

XVI. Podstawa opracowania - konstrukcje.

- Aktualne normy, przepisy oraz literatura techniczna

PN-EN 1990:2004 /Ap1 Eurokod 0: podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje.

PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Część 1-1: oddziaływania ogólne – obciążenia śniegiem

PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Część 1-4: Oddziaływania ogólne – oddziaływania wiatru

PN-EN 1992:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu.

PN-EN 1993:2008 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych.

PN-EN 1995:2010 Eurokod 5: projektowanie konstrukcji drewnianych.

PN-EN 1996:2010 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych.

PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli.

XVII. Zastosowane materiały.

Beton: C16/20, C20/25

Stal: zębrowana gatunek A-III 34GS, A-I

Więźba dachowa: drewno sosnowe/świerkowe klasa C-24

XVIII. Posadowienie i lokalizacja budynku.

- I strefa obciążenia wiatrem (do 300 m n.p.m.)

- III strefa obciążenia śniegiem (do 300 m n.p.m.)

- strefa przemarzania gruntu : 1,20 m poniżej poziomu terenu.

Do obliczeń przyjęto grunt: glina piaszczysta $I_L=0,25$.

W przypadku stwierdzenia gorszych parametrów geologicznych podłoża, projekt należy adoptować do istniejących warunków. Przyjęto, że poziom wody gruntowej znajduje się poniżej poziomu posadowienia.

XIX. Obliczenia statyczne.

- Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4:2008

Budynek zlokalizowany w I strefie obciążenia wiatrem, zaliczany do terenu kategorii III.

Kąt nachylenia dachu – 10°

$$V_{b,0} = 22 \text{ m/s} \quad q_{b,0} = 0,30 \text{ kN/m}^2 \quad z = 9,52 \text{ m}$$

$$V_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot V_{b,0} = 22 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \cdot V_b^2 = 302,5 \text{ N/m}^2$$

$$c_e(z) = 1,9 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,26} = 1,87 \quad q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe} = \begin{pmatrix} -1,8 \\ 0,2 \end{pmatrix}$$

zestawienie ciśnienia wiatru charakterystyczne

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$$

$$w_{e,n,k} = \begin{pmatrix} -1,0 \\ 0,11 \end{pmatrix}$$

zestawienie ciśnienia wiatru obliczeniowe

$$\text{Współczynnik obciążenia} - \gamma_f = 1,5$$

$$w_{e,n} = \begin{pmatrix} -1,5 \\ 0,16 \end{pmatrix} \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3:2005

Budynek zlokalizowany w III strefie obciążenia śniegiem

$$s_k = 1,20 \text{ kN/m}^2 \quad C_t = 1 \quad C_e = 1,0 \quad \mu_1 = 1,0$$

Obciążenie śniegiem charakterystyczne

$$s_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie śniegiem obliczeniowe

$$\text{Współczynnik obciążenia} - \gamma_f = 1,5$$

$$s_d = 1,80 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1:2004

Obciążenie użytkowe dachu - $g_k = 0,5 \frac{kN}{m^2}$ $g_d = 0,75 \frac{kN}{m^2}$

Obciążenie użytkowe stropu (istniejący) - $g_k = 3,0 \frac{kN}{m^2}$ $g_d = 4,50 \frac{kN}{m^2}$

Obciążenie użytkowe stropu (nad klatką) - $g_k = 0,5 \frac{kN}{m^2}$ $g_d = 0,75 \frac{kN}{m^2}$

Obciążenie użytkowe schodów - $g_k = 3,0 \frac{kN}{m^2}$ $g_d = 4,5 \frac{kN}{m^2}$

- Obciążenie stałe – dach – na połąć

	$q_k (kN/m^2)$	γ_f	$q_d (kN/m^2)$
2 x papa na deskowaniu	0,40	1,35	0,54
Ciężar krokwi 8cm x 18 cm (2 x krokiew na m ²)	0,03 x 4,6 = 0,14	1,35	0,19
SUMA:	$q_k = 0,54$		$q_d = 0,73$

Obciążenie stałe – Płyta żelbetowy gr. 12cm

	$q_k (kN/m^2)$	γ_f	$q_d (kN/m^2)$
Wełna mineralna	1,5 x 0,15 = 0,22	1,35	0,29
Płyta żelbetowa 12cm	0,12 x 25 = 3,0	1,35	4,05
Tynk cem.-wap.	0,28	1,35	0,37
SUMA:	$q_k = 3,50$		$q_d = 4,71$

Obciążenie stałe – Płyta żelbetowy gr. 15cm

	$q_k (kN/m^2)$	γ_f	$q_d (kN/m^2)$
Wełna mineralna	1,5 x 0,15 = 0,22	1,35	0,29
Płyta żelbetowa 12cm	0,15 x 25 = 3,75	1,35	5,06
Tynk cem.-wap.	0,28	1,35	0,37
SUMA:	$q_k = 4,25$		$q_d = 5,72$

Obciążenie stałe – spocznik żelbetowy gr. 12cm

	$q_k (kN/m^2)$	γ_f	$q_d (kN/m^2)$
Posadzka	0,50	1,35	0,68
Płyta żelbetowa 12cm	0,12 x 25 = 3,0	1,35	4,05
Tynk cem.-wap.	0,28	1,35	0,37
SUMA:	$q_k = 3,78$		$q_d = 5,10$

Obciążenie stałe – Bieg (plyta gr. 14cm)

	$q_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	γ_f	$q_d \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Posadzka	0,50	1,35	0,68
Schody żelbetowe	6,09	1,35	8,22
Tynk cem.-wap.	0,28	1,35	0,37
SUMA:	$q_k = 6,87$		$q_d = 9,27$

Obciążenie stałe – ściana zewnętrzna gr. 25cm (POROTHERM 25 Profi)

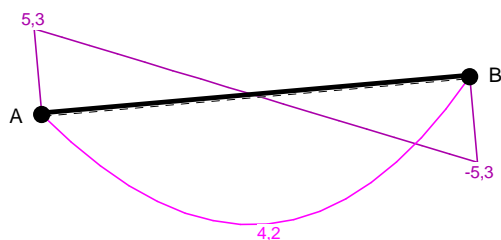
	$q_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	γ_f	$q_d \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Styropian gr. 12cm	$0,12 \times 0,45 = 0,054$	1,35	0,07
Ściana gr. 25 cm	$0,25 \times 13 = 3,25$	1,35	4,38
Tynk cem.-wap.	0,28	1,35	0,37
SUMA:	$q_k = 3,58$		$q_d = 4,82$

