

8. Projekt techniczny schodów płytowych

Wysokość kondygnacji w świetle: 3,1m

Wysokość podciągu: 0,7m

Całkowita wysokość: 3,8m

Ilość i wysokość stopni:

$$\frac{3,8}{0,175} = 21,7$$

Ze względu na max wysokość stopnia oraz ilość stopni w biegu należy przyjąć 2 biegi po 11 stopni

$$h = \frac{3,8}{22} = 0,173m$$

$$2 \cdot 0,173 + s = 0,6 \div 0,65 \Rightarrow s = 0,254 \div 0,304m$$

Przyjęto $s = 0,3m$

Kąt nachylenia biegu: $\alpha = \text{atan}\left(\frac{0,173}{0,3}\right) = 0,523rad$, $\cos(0,523) = 0,866$

Wymiary klatki w świetle: 2,9x6,2m

Dla płyt swobodnie podpartych i stopnia zbrojenia $\rho = 0,50\%$: $\max l_{eff}/d = 30 \cdot 1,3 = 39 \Rightarrow d \geq 3,2/39 = 0,082m$ [na podstawie tabl. 7.4N w EC2]

$h > c_{nom} + \phi/2 + d = 0,025 + 0,005 + 0,082 = 0,112m$

Przyjęto wysokość płyty $h=0,12m$

Zestawienie obciążeń płyty spoczynkowej:

Obciążenie	Wartość obciążenia [kN/m ²]
płyta	$0,12 \cdot 25 = 3,00$
Lastryko	$0,02 \cdot 22 = 0,44$
	$\Sigma=3,44$

Zestawienie obciążeń płyty biegowej:

Obciążenie	Wartość obciążenia [kN/m ²]
płyta	$\frac{0,12 \cdot 25}{0,866} = 3,46$
Stopnie	$0,173 \cdot 0,5 \cdot 25 = 2,16$
Lastryko	$(0,02 + 0,02 \cdot \frac{0,173}{0,3}) \cdot 22 = 0,69$
	$\Sigma=6,31$

Obciążenie zmienne: 2 kN/m^2

Kombinacje obciążeń:

$$\max\left\{ \begin{aligned} 1,35 \cdot 6,31 + 0,7 \cdot 1,5 \cdot 2 &= 10,6 \frac{kN}{m^2} \\ 1,15 \cdot 6,31 + 1,5 \cdot 2 &= 10,3 \frac{kN}{m^2} \end{aligned} \right. = 10,6 \frac{kN}{m^2}$$

Płyty spocznikowej:

$$\max\left\{ \begin{aligned} 1,35 \cdot 3,44 + 0,7 \cdot 1,5 \cdot 2 &= 6,74 \frac{kN}{m} \\ 1,15 \cdot 3,44 + 1,5 \cdot 2 &= 6,96 \frac{kN}{m} \end{aligned} \right. = 6,96 \frac{kN}{m}$$

Położenie obliczeniowej osi podparcia spocznika [5.3.2.2 EC2]:

$$a = \min\{0,5h; 0,5t\} = \min\{0,5 \cdot 0,19m; 0,5 \cdot 0,2m\} = 0,095m \approx 0,1m$$

Rozpiętości obliczeniowe przęseł biegu i spocznika:

