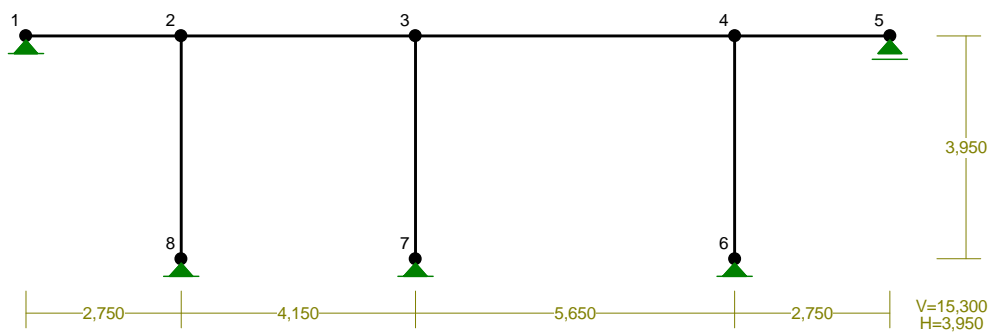
$$M_c = 27,84, \quad M_{s1} = 34,58, \quad M_{s2} = 10,39,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

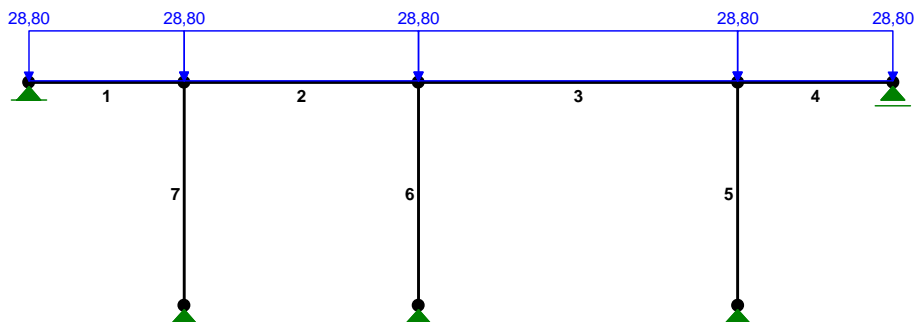
$$M_{Rd} = 76,31 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 27,84 + (34,58) + (10,39) = 72,82 \text{ kNm}$$

Poz.4.2.

WEZŁY :



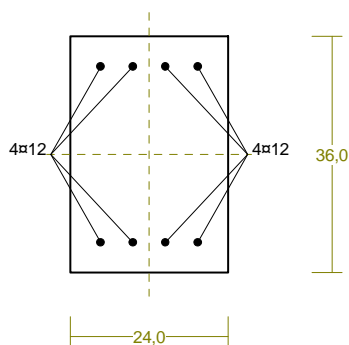
OBCIĄŻENIA :



OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa: 1	A " " Liniowe	0,0	28,80	Zmienne 28,80	$\gamma_f = 1,38$ 0,00	2,75
Grupa: 2	B " " Liniowe	0,0	28,80	Zmienne 28,80	$\gamma_f = 1,38$ 0,00	4,15
Grupa: 3	C " " Liniowe	0,0	28,80	Zmienne 28,80	$\gamma_f = 1,38$ 0,00	5,65
Grupa: 4	D " " Liniowe	0,0	28,80	Zmienne 28,80	$\gamma_f = 1,38$ 0,00	2,75

Cechy przekroju:zadanie poz_42, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,75$ m, $x_b=0,00$ m

Wymiary przekroju [cm]:

 $h=36,0$, $b=24,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

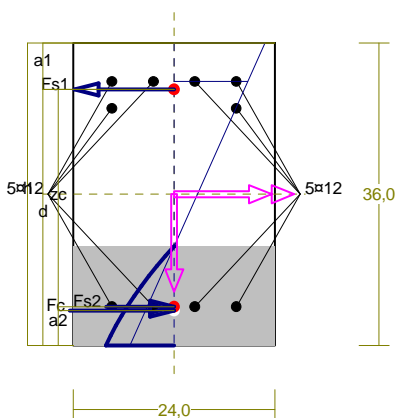
BETON: B25 $f_{ck} = 20,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

 $A_c = 864$ cm², $J_{cx} = 93312$ cm⁴, $J_{cy} = 41472$ cm⁴**STAL: A-IIIIN (B500SP)** $f_{yk} = 500$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 420$ MPa $\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$,

Zbrojenie główne:

