

OBLICZENIA STATYCZNE – ZBIERANIE OBCIĄŻEŃ

1.1.) Zebranie obciążeń na 1m² dachu nad salą gimnastyczną

Śnieg:

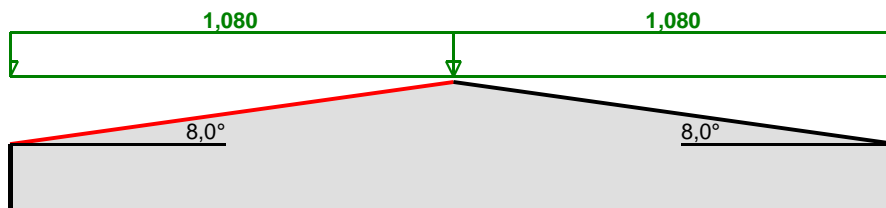
- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $a = 8,0^\circ$
 - $C_2 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 0,800 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot g_f = 0,720 \cdot 1,5 = \mathbf{1,080 \text{ kN/m}^2}$$



Wiatr:

- Budynek o wymiarach: $B = 23,7 \text{ m}$, $L = 44,0 \text{ m}$, $H = 10,9 \text{ m}$
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci $a = 8,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem II $q_k = 420 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,420 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 10,9 \text{ m}$ $C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 10,9 = 1,02$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $b = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
 - budynek zamknięty $C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,9$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,420 \cdot 1,02 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = \mathbf{-0,693 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = (-0,693) \cdot 1,5 = \mathbf{-1,039 \text{ kN/m}^2}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

1.2.) Zebranie obciążeń na 1m² dachu w osiach E-H / 1-8

Śnieg:

- Dachy na różnych wysokościach
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

Współczynniki kształtu dachu:

$$C_5 = 2 \cdot h / Q_k = 2 \cdot 1,1 / 0,900 = 2,444$$

$$C_6 = 0$$

$$C_4 = C_5 + C_6 = 2,444 + 0 = 2,444$$

Zasięg worka:

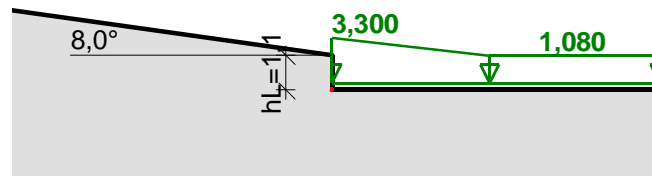
$$l_s = 5 \text{ m}$$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 2,444 = \mathbf{2,200 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot g_f = 2,200 \cdot 1,5 = \mathbf{3,300 \text{ kN/m}^2}$$



Wiatr:

- Budynek o wymiarach: $B = b_1 + b_2 = 34,1 \text{ m}$, $L = 44,0 \text{ m}$, $H = 10,9 \text{ m}$
- Kąt nachylenia połaci dachowej dachu niższego $\alpha = 8,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 90 \text{ m n.p.m.}$ $q_k = 300 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 10,9 \text{ m}$ $C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 10,9 = 1,02$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $b = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
 - budynek zamknięty $C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = 2 \cdot (h_1/h_2) - 2,9 = 2 \cdot (9,4/8,4) - 2,9 = -0,662$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,662 - 0 = -0,662$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,02 \cdot (-0,662) \cdot 1,80 = \mathbf{-0,364 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = (-0,364) \cdot 1,5 = \mathbf{-0,546 \text{ kN/m}^2}$$

1.3.) Zebranie obciążeń na 1m² dachu w osiach D-G / 8-9

Śnieg:

- Dachy na różnych wysokościach
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem $2 \quad Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

Współczynniki kształtu przy dachu z lewej:

$$C_5 = 2 \cdot h / Q_k = 2 \cdot 1,0 / 0,900 = 2,222$$

$$C_6 = 0$$

$$C_4 = C_5 + C_6 = 2,222 + 0 = 2,222$$

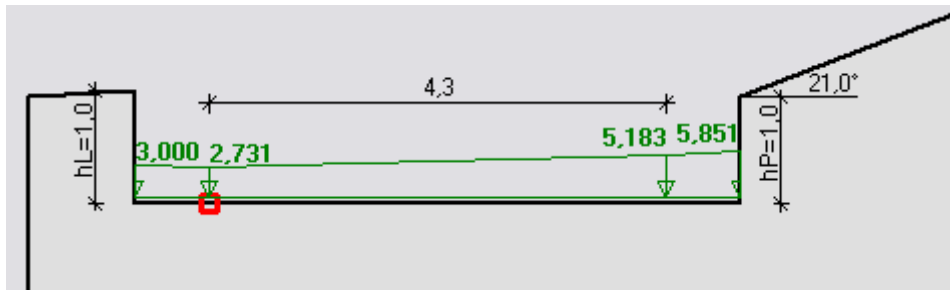
$$C_3 = 0,8$$

Współczynniki kształtu dachu:

$$C = 0,800 + (2,222 - 0,800) \cdot 4,3 / 5,0 = 2,023$$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 2,023 = 1,821 \text{ kN/m}^2$$



1.4.) Zebranie obciążeń na 1m² dachu w osiach A-D / 8-10

Śnieg:

- Dachy na różnych wysokościach
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem $2 \quad Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik kształtu dachu:

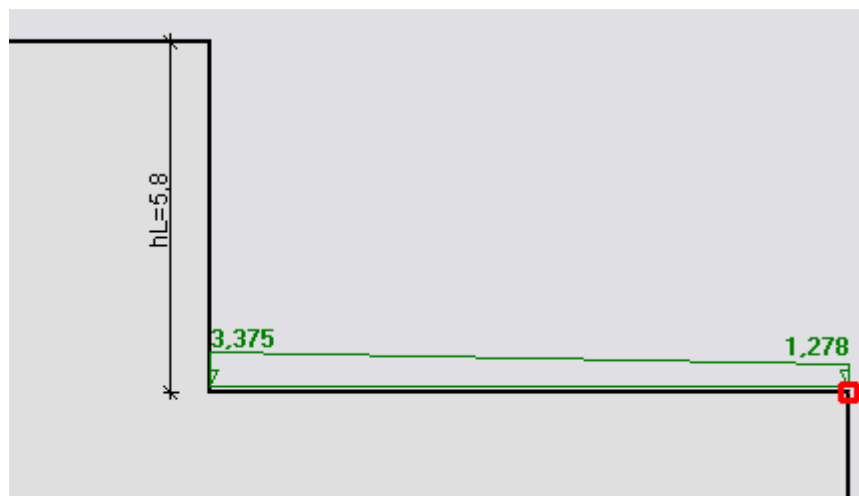
$$C_3 = 0,8 + (C_4 - 0,8) \cdot [1 - (l_s / l_s)] = 0,8 + (2,500 - 0,8) \cdot [1 - (10,6 / 11,6)] = 0,947$$

Zasięg worka:

$$l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 5,8 = 11,6 \text{ m}$$

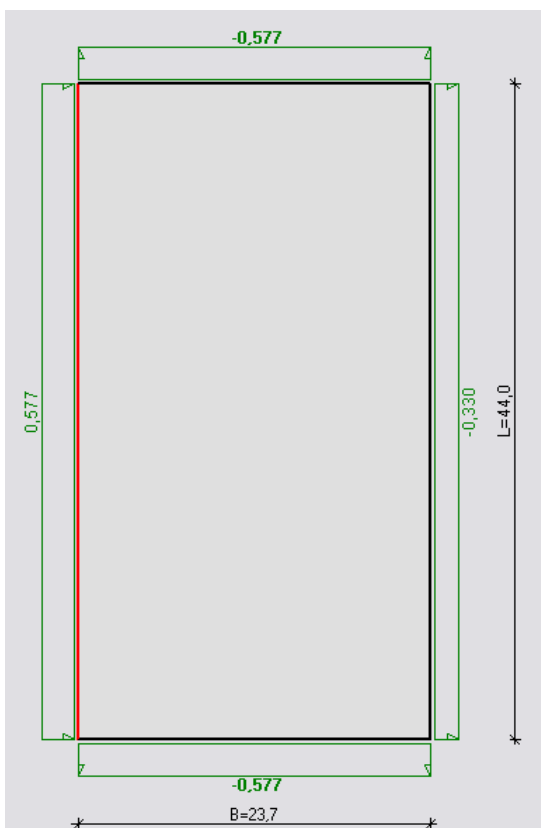
Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,900 \cdot 0,947 = 0,852 \text{ kN/m}^2$$



**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

1.5.) Wiatr od czoła



- Budynek o wymiarach: B = 23,7 m, L = 44,0 m, H = 10,9 m
 - Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; H = 90 m n.p.m. $q_k = 300 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
 - Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; z = H = 10,9 m $C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 10,9 = 1,02$
 - Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $b = 1,80$
 - Współczynnik ciśnienia wewnętrzne:
 - budynek zamknięty $C_w = 0$
 - Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = 0,7$
 - Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$
- Obciążenie charakterystyczne:
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,02 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = \mathbf{0,385 \text{ kN/m}^2}$
- Obciążenie obliczeniowe:
 $p = p_k \cdot g_f = 0,385 \cdot 1,5 = \mathbf{0,577 \text{ kN/m}^2}$

2.1.) Zebranie obciążeń na 1m2 dachu

Obciążenia stałe

materiał	grubość	ciężar jedn	wartość char.	wsp. obc.	wartość obl.
	m	kN/m3	kN/m2		kN/m2
s. dachowy KS 1000RW	-	-	0,1314	1,30	0,17
Instalacje montażowe	-	-	0,50	1,30	0,65
	-	-	0,50	1,20	0,60
			1,13	1,26	1,42

Obciążenia zmienne

obciążenie śniegiem	Strefa obciążenia	Obciążenie char. kN/m2	wsp. kształtu dachu	wsp. obc.	Obciążenie obl. kN/m2
do rzutu dachu na pow. poziom	II	0,90	0,8	1,50	1,08

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

2.2.) Zebranie obciążeń na 1m² stropu nad parterem (sale lekcyjne, korytarze)

Obciążenia stałe

materiał	grubość	ciężar jedn	wartość char.	wsp. obc.	wartość obl.
	m	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
wylewka samopoziomująca	0,005	18,00	0,09	1,30	0,12
wylweka cementowa	0,04	21,00	0,84	1,30	1,09
Izolacja przeciwwodna	-	-	0,01	1,20	0,01
Izolacja akustyczna	0,04	0,45	0,02	1,20	0,02
Strop Rector	-	-	-	-	-
tynk gipsowy	0,015	16,00	0,24	1,30	0,31
Instalacje	-	-	0,30	1,20	0,36
montażowe	-	-	0,60	1,20	0,72
			2,10	1,26	2,63

Obciążenia zmienne

przeznaczenie pomieszczenia	Obciążenie kN/m ²	wsp. obc.	Wartość obr. kN/m ²
przestrzeń komunikacyjna (szkoły)	2,50	1,30	3,25
suma	4,60	1,28	5,88

2.3.) Zebranie obciążeń na 1m² klatki schodowej

Obciążenia stałe

materiał	grubość	ciężar jedn	wartość char.	wsp. obc.	wartość obl.
	m	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
Gress	0,020	30,00	0,60	1,30	0,78
ciężar stopni	0,170	25,00	2,13	1,30	2,76
tynk c-w	0,015	22,00	0,33	1,30	0,43
montażowe	-	-	0,60	1,20	0,72
			3,66	1,28	4,69