$$l_{eff,1,3} = 0,1 + 1,6 - 0,1 = 1,6 \text{ m}$$

$$l_{eff,2} = 0,1 + 3,0 + 0,1 = 3,2 \text{ m}$$

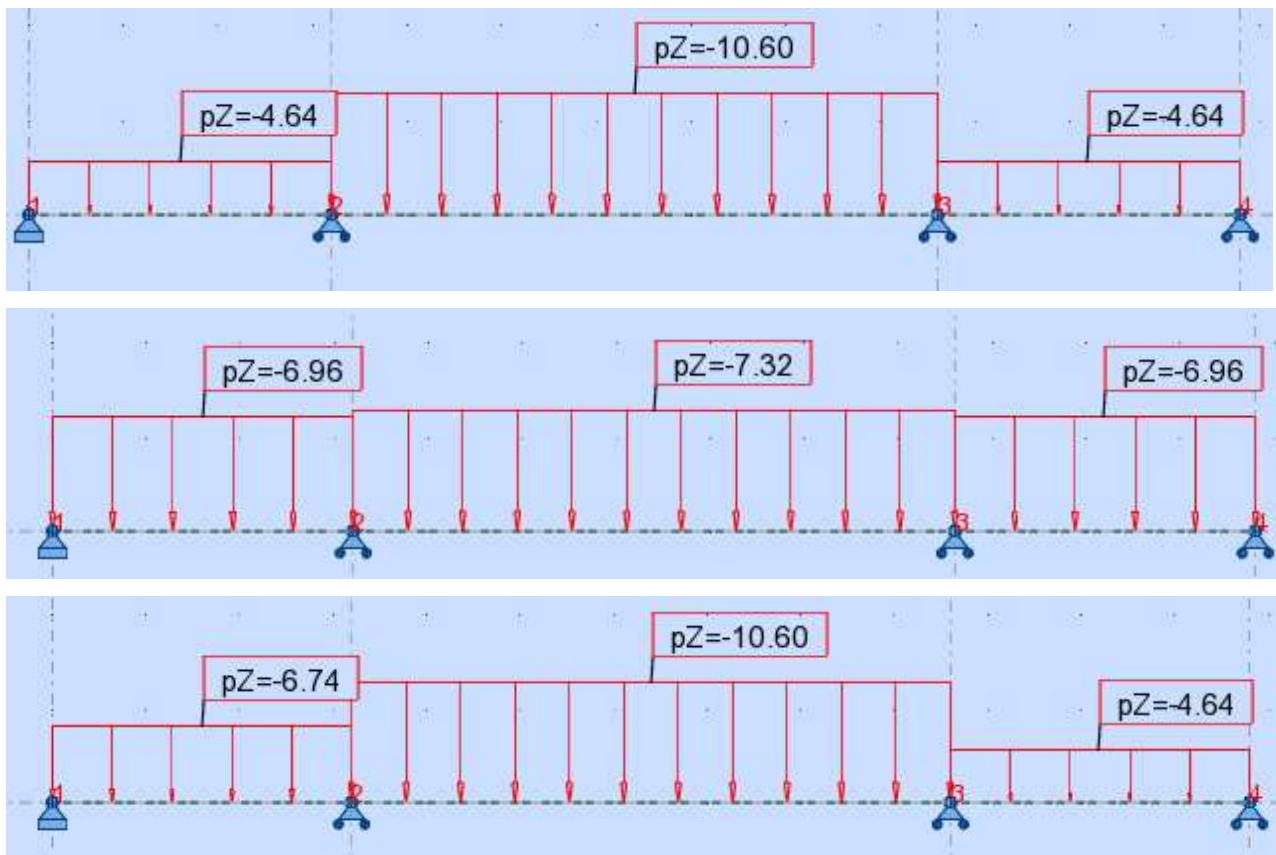
Położenie obliczeniowej osi podparcia belki spocznikowej [5.3.2.2 EC2]:

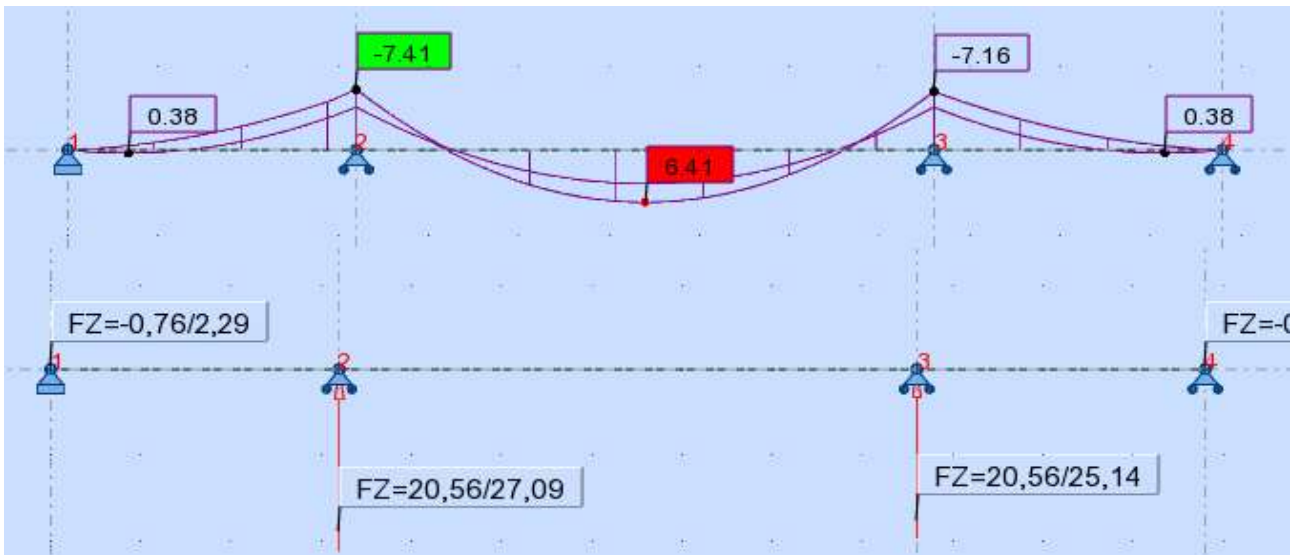
$$a = \min\{0,5h; 0,5t\} = \min\{0,5 \cdot 0,2m; 0,5 \cdot 0,44m\} = 0,1m$$

