

OBLICZENIA STATYCZNE

do projektu konstrukcyjnego zbiornika oczyszczalni ścieków w Trąbkach Wielkich dz. nr 107/1 obręb 0017; j.ew. 220408_2, dz. nr 107/1

0.0. Zebranie obciążeń

0.1. Obciążenie ścian parciem hydrostatycznym cieczy

$p_{vk} = 10 \text{ kN/m}^2$ – obciążenie charakterystyczne

$$p_{vd}(z) = 1,2 \cdot 10z = 12z \text{ kN/m}^2$$

Max obciążenie na głębokości 6,8 m

$$P_{vd}(6,8) = 12 \cdot 6,8 = 81,60 \text{ kN/m}^2$$

0.2. Nacisk na płytę denną [kN/m^2]

Ciężar obliczeniowy [kN]

$$\text{- ściany} - G_2 = 25,0 \cdot 0,4 \cdot [7,8 \cdot (3 \cdot 20,5 + 3 \cdot 18,7)] = 9172,80 \cdot 1,35 = 12383,28 \text{ kN}$$

$$\text{- płyta denna} - G_3 = 25,0 \cdot 0,8 \cdot 21,50 \cdot 19,70 = 8471,00 \cdot 1,35 = 11435,85 \text{ kN}$$

$$G = 17643,80 \cdot 1,35 = 23819,13 \text{ kN}$$

Obciążenie równomiernie rozłożone:

$$\text{- ciężar własny zbiornika} - 17643,80 / (21,50 \cdot 19,70) = 41,66 \cdot 1,35 = 56,24 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- parcie hydrostatyczne wody} - 10,0 \cdot 2,50 \quad \frac{25,00 \cdot 1,1}{66,66 \cdot 1,26} = 27,50 \text{ kN/m}^2$$

$$66,66 \cdot 1,26 = 83,74 \text{ kN/m}^2$$

0.3. Równowaga siły wyporu wody

$$\text{Ciężar zbiornika} = 41,66 \cdot 0,9 = 37,49 \text{ kN/m}^2$$

Ciężar gruntu (z uwzględnieniem wyporu wody)

$$(1 - 0,38)(26,5 - 10,0) = 10,23 \text{ kN/m}^2$$

$$10,23 \cdot 3,80 \cdot 0,3 \cdot 2(19,6 + 21,40) / (21,5 \cdot 19,70) = \frac{6,48 \cdot 0,9}{q = 69,81 \cdot 0,9} = 5,83 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 69,81 \cdot 0,9 = 62,80 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Siła wyporu wody} - 10,0 \cdot 2,50 = 25,00 \cdot 1,10 = 27,50 \text{ kN/m}$$

1.0 Obliczenie zbrojenia ścian zbiornika (grubość $g=40,0\text{ cm}$)

1.1 Ściana o wymiarach $h=6,80\text{ m}$, $l=9,35\text{ m}$ utwierdzona na trzech krawędziach

$$h/l = 6,80/9,35 = 0,73$$

$$\begin{aligned}\alpha_{1l} &= 0,0088 & M_{1l} &= 0,0088 \cdot 81,60 \cdot 6,80^2 = 33,20 \text{ kNm/m} \\ \alpha_{2l} &= -0,0347 & M_{2l} &= -0,0347 \cdot 81,60 \cdot 6,80^2 = -130,93 \text{ kNm/m} \\ \alpha_{1h} &= 0,0179 & M_{1h} &= 0,0179 \cdot 81,60 \cdot 6,80^2 = 67,54 \text{ kNm/m} \\ \alpha_{3h} &= -0,0505 & M_{3h} &= -0,0505 \cdot 81,60 \cdot 6,80^2 = -190,55 \text{ kNm/m}\end{aligned}$$

Beton C30/37 $f_{cd} = 20,0\text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9\text{ MPa}$
Stal BSt500 (A-IIIN) $f_{yd} = 420\text{ MPa}$; $f_{yk} = 500\text{ MPa}$

Zbrojenie minimalne

$$\begin{aligned}0,26 \cdot f_{ctm}/f_{yk} \cdot bd &= 0,26 \cdot 2,9/500 \cdot 1,0 \cdot 0,35 = 0,000528 \text{ m}^2 = 5,28 \text{ cm}^2 \\ 0,0013 \cdot bd &= 0,0013 \cdot 1,0 \cdot 0,35 = 0,000455 \text{ m}^2 = 4,55 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Zbrojenie poziome - $d=0,33\text{ m}$

a) połowa wysokości

- moment krawędziowy $M = -130,93\text{ kNm}$

$$\mu = \frac{M}{bd^2 f_{cd}} = 130,93/(1,0 \cdot 0,33^2 \cdot 20000) = 0,060$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot \mu)} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot 0,060)} = 0,062$$

$$A = \xi_{eff} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}/f = 0,062 \cdot 1,0 \cdot 0,33 \cdot 20/420 = 0,000973 \text{ m}^2 = 9,73 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie $\varnothing 16$ co $20,0\text{ cm}$ obustronnie

Zbrojenie pionowe - $d=0,35\text{ m}$

a) dół

- moment zamocowania $M = -190,55\text{ kNm}$

$$\mu = \frac{M}{bd^2 f_{cd}} = 190,55/(1,0 \cdot 0,35^2 \cdot 20000) = 0,078$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot \mu)} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot 0,078)} = 0,081$$

$$A = \xi_{eff} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}/f = 0,081 \cdot 1,0 \cdot 0,35 \cdot 20/420 = 0,001350 \text{ m}^2 = 13,50 \text{ cm}^2$$

b) środek

- moment zamocowania $M = 67,74\text{ kNm}$

$$\mu = \frac{M}{bd^2 f_{cd}} = 67,74/(1,0 \cdot 0,35^2 \cdot 20000) = 0,027$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot \mu)} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot 0,027)} = 0,028$$

$$A = \xi_{eff} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}/f = 0,028 \cdot 1,0 \cdot 0,35 \cdot 20/420 = 0,00047 \text{ m}^2 = 4,70 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie $\varnothing 16$ co $15,0\text{ cm}$ obustronnie

1.2 Ściana o wymiarach $h=6,8$ m, $l = 4,85$ m utwierdzona na trzech krawędziach

$$h/l = 6,8 / 4,85 = 1,40$$

$$\begin{aligned}\alpha_{1l} &= 0,0167 & M_{1l} &= 0,0167 \cdot 81,6 \cdot 4,85^2 = 32,05 \text{ kNm/m} \\ \alpha_{2l} &= -0,0413 & M_{2l} &= -0,0413 \cdot 81,6 \cdot 4,85^2 = -79,27 \text{ kNm/m} \\ \alpha_{1h} &= 0,0093 & M_{1h} &= 0,0093 \cdot 81,6 \cdot 4,85^2 = 17,85 \text{ kNm/m} \\ \alpha_{3h} &= -0,0406 & M_{3h} &= -0,0406 \cdot 81,6 \cdot 4,85^2 = -77,93 \text{ kNm/m}\end{aligned}$$

Zbrojenie poziome - $d=0,33$ m

a) połowa wysokości

- moment krawędziowy $M = -79,27$ kNm

$$\mu = \frac{M}{bd^2 f_{cd}} = 79,27 / (1,0 \cdot 0,33^2 \cdot 20000) = 0,036$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot \mu)} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot 0,036)} = 0,037$$

$$A = \xi_{eff} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} / f = 0,037 \cdot 1,0 \cdot 0,33 \cdot 20 / 420 = 0,000583 \text{ m}^2 = 5,83 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie $\varnothing 16$ co 20,0 cm obustronnie

Zbrojenie pionowe - $d=0,35$ m

c) dół

- moment zamocowania $M = -77,93$ kNm

$$\mu = \frac{M}{bd^2 f_{cd}} = 77,93 / (1,0 \cdot 0,35^2 \cdot 20000) = 0,032$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot \mu)} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot 0,032)} = 0,032$$

$$A = \xi_{eff} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} / f = 0,032 \cdot 1,0 \cdot 0,35 \cdot 20 / 420 = 0,000539 \text{ m}^2 = 5,39 \text{ cm}^2$$

d) środek

- moment zamocowania $M = 17,85$ kNm

$$\mu = \frac{M}{bd^2 f_{cd}} = 17,85 / (1,0 \cdot 0,35^2 \cdot 20000) = 0,0073$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot \mu)} = 1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot 0,0073)} = 0,0073$$

$$A = \xi_{eff} \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} / f = 0,0073 \cdot 1,0 \cdot 0,35 \cdot 20 / 420 = 0,000122 \text{ m}^2 = 1,22 \text{ cm}^2$$

