

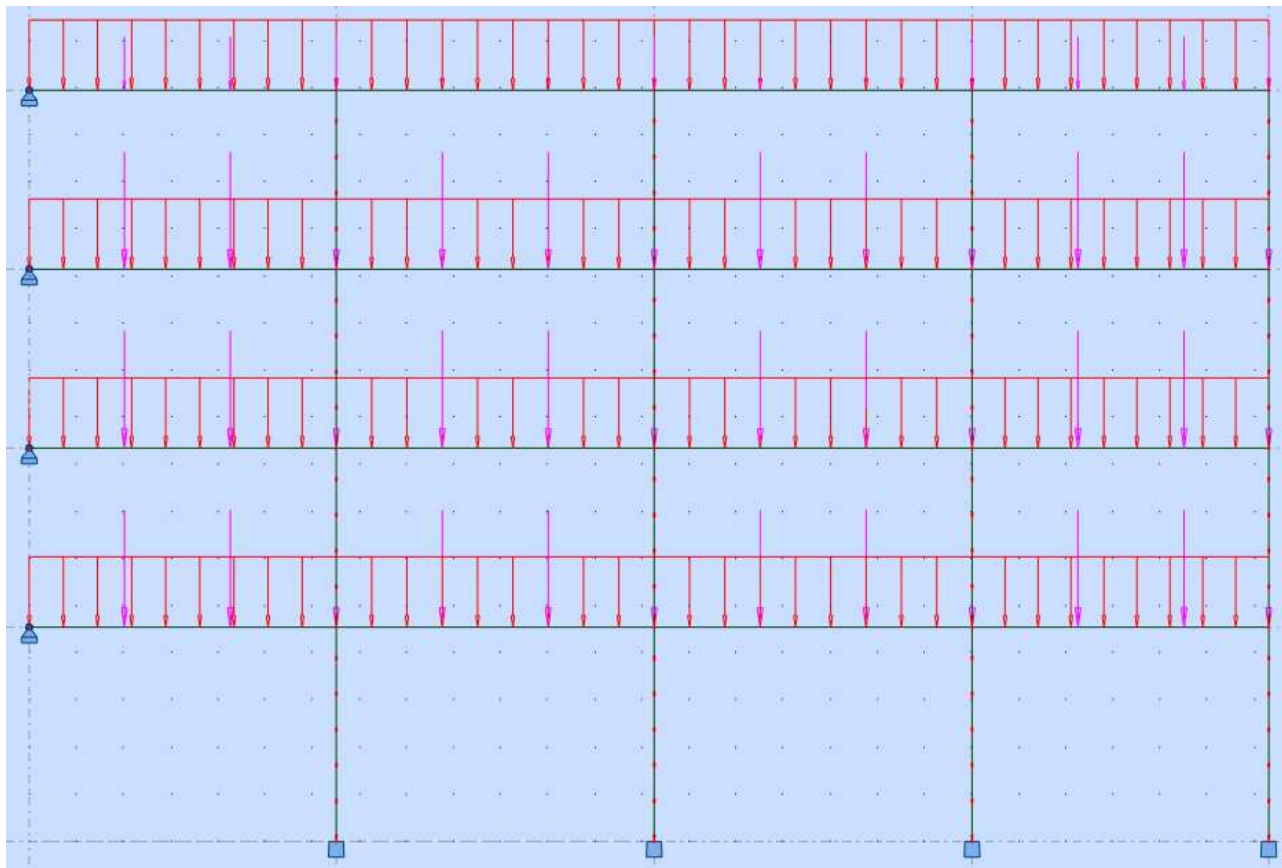
6. Projekt techniczny słupa

Ze względu na siły wewnętrzne przyjęto słup o wymiarach:

$$b = h = 0,40m$$

Ciążar własny słupa:

$$g_{s,k} = 0,40 \cdot 0,40 \cdot 25 = 4kN/m$$



Obwiednia momentów i sił osiowych słupów pierwszej kondygnacji:



$$N_{Ed} = 3499 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 5,49 \text{ kNm}$$

a) Wymiarowanie słupa dla kombinacji I

$$a_1 = a_2 = c_{nom} + \phi_s + \frac{\phi_p}{2} = 25 + 8 + 12,5 = 45,5mm$$

$$d = h - a_1 = 0,40 - 0,0455 = 0,355m$$

Wysokość słupa w świetle (do dolnej krawędzi żebra): $l = 4,05 \text{ m}$

Długość wybozeniowa słupa:

$$l_0 = 0,70 \cdot 4,05 = 2,84 \text{ m [rys. 5.7, EC2]}$$

$$e_s = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{5,49}{3499} = 1,57 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_i = \frac{l_0}{400} = \frac{2,84}{400} = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ m [5.2(7) EC2]}$$

$$e_0 = \max(e_s + e_i = 8,67 \cdot 10^{-3} \text{ m}; \frac{h}{30} = 1,33 \cdot 10^{-2} \text{ m}; 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}) = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m [6.1(4) EC2]}$$

Mimośród niezamierzony jest większy niż statyczny. Słup będzie zbrojony symetrycznie.

$$x_{eff} = a_2 + \sqrt{a_2^2 + \frac{2N_{Ed}(\frac{h}{2} - e_0 - a_2)}{f_{cd}b}} = 0,0455 + \sqrt{0,0455^2 + \frac{2 \cdot 3,50(\frac{0,40}{2} - 0,02 - 0,0455)}{17,9 \cdot 0,40}}$$

$$= 0,411 > d$$

Przekrój jest w całości ściskany.