Obciążenie stałe – ściana zewnętrzna gr. 25cm (Szyb windy)

	$q_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	γ_f	$q_d \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Styropian gr. 12cm	$0,12 \times 0,45 = 0,054$	1,35	0,07
Ściana gr. 25 cm	$0,25 \times 21 = 5,25$	1,35	7,08
Tynk cem.-wap.	0,28	1,35	0,37
SUMA:	$q_k = 5,58$		$q_d = 7,52$

Obciążenie stałe – ściana fundamentowa, istniejąca

	$q_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	γ_f	$q_d \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Ściana gr. 25 cm	$0,25 \times 21 = 5,25$	1,35	7,08
Tynk cem.-wap.	0,28	1,35	0,37
SUMA:	$q_k = 5,53$		$q_d = 7,4$

1. Obliczenia statyczne dachu.**Sprawdzenie nośności Krokwi 8x18****Nośność na rozciąganie:**

Wyniki dla $x_a = 3,18 \text{ m}$; $x_b = 0,00 \text{ m}$,
Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 144,00 \text{ cm}^2$.
 $\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,5 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{7,54} = f_{t,0,d}$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=3,18$ m, przy obciążeniach "AB".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,5 / 144,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{1,92} = 0,169 \times 11,31 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,39$ m; $x_b=1,79$ m,

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,697 \times 11,31} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} + \frac{9,6}{12,92} = \mathbf{0,745} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,169 \times 11,31} + \frac{0,0}{12,92} + 0,7 \times \frac{9,6}{12,92} = \mathbf{0,523} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,59$ m; $x_b=1,59$ m,

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 4,2 / 432,00 \times 10^3 = \mathbf{9,8} < \mathbf{12,9} = 1,000 \times 12,92 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,59$ m; $x_b=1,59$ m

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{7,54} + \frac{9,8}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} = \mathbf{0,8} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{7,54} + 0,7 \times \frac{9,8}{12,92} + \frac{0,0}{12,92} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,39$ m; $x_b=1,79$ m, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{11,31^2} + \frac{9,6}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{12,92} = \mathbf{0,7} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{11,31^2} + 0,7 \times \frac{9,6}{12,92} + \frac{0,0}{12,92} = \mathbf{0,5} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,40$ m; $x_b=2,78$ m,

Warunek nośności

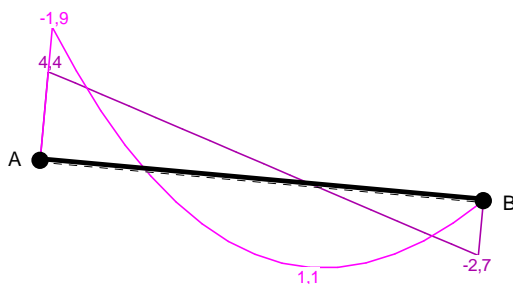
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1,3} = 1,000 \times 1,35 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,59$ m; $x_b=1,59$ m,

$$u_{z,fin} = -8,2 + -9,5 = \mathbf{17,7} < \mathbf{21,2} = u_{net,fin}$$

:



Sprawdzenie nośności Krokień 8x16

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,20$ m,
 Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 128,00 \text{ cm}^2$.
 $\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,4 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{8,62} = f_{t,0,d}$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=2,20$ m; $x_b=0,00$ m,
 Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,2 / 128,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{4,39} = 0,340 \times 12,92 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,37$ m; $x_b=0,82$ m

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,942 \times 12,92} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} + \frac{3,4}{14,77} = \mathbf{0,227} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,340 \times 12,92} + \frac{0,0}{14,77} + 0,7 \times \frac{3,4}{14,77} = \mathbf{0,159} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,20$ m,
 Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,9 / 341,33 \times 10^3 = \mathbf{5,5} < \mathbf{14,8} = 1,000 \times 14,77 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,20$ m

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{8,62} + \frac{5,5}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{8,62} + 0,7 \times \frac{5,5}{14,77} + \frac{0,0}{14,77} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,37$ m; $x_b=0,82$ m, przy obciążeniach "AB":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{12,92^2} + \frac{3,4}{14,77} + 0,7 \times \frac{0,0}{14,77} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{12,92^2} + 0,7 \times \frac{3,4}{14,77} + \frac{0,0}{14,77} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,41$ m; $x_b=1,79$ m,
 Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1,5} = 1,000 \times 1,54 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,24$ m; $x_b=0,96$ m,
 $u_{z,fin} = -1,2 + -1,1 = \mathbf{2,3} < \mathbf{8,8} = u_{net,fin}$

2. Obliczenia - strop ST-1

Strop jednokierunkowo zbrojony gr. 12cm

Dane materiałowe:

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = 1 \cdot \frac{20}{1,4} = 14,28 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}, \quad E_{cm} = 30 \text{ GPa} \quad f_{ctk,0,05} = 1,5$$

Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne A-III 34GS

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{410}{1,15} = 356,52 \text{ MPa}, \quad E = 200 \text{ GPa}$$

Grubość otuliny – $d_1 = 30 \text{ mm}$

$$l_{eff} = 3,17 \text{ m} \quad d = 0,09 \text{ m}$$

- Wyznaczenie momentu zginającego.

$$q_d = 4,71 + 0,75 = 5,46 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{ED} = 0,125 \cdot q \cdot l^2 = 6,85 \text{ kNm/m}$$

- Wymiarowanie na zginanie

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{6,85}{1,0 \cdot 0,09^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,059$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,060 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,97$$

$$A_s = \frac{M_{ED}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{6,85}{0,97 \cdot 0,09 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 2,20 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{m}} = 2,20 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 2,36 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \text{ } \varnothing 6 \text{ co } 12 \text{ cm}$$

- SGN - ścinanie.

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} k (100 \rho f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] bd$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 2,0 (100 \cdot 2,62 \cdot 10^{-3} \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] 1 \cdot 0,09 = 0,03751 \text{ MN} = 37,51 \text{ kN}$$

$$V_{ED,d} = 7,46 < V_{Rd,c} = 37,51 \text{ kN} \textbf{ Warunek został spełniony.}$$

SGU - Sprawdzenie ugięć.