Przyjęto zbrojenie $\varnothing 16$ co 20,0 cm obustronnie

2.0. RAMA R1

Obliczenia wykonano programem RM-WIN nr klucza 13042

2.1 Słup wzmacniający $h/b = 80/40$, $l_0 = 1,05 \cdot 7,20 = 7,56$ m

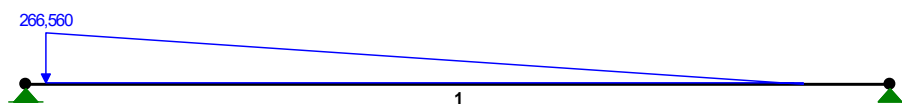
Zebranie obciążeń $[\text{kN/m}^2]$:

Max wartość $10,0 \cdot 6,8 = 68,0 \text{ kN/m}^2 \quad * 1,2 = 81,60 \text{ kN/m}^2$

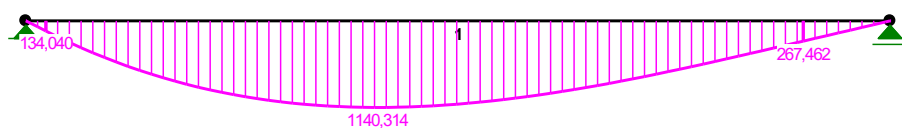
Obciążenie $[\text{kN/m}]$ z rozpiętości pomiędzy $l = 3,92$ m

$q = 68,0 \cdot 3,92 = 266,56 \text{ kN/m} \quad * 1,2 = 319,87 \text{ kN/m}$

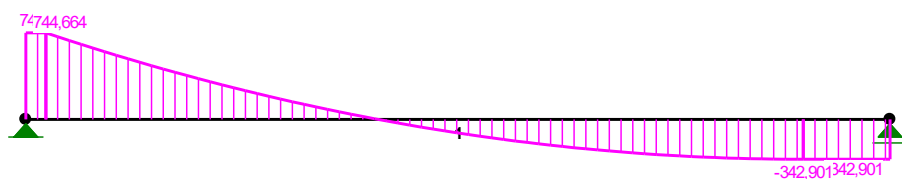
SCHEMAT OBCIĄŻEŃ:



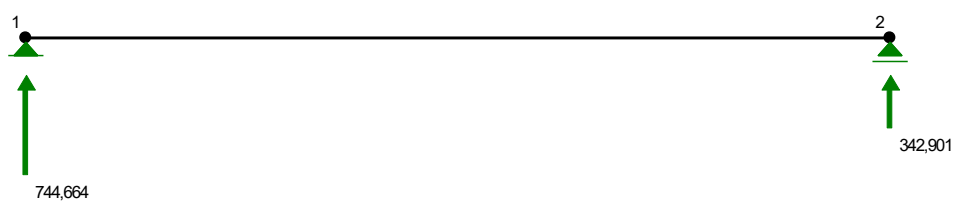
MOMENTY:



TNĄCE:



REAKCJE PODPOROWE:

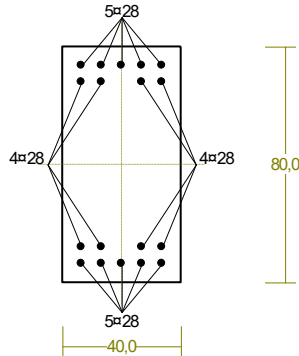


REAKCJE :

oblicz. $R_1 = 744,66 \text{ kN}$ $R_2 = 342,90 \text{ kN}$
charakt. (620,55) (285,75)

Cechy przekroju (Skrócony):

zadanie belka podpierająca, przekrój: $x_a = 3,88 \text{ m}$, $x_b = 3,88 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$h = 80,0$, $b = 40,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 30,0 / 1,50 = 20,0 \text{ MPa}$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 3200 \text{ cm}^2$, $J_{cx} = 1706667 \text{ cm}^4$, $J_{cy} = 426667 \text{ cm}^4$

STAL: A-IIIN (B500SP)

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 110,84 \text{ cm}^2$, $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 110,84 / 3200 = 3,46 \%$,

$J_{sx} = 108136 \text{ cm}^4$, $J_{sy} = 11389 \text{ cm}^4$,

Siły przekrojowe:

zadanie: belka podpierająca, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 3,88 \text{ m}$, $x_b = 3,88 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

Momenty zginające: $M_x = -1096,893 \text{ kNm}$, $M_y = 0,000 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = -116,873 \text{ kN}$, $V_x = 0,000 \text{ kN}$,

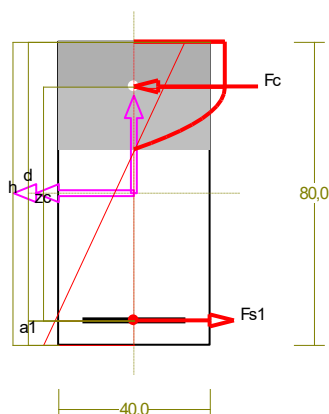
Siła osiowa: $N = 0,000 \text{ kN} = N_{sd}$, .

Zbrojenie wymagane:

(zadanie belka podpierająca, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 2,98 \text{ m}$, $x_b = 4,78 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ($\xi_{lim} = 0,625$).



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-1137,305^2 + 0,000^2)} = 1137,305 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=20,0 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=5,56 \text{ ‰}$):

$$A_{s1}=43,83 \text{ cm}^2 \Rightarrow (8 \times 28 = 49,26 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=43,83 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c = 100 \times 43,83/3200=1,37 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=80,0, \quad d=73,6, \quad x=28,4 \quad (\xi=0,386),$$

$$a_1=6,4, \quad a_c=11,8, \quad z_c=61,8, \quad A_{cc}=1137 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-3,50 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=5,56 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -1841,045, \quad F_{s1} = 1841,045,$$

$$M_c = 518,714, \quad M_{s1} = 618,591,$$

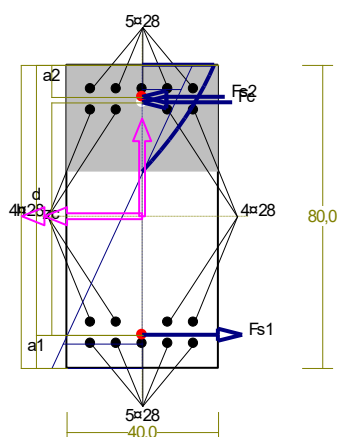
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -1841,045 + (1841,045) = 0,000 \text{ kN} \quad (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 518,714 + (618,591) = 1137,305 \text{ kNm} \quad (M_{sd}=1137,305 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie belka podpierająca, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,98 \text{ m}$, $x_b=4,78 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-1137,305^2 + 0,000^2)} = 1137,305 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=20,0 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=55,42 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=55,42 \text{ cm}^2$,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=110,84 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 110,84/3200=3,46 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=80,0, d=71,3, x=27,3 (\xi=0,384),$$

$$a_1=8,7, a_2=8,5, a_c=9,9, z_c=61,4, A_{cc}=1129 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-1,09 \text{ ‰}, \varepsilon_{s2}=-0,84 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1}=1,75 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-1006,800, F_{s1}=1834,044, F_{s2}=-827,246,$$

$$M_c=302,725, M_{s1}=573,903, M_{s2}=260,677,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd}=1487,625 \text{ kNm} >$$

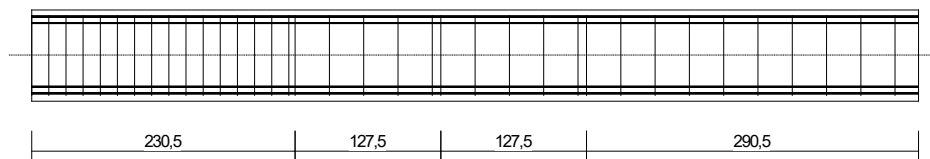
$$M_{Sd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=302,725+(573,903)+(260,677)=1137,305 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=12 \text{ mm}$ ze stali A-IIIIN, dla której $f_{ywd}=420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,\min}=0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk}=0,08 \times \sqrt{30} / 500=0,00088$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a=0,0$ $x_b=230,5 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max}=0,75 d=0,75 \times 711=533 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max}=400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max}=15 \phi=15 \times 28,0=420,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max}=\min\{h; b\}=\min\{400,0; 800,0\}=400,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max}=400,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max}=10 \phi=10 \times 28,0=280,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w=A_{sw}/(s b_w \sin \alpha)=4,52/(15,0 \times 40,0 \times 1,000)=0,00754$$

$$\rho_w=0,00754 > 0,00088=\rho_{w \min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a=230,5$ $x_b=358,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max}=0,75 d=0,75 \times 711=533 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max}=400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max}=15 \phi=15 \times 28,0=420,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 800,0\} = 400,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 10 \phi = 10 \times 28,0 = 280,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **30,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 4,52 / (30,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00377$$
$$\rho_w = \mathbf{0,00377} > \mathbf{0,00088} = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 358,0 \quad x_b = 485,5 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 711 = 533 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 28,0 = 420,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 800,0\} = 400,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 10 \phi = 10 \times 28,0 = 280,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **30,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 4,52 / (30,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00377$$
$$\rho_w = \mathbf{0,00377} > \mathbf{0,00088} = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 4

Początek i koniec strefy: $x_a = 485,5 \quad x_b = 776,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 711 = 533 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 28,0 = 420,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 800,0\} = 400,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 10 \phi = 10 \times 28,0 = 280,0 \text{ mm}$.

