

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe schodów.

Zestawienie obciążeń

- wykładzina lastrico: $w := 0.03\text{m}$

- tynk cementowo-wapienny: $t := 0.015\text{m}$

- obciążenie technologiczne:

$$q_t := 4.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \gamma_1 := 22 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \gamma_t := 19 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \gamma_z := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

a) płyta biegowa

- ciężar własny stopni:

$$c_{ws} := 1.1 \cdot 0.5 \cdot h_s \cdot \gamma_z \quad c_{ws} = 2.475 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- ciężar własny płyty:

$$c_{wp} := 1.1 \cdot \frac{h_{fs} \cdot \gamma_z}{\cos(\alpha)} \quad c_{wp} = 6.414 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- ciężar wykładziny lastrico:

$$c_{wl} := 1.2 \cdot \left(w + t \cdot \frac{h_s}{S_s} \right) \cdot \gamma_l \quad c_{wl} = 1.03 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- ciężar tynku cementowo-wapiennego:

$$c_{t_k} := 1.3 \cdot \frac{\gamma_t \cdot t}{\cos(\alpha)} \quad c_t = 0.432 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- obciążenie technologiczne:

$$q_{tp} := 1.3 \cdot q_t \quad q_{tp} = 5.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- łącznie na metr bieżący:

$$q_b := (c_{ws} + c_{wp} + c_{wl} + c_t + q_{tp}) \cdot m \quad q_b = 15.551 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

b) płyta spocznikowa

- ciężar własny płyty:

$$c_{wpl_k} := 1.1 \cdot h_{fs} \cdot \gamma_z \quad c_{wpl} = 5.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- ciężar wykładziny lastrico:

$$c_{wll_k} := 1.2 \cdot w \cdot \gamma_l \quad c_{wl} = 0.792 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- ciężar tynku cementowo-wapiennego:

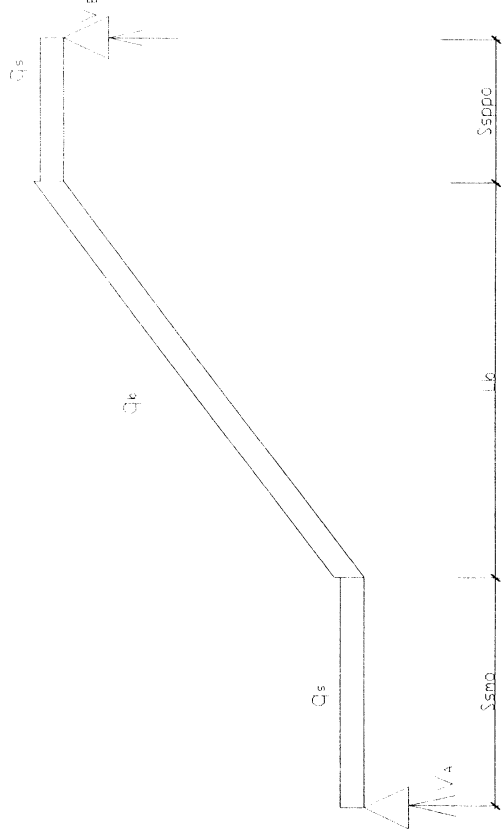
$$c_{t_k} := 1.3 \cdot \gamma_t \cdot t \quad c_t = 0.371 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- obciążenie technologiczne:

$$q_{ts} := 1.3 \cdot q_t \quad q_{ts} = 5.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- łącznie na metr bieżący:

$$q_s := (c_{wp} + c_{wl} + c_t + q_{ts}) \cdot 1\text{m} \quad q_s = 11.863 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



- równanie równowagi momentów względem punktu B:

$$V_A := \frac{q_s \cdot S_{smo} \cdot (0.5 \cdot S_{smo} + l_b + S_{spo}) + q_b \cdot l_b \cdot (0.5 \cdot l_b + S_{spo}) + q_s \cdot S_{spo}^2 \cdot 0.5}{l_b + 30 \text{ cm}}$$

$$V_A = 42.499 \text{ kN}$$

$$V_B := S_{smo} \cdot q_s + S_{spo} \cdot q_s + l_b \cdot q_b - V_A \quad V_B = 43.26 \text{ kN}$$