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{N_{Ed}(\frac{h}{2} + e_0 - a_1) - f_{cd} \cdot b \cdot d^2 \cdot 0,5}{f_{yd}(d - a_2)}$$

$$= \frac{3,50(\frac{0,40}{2} + 0,02 - 0,0455) - 17,9 \cdot 0,40 \cdot 0,355^2 \cdot 0,5}{435(0,355 - 0,0455)} = 11,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$= 11,9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = \max\left(\frac{0,10N_{Ed}}{f_{yd}}; 0,002A_c\right) = \max\left(\frac{0,10 \cdot 3,50}{435} = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; 0,002 \cdot 0,40^2 = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2\right) = 8,04 \text{ cm}^2 \text{ [(9.12N) EC2]}$$

$$A_{s,max} = 0,04A_c = 64 \text{ cm}^2 \text{ [9.5.2(3) EC2]}$$

Przyjęto $2\phi 28, A_{s1,prov} = 12,32 \text{ cm}^2, A_{s,tot} = 24,6 \text{ cm}^2$

Sprawdzenie nośności przekroju:

$$N_{Ed} = A_{s2} \cdot f_{yd} + f_{cd} \cdot b \cdot d \cdot \xi_{eff} - A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot \frac{0,8 - \xi_{eff}}{0,8 - \xi_{eff,lim}} \Rightarrow \xi_{eff} = 1,01 > 0,8 \frac{h}{d} = 0,90$$

(w projekcie proszę o podstawienie wartości do wzoru)

$$M_{Rd} = A_{s2}f_{yd}(d - a_2) + f_{cd}bd^2\xi_{eff}(1 - 0,5\xi_{eff}) - N_{Ed}\left(\frac{h}{2} - a_1\right)$$

$$= 12,3 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot (0,355 - 0,0455) + 17,9 \cdot 0,40 \cdot 0,355^2 \cdot 0,9$$

$$\cdot (1 - 0,5 \cdot 0,9) - 3,5 \cdot \left(\frac{0,40}{2} - 0,0455\right) = 0,0715 \text{ MNm} = 71,5 \text{ kNm}$$

$$e_{max} = \frac{71,5}{3500} = 0,0204 \text{ m}$$

Sprawdzenie efektów drugiego rzędu

$$A = 0,7 \text{ [(5.13) EC2]}$$

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}} = \frac{24,6 \cdot 435}{40^2 \cdot 17,9} = 0,374 \text{ [(5.13) EC2]}$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,374} = 1,32 \text{ [(5.13) EC2]}$$

$$C = 0,7 \text{ [(5.13) EC2]}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{3,50}{0,4^2 \cdot 17,9} = 1,22 \text{ [(5.13) EC2]}$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20ABC}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,32 \cdot 0,7}{\sqrt{1,22}} = 11,7 \text{ [(5.13) EC2]}$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0,40^4/12}{0,40^2}} = 0,115$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2,84}{0,115} = 24,7 > 11,7 = \lambda_{lim} \text{ [(5.14) EC2]}$$

Uwzględnienie efektów 2-go rzędu (metoda nominalnej krzywizny 5.8.8 EC2)

$$n_u = 1 + \omega = 1,37 \text{ [(5.36) EC2]}$$

$$K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} = \frac{1,37 - 1,22}{1,37 - 0,4} = 0,155 \text{ [(5.36) EC2]}$$

$$\beta = 0,35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150} = 0,35 + \frac{25}{200} - \frac{24,7}{150} = 0,310 \text{ [(5.37) EC2]}$$

$$K_\varphi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1 + 0,31 \cdot 2,5 = 1,78 \text{ [(5.37) EC2]}$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{435}{200 \cdot 10^3} = 2,18 \cdot 10^{-3} \text{ [(5.34) EC2]}$$

$$\frac{1}{r_0} = \frac{\epsilon_{yd}}{0,45d} = \frac{2,18 \cdot 10^{-3}}{0,45 \cdot 0,355} = 0,0136 \text{ m}^{-1} \text{ [(5.34) EC2]}$$

$$\frac{1}{r} = K_r K_\varphi \frac{1}{r_0} = 0,155 \cdot 1,78 \cdot 0,0136 = 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \text{ [(5.34) EC2]}$$

$$e_2 = \frac{1}{r} \frac{l_0^2}{c} = 3,75 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{2,84^2}{10} = 3,02 \cdot 10^{-3} \text{ m} \text{ [(5.33) EC2]}$$

$$e_s + e_i + e_2 = 1,57 \cdot 10^{-3} + 7,1 \cdot 10^{-3} + 3,02 \cdot 10^{-3} = 1,17 \cdot 10^{-2} \text{ m} < 2,04 \cdot 10^{-2} \text{ m} = e_{max}$$

Rozstaw strzemion (9.5.3 EC2)

Przyjęto strzemiona $\varnothing 8$ co 350 mm

W okolicach połączenia słupa podciągami przyjęto zagęszczony rozstaw strzemion równy 200 mm

Długość zakładu i kotwienia w stopie

$$l_{b,rqd} = \frac{28}{4} \cdot \frac{435}{2,03} \cdot \frac{11,9}{12,35} = 1445 \text{ mm}$$

$$l_0 = 1,5 \cdot \frac{28}{4} \cdot \frac{435}{2,03} \cdot \frac{11,9}{2 \cdot 12,35} = 1085 \text{ mm}$$