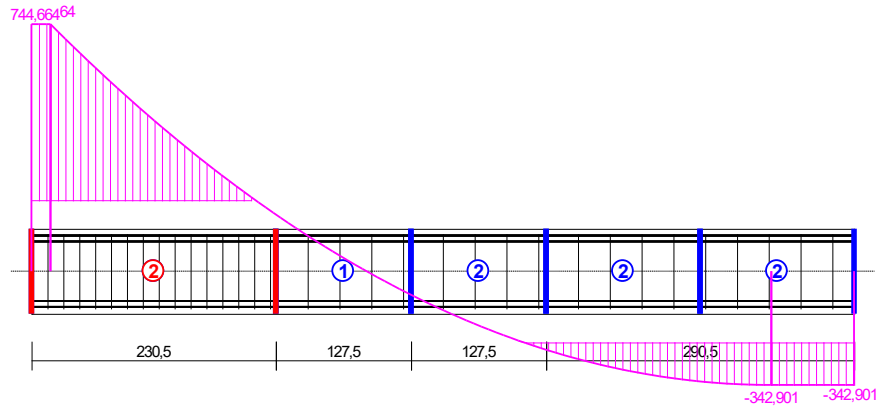
Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **30,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 4,52 / (30,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00377$$
$$\rho_w = \mathbf{0,00377} > \mathbf{0,00088} = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

zadanie belka podpierająca.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 230,5$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,000$;
 $V_{Sd \max} = 744,664$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{55,42}{40,0 \times 71,1} = 0,01948; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,01000$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = -0,000 / 3892,72 \times 10 = -0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = -0,00$ MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,00 \times 1,30 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times -0,00] \times 40,0 \times 71,1 \times 10^{-1} =$$

$$207,076 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 744,664 > 207,076 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka II-go rodzaju:

Przyjęto kąt $\theta = 45,0^\circ$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$\Delta V_{Rd} = \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z \cos \alpha \times 10^{-1} = 0 \text{ kN}$$

$$\Delta V_{Rd} \leq v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} \frac{\cot \alpha}{2 \cot \theta + \cot \alpha} \times 10^{-1} = 0 \text{ kN}$$

Przyjęto $\Delta V_{Rd} = 0,000$ kN.

$$V_{Rd2} = v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} + \Delta V_{Rd} =$$

$$= \frac{0,528 \times 20,0 \times 40,0 \times 61,4}{1 + 1,000^2} \times 10^{-1} + 0,000 = 1297,459 \text{ kN}$$

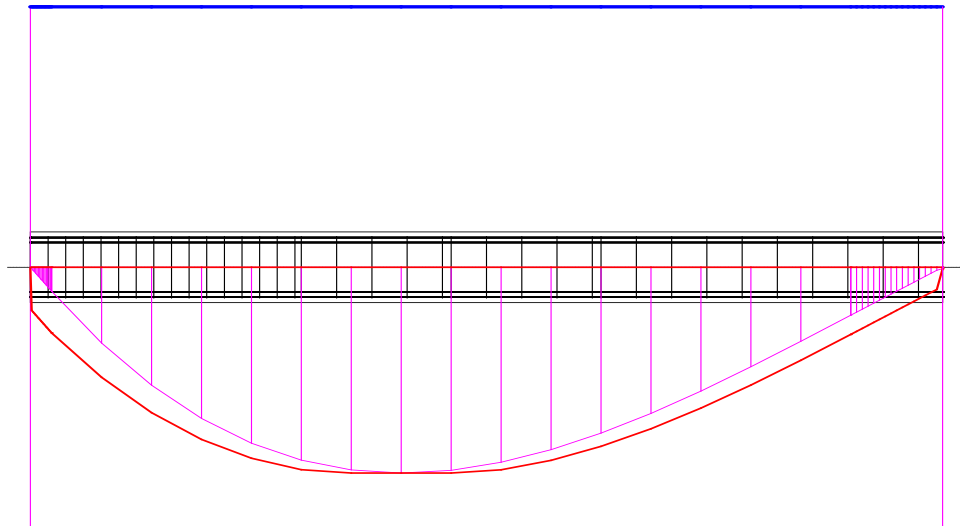
$$V_{Sd} = 744,664 < 1297,459 = V_{Rd2}$$

$$V_{Rd3} = V_{Rd31} + V_{Rd32} = \frac{A_{sw1} f_{ywd1}}{s_1} z \cot \theta + \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha =$$

$$= \frac{4,52 \times 420}{15,0} \times 61,4 \times 1,000 \times 10^{-1} = 778,162 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 744,664 < 778,162 = V_{Rd3}$$

Nośność zbrojenia podłużnego



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 2,730 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 81,929 \times (1,000) = 40,965 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 1810,663 + 40,965 = 1851,628 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 1838,946 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 1838,946 \text{ kN}$

$$F_{td} = 1838,946 < 2327,543 = 55,42 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie belka podpierająca,

Położenie przekroju:

Siły przekrojowe:

$$x = 3,155 \text{ m}$$

$$M_{Sd} = 950,262 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,000 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 1,010 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 40,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 80,0 - 8,9 = 71,1 \text{ cm}$$

$$A_c = 3200 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 42667 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 2,9 \times 1600 / 180 = 10,31 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 55,42 > 10,31 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 42667 \times 10^{-3} = 123,733 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 950,262 > 123,733 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 55,42 / 655 = 0,08455$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 28 / 0,08455 = 83,11$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = 293,79 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (123,733 / 950,262)^2] = 0,00146$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 83,11 \times 0,00146 = 0,21 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,21} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie belka podpierająca, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczone dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{32000}{1 + 2,00} = 10667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 42667 \times 10^{-3} = 123,733 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = 950,262 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

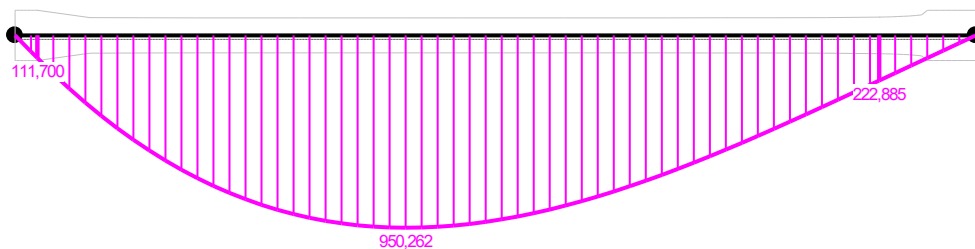
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = 950,262 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

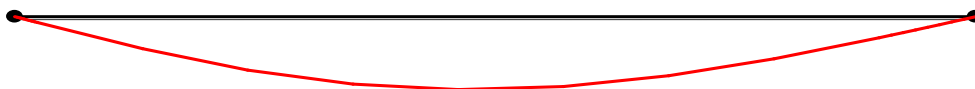
$$x_I = 40,0 \text{ cm} \quad I_I = 3734215 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 30,8 \text{ cm} \quad I_{II} = 2593013 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \frac{10667 \times 2593013}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (123,733 / 950,262)^2 \times (1 - 2593013 / 3734215)} \times 10^{-5} = 277306 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 3,580$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 20,7 \text{ mm}$$

$$a = 20,7 < 38,8 = a_{\text{lim}}$$

2.2 Belka rozciągana $h/b = 60/40$, $l_0 = 2 \cdot 9,35 = 18,70$ m

Obciążenia:

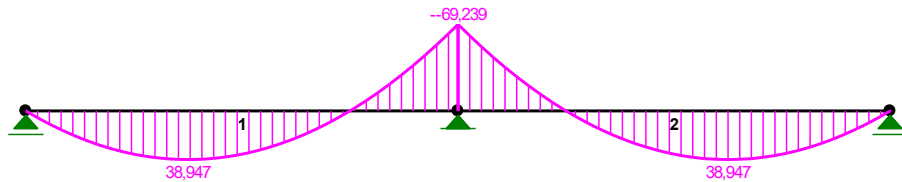
Siła rozciągająca Poz. 2.1. $P = 285,75 \cdot 1,2 = 342,90$ kN