 $A_{s1} + A_{s2} = 11,31$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 11,31 / 864 = 1,31$ %, $J_{sx} = 1860$ cm⁴, $J_{sy} = 399$ cm⁴,**Siły przekrojowe:**zadanie: poz_42, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,75$ m, $x_b=0,00$ mObciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ABD**Momenty zginające: $M_x = 55,89$ kNm, $M_y = 0,00$ kNm,Siły poprzeczne: $V_y = -78,98$ kN, $V_x = 0,00$ kN,Siła osiowa: $N = 0,12$ kN = N_{Sd} ,**Nośność przekroju prostopadłego:**zadanie poz_42, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,75$ m, $x_b=0,00$ mObliczenia wykonano dla kombinacji [**CW ABD**] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,12 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(55,89^2+0,00^2)} = 55,89 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=6,79 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=11,31 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 11,31/864=1,31 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=36,0, d=30,5, x=11,5 (\xi=0,377),$$

$$a_1=5,5, a_2=4,6, a_c=4,1, z_c=26,3, A_{cc}=284 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,00 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=-0,61 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=1,66 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -157,78, F_{s1} = 213,41, F_{s2} = -55,51,$$

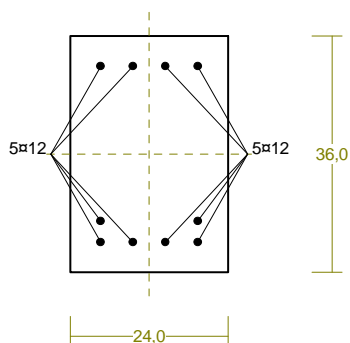
$$M_c = 21,87, M_{s1} = 26,58, M_{s2} = 7,44,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 76,29 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 21,87 + (26,58) + (7,44) = 55,89 \text{ kNm}$$

Cechy przekroju:

zadanie poz_42, pręt nr 2, przekrój: $x_a=4,15 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=36,0, b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 20,0 / 1,50 = 11,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 864 \text{ cm}^2, J_{cx} = 93312 \text{ cm}^4, J_{cy} = 41472 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 18,10 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 18,10 / 864 = 2,09 \%,$$

$$J_{sx} = 2441 \text{ cm}^4, J_{sy} = 661 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_42, pręt nr 2, przekrój: $x_a=4,15 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW BC**

$$\text{Momenty zginające: } M_x = 101,88 \text{ kNm},$$

$$M_y = 0,00 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_y = -106,40 \text{ kN},$$

$$V_x = 0,00 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa: } N = -1,59 \text{ kN} = N_{sd},$$

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

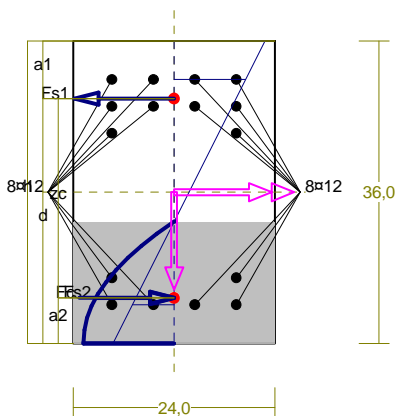
$$e_{ey} = M_x / N = (101,88) / (-1,59) = -64,075 \text{ m},$$

$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,000 \times (-0,020 - 64,075) \times (-1,59) = 101,74 \text{ kNm},$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_42, pręt nr 2, przekrój: $x_a=4,15 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW BC] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -1,59 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(101,91^2 + 0,00^2)} = 101,91 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 11,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{ld},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 11,31 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 6,79 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 18,10 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 18,10 / 864 = 2,09 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 36,0, d = 29,1, x = 13,4 (\xi = 0,462),$$

$$a_1 = 6,9, a_2 = 5,4, a_c = 5,4, z_c = 23,7, A_{cc} = 348 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -2,02 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -1,38 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 2,36 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -263,70, F_{s1} = 429,33, F_{s2} = -167,22,$$

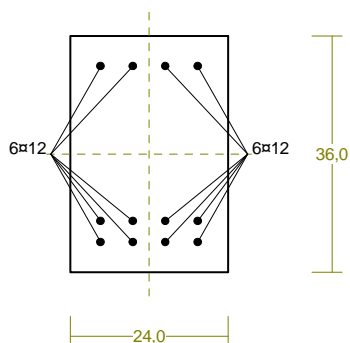
$$M_c = 33,10, M_{s1} = 47,75, M_{s2} = 21,06,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 113,82 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 33,10 + (47,75) + (21,06) = 101,91 \text{ kNm}$$

Cechy przekroju:

zadanie poz_42, pręt nr 3, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 5,65 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$$h = 36,0, b = 24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 20,0 / 1,50 = 11,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 864 \text{ cm}^2, J_{cx} = 93312 \text{ cm}^4, J_{cy} = 41472 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 20,36 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 20,36 / 864 = 2,36 \%,$$

$$J_{sx} = 2677 \text{ cm}^4, J_{sy} = 674 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_42, pręt nr 3, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 5,65 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW BC**

$$\text{Momenty zginające: } M_x = 109,83 \text{ kNm},$$

$$M_y = 0,00 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_y = 125,40 \text{ kN},$$

$$V_x = 0,00 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa: } N = -3,60 \text{ kN} = N_{sd},$$

