

6.0. Słup od stropu nad piwnicą

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	900,0	67500	67500	4500	4500	30,0	35 Beton B25

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
35 Beton B25	30000	13,300	1,00E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: 1	A " Skupione	0,0	234,00	Zmienne	γ _f = 1,10	3,75

=====

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu

=====

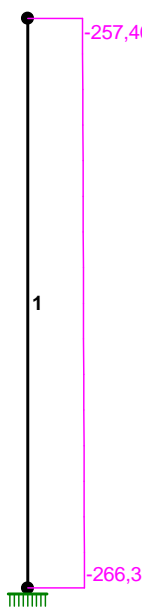
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł. A - ""	Zmienne	1	1,10

MOMENTY: brak

TNĄCE: brak

NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,00	0,00	-266,31
	1,00	3,750	0,00	0,00	-257,40

* = Wartości ekstremalne

Siły przekrojowe:

zadanie: SLUP_STR, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,88$ m, $x_b=1,88$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

Momenty zginające: $M_x = 0,00$ kNm, $M_y = 0,00$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 0,00$ kN, $V_x = 0,00$ kN,

Siła osiowa: $N = -261,85$ kN = N_{Sd} ,

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x/N = (0,00)/(-261,85) = 0,000 \text{ m,}$$

$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,449 \times (0,038 + 0,000) \times (-261,85) = -14,22 \text{ kNm,}$$

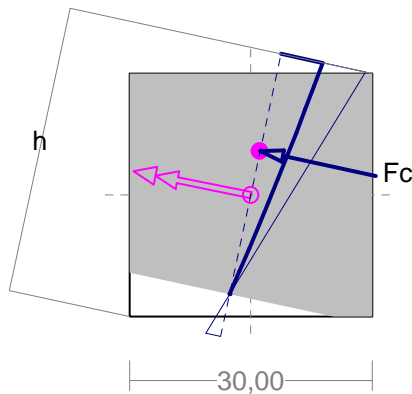
- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

$$e_{ex} = -M_y/N = -(0,00)/(-261,85) = 0,000 \text{ m,}$$

$$M_{Sdy} = \eta_y (e_{ax} + e_{ex}) N = -1,101 \times (0,010 + 0,000) \times (-261,85) = 2,88 \text{ kNm.}$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie SLUP_STR, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,88$ m, $x_b=1,88$ m)



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -261,85 \text{ kN,}$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-14,22^2 + 2,88^2)} = 14,51 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa, } f_{yd} = 350 \text{ MPa (} f_{td} = 435 \text{ MPa - uwzgl. wzmocnienia),}$$

Dodatkowe zbrojenie mniej ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane (* $A_{s2}=0$ nie jest obliczeniowo wymagane.*|* ($\epsilon_c = -0,57$ ‰, $\epsilon_{co} = -0,29$ ‰):

$$A_{s2} = 0,00 \text{ cm}^2 < \min A_{s2} = 1,35 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto}$$

$$A_{s2} = 1,35 \text{ cm}^2 \Rightarrow (1 \times 16 = 2,01 \text{ cm}^2) *$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,6, d = 35,6, x = 33,5 (\xi = 0,939), a_c = 12,3, A_{cc} = 832 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,57 \text{ ‰,}$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -261,85,$$

$$M_c = 14,51,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c = -261,85 = -261,85 \text{ kN (} N_{Sd} = -261,85 \text{ kN)}$$

$$M_c = 14,51 = 14,51 \text{ kNm (} M_{Sd} = 14,51 \text{ kNm)}$$

Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

zadanie SLUP_STR, pręt nr 1

- w płaszczyźnie ustroju:

$$\text{mimośród niezamierzony: (} l_{col} = 3,750 \text{ m, } h = 0,300 \text{ m, } n = 1) e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left(1 + \frac{1}{n} \right), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle$$

$$= \max \langle 0,013, 0,010, 0,010 \rangle = 0,013 \text{ m, przyjęto: } e_a = 0,038 \text{ m,}$$

$$\text{mimośród statyczny: } M_{max} = 0,00 \text{ kNm, } N_{Sd} = -266,31 \text{ kN} \Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |0,00/(-$$

$$266,31) | = 0,000 \text{ m,}$$

$$\text{mimośród początkowy: } e_o = e_a + e_e = 0,038 + 0,000 = 0,038 \text{ m,}$$

obliczenie siły krytycznej:

$$\text{- długość wybocheniowa: } l_o = 7,500 \text{ m (obliczona wg PN),}$$

$$\text{- moduł sprężystości betonu: } E_{cm} = 30,0 \cdot 10^6 \text{ kPa,}$$

$$\text{- momenty bezwładności: } I_c = 6,7500 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4,$$