+ ciężar własny

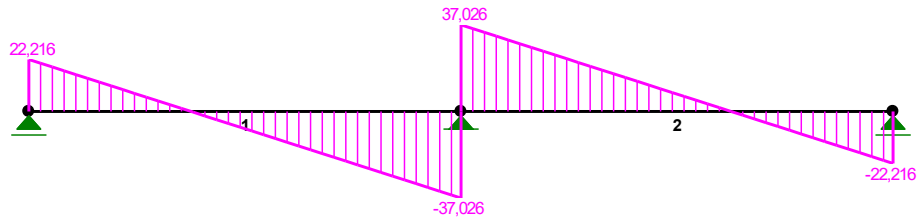
SCHEMAT OBCIĄŻEŃ:



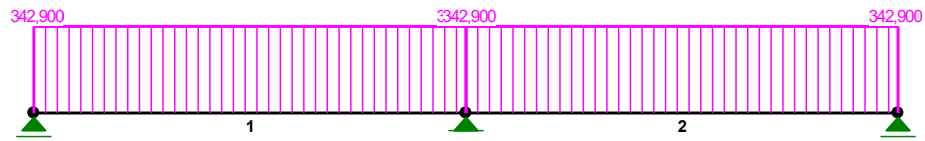
MOMENTY:



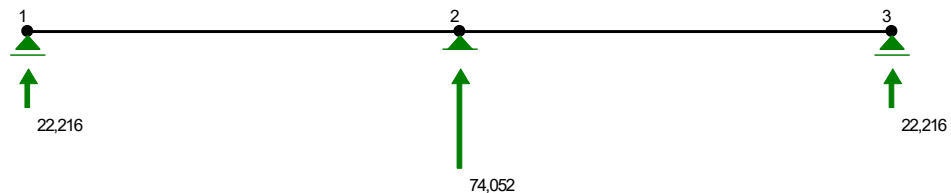
TNĄCE:



NORMALNE:



REAKCJE PODPOROWE:

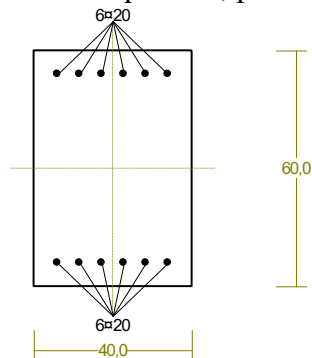


REAKCJE :

oblicz. $R_1 = R_3 = 22,22 \text{ kN}$ $N_1 = N_3 = 342,90$ $R_2 = 74,05 \text{ kN}$ $N_2 = 342,90 \text{ kN}$
charakt. (20,196) (285,75) (67,32) (285,75)

Cechy przekroju (Skrócony):

zadanie belka rozporowa, przekrój: $x_a = 4,67 \text{ m}$, $x_b = 4,67 \text{ m}$



Wymiary przekroju [cm]:

$h = 60,0$, $b = 40,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 30,0 / 1,50 = 20,0 \text{ MPa}$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 2400 \text{ cm}^2$, $J_{cx} = 720000 \text{ cm}^4$, $J_{cy} = 320000 \text{ cm}^4$

STAL: A-IIIN (B500SP)

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $\gamma_s = 1,15$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 37,70 \text{ cm}^2$, $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 37,70 / 2400 = 1,57 \%$,

$$J_{sx}=21715 \text{ cm}^4, J_{sy}=3448 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: belka rozporowa, pręt nr 1, przekrój: $x_a=4,67 \text{ m}$, $x_b=4,67 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

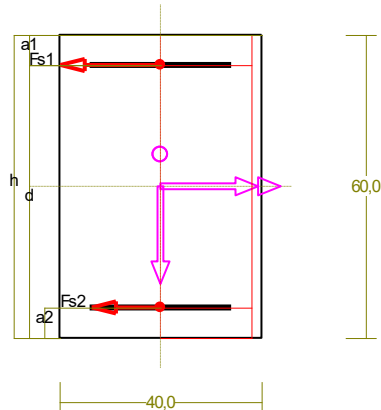
Momenty zginające: $M_x = -34,619 \text{ kNm}$, $M_y = 0,000 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = -7,405 \text{ kN}$, $V_x = 0,000 \text{ kN}$,

Siła osiowa: $N = 342,900 \text{ kN} = N_{sd}$.

Zbrojenie wymagane:

(zadanie belka rozporowa, przekrój: $x_a=7,87 \text{ m}$, $x_b=1,48 \text{ m}$)



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=342,900 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(21,481^2 + 0,000^2)} = 21,481 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=20,0 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1}=5,15 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 20 = 6,28 \text{ cm}^2),$$

Zbrojenie mniej rozciągane ($\epsilon_{s2}=10,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s2}=3,02 \text{ cm}^2 < \min A_{s2}=4,80 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s2}=4,80 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 20 = 6,28 \text{ cm}^2)$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=8,17 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 8,17/2400=0,34 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=60,0, d=54,0, x=0,0 (\xi=0,000),$$

$$a_1=6,0, a_2=6,0,$$

$$\epsilon_{s2}=10,00 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_{s1} = 216,203, F_{s2} = 126,697,$$

$$M_{s1} = 51,889, M_{s2} = -30,407,$$

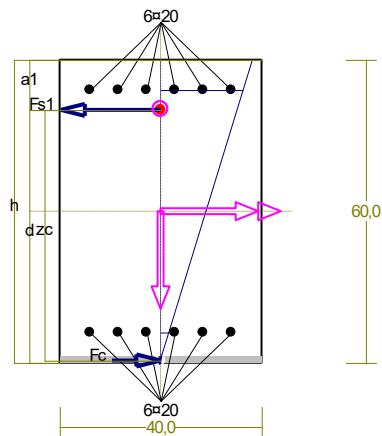
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$+F_{s1}+F_{s2}=+(216,203)+(126,697)=342,900 \text{ kN} (N_{sd}=342,900 \text{ kN})$$

$$+M_{s1}+M_{s2}=+(51,889)+(-30,407)=21,481 \text{ kNm} (M_{sd}=21,481 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie belka rozporowa, pręt nr 1, przekrój: $x_a=9,35 \text{ m}$, $x_b=0,00 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 342,900 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(69,239^2 + 0,000^2)} = 69,239 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 37,70 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 37,70 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 37,70 / 2400 = 1,57 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 60,0, \quad d = 50,0, \quad x = 1,2 \quad (\xi = 0,023),$$

$$a_1 = 10,0, \quad a_c = 0,4, \quad z_c = 49,6, \quad A_{cc} = 51 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,02 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1} = 0,84 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -1,013, \quad F_{s1} = 343,913,$$

$$M_c = 0,300, \quad M_{s1} = 68,939,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$N_{Rd} = |870,052| \text{ kN} > N_{sd} = F_c + F_{s1} = -1,013 + (343,913) = 342,900 \text{ kN}$$

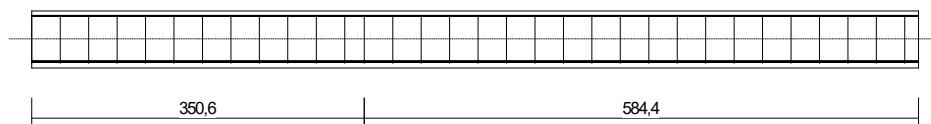
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie belka rozporowa, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 12 \text{ mm}$ ze stali A-IIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{30} / 500 = 0,00088$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 350,6 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 540 = 405 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15 \phi = 15 \times 20,0 = 300,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 600,0\} = 400,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 20,0 = 300,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **30,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 4,52 / (30,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00377$$
$$\rho_w = \mathbf{0,00377} > \mathbf{0,00088} = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 350,6 \quad x_b = 935,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 540 = 405 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 20,0 = 300,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 600,0\} = 400,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 20,0 = 300,0 \text{ mm}$.