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{2,36}{100 \cdot 9} = 2,62 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho < \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K=1, \quad \rho'=0}{\frac{f_{yk}A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 2,20}{2,36}} = 1,30$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = 1,0 \left[11 + 1,5\sqrt{20} \frac{4,47}{2,62} + 3,2\sqrt{20} \left(\frac{4,47}{2,62} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] 1,30 = 40,21$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{317}{9} = 35,22$$

3. Obliczenia - strop ST-2

Płyta jednokierunkowo zbrojona gr. 15cm

Dane materiałowe:

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20MPa, \quad f_{cd} = 1 \cdot \frac{20}{1,4} = 14,28MPa$$

$$f_{ctm} = 2,2MPa, \quad E_{cm} = 30GPa \quad f_{ctk,0,05} = 1,5$$

Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne A-III 34GS

$$f_{yk} = 410MPa, \quad f_{yd} = \frac{410}{1,15} = 356,52MPa, \quad E = 200GPa$$

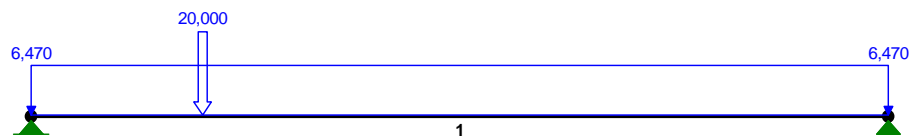
Grubość otuliny – $d_1 = 30 \text{ mm}$

$$l_{eff} = 2,35m \quad d = 0,12m$$

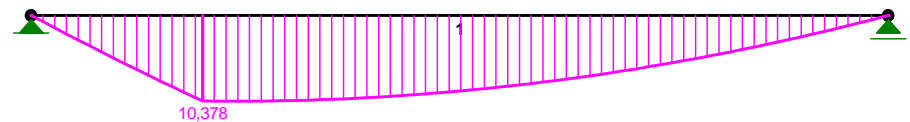
- Wyznaczenie momentu zginającego.

$$q_d = 5,72 + 0,75 = 6,47 \text{ kN/m}^2, \quad Q = 20kN$$

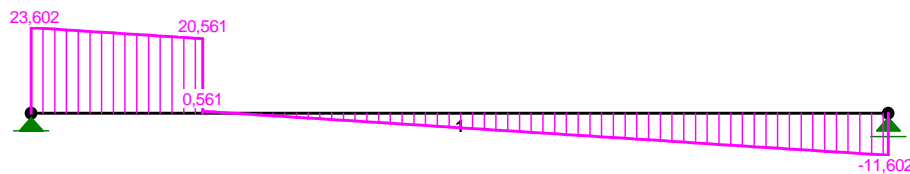
OBCIĄŻENIA:



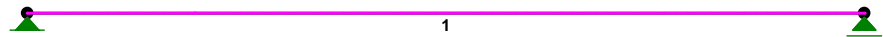
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	23,602	0,000
	0,24	0,558	10,403*	-0,009	0,000
	1,00	2,350	0,000	-11,602	0,000

* = Wartości ekstremalne

- Wymiarowanie na zginanie

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{10,40}{1,0 \cdot 0,12^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,05$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,051 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,974$$

$$A_s = \frac{M_{ED}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{10,40}{0,974 \cdot 0,12 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 2,49 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{m} = 2,49 \frac{cm^2}{m}$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 4,19 \frac{cm^2}{m}, \varnothing 8 \text{ co } 12cm$$

- **SGN** - ścinanie.

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} k (100 \rho f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] bd$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 2,0 (100 \cdot 3,49 \cdot 10^{-3} \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] 1 \cdot 0,12 = 0,05503 MN = 55,03 kN$$

$$V_{ED} = 23,60 < V_{Rd,c} = 55,03 kN \textbf{ Warunek został spełniony.}$$

- **SGU** - Sprawdzenie ugięć.

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{4,19}{100 \cdot 12} = 3,49 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho < \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K=1, \quad \rho'=0}{\frac{f_{yk} A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 2,49}{4,19}} = 2,05$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = 1,0 \left[11 + 1,5 \sqrt{20} \frac{4,47}{3,49} + 3,2 \sqrt{20} \left(\frac{4,47}{3,49} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] 2,05 = 44,52$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{235}{12} = 19,58$$

4. Obliczenia - strop ST-3

Płyta dwukierunkowo zbrojona gr. 12cm

Dane materiałowe:

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = 1 \cdot \frac{20}{1,4} = 14,28 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}, \quad E_{cm} = 30 \text{ GPa} \quad f_{ctk,0,05} = 1,5$$

Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne A-III 34GS

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{410}{1,15} = 356,52 \text{ MPa}, \quad E = 200 \text{ GPa}$$

Grubość otuliny – $d_1 = 30 \text{ mm}$

$$l_{eff,x} = 4,50 \text{ m} \quad l_{eff,y} = 3,19 \text{ m} \quad d = 0,09 \text{ m}$$

$$\frac{l_{eff,x}}{l_{eff,y}} = \frac{4,5}{3,19} = 1,41$$

- Wyznaczenie momentu zginającego.

$$q_d = 4,71 + 0,75 = 5,46 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{3,19}{4,5} = 0,70 \quad \alpha_{1x} = 0,0279 \quad \alpha_{1y} = 0,0512 \quad \alpha_I = -\alpha_{II} = -0,0357$$

$$M_{ED,x} = 0,0279 \cdot 5,46 \cdot 4,5 \cdot 3,19 = 2,18 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ED,y} = 0,0512 \cdot 5,46 \cdot 4,5 \cdot 3,19 = 4,01 \text{ kNm/m}$$

$$M_{I,-II} = -0,0357 \cdot 5,46 \cdot 4,5 \cdot 3,19 = -2,80 \text{ kNm/m}$$

- Wymiarowanie na zginanie

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED,x}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{2,18}{1,0 \cdot 0,09^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,018$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,018 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,991$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2,18}{0,991 \cdot 0,09 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 0,68 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{m}} = 0,68 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\textbf{Przyjęto } A_{s,x} = 1,88 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \quad \varnothing 6 \text{ co } 15 \text{ cm}$$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED,y}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{4,01}{1,0 \cdot 0,09^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,035$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,035 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,982$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4,01}{0,982 \cdot 0,09 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 1,27 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{m} = 1,27 \frac{cm^2}{m}$$

$$\textbf{Przyjęto } A_{s,y} = 1,88 \frac{cm^2}{m}, \text{ } \emptyset 6 \text{ co } 15cm$$

$$\mu_{eff} = \frac{M_l}{bd^2 f_{cd}} = \frac{2,80}{1,0 \cdot 0,09^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,024$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,024 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,988$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2,80}{0,988 \cdot 0,09 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 0,83 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{m} = 0,83 \frac{cm^2}{m}$$

$$\textbf{Przyjęto } A_{s,y} = 1,88 \frac{cm^2}{m}, \text{ } \emptyset 6 \text{ co } 15cm$$

- **SGN** - ścinanie.