Obciążenia zmienne

przeznaczenie pomieszczenia	Obciążenie kN/m ²	wsp. obc.	Wartość obr. kN/m ²
klatki schodowe (szkoły)	4,00	1,30	5,20
suma	7,66	1,29	9,89

2.4.) Ciężar ściany zewnętrznej

Porotherm 25 P+W

masa pustaka kg/szt.	zużycie szt/m ²	masa zaprawy kg/l	zużycie zaprawy l/m ²
18	10,7	2	16

nazwa elementu	grubość m	ciężar jedn kN/m ³	wartość char. kN/m ²	wsp. obc.	wartość obl. kN/m ²
Porotherm 11,5			1,93	1,10	2,12
zaprawa			0,32	1,30	0,42
styropian	0,15	0,45	0,07	1,20	0,08
tynk	0,02	19,00	0,38	1,30	0,49
			2,69	1,15	3,11
wysokość ściany	h=	1	m		

SUMA OBCIĄŻEŃ	wartość char. kN/m	wsp. obc.	wartość obl. kN/m
Ciężar ściany x wysokość	2,69	1,15	3,11

2.5.) Ciężar ścianki działowej

Porotherm 11,5 P+W

masa pustaka kg/szt.	zużycie szt/m ²	masa zaprawy kg/l	zużycie zaprawy l/m ²
11	8	2	7

nazwa elementu	grubość m	ciężar jedn kN/m ³	wartość char. kN/m ²	wsp. obc.	wartość obl. kN/m ²
Porotherm 11,5			0,88	1,10	0,97
zaprawa			0,14	1,30	0,18
tynk	0,02	19,00	0,38	1,30	0,49
			1,40	1,17	1,64
wysokość ściany	h=	1	m		

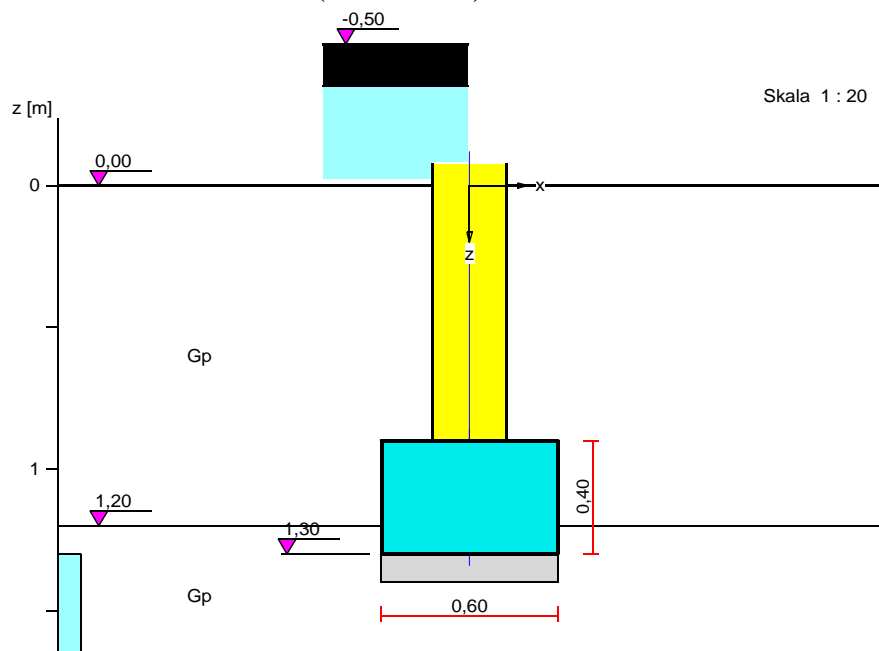
SUMA OBCIĄŻEŃ	wartość char. kN/m	wsp. obc.	wartość obl. kN/m
Ciężar ściany x wysokość	1,40	1,17	1,64

OBLICZENIA STATYCZNE – WYMIAROWANIE

1. Fundamenty

1.1. Ławy fundamentowe

1.1.1. Ława fundamentowa (60cmx40cm)



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	1,20	Gлина piaszczysta	brak wody
2	1,20	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	1,30

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,25$ m, długość: $l = 2,00$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = 0,00 \text{ m}, \quad y_1 = -1,00 \text{ m}, \quad x_2 = 0,00 \text{ m}, \quad y_2 = 1,00 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $f = 0,00^\circ$.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

3. Posadzki

3.1. Posadzka 1

Względny poziom posadzki: $p_{p1} = -0,50$ m,

Grubość: $h = 0,15$ m, charakt. ciężar objętościowy: $g_{p1\text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p1} = 0,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiar posadzki: $d_x = 2,00$ m.

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	g
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	□
1	D	93,8	0,0	0,00	1,10

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

5. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 8,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: y,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

Dopuszcza się zbrojenie strzemionami, jeżeli warunek na przebicie tego wymaga.

6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,30$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B = 0,60$ m, $L = 2,00$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m, mimośród: $E = 0,00$ m.

7. Stan graniczny I

7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,30	0,28	0,03

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,60$ m, $L = 2,00$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,30$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 93,80$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

moment: $M_y = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $G = 16,85 \text{ kN/m}$, moment: $M_{Gy} = -0,47 \text{ kNm/m}$.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_f = (N + G) \cdot L = (93,80 + 16,85 | 12,18) \cdot 2,00 = 221,31 | 211,96 \text{ kN}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_f = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-93,80 \cdot 0,00 + -0,47 | -0,31) \cdot 2,00 = -0,94 | -0,61 \text{ kNm}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_f / N_f| = 0,94 / 221,31 = 0,00 \text{ m}$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,15 \text{ m}$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B\phi = B \cdot 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L\phi = L = 2,00 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \gamma_{D(r)} = 1,98 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,30 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,98 \cdot 9,81 \cdot 1,30 = 25,25 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 22,10 \cdot 0,90 = 19,89^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 40,70 \cdot 0,90 = 36,63 \text{ kPa},$$

$$N_B = 1,45 \quad N_C = 14,73, \quad N_D = 6,33$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } d = |H_x| \cdot L / N_f = 0,00 \cdot 2,00 / 221,31 = 0,0000, \quad \text{tg } d / \text{tg } F_{u(r)} = 0,0000 / 0,3618 = 0,000,$$

$$i_B = 1,00, \quad i_C = 1,00, \quad i_D = 1,00$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 1,23 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 10,85 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B\phi / L\phi = 0,93, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B\phi / L\phi = 1,09, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B\phi / L\phi = 1,44$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B\phi L\phi (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B\phi \cdot i_B) = 978,10 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_f = 221,31 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 978,10 = 792,26 \text{ kN}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

8. Stan graniczny II

8.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s\phi = 0,21 \text{ cm}$.

Osiadanie wtórne: $s\phi\phi = 0,00 \text{ cm}$.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $l = 0$.

Osiadanie: $s = s\phi + l \cdot s\phi\phi = 0,21 + 0 \cdot 0,00 = 0,21$ cm,

Sprawdzenie warunku osiadania:

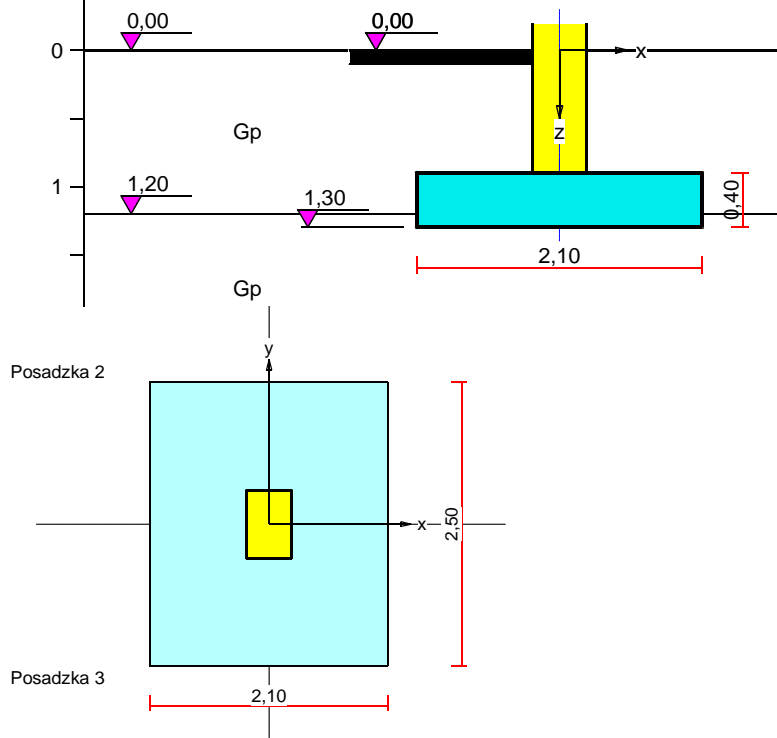
Dopuszczalne osiadanie: $s_{dop} = 0,50$ cm.

$s = 0,21$ cm $<$ $s_{dop} = 0,50$ cm

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

1.2. Stopy fundamentowe

1.2.1. Stopa fundamentowa (210cmx250cm) 7szt.



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany względny poziom terenu: $z_p = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	1,20	Gлина piaszczysta	brak wody
2	1,20	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Wymiary słupa: $b = 0,40$ m, $l = 0,60$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 5,70$ m, $y_0 = 4,50$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $f = 0,00^\circ$.

3. Posadzki

3.1. Posadzka 2

Względny poziom posadzki: $p_{p2} = 0,00$ m, grubość: $h = 0,10$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p2\text{char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p2} = 0,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00$ m, $d_y = 2,00$ m.

3.2. Posadzka 3

Względny poziom posadzki: $p_{p3} = 0,00$ m, grubość: $h = 0,10$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p3\text{char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p3} = 0,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00$ m, $d_y = 2,00$ m.

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,85$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	g
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[]
1	D	57,2	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20
2	D	299,0	34,6	0,0	0,00	129,70	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

5. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 400,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,30$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 2,10$ m, $B_y = 2,50$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m,

Mimośrodki: $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m.

7. Stan graniczny I

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,30	0,05	0,00
* 2	D	1,30	0,18	0,98

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 2,10$ m, $B_y = 2,50$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,30$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 299,00$ kN, mimośrodky wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 34,60$ kN, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = 0,45$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = 0,45$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm, moment: $M_y = 129,70$ kNm.

Ciążar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 174,11$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 0,00$ kNm/m, $M_{Gy} = -0,37$ kNm/m.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 299,00 + 174,11 + 124,29 = 473,11 + 423,29 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 299,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,45 + 0,00 + 0,00 = 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -299,00 \cdot 0,00 + 34,60 \cdot 0,45 + 129,70 + (-0,37) = 144,90 + 145,22 \text{ kNm.}$$

Mimośrodky sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry} / N_r| = 145,22 / 423,29 = 0,34 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx} / N_r| = 0,00 / 423,29 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx} / B_x + e_{ry} / B_y = 0,163 + 0,000 = 0,163 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x \phi = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2,10 - 2 \cdot 0,31 = 1,49 \text{ m, } B_y \phi = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,50 - 2 \cdot 0,00 = 2,50 \text{ m.}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \gamma_{D(r)} = 1,97 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,30 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,97 \cdot 9,81 \cdot 1,30 = 25,07 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 22,10 \cdot 0,90 = 19,89^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 36,63 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 1,45 \quad N_C = 14,73, \quad N_D = 6,33.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$\operatorname{tg} d_x = |H_x|/N_r = 34,60/473,11 = 0,07, \quad \operatorname{tg} d_x / \operatorname{tg} F_{u(r)} = 0,0731/0,3618 = 0,202,$$

$$i_{B_x} = 0,78, \quad i_{C_x} = 0,87, \quad i_{D_x} = 0,89.$$

$$\operatorname{tg} d_y = |H_y|/N_r = 0,00/473,11 = 0,00, \quad \operatorname{tg} d_y / \operatorname{tg} F_{u(r)} = 0,0000/0,3618 = 0,000,$$

$$i_{B_y} = 1,00, \quad i_{C_y} = 1,00, \quad i_{D_y} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 0,85, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 1,18, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 1,89$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB_x} = B_x \phi B_y \phi (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{C_x} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{D_x} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_x \phi \cdot i_{B_x}) = 3163,87 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNB_y} = B_x \phi B_y \phi (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{C_y} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{D_y} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_y \phi \cdot i_{B_y}) = 3703,87 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 473,11 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNB_x}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 3163,87 = 2562,74 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

8. Stan graniczny II

8.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s\phi = 0,10 \text{ cm}$.