$$I_s = 0,1197 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \text{ (dla zbrojenia rzeczywistego)}$$

$$\text{- } e_o/h = \max\langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_o/h + f_{cd}) \rangle = \max\langle 0,125, 0,05, 0,117 \rangle = 0,125,$$

$$\text{- } k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,lt}/N_{Sd}) \phi_{(t,to)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000,$$

$$N_{crit} = \frac{9}{l_o^2} \left[\frac{E_{cm} I_c}{2k_{lt}} \left(\frac{0,11}{0,1 + \frac{e_o}{h}} + 0,1 \right) + E_s I_s \right] =$$

$$\frac{9}{7,500^2} \left[\frac{3,000 \cdot 10^7 \times 6,750 \cdot 10^{-4}}{2 \times 2,000} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,125} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 1,197 \cdot 10^{-5} \right] = 860,05 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (266,31 / 860,05)} = 1,449$$

- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

$$\text{mimośród niezamierzony: } (l_{col} = 3,750 \text{ m, } h = 0,300 \text{ m}) e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600}, \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle$$

$$= \max\langle 0,006, 0,010, 0,010 \rangle = 0,010 \text{ m, przyjęto: } e_a = 0,010 \text{ m,}$$

$$\text{mimośród statyczny: } M_{max} = 0,00 \text{ kNm, } N_{Sd} = -266,31 \text{ kN} \Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |0,00/(-266,31)| = 0,000 \text{ m,}$$

$$\text{mimośród początkowy: } e_o = e_a + e_e = 0,010 + 0,000 = 0,010 \text{ m,}$$

obliczenie siły krytycznej:

$$\text{- długość wybocheniowa: } l_o = 3,750 \text{ m (obliczona wg PN),}$$

$$\text{- moduł sprężystości betonu: } E_{cm} = 30,0 \cdot 10^6 \text{ kPa,}$$

$$\text{- momenty bezwładności: } I_c = 6,7500 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4,$$

$$I_s = 0,1197 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \text{ (dla zbrojenia rzeczywistego)}$$

$$\text{- } e_o/h = \max\langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_o/h + f_{cd}) \rangle = \max\langle 0,033, 0,05, 0,242 \rangle = 0,242,$$

$$\text{- } k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,lt}/N_{Sd}) \phi_{(t,to)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000,$$

$$N_{crit} = \frac{9}{l_o^2} \left[\frac{E_{cm} I_c}{2k_{lt}} \left(\frac{0,11}{0,1 + \frac{e_o}{h}} + 0,1 \right) + E_s I_s \right] =$$

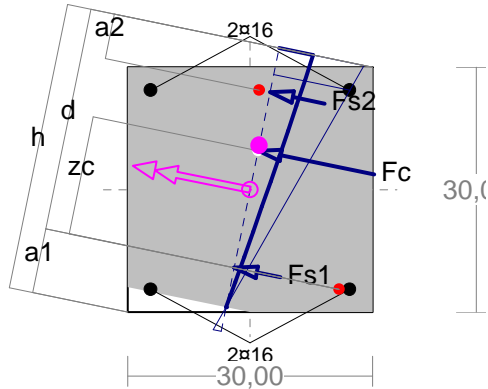
$$\frac{9}{3,750^2} \left[\frac{3,000 \cdot 10^7 \times 6,750 \cdot 10^{-4}}{2 \times 2,000} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,242} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 1,197 \cdot 10^{-5} \right] = 2898,32 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (266,31 / 2898,32)} = 1,101$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie SLUP_STR, pręt nr 1, przekrój: $x_a=1,88$ m, $x_b=1,88$ m



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -261,85 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-14,22^2 + 2,88^2)} = 14,51 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} \quad (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

$$\text{Zbrojenie mniej ściskane: } A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 8,04 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 8,04 / 900 = 0,89 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 35,4, \quad d = 27,5, \quad x = 27,7 \quad (\xi = 1,009),$$

$$a_1 = 8,0, \quad a_2 = 5,5, \quad a_c = 12,8, \quad z_c = 14,7, \quad A_{cc} = 877 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,45 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s2} = -0,41 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1} = -0,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -228,88, \quad F_{s1} = -3,08, \quad F_{s2} = -29,90,$$

$$M_c = 11,17, \quad M_{s1} = -0,30, \quad M_{s2} = 3,64,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$N_{Rd} = -963,32 \text{ kN} > N_{Sd} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = -228,88 + (-3,08) + (-29,90) = -261,85 \text{ kN}$$

Podsumowanie

Wszystkie warunki SGN i SGU są spełnione dla przekroju słupa 30x30cm.

Przyjęto zbrojenie konstrukcyjne 2Φ16 górą i 2Φ16 dołem.