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} k (100 \rho f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] bd$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 2,0 (100 \cdot 2,09 \cdot 10^{-3} \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] 1 \cdot 0,12 = 0,04332 MN = 43,32kN$$

$$V_{ED} = 12,28 < V_{Rd,c} = 43,32kN \textbf{ Warunek został spełniony.}$$

- **SGU** - Sprawdzenie ugięć.

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{1,88}{100 \cdot 9} = 2,09 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho < \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K=1, \quad \rho'=0}{\frac{f_{yk} A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 1,27}{1,88}} = 1,80$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = 1,0 \left[11 + 1,5 \sqrt{20} \frac{4,47}{2,09} + 3,2 \sqrt{20} \left(\frac{4,47}{2,09} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] 1,80 = 76,92$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{450}{9} = 50,0$$

5. Obliczenia - schody

Bieg gr. 14cm, spocznik gr. 12cm

Dane materiałowe:

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20MPa, \quad f_{cd} = 1 \cdot \frac{20}{1,4} = 14,28MPa$$

$$f_{ctm} = 2,2MPa, \quad E_{cm} = 30GPa \quad f_{ctk,0,05} = 1,5$$

Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne A-III 34GS

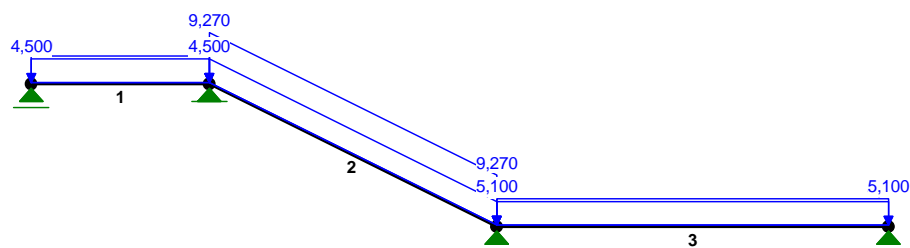
$$f_{yk} = 410MPa, \quad f_{yd} = \frac{410}{1,15} = 356,52MPa, \quad E = 200GPa$$

Grubość otuliny – $d_1 = 30 \text{ mm}$

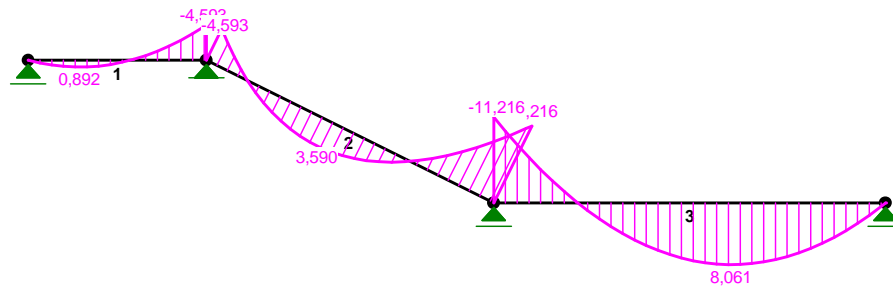
$$d = 0,09m$$

- Wyznaczenie momentu zginającego.

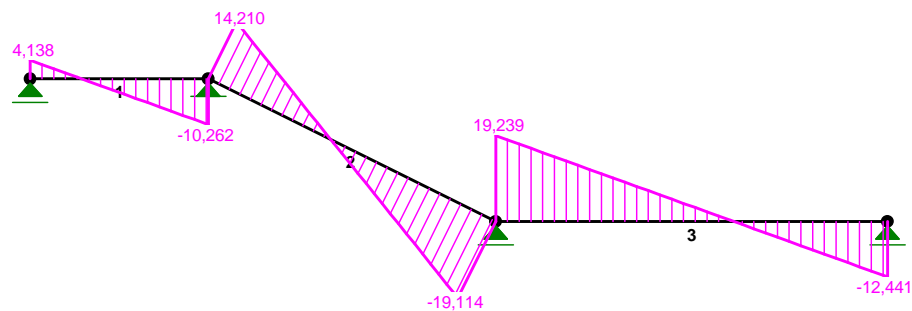
OBCIĄŻENIA:



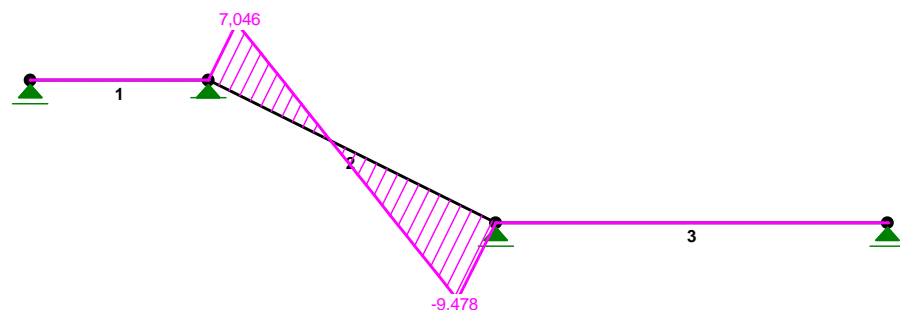
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE :



SIŁY PRZEKROJOWE:
Obciążenia obl.: AB

T.I rzędu

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	4,138	-0,000
	0,29	0,434	0,892*	-0,024	-0,000
	1,00	1,500	-4,593	-10,262	-0,000
2	0,00	0,000	-4,593	14,210	7,046
	0,43	1,150	3,591*	0,021	0,010
	1,00	2,701	-11,216	-19,114	-9,478
3	0,00	0,000	-11,216	19,239	-0,000
	0,61	1,998	8,061*	0,058	-0,000
	1,00	3,300	0,000	-12,441	-0,000

* = Wartości ekstremalne

- Wymiarowanie na zginanie
- Pręśło I (spocznik gr. 12cm)

$$\text{Moment pręślowy} - M = 0,89 \frac{kNm}{m}$$

$$\text{Przyjęto } A_s = 2,02 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \emptyset 6 \text{ co } 14\text{cm}$$

$$\text{Moment podporowy} - M = -4,59 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{4,59}{1,0 \cdot 0,09^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,039$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,039 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,98$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4,59}{0,98 \cdot 0,09 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 1,45 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{m}} = 1,45 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{Przyjęto } A_s = 2,02 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \emptyset 6 \text{ co } 14\text{cm}$$

- Przęsło II (bieg gr. 14cm)

$$\text{Moment przęsłowy} - M = 3,59 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{3,59}{1,0 \cdot 0,11^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,020$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,020 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,99$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3,59}{0,99 \cdot 0,11 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 0,92 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{m}} = 0,92 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{Przyjęto } A_s = 3,59 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \emptyset 8 \text{ co } 14\text{cm}$$

$$\text{Moment podporowy L} - M = -4,59 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\text{Przyjęto } A_s = 3,59 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}, \emptyset 8 \text{ co } 14\text{cm}$$

$$\text{Moment podporowy P} - M = -11,22 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{11,22}{1,0 \cdot 0,11^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,064$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,066 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,967$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{11,22}{0,967 \cdot 0,11 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 2,95 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{m} = 2,95 \frac{cm^2}{m}$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 3,59 \frac{cm^2}{m} , \varnothing 8 \text{ co } 14cm$$

- Przęsło III (spocznik gr. 14cm)

$$\text{Moment przęsłowy} - M = 8,06 \frac{kNm}{m}$$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{8,06}{1,0 \cdot 0,11 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,046$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,047 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,976$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{8,06}{0,976 \cdot 0,11 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 2,10 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{m} = 2,10 \frac{cm^2}{m}$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 3,59 \frac{cm^2}{m} , \varnothing 8 \text{ co } 14cm$$

$$\text{Moment podporowy L} - M = -11,22 \frac{kNm}{m}$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 3,59 \frac{cm^2}{m} , \varnothing 8 \text{ co } 14cm$$

- SGN - ścinanie.

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} k (100 \rho f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] bd$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 2,0 (100 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3} \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] 1 \cdot 0,09 = 0,04010 MN = 40,10 kN$$

$$V_{ED} = 19,11 < V_{Rd,c} = 40,10 kN \textbf{ Warunek został spełniony.}$$

- **SGU** - Sprawdzenie ugięć.
- Przęsło I (spocznik gr. 12cm)

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{2,02}{100 \cdot 9} = 2,24 \cdot 10^{-3} \quad \rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho < \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K=1, \quad \rho'=0}{\frac{f_{yk}A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 0,33}{1,88}} = 6,94$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = 1,0 \left[11 + 1,5\sqrt{20} \frac{4,47}{2,09} + 3,2\sqrt{20} \left(\frac{4,47}{2,09} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] 6,94 = 296,59$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{150}{9} = 16,66$$

- Przęsło II (bieg gr. 14cm)

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{1,88}{100 \cdot 11} = 1,7 \cdot 10^{-3} \quad \rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho < \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K=1, \quad \rho'=0}{\frac{f_{yk}A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 0,76}{1,88}} = 3,01$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = 1,0 \left[11 + 1,5\sqrt{20} \frac{4,47}{1,7} + 3,2\sqrt{20} \left(\frac{4,47}{1,7} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] 3,01 = 175,79$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{270}{11} = 24,54$$

- Przęsło III (spocznik gr. 14cm)

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{3,59}{100 \cdot 11} = 3,26 \cdot 10^{-3} \quad \rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho < \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K=1, \quad \rho'=0}{\frac{f_{yk}A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 2,10}{3,59}} = 2,08$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = 1,0 \left[11 + 1,5\sqrt{20} \frac{4,47}{3,26} + 3,2\sqrt{20} \left(\frac{4,47}{3,26} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] 2,08 = 48,74$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{330}{11} = 30,00$$

6. Obliczenia - Belka B1 - 25cm x 25cm

Dane materiałowe:

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = 1 \cdot \frac{20}{1,4} = 14,28 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}, \quad E_{cm} = 30 \text{ GPa} \quad f_{ctk,0,05} = 1,5$$

Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne A-III 34GS

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{410}{1,15} = 356,52 \text{ MPa}, \quad E = 200 \text{ GPa}$$

Grubość otuliny - $d_1 = 40 \text{ mm}$

$$l_{eff} = 3,17 \text{ m} \quad d = 0,21 \text{ m}$$

- Wyznaczenie momentu zginającego.

$$q_d = 34,43 \text{ kN/m}$$

$$M_{ED} = 0,125 \cdot q \cdot l^2 = 43,24 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 54,57 \text{ kN}$$

- Wymiarowanie na zginanie

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{43,24}{0,25 \cdot 0,21^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,27$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,32 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,84$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{43,24}{0,84 \cdot 0,21 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 6,87 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 6,87 \text{ cm}^2$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 8,04 \text{ cm}^2, \textbf{ 4}\varnothing\textbf{16}$$

SGN – ścinanie

- Parametry przekroju

$$d = 0,21 \text{ [m]}, \quad b_w = 0,25 \text{ [m]}$$

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,21 = 0,189 \text{ m}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{210}} = 1,97 < 2,$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{8,04}{25 \cdot 21} = 15,31 \cdot 10^{-3}$$

- Parametry betonu

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,12 \text{ MPa}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 1,53^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{0,5} = 0,29 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \left(1 - \frac{20}{250} \right) = 0,55$$

Przyjęto $v = 0,55$

- Siła poprzeczna V_{Ed}

$$V_{ED} = 54,57 \text{ kN}$$

- Wielkość siły na krawędzi podpory.