Osiadanie wtórne: $s\phi = 0,00 \text{ cm}$.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $l = 0$.

Osiadanie: $s = s\phi + l \cdot s\phi = 0,10 + 0 \cdot 0,00 = 0,10 \text{ cm}$,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Dopuszczalne osiadanie: $s_{dop} = 0,50 \text{ cm}$.

$$s = 0,10 \text{ cm} < s_{dop} = 0,50 \text{ cm}$$

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

9. Wymiarowanie fundamentu

9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca V [kN]	Nośność betonu V _r [kN]	Nośność strzemion V _s [kN]
1	1	11	243	-
* 2	1	108	325	-

9.2. Sprawdzenie stopy na przebiecie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 299 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 145,27 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,49 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}.$$

Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{sd} = \delta_{Ac} \cdot q \cdot dA = 108 \text{ kN}$.

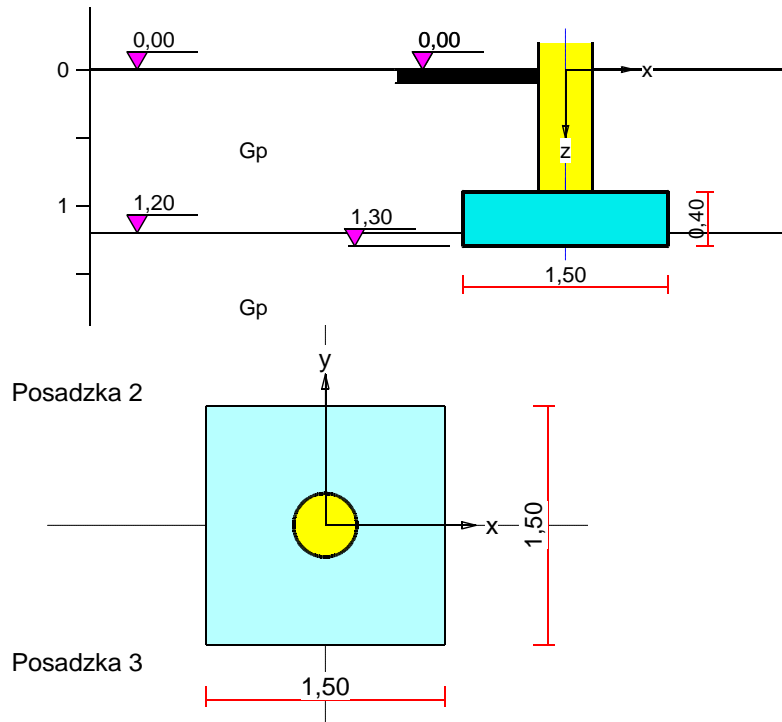
**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,60+0,34) \cdot 0,34 \cdot 1000 = 325 \text{ kN}$.

$V_{Sd} = 108 \text{ kN} < V_{Rd} = 325 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

1.2.2. Stopa fundamentowa (150cmx150cm) 5szt.



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00 \text{ m}$,

Projektowany względny poziom terenu: $z_p = 0,00 \text{ m}$.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	1,20	Gлина piaszczysta	brak wody
2	1,20	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup kołowy**

Średnica słupa: $d = 0,40 \text{ m}$,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 15,60 \text{ m}$, $y_0 = 4,50 \text{ m}$,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $f = 0,00^\circ$.

3. Posadzki

3.1. Posadzka 2

Względny poziom posadzki: $p_{p2} = 0,00 \text{ m}$, grubość: $h = 0,10 \text{ m}$,

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p2\text{char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$,

Obciążenie posadzki: $q_{p2} = 0,00 \text{ kN/m}^2$, współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00 \text{ m}$, $d_y = 2,00 \text{ m}$.

3.2. Posadzka 3

Względny poziom posadzki: $p_{p3} = 0,00 \text{ m}$, grubość: $h = 0,10 \text{ m}$,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p3\text{char}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$,

Obciążenie posadzki: $q_{p3} = 0,00 \text{ kN/m}^2$, współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00 \text{ m}$, $d_y = 2,00 \text{ m}$.

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{\text{obc}} = 0,85 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	g
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[]
1	D	29,3	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20
2	D	486,7	15,8	0,0	0,00	71,20	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

5. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 400,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0 \text{ mm}$, na kierunku y: $d_y = 12,0 \text{ mm}$,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,30 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,50 \text{ m}$, $B_y = 1,50 \text{ m}$,

Wysokość: $H = 0,40 \text{ m}$,

Mimośrod: $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$.

7. Stan graniczny I

7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,30	0,05	0,00
* 2	D	1,30	0,38	0,58

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,50 \text{ m}$, $B_y = 1,50 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,30 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 486,70$ kN, mimośrodowość wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 15,80$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,45$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,45$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm, moment: $M_y = 71,20$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 74,08$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 0,00$ kNm/m, $M_{Gy} = -0,11$ kNm/m.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 486,70 + 74,08 = 560,78 \text{ kN}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 486,70 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,45 + 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{ry} = N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -486,70 \cdot 0,00 + 15,80 \cdot 0,45 + 71,20 + (-0,11) = 78,30 \text{ kNm}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry} / N_r| = 78,30 / 560,78 = 0,14 \text{ m}$$

$$e_{ry} = |M_{rx} / N_r| = 0,00 / 560,78 = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{rx} / B_x + e_{ry} / B_y = 0,097 + 0,000 = 0,097 \text{ m} < 0,167$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x \phi = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,50 - 2 \cdot 0,14 = 1,22 \text{ m}, \quad B_y \phi = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,50 - 2 \cdot 0,00 = 1,50 \text{ m}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \gamma_{D(r)} = 1,97 \text{ t/m}^3$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,30 \text{ m}$$

$$\text{obciążenie: } \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,97 \cdot 9,81 \cdot 1,30 = 25,07 \text{ kPa}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzny: } F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 22,10 \cdot 0,90 = 19,89^\circ$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 36,63 \text{ kPa}$$

$$N_B = 1,45 \quad N_C = 14,73 \quad N_D = 6,33$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } d_x = |H_x| / N_r = 15,80 / 560,78 = 0,03, \quad \text{tg } d_x / \text{tg } F_{u(r)} = 0,0282 / 0,3618 = 0,078$$

$$i_{Bx} = 0,92, \quad i_{Cx} = 0,95, \quad i_{Dx} = 0,96$$

$$\text{tg } d_y = |H_y| / N_r = 0,00 / 560,78 = 0,00, \quad \text{tg } d_y / \text{tg } F_{u(r)} = 0,0000 / 0,3618 = 0,000$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 0,80, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 1,24, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 2,22$$

Odpór graniczny podłoża:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$Q_{fNBx} = B_x \cdot \phi B_y \cdot \phi (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_x \cdot \phi \cdot i_{Bx}) = 1829,39 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x \cdot \phi B_y \cdot \phi (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_y \cdot \phi \cdot i_{By}) = 1936,86 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 560,78 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1829,39 = 1481,80 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

8. Stan graniczny II

8.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s\phi = 0,39 \text{ cm.}$

Osiadanie wtórne: $s\phi\phi = 0,00 \text{ cm.}$

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $l = 0.$

Osiadanie: $s = s\phi + l \cdot s\phi\phi = 0,39 + 0 \cdot 0,00 = 0,39 \text{ cm,}$

Sprawdzenie warunku osiadania:

Dopuszczalne osiadanie: $s_{\text{dop}} = 0,50 \text{ cm.}$

$$s = 0,39 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 0,50 \text{ cm}$$

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

9. Wymiarowanie fundamentu

9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca V [kN]	Nośność betonu V _r [kN]	Nośność strzemion V _s [kN]
1	1	4	243	-
* 2	1	90	256	-

9.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 487 \text{ kN,}$

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm, } M_{yr} = 78,31 \text{ kNm.}$

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,16 \text{ m, } e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m.}$$

Przebicie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{sd} = \partial_{Ac} \cdot q \cdot dA = 90 \text{ kN.}$

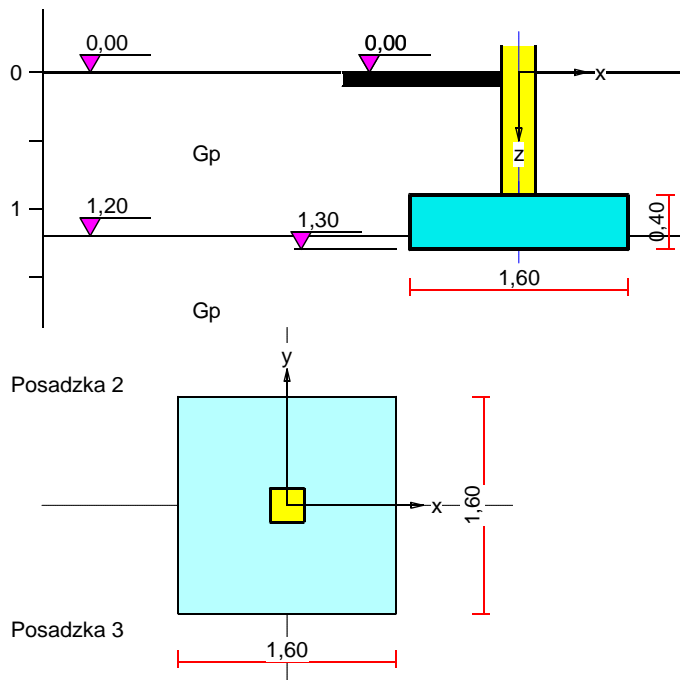
Nośność betonu na ścinanie: $V_{rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,40+0,34) \cdot 0,34 \cdot 1000 = 256 \text{ kN.}$

$$V_{sd} = 90 \text{ kN} < V_{rd} = 256 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

1.2.4. Stopa fundamentowa (160cmx160cm) 10szt.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	1,20	Gлина piaszczysta	brak wody
2	1,20	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,25$ m, $l = 0,25$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 22,70$ m, $y_0 = 4,20$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $f = 0,00^\circ$.

3. Posadzki

3.1. Posadzka 2

Względny poziom posadzki: $p_{p2} = 0,00$ m, grubość: $h = 0,10$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p2\text{char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p2} = 0,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00$ m, $d_y = 2,00$ m.

3.2. Posadzka 3

Względny poziom posadzki: $p_{p3} = 0,00$ m, grubość: $h = 0,10$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $g_{p3\text{char}} = 22,00$ kN/m³,

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Obciążenie posadzki: $q_{p3} = 0,00 \text{ kN/m}^2$, współcz. obciążenia: $g_{qf} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 2,00 \text{ m}$, $d_y = 2,00 \text{ m}$.

4. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	g
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	□
1	D	18,5	-23,0	0,0	0,00	-11,90	1,20
2	D	18,5	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

5. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 400,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0 \text{ mm}$, na kierunku y: $d_y = 12,0 \text{ mm}$,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

6. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,30 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,60 \text{ m}$, $B_y = 1,60 \text{ m}$,

Wysokość: $H = 0,40 \text{ m}$,

Mimośrod: $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$.

7. Stan graniczny I

7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,30	0,11	0,99
2	D	1,30	0,04	0,00

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,60 \text{ m}$, $B_y = 1,60 \text{ m}$.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,30 \text{ m}$.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 18,50 \text{ kN}$, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00 \text{ m}$, $E_y = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = -23,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_y = 0,00 \text{ kN}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,

moment: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, moment: $M_y = -11,90 \text{ kNm}$.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

$$\text{siła pionowa: } G = 86,18 \text{ kN/m, } \text{momenty: } M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m, } M_{Gy} = -0,14 \text{ kNm/m.}$$

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia

obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 18,50 + 86,18 | 61,45 = 104,68 | 79,95 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 18,50 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,40 + 0,00 + (0,00) | 0,00 = 0,00 | 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = \tilde{N} \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -18,50 \cdot 0,00 + (-23,00) \cdot 0,40 + (-11,90) + (-0,14) | (-0,02) = -21,24 | -21,12 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 21,12/79,95 = 0,26 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/79,95 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,165 + 0,000 = 0,165 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x \zeta = B_x \cdot 2 \cdot e_{rx} = 1,60 - 2 \cdot 0,20 = 1,19 \text{ m, } B_y \zeta = B_y \cdot 2 \cdot e_{ry} = 1,60 - 2 \cdot 0,00 = 1,60 \text{ m.}$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } r_{D(r)} = 1,97 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,30 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,97 \cdot 9,81 \cdot 1,30 = 25,07 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 22,10 \cdot 0,90 = 19,89^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 36,63 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 1,45 \quad N_C = 14,73, \quad N_D = 6,33.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } d_x = |H_x|/N_r = 23,00/104,68 = 0,22, \quad \text{tg } d_x/\text{tg } F_{u(r)} = 0,2197/0,3618 = 0,607,$$

$$i_{Bx} = 0,38, \quad i_{Cx} = 0,59, \quad i_{Dx} = 0,65.$$

$$\text{tg } d_y = |H_y|/N_r = 0,00/104,68 = 0,00, \quad \text{tg } d_y/\text{tg } F_{u(r)} = 0,0000/0,3618 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$r_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 2,20 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 19,42 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x \zeta / B_y \zeta = 0,81, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x \zeta / B_y \zeta = 1,22, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x \zeta / B_y \zeta = 2,12$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x \zeta B_y \zeta (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_x \zeta \cdot i_{Bx}) = 1178,60 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x \zeta B_y \zeta (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_y \zeta \cdot i_{By}) = 1974,49 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 104,68 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1178,60 = 954,67 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

8. Stan graniczny II

8.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s\phi = 0,00$ cm.

Osiadanie wtórne: $s\phi\phi = 0,00$ cm.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $l = 0$.

Osiadanie: $s = s\phi + l \cdot s\phi\phi = 0,00 + 0 \cdot 0,00 = 0,00$ cm,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Dopuszczalne osiadanie: $s_{dop} = 0,50$ cm.

$s = 0,00$ cm $<$ $s_{dop} = 0,50$ cm

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

9. Wymiarowanie fundamentu

9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca V [kN]	Nośność betonu V_r [kN]	Nośność strzemion V_s [kN]
* 1	1	14	204	-
2	1	3	193	-

9.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 19$ kN,

momenty: $M_{xr} = 0,00$ kNm, $M_{yr} = -21,10$ kNm.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 1,14$ m, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00$ m.

Przebicie stopy w przekroju 1:

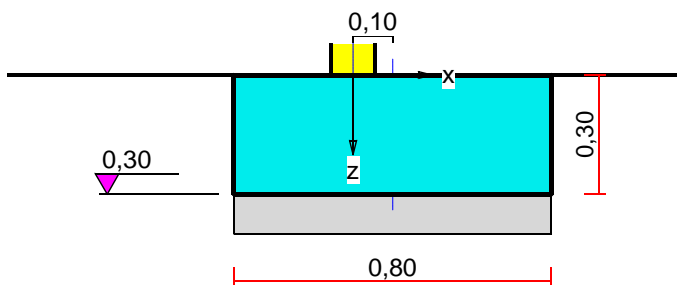
Siła ścinająca: $V_{sd} = \delta_{Ac} \cdot q \cdot dA = 14$ kN.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,25+0,34) \cdot 0,34 \cdot 1000 = 204$ kN.

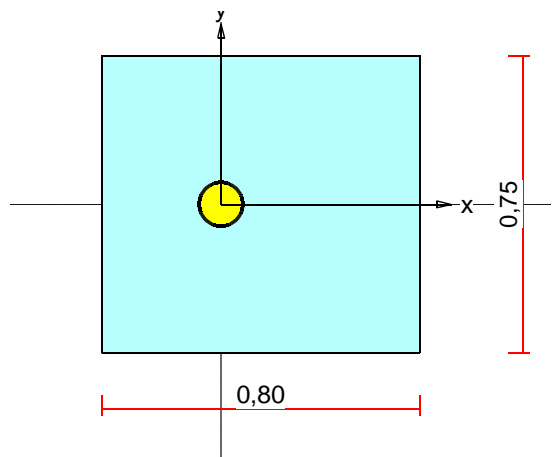
$V_{sd} = 14$ kN $<$ $V_{Rd} = 204$ kN.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

1.2.5. Stopa fundamentowa (80cmx75cm) 1szt.



**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany względny poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt. [m]
1	0,00	1,20	Piasek średni	brak wody
2	1,20	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup kołowy**

Średnica słupa: $d = 0,11$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 10,80$ m, $y_0 = 10,70$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $f = 0,00^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 1,05$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N [kN]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	g [°]
1	obciążenia*	74,0	-1,7	0,0	0,00	-1,70	1,20
2	D	1,8	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: RB 500 W,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Grubość otuliny: 5,0 cm.

Dopuszcza się zbrojenie strzemionami, jeżeli warunek na przebicie tego wymaga.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 0,30$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 0,80$ m, $B_y = 0,75$ m,

Wysokość: $H = 0,30$ m,

Mimośrodki: $E_x = 0,10$ m, $E_y = 0,00$ m.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	0,30	0,99	0,75
	D	1,20	0,09	0,39
2	D	0,30	0,06	0,23
	D	1,20	0,02	0,02

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 0,80$ m, $B_y = 0,75$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 0,30$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 74,00$ kN, mimośrodky wzgl. podst. fund. $E_x = 0,10$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = -1,70$ kN, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = -0,75$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośrodek względem podstawy fund. $E_z = -0,75$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm, moment: $M_y = -1,70$ kNm.

Cieżyż własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 4,86$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 0,00$ kNm/m, $M_{Gy} = 0,00$ kNm/m.

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia

obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 74,00 + 4,86 \cdot 3,97 = 78,86 \text{ | } 77,97 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 74,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot (-0,75) + 0,00 + 0,00 \text{ | } 0,00 = 0,00 \text{ | } 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -74,00 \cdot 0,10 + (-1,70) \cdot (-0,75) + (-1,70) + 0,00 \text{ | } 0,00 = -7,83 \text{ | } -7,83 \text{ kNm.}$$

Mimośrodky sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 7,83/77,97 = 0,10 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/77,97 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,125 + 0,000 = 0,125 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x \phi = \tilde{B}_x \cdot 2 \cdot e_{rx} = 0,80 - 2 \cdot 0,10 = 0,60 \text{ m}, \quad B_y \phi = \tilde{B}_y \cdot 2 \cdot e_{ry} = 0,75 - 2 \cdot 0,00 = 0,75 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } r_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 0,30 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 0,30 = 4,50 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } F_{u(r)} = F_{u(n)} \cdot g_m = 33,00 \cdot 0,90 = 29,70^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot g_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 7,18 \quad N_C = 29,43, \quad N_D = 17,79.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } d_x = |H_x|/N_r = 1,70/78,86 = 0,02, \quad \text{tg } d_x/\text{tg } F_{u(r)} = 0,0216/0,5704 = 0,038,$$

$$i_{Bx} = 0,93, \quad i_{Cx} = 0,96, \quad i_{Dx} = 0,96.$$

$$\text{tg } d_y = |H_y|/N_r = 0,00/78,86 = 0,00, \quad \text{tg } d_y/\text{tg } F_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$r_{B(n)} \cdot g_m \cdot g = 1,70 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 15,01 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 0,80, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 1,24, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x \phi / B_y \phi = 2,20$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x \phi B_y \phi (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_x \phi \cdot i_{Bx}) = 98,34 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x \phi B_y \phi (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot r_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot r_{B(r)} \cdot g \cdot B_y \phi \cdot i_{By}) = 108,76 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 78,86 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 98,34 = 79,65 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

$$\text{Osiadanie pierwotne: } s\phi = 0,07 \text{ cm}.$$

$$\text{Osiadanie wtórne: } s\phi = 0,00 \text{ cm}.$$

$$\text{Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: } l = 0.$$

$$\text{Osiadanie: } s = s\phi + l \cdot s\phi = 0,07 + 0 \cdot 0,00 = 0,07 \text{ cm},$$

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

8. Wymiarowanie fundamentu

8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebiecie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V _r [kN]	V _s [kN]
* 1	1	7	79	-
2	1	0	79	-

8.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 74 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = -7,83 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,11 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.

Przebicie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{sd} = \partial_{Ac} q \cdot dA = 7 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,11+0,23) \cdot 0,23 \cdot 1000 = 79 \text{ kN}$.

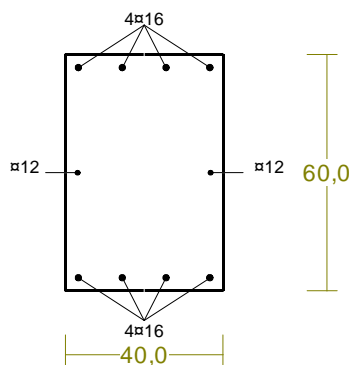
$V_{sd} = 7 \text{ kN} < V_{Rd} = 79 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebicie jest spełniony.

3. Słupy, Rdzenie, Filary

3.1. Słupy

3.1.1. Słup żelbetowy (40cmx60cm) 7szt.



Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

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

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}$, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

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

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 18,35 \text{ cm}^2$, $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 18,35 / 2400 = 0,76 \%$,

$J_{sx} = 11467 \text{ cm}^4$, $J_{sy} = 3138 \text{ cm}^4$,

Siły przekrojowe:

zadanie: Poz_3_1_1, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 9,02 \text{ m}$, $x_b = 0,00 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Momenty zginające: $M_x = -60,000 \text{ kNm}$, $M_y = 0,000 \text{ kNm}$,

Siły poprzeczne: $V_y = 7,500 \text{ kN}$, $V_x = 0,000 \text{ kN}$,

Siła osiowa: $N = -211,800 \text{ kN} = N_{sd}$,

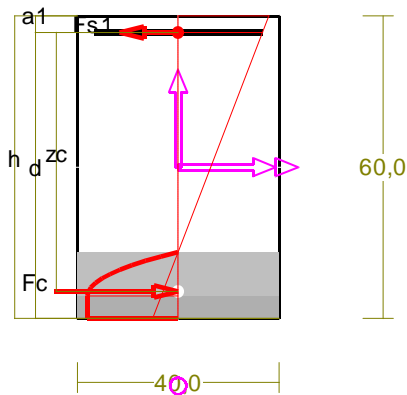
Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$e_{ey} = M_x / N = (-60,000) / (-211,800) = 0,283 \text{ m}$,

$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,444 \times (0,030 + 0,283) \times (-211,800) = -95,861 \text{ kNm}$.