- obliczenie x_o

$$V_A - q_s \cdot S_{smo} - q_b \cdot (x_o - S_{smo}) = 0$$

$$x_o := \frac{(V_A - q_s \cdot S_{smo} + q_b \cdot S_{smo})}{q_b} \quad x_o = 3.127 \text{ m}$$

- obliczenie $M_{\max}$

$$M_{\max} := V_A \cdot x_o - q_s \cdot S_{smo} \cdot (x_o - 0.5 \cdot S_{smo}) - q_b \cdot (x_o - S_{smo})^2 \cdot 0.5 \quad M_{\max} = 70.943 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Obliczenia wytrzymałościowe.

Stal A-III	beton C20/25	$f_{cd} = 13.3 \text{ MPa}$	$\alpha_s := 0.85$	$\xi_{\max} := 25 \text{ mm}$	$b = 1 \text{ m}$
przyjmuje:	$\phi_{sch} := 16 \text{ mm}$	$d := h_{fs} - c - 0.5 \cdot \phi_{sch}$	$d = 0.167 \text{ m}$	$f_{yk} := 410 \text{ MPa}$	

$$\text{Maksymalny przekrój zbrojenia:} \quad A_{s1} \leq A_{s, \max} \quad A_{s, \max} := \frac{\alpha \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \xi_{\text{eff.lim}} \cdot 100\% \quad A_{s, \max} = 2.003\%$$

$$\xi_{\text{eff.lim}} := \frac{M_{\max}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \quad \xi_{\text{eff.lim}} = 0.225 \quad S_{\text{ceff.lim}} := 0.401 \quad S_{\text{ceff}} < S_{\text{ceff.lim}}$$

$$\xi_{\text{eff},k} := 0.5 + 0.5 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot S_{\text{ceff}}} \quad \xi_{\text{eff}} = 0.871$$

$$A_{s1,k} := \frac{M_{\text{max}}}{f_{yd} \cdot \xi_{\text{eff}} \cdot d} \quad A_{s1} = 13.938 \cdot \text{cm}^2$$

Przyjmuje ϕ 16 co 12 cm $A_{s1,k} := 16.747 \text{cm}^2$

Sprawdzenie stanu granicznego użytkowania.

$$A_{s1} = 16.747 \cdot \text{cm}^2$$

$$\rho_{L1,k} := \frac{A_{s1}}{b \cdot d} \cdot 100\% \quad \rho_{L1} = 1.003 \cdot \%$$

Sprawdzenie nośności płyty schodów na ścinanie

- maksymalna siła tnąca z 1mb płyty schodów:

$$V_{Sd,k} := V_B \quad V_{Sd} = 43.26 \cdot \text{kN} \quad b = 1 \text{ m} \quad k := 1$$

$$\tau_{Rd} := 0.26 \text{MPa}$$

$$V_{Rd,k} := 2.2 \cdot k \cdot \tau_{Rd} \cdot b \cdot d \quad V_{Rd1} = 95.524 \cdot \text{kN} \quad V_{Rd1} > V_{Sd}$$

- płyta schodów nie wymaga zbrojenia na ścinanie, istniejące zbrojenie jest wystarczające.

Warunki konstrukcyjne kotwienia prętów:

$$f_{yd} = 350 \cdot \text{MPa} \quad f_{ad,k} := 2.3 \text{MPa}$$

1) podstawowa długość zakotwienia:

$$\phi_{\text{sch}} = 16 \cdot \text{mm}$$

$$l'_b := \frac{\phi_{\text{sch}}}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{0.7 \cdot f_{bd}}$$

$$l'_b = 0.87 \text{ m} \quad - \text{prety żebrowane, mierne warunki przyczepności}$$

$$A_{s,req,k} := A_{s1 \text{ prov}} \quad \alpha_{sa,k} := 1.0$$

$$l'_{b, \text{net}} := \alpha_a \cdot l'_b \cdot \frac{A_{s, \text{req}}}{A_{s1 \text{ prov}}} \quad l'_{b, \text{net}} = 0.87 \text{ m}$$

przyjmuje $a + b = l'_{b, \text{net}} \quad a + b = 1.05 \text{ m}$