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

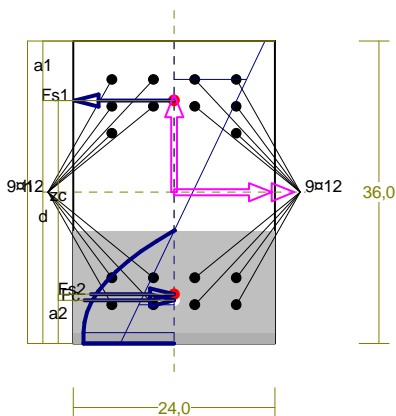
$$e_{ey} = M_x / N = (109,83) / (-3,60) = -30,508 \text{ m},$$

$$M_{sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,000 \times (-0,020 - 30,508) \times (-3,60) = 109,91 \text{ kNm},$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_42, pręt nr 3, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 5,65 \text{ m}$

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW BC] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -3,60 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(109,90^2 + 0,00^2)} = 109,90 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 11,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{ld},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 11,31 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 9,05 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 20,36 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 20,36 / 864 = 2,36 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 36,0, d = 28,9, x = 12,4 (\xi = 0,427),$$

$$a_1 = 7,1, a_2 = 5,8, a_c = 5,1, z_c = 23,8, A_{cc} = 322 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -2,22 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -1,46 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 2,97 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -254,51, F_{s1} = 466,60, F_{s2} = -215,73,$$

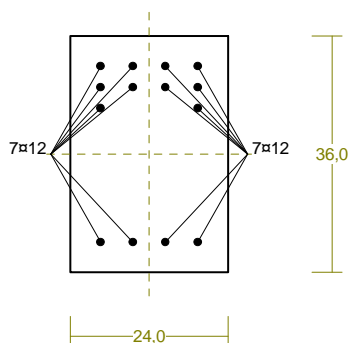
$$M_c = 32,77, M_{s1} = 50,90, M_{s2} = 26,22,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 113,89 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 32,77 + (50,90) + (26,22) = 109,90 \text{ kNm}$$

Cechy przekroju:

zadanie poz_42, pręt nr 4, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 2,75 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$$h = 36,0, b = 24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 864 \text{ cm}^2, J_{cx} = 93312 \text{ cm}^4, J_{cy} = 41472 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 15,83 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 15,83 / 864 = 1,83 \%,$$

$$J_{sx} = 2206 \text{ cm}^4, J_{sy} = 537 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_42, pręt nr 4, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 2,75 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ACD**

$$\text{Momenty zginające: } M_x = 91,28 \text{ kNm},$$

$$M_y = 0,00 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_y = 91,85 \text{ kN},$$

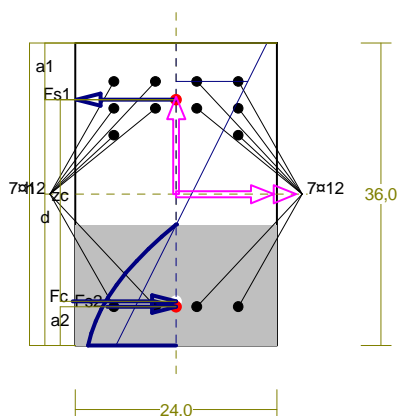
$$V_x = 0,00 \text{ kN},$$

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

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_42, pręt nr 4, przekrój: $x_a = 0,00 \text{ m}$, $x_b = 2,75 \text{ m}$

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW ACD] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2+M_{sdy}^2)}=\sqrt{(91,28^2+0,00^2)}=91,28 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa}=f_{ld},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=\mathbf{11,31} \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=\mathbf{4,52} \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=15,83 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 15,83/864=1,83 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=36,0, d=29,2, x=13,4 (\xi=0,458),$$

$$a_1=6,8, a_2=4,6, a_c=5,3, z_c=24,0, A_{cc}=345 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,66 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=-1,13 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=1,97 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-275,61, F_{s1}=377,79, F_{s2}=-102,18,$$

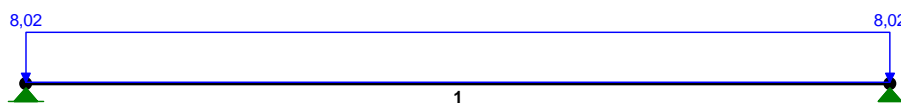
$$M_c=35,14, M_{s1}=42,45, M_{s2}=13,69,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd}=\mathbf{115,01} \text{ kNm} > M_{sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=35,14+(42,45)+(13,69)=\mathbf{91,28} \text{ kNm}$$

Poz.4.3.