$$V_{ED,k} = V_{ED} - 0,5tq = 54,57 - 0,5 \cdot 0,25 \cdot 34,43 = 50,26 \text{ kN}$$

- Siła w odległości d od krawędzi podpory.

$$V_{ED,d} = V_{ED,k} - dq = 50,26 - 0,21 \cdot 34,43 = 43,03 \text{ kN}$$

- Sprawdzenie nośności na ścinanie bez zbrojenia.

$$V_{Ed} \leq \frac{b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}}{2}$$

$$51,52 < \frac{0,25 \cdot 0,21 \cdot 0,55 \cdot 14,28 \cdot 10^3}{2} = 206,16$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} k (100 \rho f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] b d$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 1,97 (100 \cdot 15,31 \cdot 10^{-3} \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] 0,25 \cdot 0,21 = 0,03882 \text{ MN} = 38,82 \text{ kN}$$

$$V_{ED,d} = 43,03 > V_{Rd,c} = 38,82 \text{ kN} \text{ Warunek nie został spełniony.}$$

- Strzemiona

$$f_{yk} = 300 \text{ MPa}, \quad f_{ywd} = \frac{300}{1,15} = 260,86 \text{ MPa}, \quad E = 200 \text{ GPa}$$

$$\text{Strzemiona dwucięte} - A_{sw} = 1,01 \text{ cm}^2$$

- Rozstaw strzemion

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{ED,d}} z f_{ywd} \cot \theta = \frac{1,01 \cdot 10^{-4}}{43,03} \cdot 0,198 \cdot 260,86 \cdot 10^3 \cdot 1 = 0,12 \text{ m}$$

$$s_{max} = 0,75d, < 0,6m$$

$$s_{max} = 0,75 \cdot 0,198 = 0,14$$

Przyjęto $s = 0,10 \text{ m}$

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{1,01 \cdot 10^{-4}}{0,10} \cdot 0,198 \cdot 260,86 \cdot 10^3 \cdot 1 = 52,16 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1 \cdot 0,25 \cdot 0,198 \cdot 0,6 \cdot 14,28 \cdot 10^3}{2} = 212,05 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 52,16 \text{ kN}$$

$$l_s = \frac{V_{Ed} - V_{Rd,c}}{q} = \frac{54,57 - 38,82}{34,43} = 0,46m$$

- **SGU** - Sprawdzenie ugięć.

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{8,04}{25 \cdot 21} = 15,31 \cdot 10^{-3} \quad \rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho > \rho_0$$

$$K = 1, \quad \rho' = 0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{\frac{f_{yk} A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 6,87}{8,04}} = 1,42$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho'}{\rho_0} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = \left[11 + 1,5 \sqrt{20} \frac{4,47}{15,31 - 0} \right] 1,42 = 18,40$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{317}{21} = 15,09$$

7. Obliczenia - Nadproże N-1 - 25cm x 30cm

Dane materiałowe:

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20MPa, \quad f_{cd} = 1 \cdot \frac{20}{1,4} = 14,28MPa$$

$$f_{ctm} = 2,2MPa, \quad E_{cm} = 30GPa \quad f_{ctk,0,05} = 1,5$$

Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne A-III 34GS

$$f_{yk} = 410MPa, \quad f_{yd} = \frac{410}{1,15} = 356,52MPa, \quad E = 200GPa$$

Grubość otuliny - $d_1 = 40mm$

$$l_{eff} = 4,05m \quad d = 0,26m$$

- Wyznaczenie momentu zginającego.

$$q_d = 18,38kN/m$$

$$M_{ED} = 0,125 \cdot q \cdot l^2 = 37,68kNm$$

$$V_{ED} = 37,22kN$$

- Wymiarowanie na zginanie

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{37,68}{0,25 \cdot 0,26^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,15$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,16 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,92$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{37,68}{0,92 \cdot 0,26 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 4,41 \cdot 10^{-4} m^2 = 4,41 cm^2$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 4,52 \frac{cm^2}{m}, 4\emptyset 12$$

SGN – ścinanie

- Parametry przekroju

$$d = 0,26 [m], \quad b_w = 0,25 [m]$$

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,26 = 0,234m$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{260}} = 1,87 < 2,$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{4,52}{25 \cdot 26} = 6,95 \cdot 10^{-3}$$

- Parametry betonu

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,12 MPa$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 1,53^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{0,5} = 0,29 MPa$$

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \left(1 - \frac{20}{250} \right) = 0,55$$

$$\text{Przyjęto } v = 0,55$$

- Siła poprzeczna V_{Ed}

$$V_{ED} = 37,22 kN$$

- Wielkość siły na krawędzi podpory.

$$V_{ED,k} = V_{ED} - 0,5tq = 37,22 - 0,5 \cdot 0,25 \cdot 18,38 = 34,92 kN$$

- Siła w odległości d od krawędzi podpory.

$$V_{ED,d} = V_{ED,k} - dq = 34,92 - 0,26 \cdot 18,38 = 30,14 kN$$

- Sprawdzenie nośności na ścinanie bez zbrojenia.

$$V_{Ed} \leq \frac{b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}}{2}$$

$$37,22 < \frac{0,25 \cdot 0,26 \cdot 0,55 \cdot 14,28 \cdot 10^3}{2} = 255,25$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} k (100 \rho f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] bd$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 1,87 (100 \cdot 6,95 \cdot 10^{-3} \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] 0,25 \cdot 0,26 = 0,03507 MN = 35,07 kN$$

$$V_{ED,d} = 30,14 < V_{Rd,c} = 35,07 kN \text{ Warunek został spełniony.}$$

- Strzemiona

$$f_{yk} = 300 \text{ MPa}, \quad f_{ywd} = \frac{300}{1,15} = 260,86 \text{ MPa}, \quad E = 200 \text{ GPa}$$

$$\text{Strzemiona dwucięte} - A_{sw} = 1,01 \text{ cm}^2$$

- Rozstaw strzemion

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{ED,d}} z f_{ywd} \cot \theta = \frac{1,01 \cdot 10^{-4}}{30,14} \cdot 0,234 \cdot 260,86 \cdot 10^3 \cdot 1 = 0,20 \text{ m}$$

$$s_{max} = 0,75d, < 0,6m$$

$$s_{max} = 0,75 \cdot 0,234 = 0,17$$

$$\text{Przyjęto } s = 0,15 \text{ m}$$

- SGU - Sprawdzenie ugięć.