Rozpiętość obliczeniowa belki spocznikowej:

$$l_{eff} = 0,1 + 2,9 + 0,1 = 3,1 \text{ m}$$

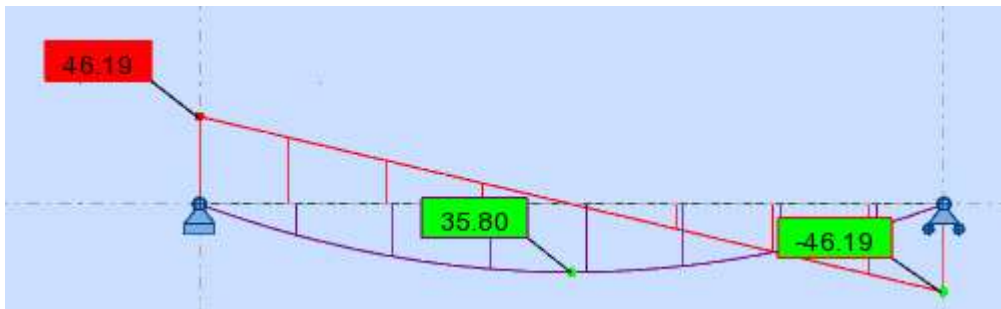
Kombinacje i obwiednia momentów i reakcji:





Obciążenia i wykres momentów i sił tnących belki spocznikowej:

$$p_d = 27,1 + 0,2 \cdot 0,4 \cdot 25 \cdot 1,35 = 29,8 \text{ kN/m}$$



Wymiarowanie płyty biegu i płyty spocznikowej na zginanie:

Przęsło środkowe

$$d = h - c_{nom} - \phi/2 = 120 - 25 - 5 = 90 \text{ mm}$$

$$S_{c,eff} = M_{Ed} / (f_{cd} \cdot b \cdot d^2) = \frac{6,41 \text{ kNm}}{17,9 \text{ MPa} \cdot 1 \text{ m} \cdot (0,09 \text{ m})^2} = 0,044$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2S_{c,eff}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,044} = 0,045$$

$$\rho = (f_{cd} \cdot \xi_{eff}) / f_{yd} = \frac{17,9 \text{ MPa} \cdot 0,045}{435 \text{ MPa}} = 0,185\%$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,185\% \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,090 \text{ m} = 1,67 \text{ cm}^2$$

$$\text{rozstaw} = \frac{A_\phi \cdot 1 \text{ m}}{A_{s1,req}} = \frac{0,503 \text{ cm}^2 \cdot 100 \text{ cm}}{1,67 \text{ cm}^2} = 30,1 \text{ cm}$$

Podpora środkowa

$$S_{c,eff} = M_{Ed} / (f_{cd} \cdot b \cdot d^2) = \frac{7,41 \text{ kNm}}{17,9 \text{ MPa} \cdot 1 \text{ m} \cdot (0,09 \text{ m})^2} = 0,0511$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2S_{c,eff}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0511} = 0,0525$$

$$\rho = (f_{cd} \cdot \xi_{eff}) / f_{yd} = \frac{17,9 \text{ MPa} \cdot 0,0525}{435 \text{ MPa}} = 0,216\%$$

Mgr inż. Piotr Bońkowski, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Opolska
Konstrukcje Betonowe 2, semestr letni 2016/2017

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,216\% \cdot 1m \cdot 0,090m = 1,94cm^2$$

$$\text{rozstaw} = \frac{A_\phi \cdot 1m}{A_{s1,req}} = \frac{0,503cm^2 \cdot 100cm}{1,94cm^2} = 25,9cm$$