OBCIĄŻENIA:



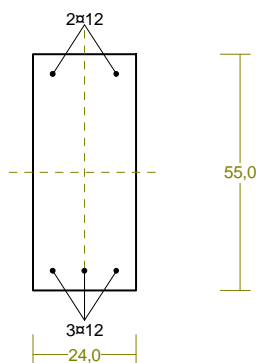
OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f=1,35/1,00$	
Grupa:	A "			Stałe	$\gamma_f=1,38$	
1	Liniowe	0,0	8,02	8,02	0,00	4,41

Cechy przekroju:

zadanie poz_43, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,09 \text{ m}$, $x_b=2,32 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=55,0, b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck}=\mathbf{20,0} \text{ MPa}, f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=\mathbf{13,3} \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=\mathbf{1320} \text{ cm}^2, J_{cx}=\mathbf{332750} \text{ cm}^4, J_{cy}=\mathbf{63360} \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk}=500 \text{ MPa}, \gamma_s=1,15, f_{yd}=420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=\mathbf{5,65} \text{ cm}^2, \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 5,65/1320=\mathbf{0,43} \%,$$

$$J_{sx}=\mathbf{2965} \text{ cm}^4, J_{sy}=\mathbf{248} \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_43, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,09$ m, $x_b=2,32$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW A**

Momenty zginające: $M_x = -37,63$ kNm,

$M_y = 0,00$ kNm,

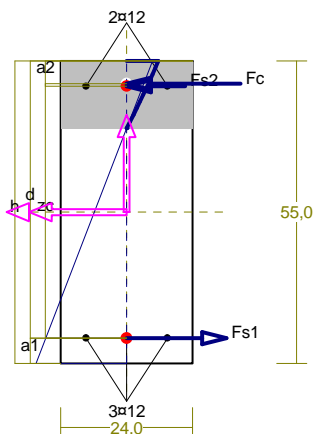
Siły poprzeczne: $V_y = 1,80$ kN,

$V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,00$ kN = N_{Sd} .

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie: poz_43, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,09$ m, $x_b=2,32$ m



Wielkości obliczeniowe:

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

$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(-37,63^2 + 0,00^2)} = 37,63$ kNm

$f_{cd}=13,3$ MPa, $f_{yd}=420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=3,39$ cm²,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=2,26$ cm²,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=5,65$ cm², $\rho=100 \times A_s/A_c=$

$100 \times 5,65/1320=0,43$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=55,0$, $d=50,4$, $x=12,3$ ($\xi=0,243$),

$a_1=4,6$, $a_2=4,6$, $a_c=4,2$, $z_c=46,2$, $A_{cc}=294$ cm²,

$\epsilon_c=-0,39$ ‰, $\epsilon_{s2}=-0,24$ ‰, $\epsilon_{s1}=1,20$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -70,58$, $F_{s1} = 81,48$, $F_{s2} = -10,90$,

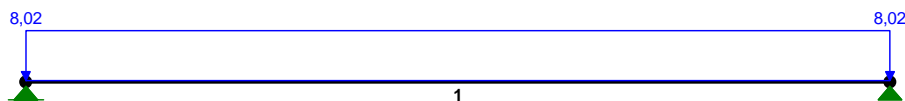
$M_c = 16,48$, $M_{s1} = 18,66$, $M_{s2} = 2,50$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 67,91$ kNm > $M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 16,48 + (18,66) + (2,50) = 37,63$ kNm

Poz.4.4.

OBCIĄŻENIA:



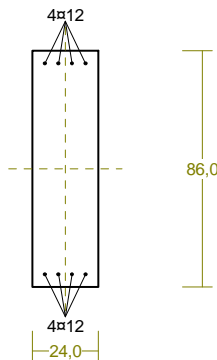
OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa:	A " "			Stałe	$\gamma_f = 1,38$	
1	Liniowe	0,0	8,02	8,02	0,00	6,10

Cechy przekroju:

zadanie: poz_44, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,89$ m, $x_b=3,21$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=86,0, \quad b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck}=20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=2064 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=1272112 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=99072 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$$f_{yk}=500 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=9,05 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 9,05/2064=0,44 \%$$

$$J_{sx}=13342 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=275 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_44, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,89 \text{ m}$, $x_b=3,21 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW A**