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{4,52}{25 \cdot 26} = 6,95 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho > \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K=1, \quad \rho'=0}{\frac{f_{yk} A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 4,41}{4,52}} = 1,24$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck} \frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = \left[11 + 1,5 \sqrt{20} \frac{4,47}{6,95 - 0} \right] 1,24 = 18,98$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{405}{26} = 15,57$$

8. Obliczenia - Nadproże N-2 - 25cm x 33cm

Dane materiałowe:

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = 1 \cdot \frac{20}{1,4} = 14,28 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}, \quad E_{cm} = 30 \text{ GPa} \quad f_{ctk,0,05} = 1,5$$

Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne A-III 34GS

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = \frac{410}{1,15} = 356,52 \text{ MPa}, \quad E = 200 \text{ GPa}$$

Grubość otuliny - $d_1 = 40 \text{ mm}$

$$l_{eff} = 2,45m \quad d = 0,29m$$

- Wyznaczenie momentu zginającego.

$$q_d = 36,99 \text{ kN/m}$$

$$M_{ED} = 0,125 \cdot q \cdot l^2 = 27,75 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 45,31 \text{ kN}$$

- Wymiarowanie na zginanie

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{27,75}{0,25 \cdot 0,29^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,09$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,09 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,955$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{27,75}{0,955 \cdot 0,29 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 2,81 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 2,81 \text{ cm}^2$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 3,39 \text{ cm}^2, 3\emptyset 12$$

SGN – ścinanie

- Parametry przekroju

$$d = 0,29 \text{ [m]}, \quad b_w = 0,25 \text{ [m]}$$

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,29 = 0,261 \text{ m}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{290}} = 1,83 < 2,$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{3,39}{25 \cdot 29} = 4,67 \cdot 10^{-3}$$

- Parametry betonu

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,12 \text{ MPa}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 1,53^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{0,5} = 0,29 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \left(1 - \frac{20}{250} \right) = 0,55$$

$$\text{Przyjęto } v = 0,55$$

- Siła poprzeczna V_{Ed}

$$V_{ED} = 45,31 \text{ kN}$$

- Wielkość siły na krawędzi podpory.

$$V_{ED,k} = V_{ED} - 0,5tq = 45,31 - 0,5 \cdot 0,25 \cdot 36,99 = 40,68 \text{ kN}$$

- Siła w odległości d od krawędzi podpory.

$$V_{ED,d} = V_{ED,k} - dq = 40,68 - 0,29 \cdot 36,99 = 29,95 \text{ kN}$$

- Sprawdzenie nośności na ścinanie bez zbrojenia.

$$V_{Ed} \leq \frac{b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}}{2}$$

$$37,22 < \frac{0,25 \cdot 0,29 \cdot 0,55 \cdot 14,28 \cdot 10^3}{2} = 284,70$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} k (100 \rho f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] b d$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 1,83 (100 \cdot 4,67 \cdot 10^{-3} \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] 0,25 \cdot 0,29 = 0,03352 MN = 33,52 kN$$

$$V_{ED,d} = 29,95 < V_{Rd,c} = 33,52 kN \text{ Warunek został spełniony.}$$

- Strzemiona

$$f_{yk} = 300 MPa, \quad f_{ywd} = \frac{300}{1,15} = 260,86 MPa, \quad E = 200 GPa$$

$$\text{Strzemiona dwucięte} - A_{sw} = 1,01 cm^2$$

- Rozstaw strzemion

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{ED,d}} z f_{ywd} \cot \theta = \frac{1,01 \cdot 10^{-4}}{29,95} \cdot 0,261 \cdot 260,86 \cdot 10^3 \cdot 1 = 0,22 m$$

$$s_{max} = 0,75 d, < 0,6 m$$

$$s_{max} = 0,75 \cdot 0,261 = 0,20$$

$$\text{Przyjęto } s = 0,20 m$$

- SGU - Sprawdzenie ugięć.

$$\rho = \frac{A_s}{b d} = \frac{3,39}{25 \cdot 29} = 4,67 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho > \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K = 1, \quad \rho' = 0}{\frac{f_{yk} A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 2,81}{3,39}} = 1,47$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck} \frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = \left[11 + 1,5 \sqrt{20} \frac{4,47}{4,67 - 0} \right] 1,47 = 25,60$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{245}{29} = 8,45$$

9. Obliczenia - Nadproże N-3, N-4, N-5 - 25cm x 25cm

Dane materiałowe:

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20 MPa, \quad f_{cd} = 1 \cdot \frac{20}{1,4} = 14,28 MPa$$

$$f_{ctm} = 2,2MPa, \quad E_{cm} = 30GPa \quad f_{ctk,0,05} = 1,5$$

Stal zbrojeniowa

Zbrojenie główne A-III 34GS

$$f_{yk} = 410MPa, \quad f_{yd} = \frac{410}{1,15} = 356,52MPa, \quad E = 200GPa$$

Grubość otuliny – $d_1 = 40\text{ mm}$

$$l_{eff} = 2,00m, 1,55m, 1,73 \quad d = 0,21m$$

- Wyznaczenie momentu zginającego.

N-3

$$q_d = 20,12\text{ kN/m}$$

$$M_{ED} = 0,125 \cdot q \cdot l^2 = 10,06\text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 20,12\text{ kN}$$

N-4

$$q_d = 15,28\text{ kN/m}$$

$$M_{ED} = 0,125 \cdot q \cdot l^2 = 4,59\text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 11,84\text{ kN}$$

N-5

$$q_d = 33,77\text{ kN/m}$$

$$M_{ED} = 0,125 \cdot q \cdot l^2 = 12,64\text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 29,21\text{ kN}$$