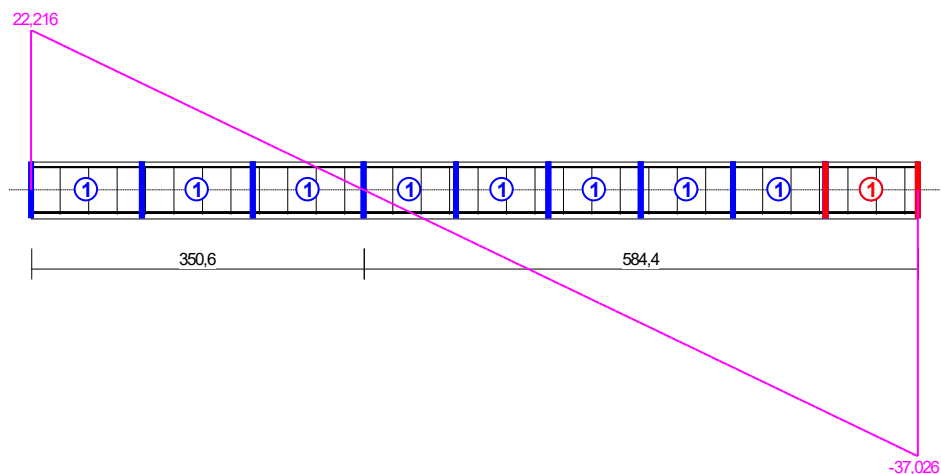
Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **30,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 4,52 / (30,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00377$$
$$\rho_w = \mathbf{0,00377} > \mathbf{0,00088} = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

zadanie belka rozporowa.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 9

Początek i koniec odcinka: $x_a = 837,6 \quad x_b = 935,0 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 342,900;$

$$V_{Sd \max} = -37,026 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{18,85}{40,0 \times 54,0} = 0,00873; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00873$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -342,900 / 2635,62 \times 10 = -1,30 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,06 \times 1,30 \times (1,2 + 40 \times 0,00873) + 0,15 \times 0,00] \times 40,0 \times 54,0 \times 10^{-1} =$$

161,377 kN

$$V_{Sd} = 37,026 < 161,377 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 37,026 < 161,377 = V_{Rd1}$$

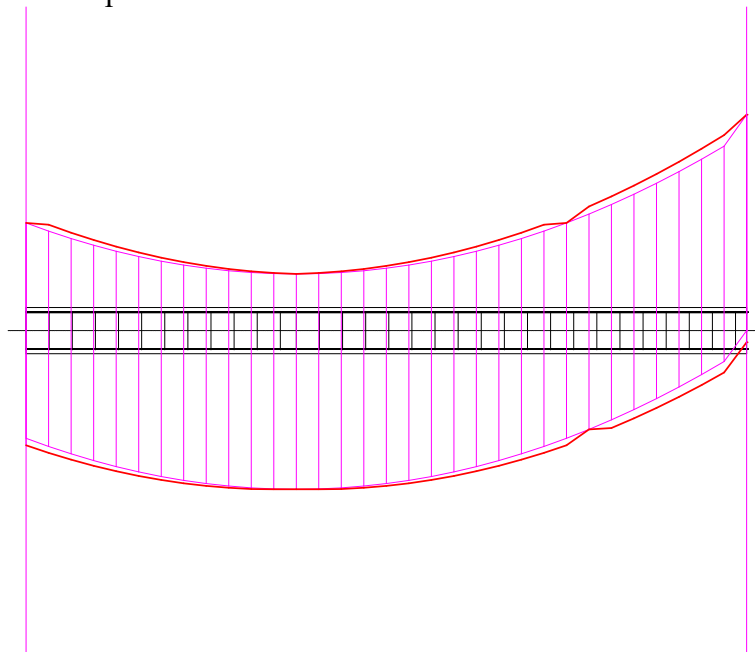
$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,528 \times 20,0 \times 40,0 \times 49,6 \times 10^{-1} = 1048,045 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 37,026 < 1048,045 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie belka rozporowa.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 9,350 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 37,026 \times (1,000) = 18,513 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 343,913 + 18,513 = 362,426 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 343,913 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 343,913 \text{ kN}$

$$F_{td} = 343,913 < 791,681 = 18,85 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie belka rozporowa,

Położenie przekroju:

Siły przekrojowe:

$$x = 9,350 \text{ m}$$

$$M_{Sd} = -62,944 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 285,750 \text{ kN} \quad e = 22,0 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = -33,660 \text{ kN}$$

$$b_w = 40,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 60,0 - 6,0 = 54,0 \text{ cm}$$

Wymiary przekroju:

$$A_c = 2400 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 24000 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$

$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,9 \times 1200 / 218 = 6,40 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{18,85} > \mathbf{6,40} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 24000 \times 10^{-3} = 69,600 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c + 1 / A_c} = \frac{2,9}{22,0/24000,00 + 1/2400,00} \times 10^{-1} = 217,312 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 285,750 > 217,312 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 18,85 / 542 = 0,03480$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 20 / 0,03480 = 107,47$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] =$$

$$= 145,20 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (217,312 / 285,750)^2] = 0,00052$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 107,47 \times 0,00052 = 0,09 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,09} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie belka rozporowa,

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 2,00$.

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{32000}{1 + 2,00} = 10667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,9 \times 24000 \times 10^{-3} = 69,600 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -62,944 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

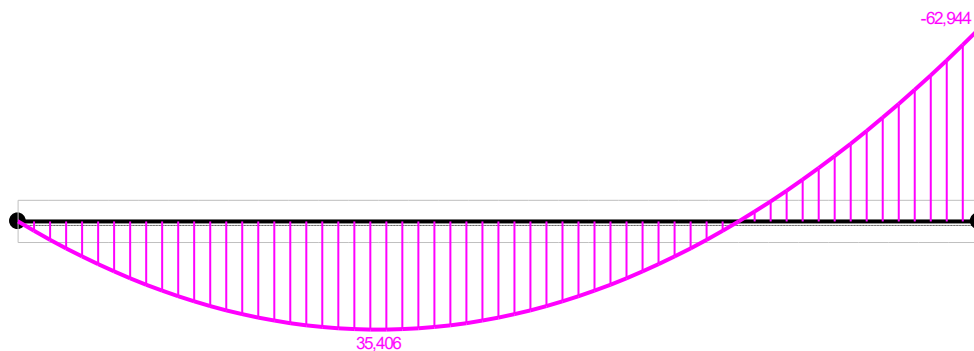
Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -62,944 \text{ kNm}$.

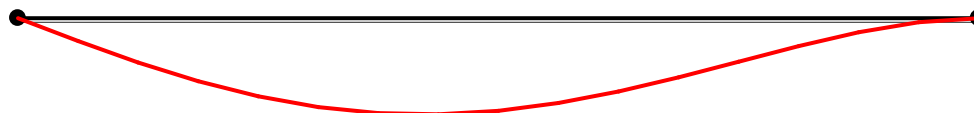
Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 30,0 \text{ cm} \quad I_I = 1127150 \text{ cm}^4$$

$$B = E_{c,eff} I_I = 10667 \times 1127150 \times 10^{-5} = 120229 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 3,798$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 2,0 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{2,0} < \mathbf{46,8} = a_{\text{lim}}$$

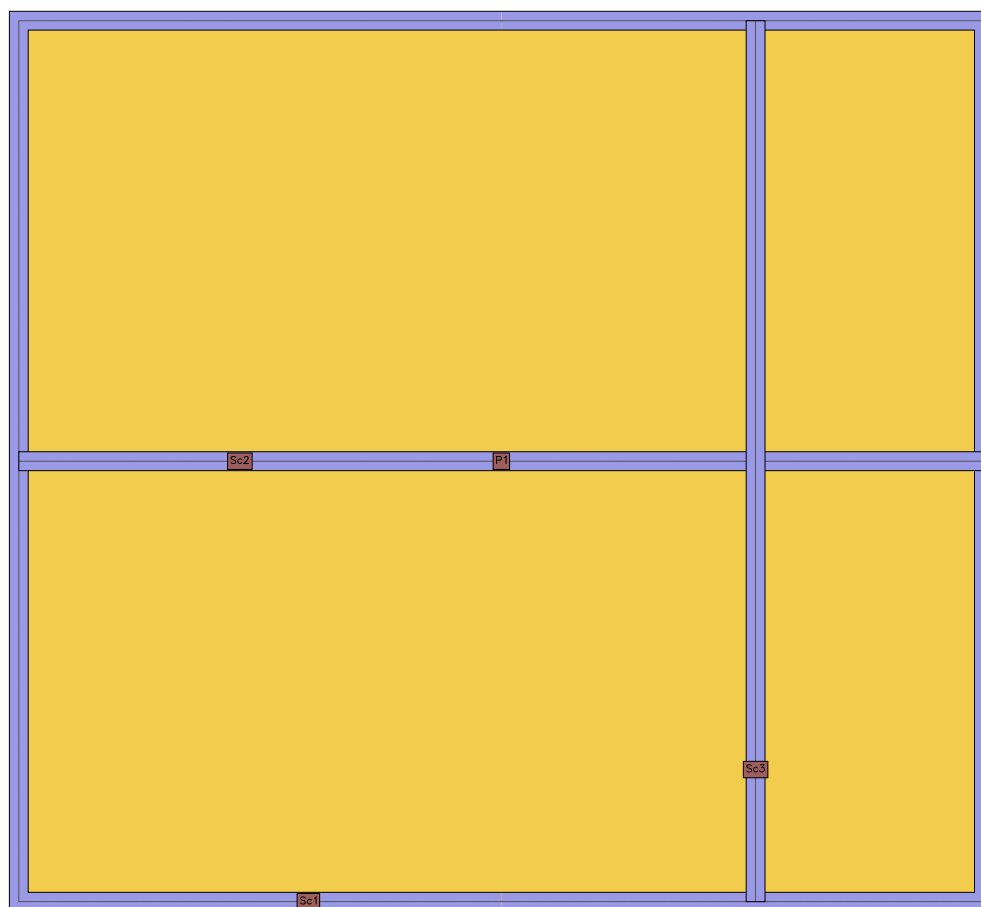
3.0. Obliczenie zbrojenia płyty dennej (grubość 80,0 cm; $d = 75,0$ cm)
Obliczenia wykonano programem PL-WIN nr klucza 13042