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = -83,65 \text{ kNm},$$

$$M_y = 0,00 \text{ kNm},$$

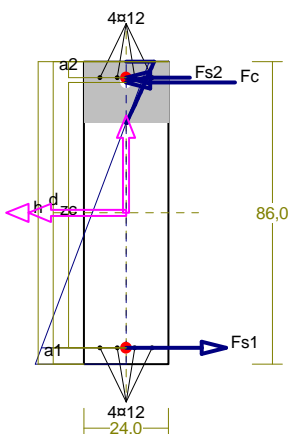
$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = 2,89 \text{ kN},$$

$$V_x = 0,00 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = 0,00 \text{ kN} = N_{sd},$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie: poz_44, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,89 \text{ m}$, $x_b=3,21 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-83,65^2 + 0,00^2)} = 83,65 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=4,52 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=4,52 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=9,05 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 9,05/2064=0,44 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=86,0, \quad d=81,4, \quad x=17,5 \quad (\xi=0,215),$$

$$a_1=4,6, \quad a_2=4,6, \quad a_c=5,9, \quad z_c=75,5, \quad A_{cc}=420 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,33 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2}=-0,25 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=1,22 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -88,14, \quad F_{s1} = 110,43, \quad F_{s2} = -22,29,$$

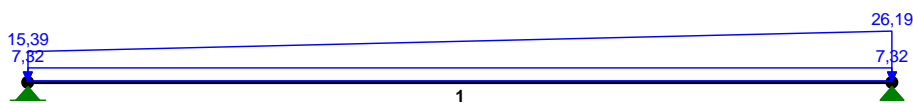
$$M_c = 32,68, \quad M_{s1} = 42,40, \quad M_{s2} = 8,56,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 147,93 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 32,68 + (42,40) + (8,56) = 83,65 \text{ kNm}$$

Poz.4.7.

OBCIĄŻENIA:

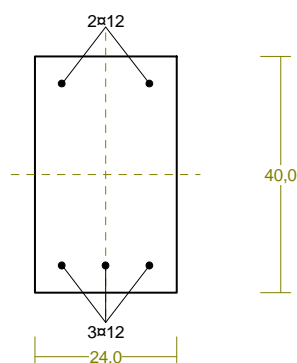


OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa:	A ""			Stałe	$\gamma_f = 1,39/1,00$	
1	Linowe	0,0	7,32	7,32	0,00	2,52
Grupa:	B ""			Stałe	$\gamma_f = 1,35$	
1	Linowe	0,0	15,39	26,19	0,00	2,52

Cechy przekroju:

zadanie poz_47, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,33$ m, $x_b=1,19$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=40,0$, $b=24,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck}=20,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=960$ cm², $J_{cx}=128000$ cm⁴, $J_{cy}=46080$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=5,65$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 5,65/960=0,59$ %,

$J_{sx}=1341$ cm⁴, $J_{sy}=248$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_47, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,33$ m, $x_b=1,19$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AB**

Momenty zginające: $M_x = -32,94$ kNm,

$M_y = 0,00$ kNm,

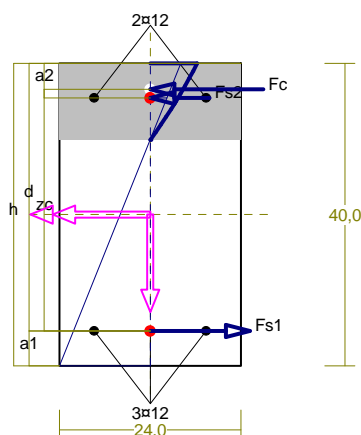
Siły poprzeczne: $V_y = -1,23$ kN,

$V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,00$ kN = N_{sd} ,

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_47, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,33$ m, $x_b=1,19$ m



Wielkości obliczeniowe:

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

$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)}=\sqrt{(-32,94^2 + 0,00^2)}=32,94$ kNm

$f_{cd}=13,3$ MPa, $f_{yd}=420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=3,39$ cm²,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=2,26$ cm²,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=5,65$ cm², $\rho=100 \times A_s/A_c=$

$100 \times 5,65/960=0,59$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=40,0$, $d=35,4$, $x=10,1$ ($\xi=0,286$),

$a_1=4,6$, $a_2=4,6$, $a_c=3,5$, $z_c=31,9$, $A_{cc}=243$ cm²,

$\epsilon_c=-0,61$ ‰, $\epsilon_{s2}=-0,33$ ‰, $\epsilon_{s1}=1,53$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

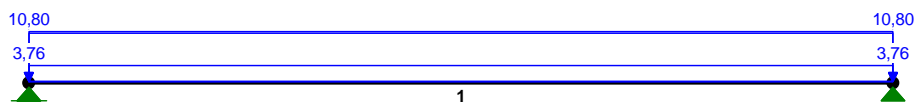
$F_c = -88,61$, $F_{s1} = 103,68$, $F_{s2} = -15,07$,

$M_c = 14,65$, $M_{s1} = 15,97$, $M_{s2} = 2,32$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 46,87$ kNm $>$ $M_{sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=14,65+(15,97)+(2,32)=32,94$ kNm

OBCIĄŻENIA:

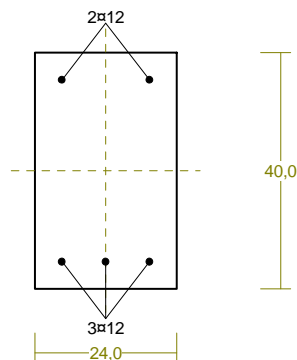


OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa:	A " "			Stałe	$\gamma_f = 1,39/1,00$	
1	Liniowe	0,0	10,27	10,27	0,00	2,52
Grupa:	B " "			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
1	Liniowe	0,0	10,80	10,80	0,00	2,52
Grupa:	C " "			Stałe	$\gamma_f = 1,41/1,00$	
1	Liniowe	0,0	3,76	3,76	0,00	2,52

Cechy przekroju:

zadanie poz_48, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,19$ m, $x_b=1,33$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=40,0$, $b=24,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck} = 20,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 960$ cm², $J_{cx} = 128000$ cm⁴, $J_{cy} = 46080$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk} = 500$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 420$ MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 5,65$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 5,65 / 960 = 0,59$ %,

$J_{sx} = 1341$ cm⁴, $J_{sy} = 248$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_48, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,19$ m, $x_b=1,33$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW ABC**

Momenty zginające: $M_x = -29,60$ kNm,

$M_y = 0,00$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 2,48$ kN,

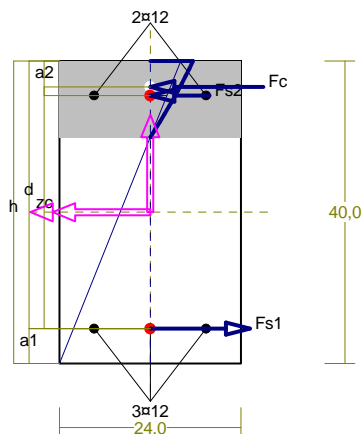
$V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,00$ kN = N_{sd} ,

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_48, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,19$ m, $x_b=1,33$ m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW ABC] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-29,60^2 + 0,00^2)} = 29,60 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{ld},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=3,39 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=2,26 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=5,65 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 5,65/960=0,59 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=40,0, d=35,4, x=10,1 (\xi=0,284),$$

$$a_1=4,6, a_2=4,6, a_c=3,4, z_c=32,0, A_{cc}=242 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,55 \text{ ‰}, \epsilon_{s2}=-0,30 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=1,37 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -79,71, F_{s1} = 93,11, F_{s2} = -13,41,$$

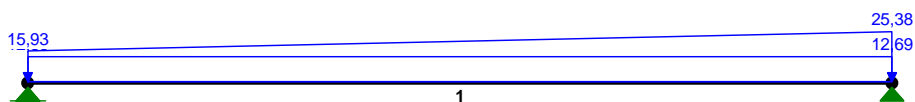
$$M_c = 13,20, M_{s1} = 14,34, M_{s2} = 2,06,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 46,87 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 13,20 + (14,34) + (2,06) = 29,60 \text{ kNm}$$

Poz.4.9.

OBCIĄŻENIA:



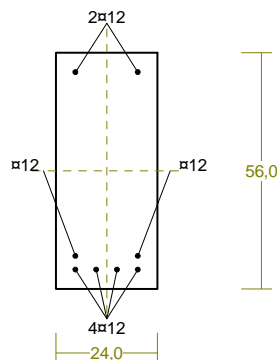
OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa:	A ""			Stałe	$\gamma_f = 1,38/1,00$	
1	Liniowe	0,0	12,69	12,69	0,00	3,78
Grupa:	B ""			Stałe	$\gamma_f = 1,35$	
1	Liniowe	0,0	15,93	25,38	0,00	3,78

Cechy przekroju:

zadanie poz_49, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,99 \text{ m}$, $x_b=1,79 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$h=56,0$, $b=24,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck}=20,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=1344$ cm², $J_{cx}=351232$ cm⁴, $J_{cy}=64512$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=9,05$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 9,05/1344=0,67$ %,

$J_{sx}=4639$ cm⁴, $J_{sy}=385$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_49, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,99$ m, $x_b=1,79$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AB**

Momenty zginające: $M_x = -89,13$ kNm,

$M_y = 0,00$ kNm,

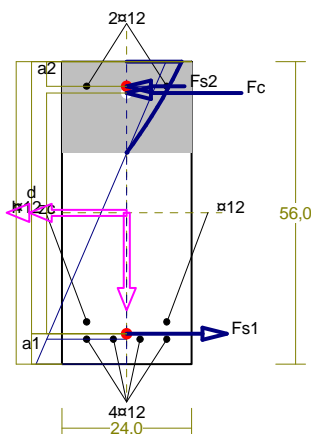
Siły poprzeczne: $V_y = -2,97$ kN,

$V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,00$ kN = N_{sd} ,

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie: poz_49, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,99$ m, $x_b=1,79$ m



Wielkości obliczeniowe:

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

$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-89,13^2 + 0,00^2)} = 89,13$ kNm