Wymiarowanie belki spocznikowej

Odległość osi ciężkości zbrojenia rozciąganego do najbliższej krawędzi przekroju. Przyjęto 1 rząd zbrojenia

$$a_1 = c_{nom} + \phi_s + 0,5\phi = 0,030m + 0,008m + 0,5 \cdot 0,012m = 0,044m$$

Wysokość użyteczna przekroju

$$d = h - a_1 = 0,40 - 0,044 = 0,356m$$

Bezwymiarowy współczynnik momentu zginającego

$$S_{c,eff} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{35,8kNm}{17900 \frac{kN}{m^2} \cdot 0,2m \cdot (0,356m)^2} = 0,0789$$

Względna efektywna wysokość strefy ściskanej betonu

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot S_{c,eff}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0789} = 0,0823 < 0,50 = \xi_{eff,lim}$$

Wysokość strefy ściskanej betonu

$$x_{eff} = \xi_{eff} \cdot d = 0,0823 \cdot 0,356m = 0,0293m$$

Wymagane pole przekroju zbrojenia rozciąganego ze względu na zginanie

$$A_{s1} = \frac{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot x_{eff}}{f_{yd}} = \frac{17,9MPa \cdot 0,2m \cdot 0,0293m}{435MPa} = 2,41 \cdot 10^{-4}m^2 = 2,41cm^2$$

Minimalne pole powierzchni zbrojenia

$$A_{s1,min} = \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \\ 0,0013 b_t d \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \frac{2,6MPa}{435MPa} 0,2m \cdot 0,356m = 1,11 \cdot 10^{-4}m^2 \\ 0,0013 \cdot 0,20m \cdot 0,356m = 0,93 \cdot 10^{-4}m^2 \end{array} \right\} = 1,11cm^2$$

Całkowite wymagane pole powierzchni zbrojenia

$$A_{s1,req} = \max \left\{ \begin{array}{l} A_{s1} = 2,41cm^2 \\ A_{s1,min} = 1,11cm^2 \end{array} \right\} = 2,41cm^2 [9.2.1.1 EC2]$$

$$\text{Przyjęto } 3\phi 12, A_{s1,prov} = 3,39cm^2$$

Sprawdzenie ścinania:

$$V_{Ed,1} = V_{Ed,0} - (g_d + q_d) \cdot (a + d) = 46,2kN - 29,8kN/m \cdot (0,1 + 0,356)m = 32,6kN$$

$$V_{Rd,c} = \min \left\{ \begin{array}{l} (C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \\ (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \end{array} \right\}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,4 = 0,129 [\text{uwaga do 6.2.2(1) EC2}]$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{356}} = 1,75 \leq 2,0$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} = \frac{3,39}{20 \cdot 35,6} = 0,00476$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/4} f_{ck}^{1/4} = 0,035 \cdot 1,75^{3/4} \cdot 25^{1/4} = 0,405$$

$$V_{Rd,c} = \max\left\{ \begin{array}{l} (0,129 \cdot 1,75(100 \cdot 0,00476 \cdot 25)^{(1/3)} + 0)200 \cdot 356 = 36700N \\ (0,405 + 0)200 \cdot 356 = 28800N \end{array} \right\} = 28,8kN$$

$$< 32,6kN = V_{Ed,1}$$

Maksymalny dopuszczalny rozstaw strzemion:

$$s_{l,max} = \min\left\{ \frac{A_{sw}f_{yk}}{0,08\sqrt{f_{ck}b_w}\sin\alpha} \right\} = \min\left\{ \frac{1,0cm^2 \cdot 500}{0,08\sqrt{25} \cdot 20 \cdot 1} = 62,5cm \right\} = 0,267m \quad [(9.4)-(9.6)]$$

$$0,75d(1 + ctg\alpha) \quad 0,75 \cdot 356(1 + 0) = 26,7cm$$

EC2 (po przekształceniach)]

Dla maksymalnego rozstawu strzemion nośność na ścinanie wynosi:

$$z = 0,9d = 0,320$$

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}f_{ywd}zctg_1\theta}{s_{l,max}} = \frac{1 \cdot 10^{-4}m^2 \cdot \frac{435MN}{m^2} \cdot 0,640m}{0,267m} = 104kN > V_{Ed,1}$$