Zbrojenie wymagane:



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -298,951 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(200,305^2 + 0,000^2)} = 200,305 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1} = 5,87 \text{ cm}^2 \text{ } (3\varnothing 16 = 6,03 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 5,87 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 5,87 / 2400 = 0,24 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 60,0, \quad d = 56,7, \quad x = 13,2 \quad (x = 0,232),$$

$$a_1 = 3,3, \quad a_c = 5,3, \quad z_c = 51,4, \quad A_{cc} = 526 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -3,02 \text{ ‰}, \quad e_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -545,315, \quad F_{s1} = 246,365,$$

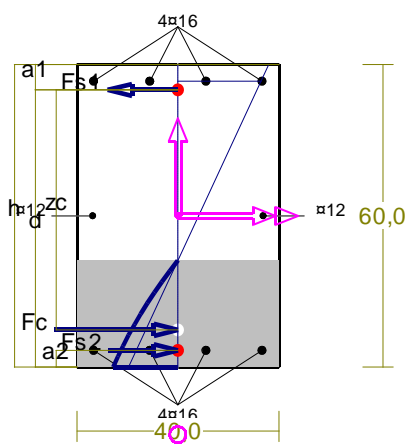
$$M_c = 134,525, \quad M_{s1} = 65,779,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -545,315 + (246,365) = -298,950 \text{ kN} \quad (N_{sd} = -298,951 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 134,525 + (65,779) = 200,305 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 200,305 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostopadłego:



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -298,951 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(200,305^2 + 0,000^2)} = 200,305 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 10,30 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 8,04 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 18,35 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 18,35 / 2400 = 0,76 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 60,0, \quad d = 55,0, \quad x = 20,5 \quad (x = 0,373),$$

$$a_1 = 5,0, \quad a_2 = 3,3, \quad a_c = 7,4, \quad z_c = 47,6, \quad A_{cc} = 846 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,93 \text{ ‰}, \quad e_{s2} = -0,78 \text{ ‰}, \quad e_{s1} = 1,56 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -441,138, \quad F_{s1} = 268,053, \quad F_{s2} = -125,865,$$

$$M_c = 99,809, \quad M_{s1} = 66,890, \quad M_{s2} = 33,606,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 320,345 \text{ kNm} >$$

$$M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 99,809 + (66,890) + (33,606) = 200,305 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f = 8 \text{ mm}$ ze stali A-IIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0 \quad x_b = 902,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 567 = 425 \text{ cm} \leq 400 \text{ mm}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

przyjęto $s_{\max} = 400$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

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

przyjęto $s_{\max} = 400,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **24,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin a) = 2,01 / (24,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00209$$

$$r_w = \mathbf{0,00209} > \mathbf{0,00072} = r_{w \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0 \quad x_b = 90,2$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -298,951$;

$$V_{Sd \max} = 34,560 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = 32,859$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{8,04}{40,0 \times 56,7} = 0,00355; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,00355$.

$$s_{cp} = N_{Sd} / A_c = 298,951 / 2507,23 \times 10 = 1,192 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 1,192$ MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 r_L) + 0,15 s_{cp}] b_w d = \\ = [0,35 \times 1,03 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00355) + 0,15 \times 1,192] \times 40,0 \times 56,7 \times 10^{-1} = 150,275 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 32,859 < 150,275 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{32,859} < \mathbf{150,275} = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 40,0 \times 47,3 \times 10^{-1} = 695,055 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + s_{cp} / f_{cd} = 1 + 1,192 / 13,3 = 1,090$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,090 \times 695,055 = 757,368 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd2,red} = 695,055$ kN

$$V_{Sd} = \mathbf{34,560} < \mathbf{695,055} = V_{Rd2,red}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,000$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 34,560 \times (1,000) = 17,280 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganych:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 268,053 + 17,280 = 285,333 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 268,053 \text{ kN}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Przyjęto $F_{td} = 268,053 \text{ kN}$

$$F_{td} = 268,053 < 337,784 = 8,04 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:

$$x = 0,000 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = -86,460 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -213,155 \text{ kN} \quad e = 43,6 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = 23,040 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

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

$$d = h - a_1 = 60,0 - 3,3 = 56,7 \text{ cm}$$

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

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

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 1200 / 200 = 5,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 8,04 > 5,28 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 24000 \times 10^{-3} = 52,800 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{43,6 / 24000,00 - 1 / 2400,00} \times 10^{-1} = -157,289 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 213,155 > 157,289 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 8,04 / 330 = 0,02437$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,5 \times 16 / 0,02437 = 115,65$$

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (ssr / ss)^2] = \\ = 202,153 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-157,289 / 213,155)^2] = 0,00074$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 115,65 \times 0,00074 = 0,14 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,14 < 0,2 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Ugięcia

zadanie Poz_3_1_1, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 24000 \times 10^{-3} = 52,800 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -86,460 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -86,460 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 30,0 \text{ cm} \quad I_I = 949336 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 15,4 \text{ cm} \quad I_{II} = 346604 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \frac{10000 \times 346604}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (52,800 / 86,460)^2 \times (1 - 346604 / 949336)} \times 10^{-5} = 39315 \text{ kNm}_2$$

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 9,020 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta $(1/r)$ z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{v,d} = 25,7 \text{ mm}$$

$$a = 25,7 < 36,1 = a_{lim}$$

3.1.2. Słup żelbetowy ($\varnothing 40\text{cm}$) 5szt.

Cechy przekroju:

Wymiary przekroju [cm]:

$$d_c = 40,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1257 \text{ cm}^2, J_{cx} = 125664 \text{ cm}^4, J_{cy} = 125664 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

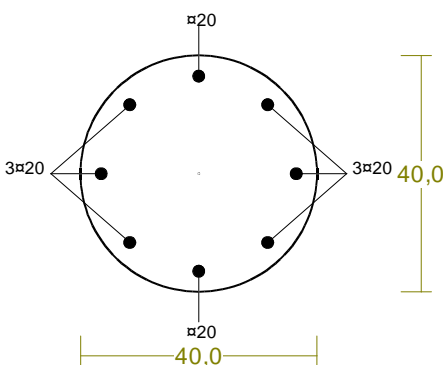
$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 420 \text{ MPa}$$

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 25,13 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 25,13 / 1257 = 2,00 \%,$$

$$J_{sx} = 3421 \text{ cm}^4, J_{sy} = 3421 \text{ cm}^4,$$



Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Momenty zginające: $M_x = -48,000 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 6,000 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Siła osiowa: $N = -337,440 \text{ kN} = N_{sd}$,

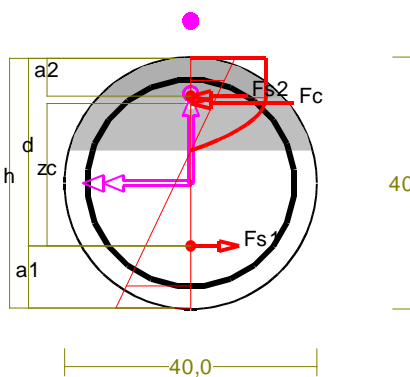
Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x / N = (-48,000) / (-337,440) = 0,142 \text{ m},$$

$$M_{sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,589 \times (0,020 + 0,142) \times (-337,440) = -86,990 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:



Obliczenia wykonano:

- przy założeniu symetrii zbrojenia wymaganego

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -337,440 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2} = \sqrt{(-86,990)^2 + 0,000^2} = 86,990 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1} = 5,14 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 5,29 \text{ cm}^2 \text{ D } (2 \times 20 = 6,28 \text{ cm}^2),$$

Zbrojenie ściskane ($e_c = -3,50 \text{ ‰}$):

$$A_{s2} = 2,49 \text{ cm}^2 \text{ D } (2 \times 20 = 6,28 \text{ cm}^2)$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 8,78 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 8,78 / 1257 = 0,70 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 40,0, \quad d = 29,8, \quad x = 12,1 \quad (x = 0,405),$$

$$a_1 = 9,9, \quad a_2 = 6,0, \quad a_c = 7,2, \quad z_c = 22,6, \quad A_{cc} = 417 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -3,50 \text{ ‰}, \quad e_{s2} = -2,66 \text{ ‰}, \quad e_{s1} = 5,14 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -418,303, \quad F_{s1} = 190,273, \quad F_{s2} = -109,409,$$

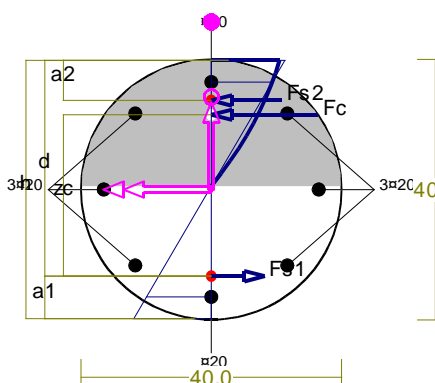
$$M_c = 52,875, \quad M_{s1} = 18,976, \quad M_{s2} = 15,139,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -418,303 + (190,273) + (-109,409) = -337,439 \text{ kN} \quad (N_{sd} = -337,440 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 52,875 + (18,976) + (15,139) = 86,990 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 86,990 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostopadłego:



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -337,440 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2} = \sqrt{(-86,990)^2 + 0,000^2} = 86,990 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 15,71 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 9,42 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 25,13 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 25,13 / 1257 = 2,00 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 39,7, \quad d = 33,1, \quad x = 17,6 \quad (x = 0,531),$$

$$a_1 = 6,5, \quad a_2 = 6,1, \quad a_c = 8,3, \quad z_c = 24,8, \quad A_{cc} = 600 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -1,30 \text{ ‰}, \quad e_{s2} = -1,07 \text{ ‰}, \quad e_{s1} = 1,15 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -355,649, \quad F_{s1} = 179,854, \quad F_{s2} = -161,644,$$

$$M_c = 40,932, \quad M_{s1} = 23,935, \quad M_{s2} = 22,122,$$

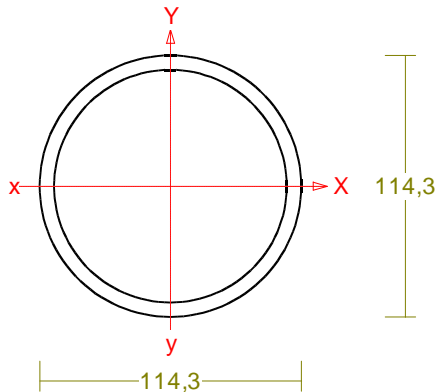
Warunek stanu granicznego nośności:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$M_{Rd} = 167,852 \text{ kNm} >$$

$$M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 40,932 + (23,935) + (22,122) = 86,990 \text{ kNm}$$

3.1.3. Słup stalowy (Ø114,3x6,3) 1szt.



Wymiary przekroju:

R 114.3x 6.3 D=114,3 d=101,7 g=6,3.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=312,7$ $J_{yg}=312,7$ $A=21,38$ $i_x=3,8$ $i_y=3,8$.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=6,3**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

$$M_x = -3,309 \text{ kNm}, \quad V_y = -1,103 \text{ kN}, \quad N = -92,137 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $s_t = 17,379 \text{ MPa}$ $s_c = -103,570 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $s_t = 17,379 \text{ MPa}$ $s_c = -103,570 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

- normalne: $s = -43,095$ $Ds = 60,475 \text{ MPa}$ $y_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $Av = 14,402 \text{ cm}^2$ $t = 0,766 \text{ MPa}$ $y_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$s_{ec} = s / y_{oc} + Ds = 43,095 / 1,000 + 60,475 = 103,570 < 215 \text{ MPa}$$

$$t_{ey} = t / y_{ov} = 0,766 / 1,000 = 0,766 < 124,700 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{103,570^2 + 3 \times 0,766^2} = 103,578 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$k_a = 0,300 \quad k_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \text{P} \quad m = 0,763 \quad \text{dla } l_o = 3,000$$

$$l_w = 0,763 \times 3,000 = 2,289 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$k_a = 1,000 \quad k_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \text{P} \quad m = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,000$$

$$l_w = 1,000 \times 3,000 = 3,000 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 0 \times 312,7}{2,289^2} 10^{-2} = 1207,546 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 0 \times 312,7}{3,000^2} 10^{-2} = 702,996 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 3,000$; $x_b = 0,000$:

$$N_{Rc} = A f_d = 21,4 \cdot 215 \cdot 10^{-1} = 459,670 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

- dla N_x $\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{Rc} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{459,670 / 1207,546} = 0,713$ Φ Tab.11 a Φ $j = 0,892$

- dla N_y $\bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{Rc} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{459,670 / 702,996} = 0,934$ Φ Tab.11 a Φ $j = 0,754$

Przyjęto: $j = j_{\min} = 0,754$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\phi N_{Rc}} = \frac{92,691}{0,754 \times 459,670} = 0,267 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,000$.

- względem osi X

$$M_{R} = a_p W f_d = 1,000 \cdot 54,7 \cdot 215 \cdot 10^{-3} = 11,764 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczenia dla $\lambda_L = 0,000$ wynosi $j_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{92,137}{459,670} + \frac{3,309}{1,000 \times 11,764} = 0,482 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -3,309 \text{ kNm} \quad b_x = 0,550$$

$$\Delta_x = 1,25 \phi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,892 \times 0,713^2 \frac{0,550 \times 3,309}{11,764} \times \frac{92,691}{459,670} = 0,018$$

$$D_x = 0,018 \quad M_{y \max} = 0 \quad D_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\phi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{92,691}{0,892 \times 459,670} + \frac{0,550 \times 3,309}{1,000 \times 11,764} = 0,381 < 0,982 = 1 - 0,018$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\phi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{92,691}{0,754 \times 459,670} + \frac{0,550 \times 3,309}{1,000 \times 11,764} = 0,422 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,000.$$

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 13,6 \times 215 \times 10^{-1} = 169,692 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,3 V_R = 50,908 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,103 < 169,692 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,000.$$

- dla zginania względem osi X: $V_y = 1,103 < 50,908 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 11,764 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R,x,V}} = \frac{92,137}{459,670} + \frac{3,309}{11,764} = 0,482 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$$x_a = 0,000, \quad x_b = 3,000.$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 1,103 < 166,248 = 169,692 \times \sqrt{1 - (92,137 / 459,670)^2} = V_R \sqrt{1 - (N/N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,2 \text{ mm}$$

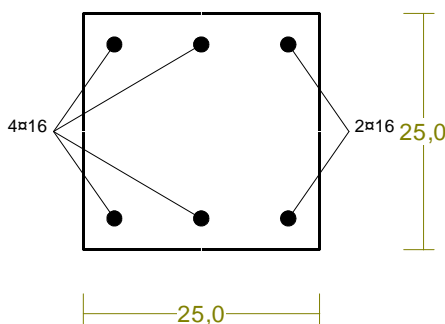
$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3000 / 250 = 12,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,2 < 12,0 = a_{\text{gr}}$$

3.2. Rdzenie

3.2.2. Rdzeń żelbetowy (25cmx25cm) 10szt.

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=25,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / g_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 625 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 32552 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 32552 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 12,06 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 12,06 / 625 = 1,93 \%,$$

$$J_{sx} = 1021 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 681 \text{ cm}^4,$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

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

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

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

Zbrojenie wymagane:

Obliczenia wykonano:

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

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -15,972 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sd_x}^2 + M_{sd_y}^2)} = \sqrt{(34,925^2 + 0,000^2)} = 34,925 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1}=7,00 \text{ ‰}$):

$$A_{s1} = 4,26 \text{ cm}^2 \text{ } (3\alpha 16 = 6,03 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,26 \text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 4,26 / 625 = 0,68 \text{ ‰}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 25,0, d = 21,7, x = 7,2 (x = 0,333),$$

$$a_1 = 3,3, a_c = 3,0, z_c = 18,7, A_{cc} = 181 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -3,50 \text{ ‰}, e_{s1} = 7,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -194,714, F_{s1} = 178,743,$$

$$M_c = 18,480, M_{s1} = 16,444,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -194,714 + (178,743) = -15,970 \text{ kN} (N_{sd} = -15,972 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 18,480 + (16,444) = 34,925 \text{ kNm} (M_{sd} = 34,925 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -15,972 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sd_x}^2 + M_{sd_y}^2)} = \sqrt{(34,925^2 + 0,000^2)} = 34,925 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 12,06 \text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 12,06 / 625 = 1,93 \text{ ‰}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 25,0, d = 21,7, x = 8,7 (x = 0,402),$$

$$a_1 = 3,3, a_2 = 3,3, a_c = 3,1, z_c = 18,6, A_{cc} = 218 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -1,00 \text{ ‰}, e_{s2} = -0,62 \text{ ‰}, e_{s1} = 1,49 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -121,000, F_{s1} = 180,184, F_{s2} = -75,156,$$

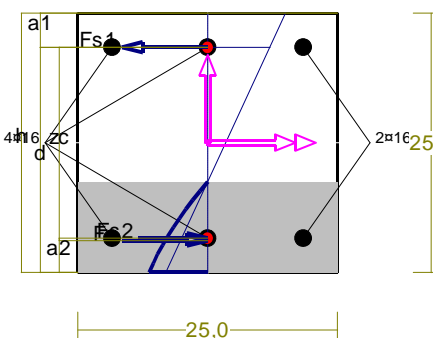
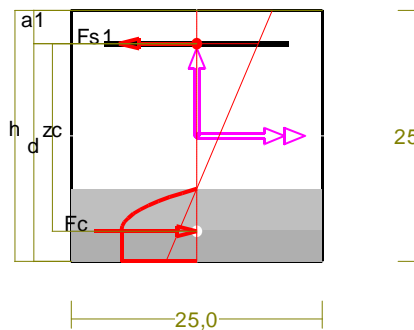
$$M_c = 11,433, M_{s1} = 16,577, M_{s2} = 6,914,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 50,333 \text{ kNm} >$$

$$M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 11,433 + (16,577) + (6,914) = 34,925 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)



**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f=8$ mm ze stali A-IIIIN, dla której $f_{ywd} = 420$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 968,0$ cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 217 = 163 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 163$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 250,0\} = 250,0 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 250,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **16,3** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin a) = 1,01 / (16,3 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00247$$
$$r_w = 0,00247 > 0,00072 = r_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 38,7$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -15,972$;

$$V_{Sd,max} = 4,937 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = 4,826$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{6,03}{25,0 \times 21,7} = 0,01112; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,01000$.

$$s_{cp} = N_{Sd} / A_c = 15,972 / 705,42 \times 10 = 0,226 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,226$ MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 r_L) + 0,15 s_{cp}] b_w d =$$
$$= [0,35 \times 1,38 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,226] \times 25,0 \times 21,7 \times 10^{-1} = 43,767 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 4,826 < 43,767 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 4,826 < 43,767 = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 18,6 \times 10^{-1} = 171,142 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + s_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,226 / 13,3 = 1,017$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,017 \times 171,142 = 174,056 \text{ kN}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Przyjęto $V_{Rd2,red} = 171,142$ kN

$$V_{Sd} = 4,937 < 171,142 = V_{Rd2,red}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,000$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\alpha - V_{Rd32}/V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times 4,937 \times (1,000) = 2,468 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 180,184 + 2,468 = 182,653 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 180,184 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 180,184$ kN

$$F_{td} = 180,184 < 253,338 = 6,03 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie Poz_3_2_2, pręt nr 2,

Położenie przekroju:

$$x = 0,000 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = -15,929 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -14,520 \text{ kN} = 112,9 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = 3,291 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 25,0 - 3,3 = 21,7 \text{ cm}$$

$$A_c = 625 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 2604 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 312 / 200 = 1,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 6,03 > 1,37 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 2604 \times 10^{-3} = 5,729 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e/W_c - 1/A_c} = \frac{2,2}{112,9/2604,17 - 1/625,00} \times 10^{-1} = -5,267 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 14,520 > 5,267 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 6,03 / 136 = 0,04423$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,04423 = 86,17$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (ssr / ss)^2] =$$
$$= 197,301/200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-5,267/14,520)^2] = 0,00092$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 86,17 \times 0,00092 = 0,14 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,14} < \mathbf{0,2} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 2604 \times 10^{-3} = 5,729 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -15,929 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -15,929 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 12,5 \text{ cm} \quad I_I = 52974 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 8,6 \text{ cm} \quad I_{II} = 29391 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$
$$= \frac{10000 \times 29391}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (5,729/15,929)^2 \times (1 - 29391/52974)} \times 10^{-5} = 3026 \text{ kNm}^2$$

ez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{v,d} = 118,2 \text{ mm}$$

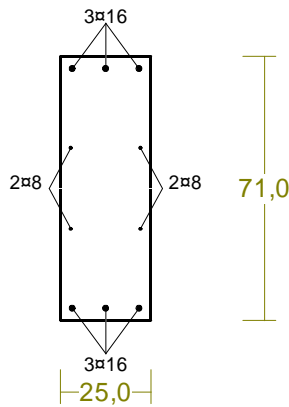
$$a = \mathbf{118,2} > \mathbf{38,7} = a_{lim}$$

4. Podciąg, Belki, Wieńce, Nadproża, Wymiany

4.1. Podciąg, Belki

4.1.1. Podciąg (25cmx71cm) 1szt.

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=71,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1775 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 745648 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 92448 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 14,07 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 14,07 / 1775 = 0,79 \%,$$

$$J_{sx} = 12746 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 866 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

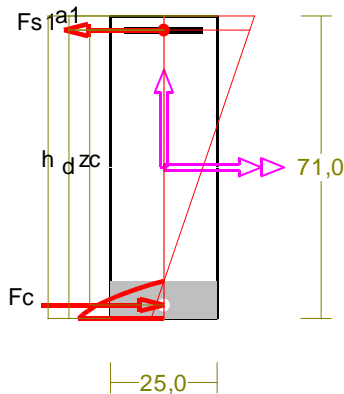
Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Momenty zginające: $M_x = -77,544 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 3,843 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N = 2,016 \text{ kN} = N_{sd},$

Zbrojenie wymagane:



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 2,016 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(107,021^2 + 0,000^2)} = 107,021 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1} = 10,00 \%$):

$$A_{s1} = 3,97 \text{ cm}^2 \text{ P } (2\phi 16 = 4,02 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 3,97 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 3,97 / 1775 = 0,22 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 71,0, \quad d = 67,7, \quad x = 8,8 \quad (x = 0,130),$$

$$a_1 = 3,3, \quad a_c = 3,2, \quad z_c = 64,5, \quad A_{cc} = 221 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -1,50 \%, \quad e_{s1} = 10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -164,880, \quad F_{s1} = 166,896,$$

$$M_c = 53,280, \quad M_{s1} = 53,740,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -164,880 + (166,896) = 2,016 \text{ kN } (N_{sd} = 2,016 \text{ kN})$$

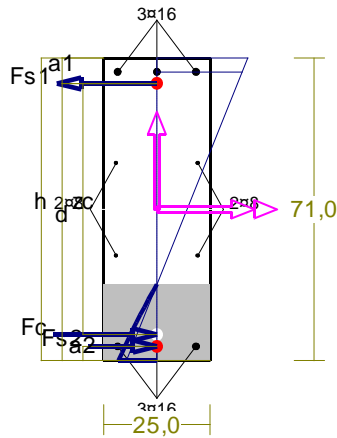
$$M_c + M_{s1} = 53,280 + (53,740) = 107,021 \text{ kNm } (M_{sd} = 107,021 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 2,016 \text{ kN},$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**



$$M_{Sd} = \sqrt{M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2} = \sqrt{107,021^2 + 0,000^2} = 107,021 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$,
Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$,
 $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 14,07 \text{ cm}^2$, $r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 14,07 / 1775 = 0,79 \%$

Wielkości geometryczne [cm]:
 $h = 71,0$, $d = 65,0$, $x = 17,2$ ($x = 0,264$),
 $a_1 = 6,0$, $a_2 = 3,3$, $a_c = 6,1$, $z_c = 58,9$, $A_{cc} = 447 \text{ cm}^2$,
 $e_c = -0,48 \%$, $e_{s2} = -0,39 \%$, $e_{s1} = 1,34 \%$,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:
 $F_c = -131,186$, $F_{s1} = 180,402$, $F_{s2} = -47,201$,
 $M_c = 38,585$, $M_{s1} = 53,237$, $M_{s2} = 15,199$,

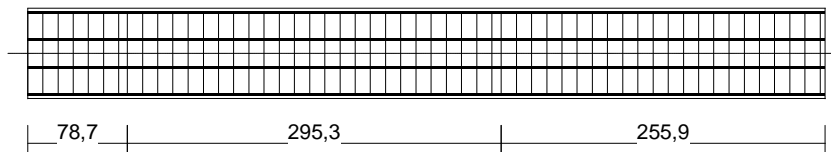
Warunek stanu granicznego nośności:
 $M_{Rd} = 188,618 \text{ kNm} >$
 $M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 38,585 + (53,237) + (15,199) = 107,021 \text{ kNm}$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f = 8 \text{ mm}$ ze stali A-IIIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 78,7 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 647 = 485 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15 f = 15 \times 8,0 = 120,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 710,0\} = 250,0 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15 f = 15 \times 8,0 = 120,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

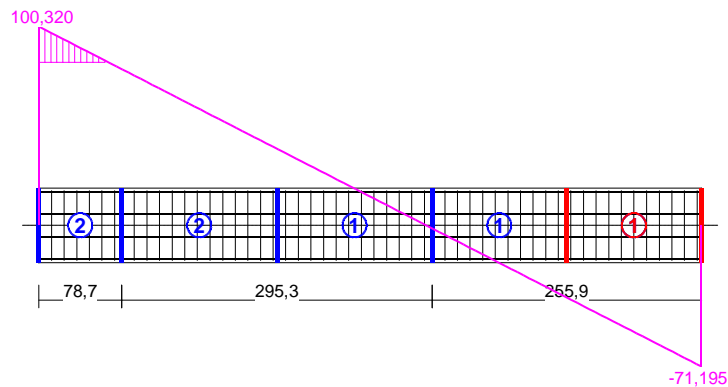
$$r_w = A_{sw} / (s_w b_w \sin a) = 1,01 / (12,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00335$$

$$r_w = 0,00335 > 0,00072 = r_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**



Odcinek nr 5

Początek i koniec odcinka: $x_a = 502,0$ $x_b = 630,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 2,016$;

$$V_{Sd\ max} = -71,195 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = -53,594$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{7,04}{25,0 \times 64,7} = 0,00435; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,00435$.

$$s_{cp} = N_{Sd} / A_C = -2,016 / 1868,83 \times 10 = -0,011 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,000$ MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,00 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00435) + 0,15 \times 0,000] \times 25,0 \times 64,7 \times 10^{-1} = 77,737 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 53,594 < 77,737 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 53,594 < 77,737 = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 59,1 \times 10^{-1} = 541,942 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 71,195 < 541,942 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,197$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 94,961 \times (1,000 - 0,000 / 207,325 \times 0,000) = 47,480 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 148,116 + 47,480 = 195,596 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 180,402 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 180,402$ kN

$$F_{td} = 180,402 < 295,561 = 7,04 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie Rama w osi E, pręt nr 20,

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Położenie przekroju:	$x = 0,000 \text{ m}$
Siły przekrojowe:	$M_{sd} = -80,469 \text{ kNm}$ $N_{sd} = 1,525 \text{ kN} \quad e = 5276,5 \text{ cm}$ $V_{sd} = 75,443 \text{ kN}$
Wymiary przekroju:	$b_w = 25,0 \text{ cm}$ $d = h - a_1 = 71,0 - 6,3 = 64,7 \text{ cm}$ $A_c = 1775 \text{ cm}^2$ $W_c = 21004 \text{ cm}^3$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} =$$
$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 888 / 240 = 3,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7,04 > 3,25 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 21004 \times 10^{-3} = 46,209 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e/W_c + 1/A_c} = \frac{2,2}{5276,5/21004,17 + 1/1775,00} \times 10^{-1} = 0,874 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 1,525 > 0,874 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 6,03 / 397 = 0,01520$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,01520 = 155,23$$

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (ssr / ss)^2] =$$
$$= 201,950 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (0,874 / 1,525)^2] = 0,00084$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 155,23 \times 0,00084 = 0,22 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,22 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$r_{w1} = \frac{A_{sw1}}{s_1 b_w} = \frac{1,01}{12,0 \times 25,0} = 0,00335$$

$$r_{w2} = \frac{A_{s2}}{s_2 b_w \sin \alpha} = 0,00000$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$r_w = r_{w1} + r_{w2} = 0,00335 + 0,00000 = 0,00335$$

$$l = \frac{1}{3 \left[\frac{\rho_{w1}}{\eta_1 \phi_1} + \frac{\rho_{w2}}{\eta_2 \phi_2} \right]} = \frac{1}{3 \times [0,00335 / (0,7 \times 8,0)]} = 557,04$$

$$t = \frac{V_{Sd}}{b_w d} = \frac{75,443}{25,0 \times 64,7} \times 10 = 0,467 \text{ MPa}$$

$$w_k = \frac{4 \tau^2 \lambda}{\rho_w E_s f_{ck}} = \frac{4 \times 0,467^2 \times 557,04}{0,00335 \times 200000 \times 20} = 0,04 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,04} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Ugięcia

zadanie Rama w osi E, pręt nr 20

Ugięcia wyznaczone dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 21004 \times 10^{-3} = 46,209 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -80,469 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -80,469 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$x_1 = 35,5 \text{ cm}$	$I_1 = 1000559 \text{ cm}^4$
$x_{II} = 19,2 \text{ cm}$	$I_{II} = 388681 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_1)} =$$

$$= \frac{10000 \times 388681}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (46,209 / 80,469)^2 \times (1 - 388681 / 1000559)} \times 10^{-5} = 43227 \text{ kNm}^2$$

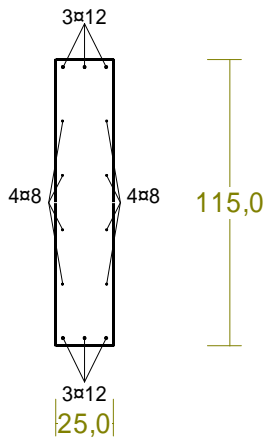
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 3,544 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{v,d} = 3,5 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{3,5} < \mathbf{42,0} = a_{lim}$$

4.1.2. Podciąg (25cmx115cm) 1szt.

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=115,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 2875 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 3168490 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 149740 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 10,81 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 10,81 / 2875 = 0,38 \%,$$

$$J_{sx} = 22479 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 770 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Momenty zginające: $M_x = -113,224 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 12,690 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N = -4,045 \text{ kN} = N_{sd}.$

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -4,045 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(132,374^2 + 0,000^2)} = 132,374 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1} = 10,00 \%$):

$$A_{s1} = 2,85 \text{ cm}^2 < \min A_{s1} = 4,20 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s1} = 4,20 \text{ cm}^2, \quad P (4 \times 12 = 4,52 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,85 \text{ cm}^2, \quad r = 100 A_s / A_c = 100 \times 2,85 / 2875 = 0,10 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 115,0, \quad d = 111,9, \quad x = 9,5 \quad (x = 0,085),$$

$$a_1 = 3,1, \quad a_c = 3,3, \quad z_c = 108,6, \quad A_{cc} = 238 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,93 \%, \quad e_{s1} = 10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

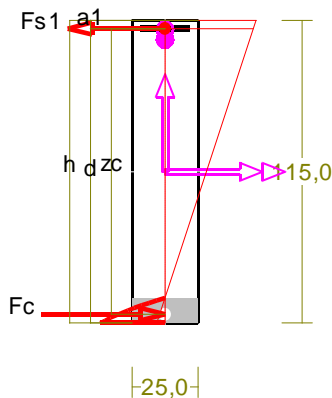
$$F_c = -123,932, \quad F_{s1} = 119,887,$$

$$M_c = 67,156, \quad M_{s1} = 65,219,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

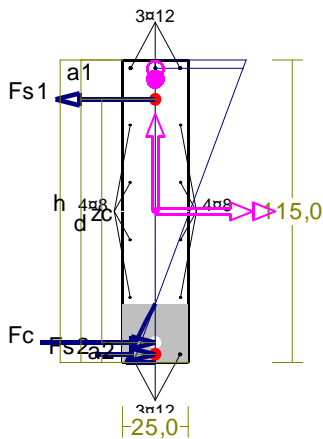
$$F_c + F_{s1} = -123,932 + (119,887) = -4,045 \text{ kN} \quad (N_{sd} = -4,045 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 67,156 + (65,219) = 132,374 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 132,374 \text{ kNm})$$



**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Nośność przekroju prostopadłego:



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -4,045 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2} = \sqrt{132,374^2 + 0,000^2} = 132,374 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 7,41 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 3,39 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 10,81 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 10,81 / 2875 = 0,38 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 115,0, \quad d = 100,0, \quad x = 20,0 \quad (x = 0,200),$$

$$a_1 = 15,0, \quad a_2 = 3,1, \quad a_c = 7,6, \quad z_c = 92,4, \quad A_{cc} = 560 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,35 \%, \quad e_{s2} = -0,30 \%, \quad e_{s1} = 1,41 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -123,455, \quad F_{s1} = 140,009, \quad F_{s2} = -20,599,$$

$$M_c = 61,629, \quad M_{s1} = 59,540, \quad M_{s2} = 11,206,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 243,112 \text{ kNm} >$$