3.1. Dane konstrukcji

3.1.1. Dane płyt

| Symbo l | Grubość | Pole powierzchni | Poziom pł. środk. | Materiał |
|------------|---------|----------------------|----------------------|----------|
| 1 | 800mm | 383,35m ² | 0,00m | C30/37 |

3.1.2. Model konstrukcyjny



3.1.3. Lista materiałów

beton C30/37

Wytrzymałość gwarantowana na ściskanie $f_{c,cube}^G = 37$ MPa

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie $f_{cd} = 21,43$ MPa

Moduł Younga $E = 32$ GPa

Współczynnik Poissona $n = 0,2$

Współczynnik rozszerzalności term. $\alpha_T = 0,000010$ 1/K

Gęstość $\rho = 2500$ kg/m³

stal B500SP (A-IIIIN)

Obliczeniowa granica plastyczności $f_{yd} = 420$ MPa

Moduł Younga $E = 200$ GPa

Gęstość $\rho = 7850$ kg/m³

3.1.4. Grupy obciążeń

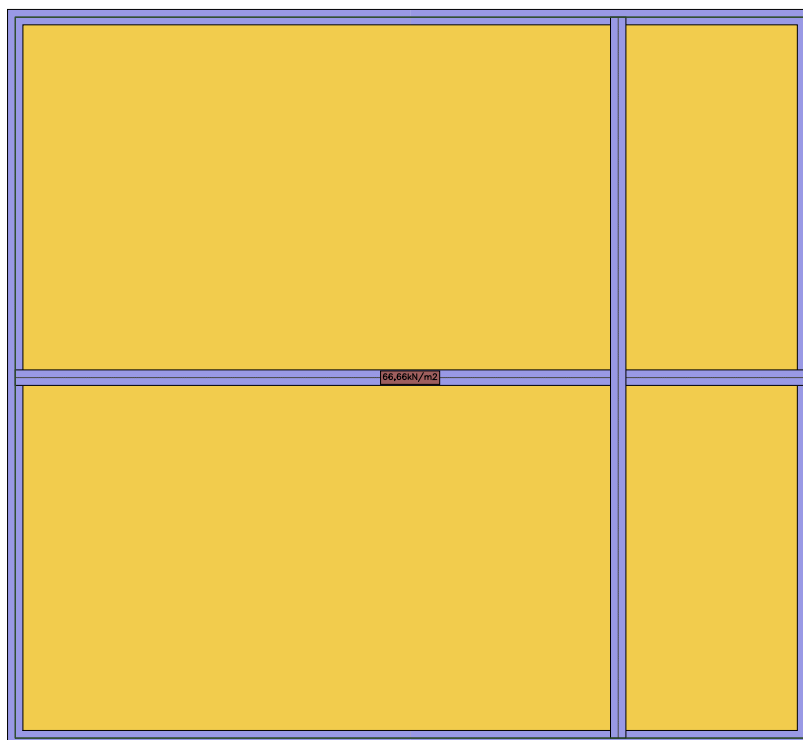
| Symbol | Nazwa | Rodzaj | Znaczenie | g_{f1} | g_{f2} | y_d |
|--------|---------------|---------|-----------|----------|----------|-------|
| CW | ciężar własny | stałe | | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| A | Stałe | stałe | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Zm | zmienne | zmienne | 1 | 1,26 | | 1,0 |

3.1.5. Lista obciążeń

| Lp | Grupa | Rodzaj | g_{f1} | g_{f2} | Wartość obc. | Współrzędne |
|----|-------|------------|----------|----------|------------------------|-------------|
| 1 | Zm | cała płyta | 1,26 | 1,0 | 66,66kN/m ² | płyta "1" |

3.1.6. Schematy obciążeń dla poszczególnych grup

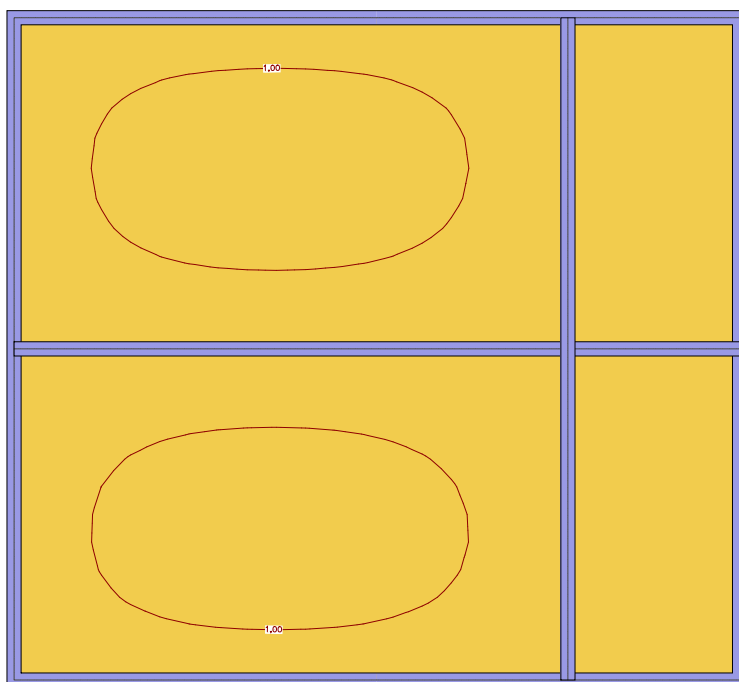
Grupa Zm



3.2. Analiza

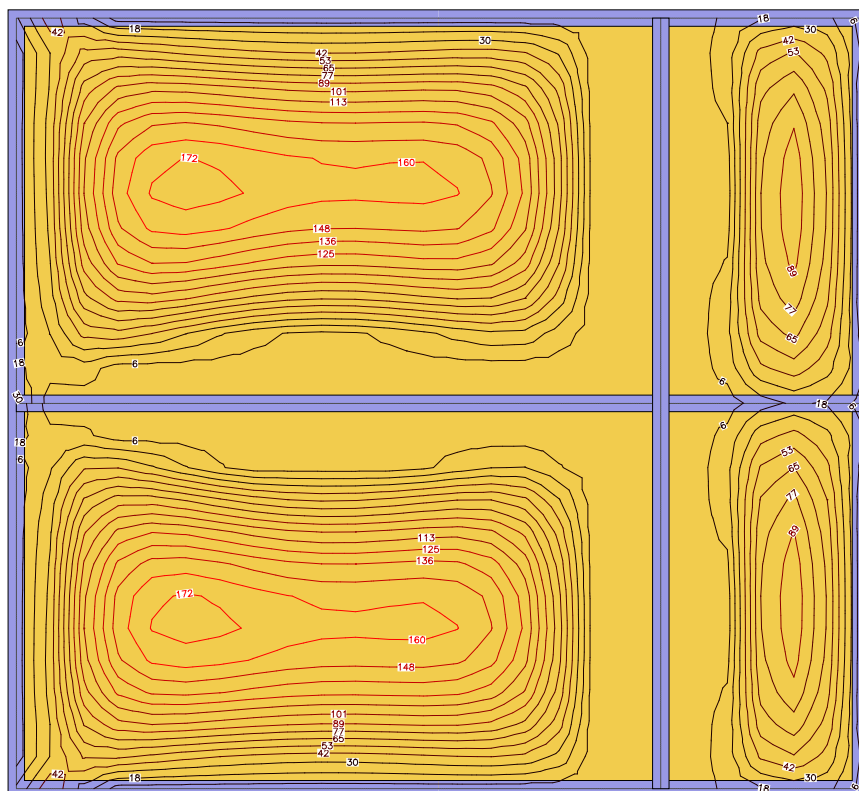
3.2.1. Płyty - przemieszczenia w

Wartości maksymalne [mm] - (obc. obliczeniowe, bez ciężaru własnego)