$f_{cd}=13,3$ MPa, $f_{yd}=420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=6,79$ cm²,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=2,26$ cm²,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=9,05$ cm², $\rho=100 \times A_s/A_c=$

$100 \times 9,05/1344=0,67$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=56,0$, $d=50,4$, $x=16,5$ ($\xi=0,328$),

$a_1=5,6$, $a_2=4,6$, $a_c=5,8$, $z_c=44,6$, $A_{cc}=405$ cm²,

$\epsilon_c=-0,74$ ‰, $\epsilon_{s2}=-0,54$ ‰, $\epsilon_{s1}=1,52$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -174,91$, $F_{s1} = 199,28$, $F_{s2} = -24,38$,

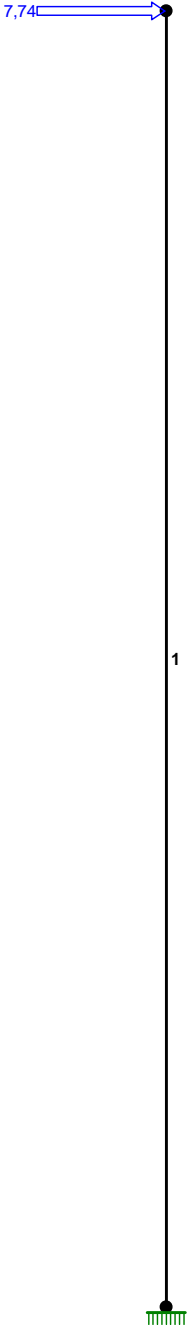
$M_c = 38,79$, $M_{s1} = 44,64$, $M_{s2} = 5,70$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 132,09$ kNm $>$ $M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 38,79 + (44,64) + (5,70) = 89,13$ kNm

Poz.5.2.1.

OBCIĄŻENIA:



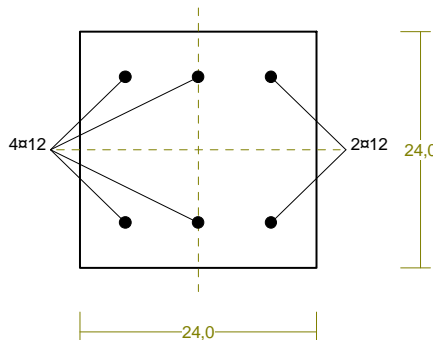
OBCIĄŻENIA:

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35$	
Grupa:	A ""			Stałe	$\gamma_f = 1,50$	
1	Skupione	90,0	7,74		1,50	

Cechy przekroju:

zadanie poz_521, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=1,50$ m



Wymiary przekroju [cm]:

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

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck}=20,0$ MPa, $f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=0,85 \times 20,0/1,50=11,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=576$ cm², $J_{cx}=27648$ cm⁴, $J_{cy}=27648$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk}=500$ MPa, $\gamma_s=1,15$, $f_{yd}=420$ MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=6,79$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 6,79/576=1,18$ %,

$J_{sx}=372$ cm⁴, $J_{sy}=248$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_521, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=1,50$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW A**

Momenty zginające: $M_x = 17,41$ kNm,

$M_y = 0,00$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 11,61$ kN,

$V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = -2,92$ kN = N_{sd} ,

Uwzględnienie smukłości pręta:

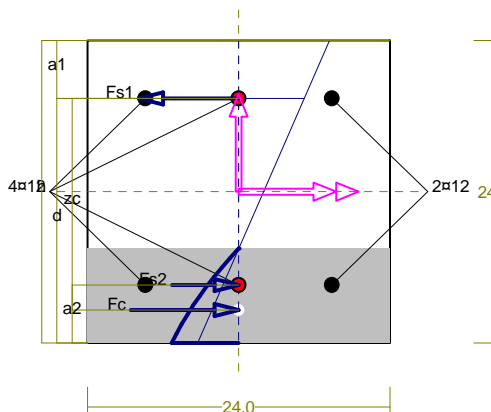
- w płaszczyźnie ustroju:

$e_{ey} = M_x/N = (17,41)/(-2,92)=-5,962$ m,

$M_{sdx} = \eta_x (e_{ax} + e_{ey}) N = 1,000 \times (-0,020 - 5,962) \times (-2,92) = 17,45$ kNm,.