- Wymiarowanie na zginanie

$$\mu_{eff} = \frac{M_{ED}}{bd^2f_{cd}} = \frac{12,64}{0,25 \cdot 0,21^2 \cdot 14,28 \cdot 10^3} = 0,08$$

$$\xi_{eff,lim} = 0,8 \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = 0,53$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,08 < \xi_{eff,lim} = 0,53$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,96$$

$$A_s = \frac{M_{ED,x}}{\zeta_{eff} \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{12,64}{0,96 \cdot 0,21 \cdot 356,52 \cdot 10^3} = 1,75 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2 = 1,75\text{ cm}^2$$

$$\textbf{Przyjęto } A_s = 2,26\text{ cm}^2, 2\emptyset 12$$

SGN – ścinanie

- Parametry przekroju

$$d = 0,21\text{ [m]}, \quad b_w = 0,25\text{ [m]}$$

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,21 = 0,189\text{ m}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{210}} = 1,97 < 2,$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{2,26}{25 \cdot 21} = 4,30 \cdot 10^{-3}$$

- Parametry betonu

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,4} = 0,12 \text{ MPa}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 1,53^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{0,5} = 0,29 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \left(1 - \frac{20}{250} \right) = 0,55$$

Przyjęto $v = 0,55$

- Siła poprzeczna V_{Ed}

$$V_{ED} = 29,21 \text{ kN}$$

- Wielkość siły na krawędzi podpory.

$$V_{ED,k} = V_{ED} - 0,5tq = 29,21 - 0,5 \cdot 0,25 \cdot 33,77 = 25,08 \text{ kN}$$

- Siła w odległości d od krawędzi podpory.

$$V_{ED,d} = V_{ED,k} - dq = 28,08 - 0,21 \cdot 33,77 = 20,99 \text{ kN}$$

- Sprawdzenie nośności na ścinanie bez zbrojenia.

$$V_{Ed} \leq \frac{b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}}{2}$$

$$37,22 < \frac{0,25 \cdot 0,21 \cdot 0,55 \cdot 14,28 \cdot 10^3}{2} = 206,16$$

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} k (100 \rho f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \right] bd$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 1,97 (100 \cdot 4,30 \cdot 10^{-3} \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] 0,25 \cdot 0,21 = 0,02542 \text{ MN} = 25,42 \text{ kN}$$

$$V_{ED,d} = 20,99 < V_{Rd,c} = 25,42 \text{ kN} \text{ Warunek został spełniony.}$$

- Strzemiona

$$f_{yk} = 300 \text{ MPa}, \quad f_{ywd} = \frac{300}{1,15} = 260,86 \text{ MPa}, \quad E = 200 \text{ GPa}$$

$$\text{Strzemiona dwuciężte} - A_{sw} = 1,01 \text{ cm}^2$$

- Rozstaw strzemion

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{ED,d}} z f_{ywd} \cot \theta = \frac{1,01 \cdot 10^{-4}}{20,29} \cdot 0,189 \cdot 260,86 \cdot 10^3 \cdot 1 = 0,24 \text{ m}$$

$$s_{max} = 0,75d, < 0,6m$$

$$s_{max} = 0,75 \cdot 0,189 = 0,14$$

$$\text{Przyjęto } s = 0,15 \text{ m}$$

- SGU - Sprawdzenie ugięć.

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{2,26}{25 \cdot 21} = 4,30 \cdot 10^{-3} \quad \rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = \sqrt{20} \cdot 10^{-3} = 4,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho < \rho_0$$

$$\frac{310}{\sigma_s} = \frac{K=1, \quad \rho'=0}{\frac{f_{yk} A_{s,reg}}{A_{s,prov}}} = \frac{500}{\frac{410 \cdot 1,75}{2,26}} = 1,57$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \frac{310}{\sigma_s}$$

$$\left(\frac{l}{d} \right)_{max} = \left[11 + 1,5 \sqrt{20} \frac{4,47}{4,30} + 3,2 \sqrt{20} \left(\frac{4,47}{4,30} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] 1,57 = 28,39$$

$$\frac{l_{eff}}{d} = \frac{173}{21} = 8,23$$

10. Obliczenia - Ława fundamentowa - szer. 70cm

Podłoże gruntowe

Nie wykonano badań podłoża gruntowego. Do obliczeń przyjęto grunt: glina piaszczysta $I_L=0,25$.

Obciążenie od konstrukcji

$$N_{ED} = 113,75 \text{ kN/m}$$

Materiał

Rodzaj materiału: beton

Klasa betonu: C16/20,

Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 1,66 \text{ m}$

Kształt fundamentu: prosty

Szerokość: $B = 0,70 \text{ m}$, wysokość: $H = 0,30 \text{ m}$,

Stan graniczny I

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 251,27 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 134,59 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 251,27 = 203,53 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie ławy na zginanie

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa: $N_r = 114 \text{ kN/m}$, moment: $M_r = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Mimośród siły względem środka podstawy: $e_r = |M_r/N_r| = 0,00 \text{ m}$.

Zginanie ławy w przekroju 1:

Moment zginający: $M_{Sd} = (2 \cdot q_l + q_s) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 162,6 + 162,6) \cdot 0,05 = 4 \text{ kNm/m}$.

Nośność betonu na zginanie: $M_{Rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,09 = 23 \text{ kNm/m}$.

$M_{Sd} = 4 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 23 \text{ kNm/m}$.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

11. Obliczenia - Ława fundamentowa - szer. 50cm

Podłoże gruntowe

Podłoże gruntowe

Nie wykonano badań podłoża gruntowego. Do obliczeń przyjęto grunt: glina piaszczysta $I_L = 0,25$.

Obciążenie od konstrukcji

$$N_{ED} = 50,76 \text{ kN/m}$$

Materiał

Rodzaj materiału: beton

Klasa betonu: C16/20,

Stan graniczny I

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 137,15 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 60,41 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 137,15 = 111,09 \text{ kN}$$

Sprawdzenie ławy na zginanie Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do osi ławy:

siła pionowa: $N_r = 51 \text{ kN/m}$, moment: $M_r = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Mimośród siły względem środka podstawy: $e_r = |M_r / N_r| = 0,00 \text{ m}$.

Moment zginający: $M_{Sd} = (2 \cdot q_l + q_s) \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 101,6 + 101,6) \cdot 0,02 = 1 \text{ kNm/m}$.

Nośność betonu na zginanie: $M_{Rd} = 0,292 \cdot f_{ctd} \cdot d^2 = 0,292 \cdot 870 \cdot 0,09 = 23 \text{ kNm/m}$.

$M_{Sd} = 1 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 23 \text{ kNm/m}$.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.