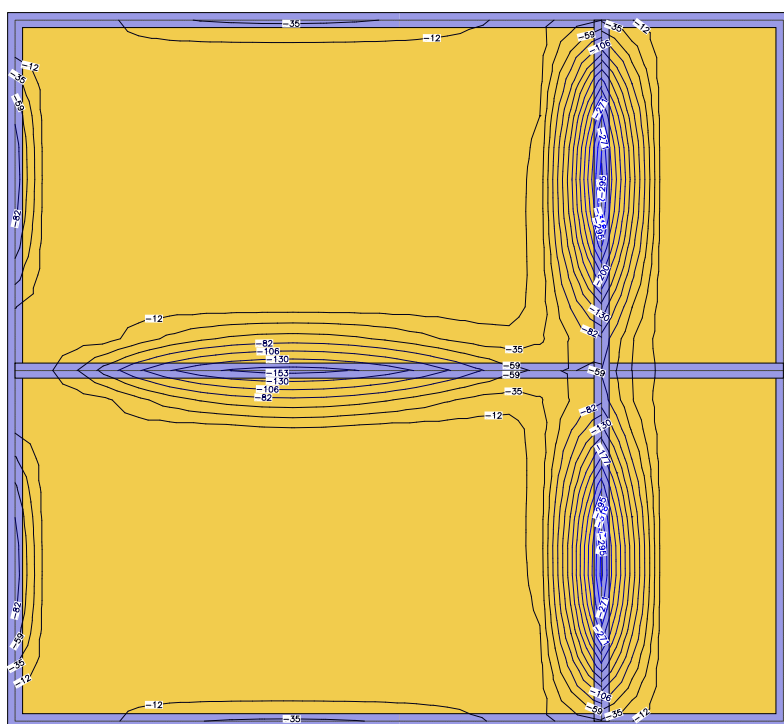


3.2.2. Plyty - momenty zginające M_x

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe, bez ciężaru własnego)

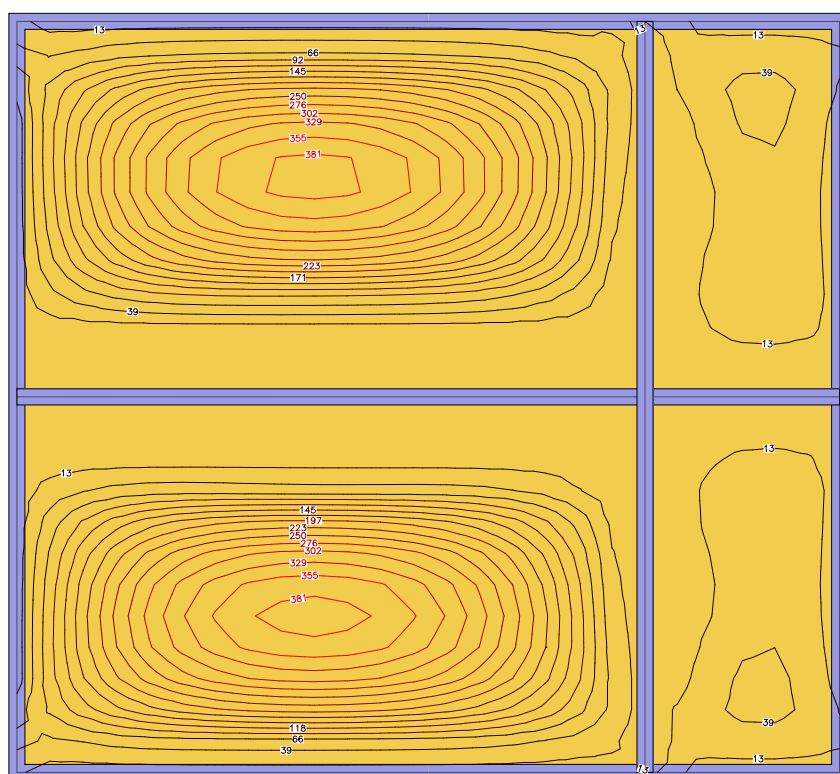


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe, bez ciężaru własnego)

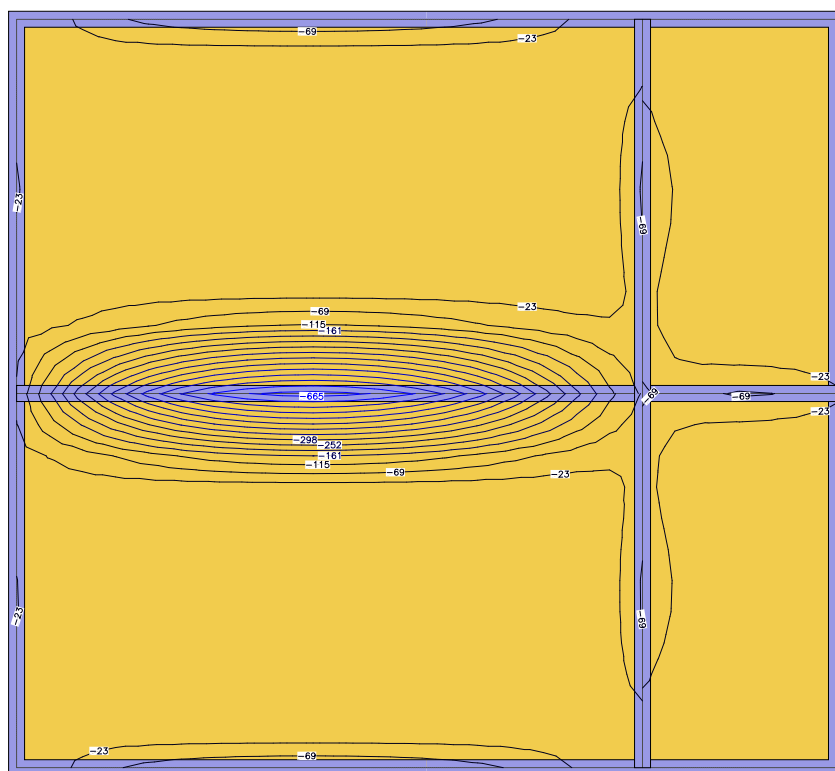


3.2.3. Plyty - momenty zginające M_y

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe, bez ciężaru własnego)

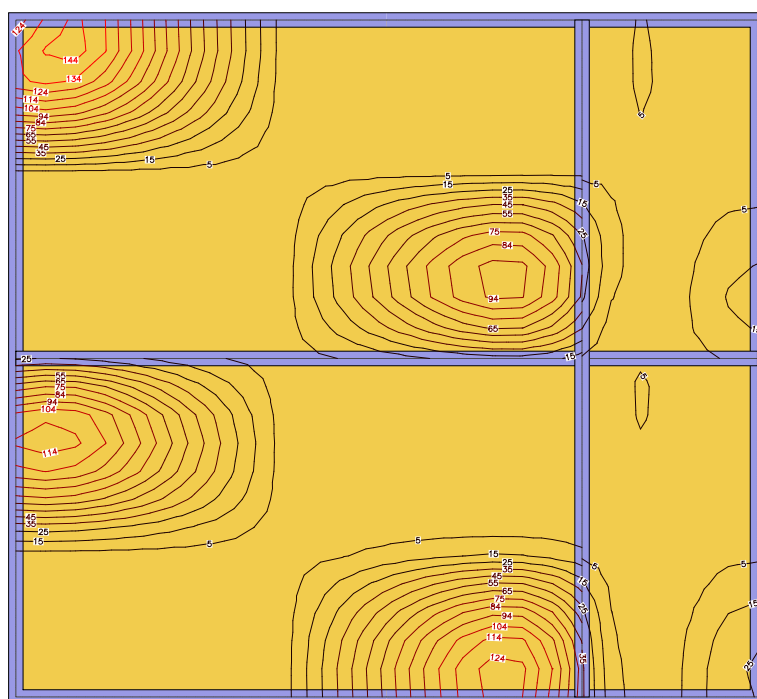


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe, bez ciężaru własnego)

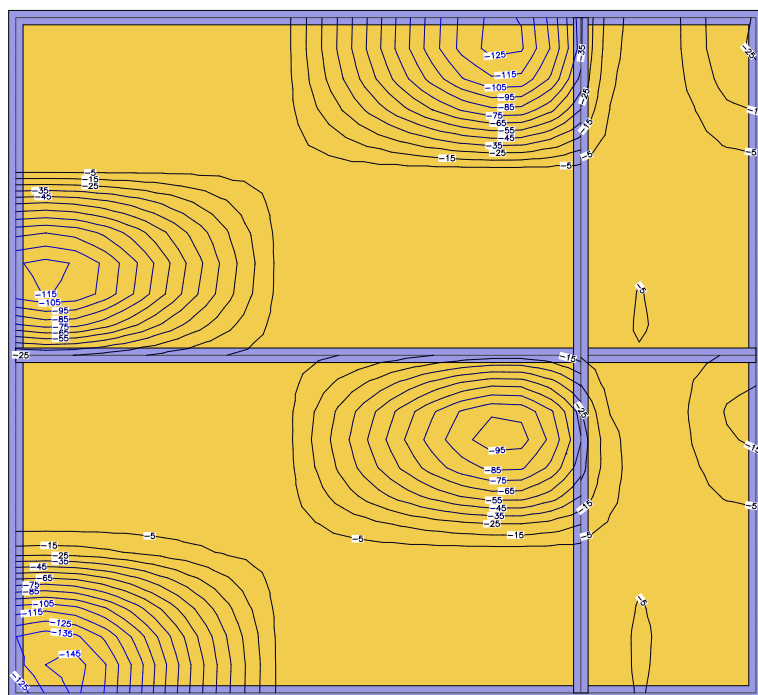


3.2.4. Plyty - momenty skręcające M_{xy}

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe, bez ciężaru własnego)