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_521, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=1,50$ m



Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd}=-2,92$ kN,

$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx})^2 + (M_{sdy})^2} = \sqrt{(17,48^2 + 0,00^2)}=17,48$ kNm

$f_{cd}=11,3$ MPa, $f_{yd}=420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=3,39$ cm²,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=3,39$ cm²,

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=6,79$ cm², $\rho=100 \times A_s/A_c=$

$100 \times 6,79/576=1,18$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=24,0$, $d=19,4$, $x=7,5$ ($\xi=0,386$),

$a_1=4,6$, $a_2=4,6$, $a_c=2,6$, $z_c=16,8$, $A_{cc}=180$ cm²,

$\epsilon_c=-0,98$ ‰, $\epsilon_{s2}=-0,38$ ‰, $\epsilon_{s1}=1,55$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -82,93$, $F_{s1} = 105,52$, $F_{s2} = -25,50$,

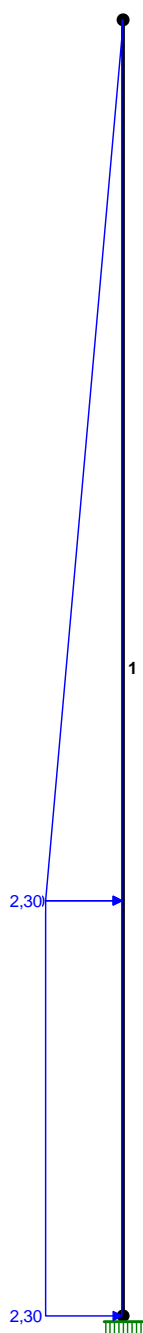
$M_c = 7,78$, $M_{s1} = 7,81$, $M_{s2} = 1,89$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 24,18$ kNm > $M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 7,78 + (7,81) + (1,89) = 17,48$ kNm

Poz.5.2.2.

OBCIĄŻENIA:

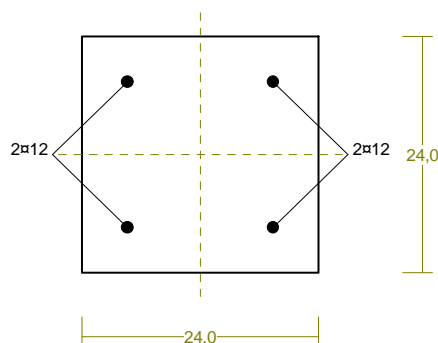


OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,35/1,00$	
Grupa:	A "			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	2,30	2,30	0,00	1,33
1	Liniowe	90,0	2,30	0,00	1,33	4,15

Cechy przekroju:

zadanie poz_522, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=4,15$ m



Wymiary przekroju [cm]:

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

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck} = 20,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 20,0 / 1,50 = 11,3$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 576$ cm², $J_{cx} = 27648$ cm⁴, $J_{cy} = 27648$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (B500SP)

$f_{yk} = 500$ MPa, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 420$ MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 4,52$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 4,52 / 576 = 0,79$ %,

$J_{sx} = 248$ cm⁴, $J_{sy} = 248$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: poz_522, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=4,15$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW A**

Momenty zginające: $M_x = 14,09$ kNm,

$M_y = 0,00$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 9,45$ kN,

$V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = -8,07$ kN = N_{sd} ,

Uwzględnienie smukłości pręta:

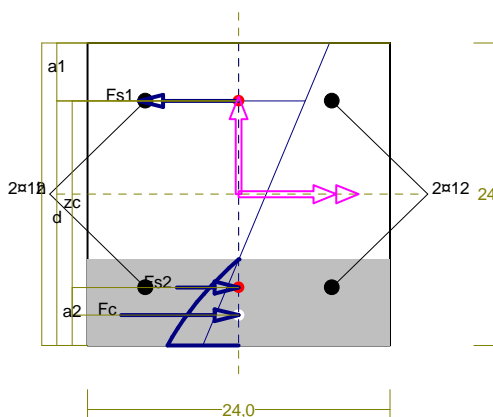
- w płaszczyźnie ustroju:

$e_{ey} = M_x / N = (14,09) / (-8,07) = -1,746$ m,

$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,092 \times (-0,020 - 1,746) \times (-8,07) = 15,56$ kNm,

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie poz_522, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=4,15$ m



Wielkości obliczeniowe:

$N_{sd} = -8,07$ kN,

$M_{sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(15,57^2 + 0,00^2)} = 15,57$ kNm

$f_{cd} = 11,3$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa = f_{td} ,

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 2,26$ cm²,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 2,26$ cm²,

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,52$ cm², $\rho = 100 \times A_s / A_c =$

$100 \times 4,52 / 576 = 0,79$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h = 24,0$, $d = 19,4$, $x = 6,8$ ($\xi = 0,352$),

$a_1 = 4,6$, $a_2 = 4,6$, $a_c = 2,4$, $z_c = 17,0$, $A_{cc} = 164$ cm²,

$\epsilon_c = -1,07$ ‰, $\epsilon_{s2} = -0,35$ ‰, $\epsilon_{s1} = 1,97$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -81,34$, $F_{s1} = 89,05$, $F_{s2} = -15,77$,

$M_c = 7,81$, $M_{s1} = 6,59$, $M_{s2} = 1,17$,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 17,43$ kNm > $M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 7,81 + (6,59) + (1,17) = 15,57$ kNm