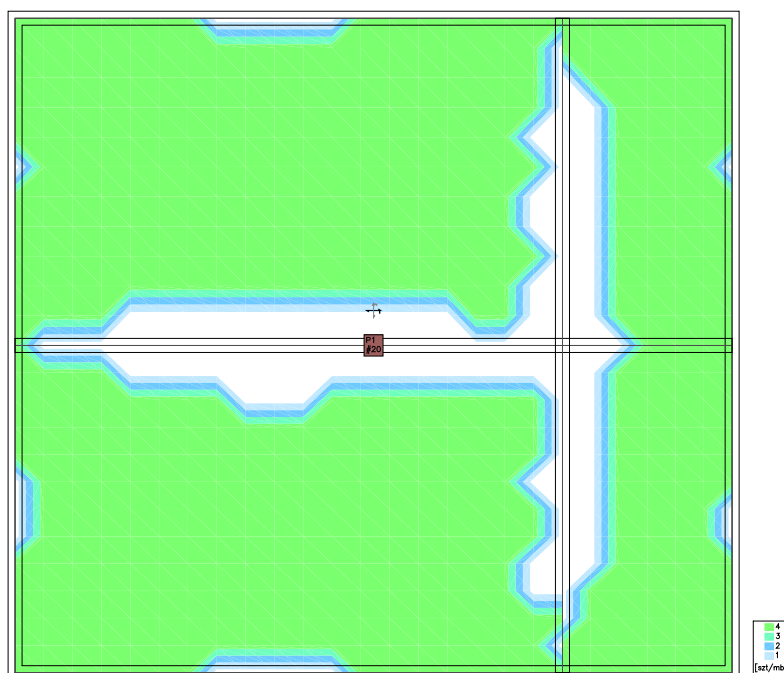
Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe, bez ciężaru własnego) Skala rys.
1:150



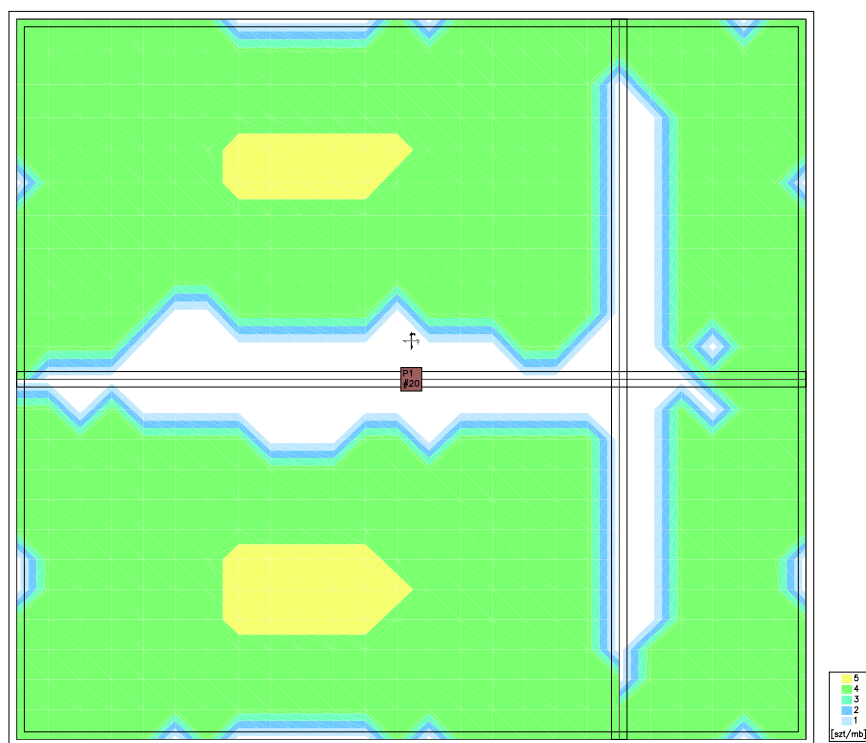
3.3. Wymiarowanie (wg PN-B-03264:2002)

3.3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

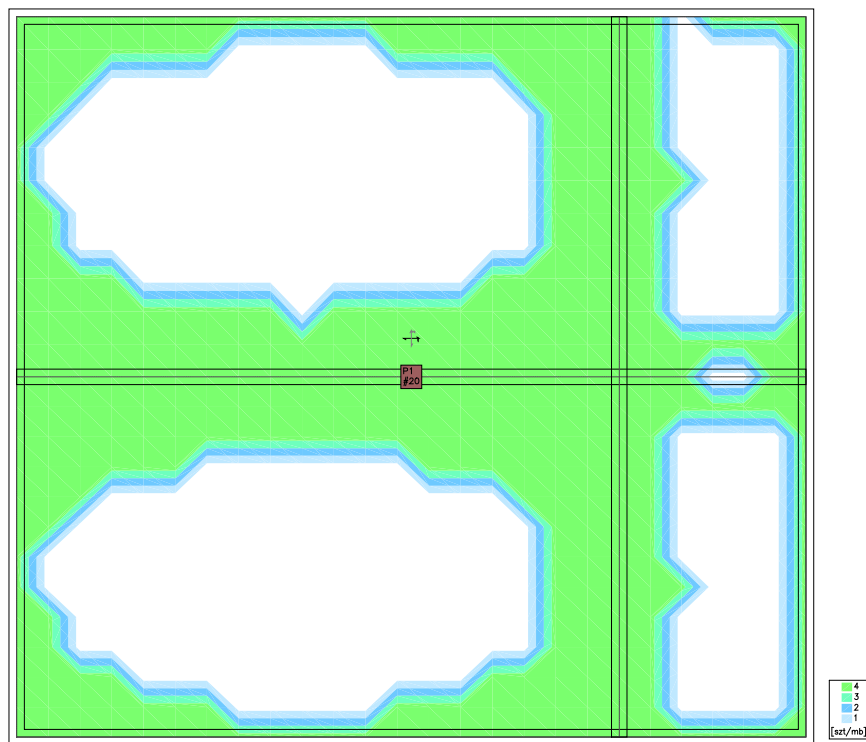
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [szt/mb]



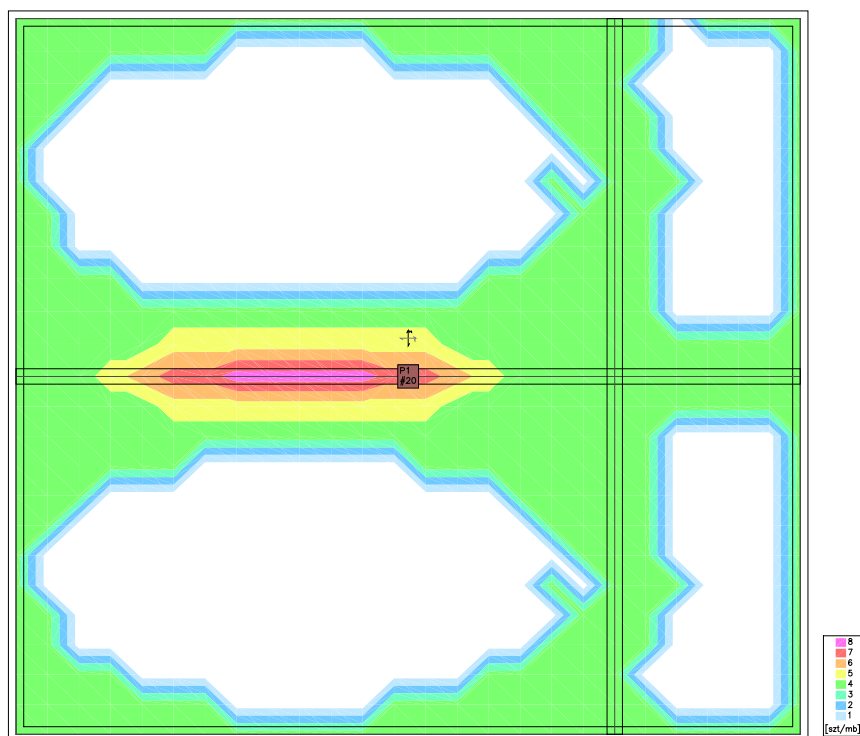
Zbrojenie dolne - kierunek 2 [szt/mb]



Zbrojenie górne - kierunek 1 [szt/mb]



Zbrojenie górne - kierunek 2 [szt/mb]



Projektant

mgr inż. Sławomir Kosik