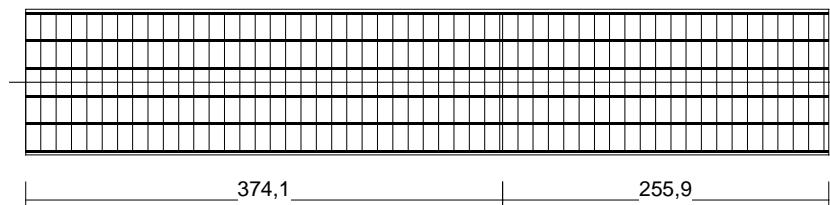
$$M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 61,629 + (59,540) + (11,206) = 132,374 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f = 8 \text{ mm}$ ze stali A-IIIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0 \quad x_b = 374,1 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 998 = 748 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15 f = 15 \times 8,0 = 120,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 1150,0\} = 250,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15 f = 15 \times 8,0 = 120,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

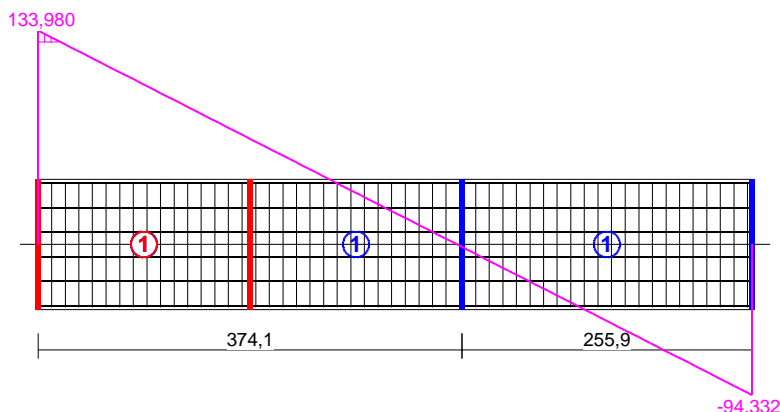
$$r_w = A_{sw} / (s_w b_w \sin a) = 1,01 / (12,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00335$$

$$r_w = 0,00335 > 0,00072 = r_{w,min}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.



Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 187,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -4,045$;

$V_{Sd\ max} = 133,980$ kN

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = 97,818$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{5,40}{25,0 \times 99,8} = 0,00217; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,00217$.

$$s_{cp} = N_{Sd} / A_c = 4,045 / 2947,05 \times 10 = 0,014 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,014$ MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 r_L) + 0,15 s_{cp}] b_w d = \\ = [0,35 \times 1,00 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00217) + 0,15 \times 0,014] \times 25,0 \times 99,8 \times 10^{-1} = 112,852 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 97,818 < 112,852 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 97,818 < 112,852 = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 76,0 \times 10^{-1} = 697,453 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + s_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,014 / 13,3 = 1,001$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,001 \times 697,453 = 698,173 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd2,red} = 697,453$ kN

$$V_{Sd} = 133,980 < 697,453 = V_{Rd2,red}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,000$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 133,980 \times (1,000) = 66,990 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 140,009 + 66,990 = 207,000 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 140,009 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 140,009 \text{ kN}$

$$F_{td} = 140,009 < 226,949 = 5,40 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie Rama w osi E, pręt nr 26,

Położenie przekroju:

$$x = 0,000 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{sd} = -100,404 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = -3,051 \text{ kN} \quad e = 3294,3 \text{ cm}$$

$$V_{sd} = 101,720 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 115,0 - 15,2 = 99,8 \text{ cm}$$

$$A_c = 2875 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 55104 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 1437 / 280 = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 5,40 > 4,52 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 55104 \times 10^{-3} = 121,229 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{3294,3 / 55104,17 - 1 / 2875,00} \times 10^{-1} = -3,702 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 3,051 < 3,702 = N_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 55104 \times 10^{-3} = 121,229 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -100,404 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Szytywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -100,404$ kNm.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_1 = 57,5$ cm $I_1 = 3618076$ cm⁴

$$B = E_{c,eff} I_1 = 10000 \times 3618076 \times 10^{-5} = 361808 \text{ kNm}^2$$

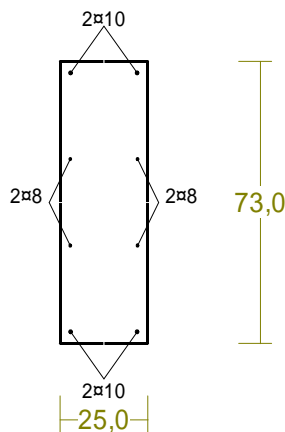
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 3,347$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta $(1/r)$ z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{v,d} = 1,3 \text{ mm}$$

$$a = 1,3 < 42,0 = a_{lim}$$

4.1.3. Podciąg (25cmx73cm) 1szt.

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=73,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1825 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 810452 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 95052 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 5,15 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 5,15 / 1825 = 0,28 \%,$$

$$J_{sx} = 3778 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 469 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

Momenty zginające: $M_x = -18,375$ kNm, $M_y = 0,000$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = -2,490$ kN, $V_x = 0,000$ kN,

Siła osiowa: $N = -28,754$ kN = N_{sd}

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x / N = (-18,375) / (-28,754) = 0,639 \text{ m},$$

$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,005 \times (0,024 + 0,639) \times (-28,754) = -19,167 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -28,754 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(34,441)^2 + (0,000)^2} = 34,441 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1} = 10,00$ ‰):

$$A_{s1} = 0,86 \text{ cm}^2 < \min A_{s1} = 2,63 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s1} = 2,63 \text{ cm}^2, \quad B (4 \times 10 = 3,14 \text{ cm}^2),$$

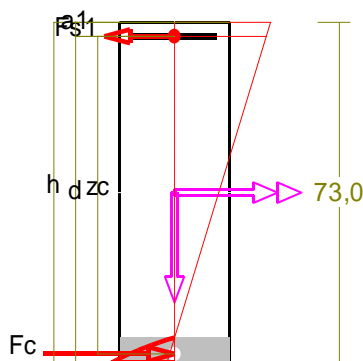
Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,86 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 0,86 / 1825 = 0,05 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 73,0, \quad d = 70,0, \quad x = 5,4 \quad (x = 0,077),$$

$$a_1 = 3,0, \quad a_c = 1,9, \quad z_c = 68,1, \quad A_{cc} = 135 \text{ cm}^2,$$



**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$e_c = -0,84 \text{ ‰}, e_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -64,695, F_{s1} = 35,941,$$

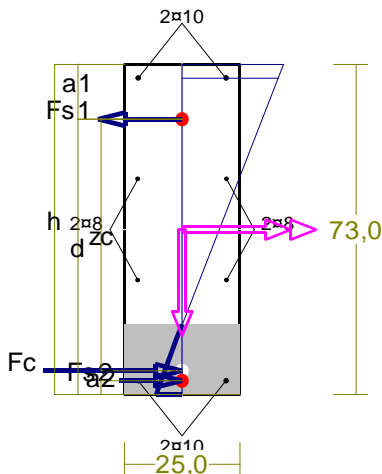
$$M_c = 22,401, M_{s1} = 12,040,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -64,695 + (35,941) = -28,754 \text{ kN} (N_{sd} = -28,754 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 22,401 + (12,040) = 34,441 \text{ kNm} (M_{sd} = 34,441 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -28,754 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2} = \sqrt{34,441^2 + 0,000^2} = 34,441 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{id},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 3,58 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 1,57 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 5,15 \text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 5,15 / 1825 = 0,28 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 73,0, d = 60,9, x = 13,4 (x = 0,221),$$

$$a_1 = 12,1, a_2 = 3,0, a_c = 5,2, z_c = 55,7, A_{cc} = 386 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,27 \text{ ‰}, e_{s2} = -0,22 \text{ ‰}, e_{s1} = 0,97 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -67,233, F_{s1} = 45,421, F_{s2} = -6,942,$$

$$M_c = 21,035, M_{s1} = 11,081, M_{s2} = 2,326,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 98,956 \text{ kNm} >$$

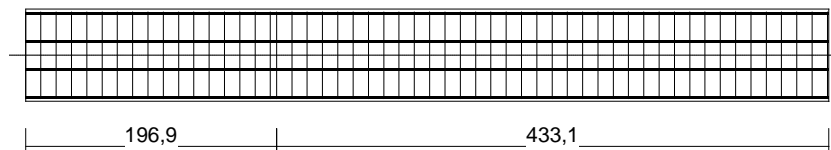
$$M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 21,035 + (11,081) + (2,326) = 34,441 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f = 8 \text{ mm}$ ze stali A-IIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 196,9 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 613 = 460 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 400 \text{ mm}$.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15 f = 15 \times 8,0 = 120,0 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 730,0\} = 250,0 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 250,0 \text{ mm}$.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 8,0 = 120,0$ mm.

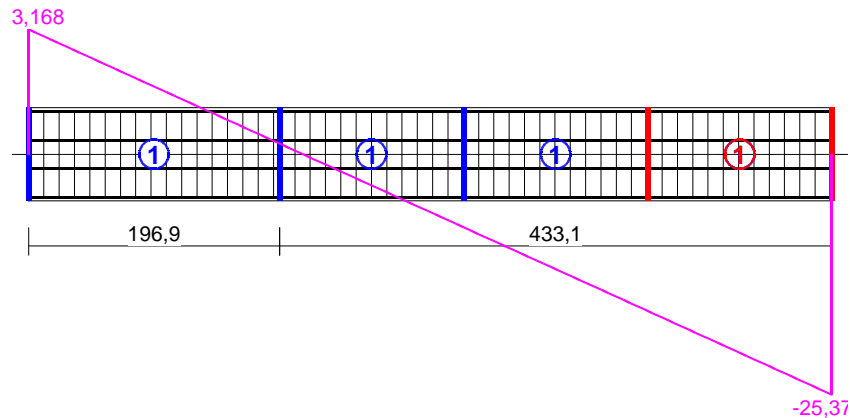
Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin a) = 1,01 / (12,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00335$$

$$r_w = \mathbf{0,00335} > \mathbf{0,00072} = r_{w \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.



Odcinek nr 4

Początek i koniec odcinka: $x_a = 485,6$ $x_b = 630,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -28,754$;

$$V_{Sd \max} = -25,375 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = -21,625$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{2,58}{25,0 \times 61,3} = 0,00168; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,00168$.

$$s_{cp} = N_{Sd} / A_c = 28,754 / 1859,35 \times 10 = 0,155 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,155$ MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 r_L) + 0,15 s_{cp}] b_w d = \\ = [0,35 \times 1,00 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00168) + 0,15 \times 0,155] \times 25,0 \times 61,3 \times 10^{-1} = 71,524 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 21,625 < 71,524 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{21,625} < \mathbf{71,524} = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 51,2 \times 10^{-1} = 470,120 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + s_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,155 / 13,3 = 1,012$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,012 \times 470,120 = 475,586 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd2,red} = 470,120$ kN

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$V_{Sd} = 25,375 < 470,120 = V_{Rd2,red}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 6,300$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times 25,375 \times (1,000) = 12,688 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 45,421 + 12,688 = 58,109 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 45,421 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 45,421 \text{ kN}$

$$F_{td} = 45,421 < 108,196 = 2,58 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:

$$x = 6,300 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = -28,601 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -22,234 \text{ kN} \quad e = 131,1 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = -21,951 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 73,0 - 11,7 = 61,3 \text{ cm}$$

$$A_c = 1825 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 22204 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 912 / 500 = 1,61 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 2,58 > 1,61 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 22204 \times 10^{-3} = 48,849 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{131,1 / 22204,17 - 1 / 1825,00} \times 10^{-1} = -41,083 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 22,234 < 41,083 = N_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 22204 \times 10^{-3} = 48,849 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -28,601 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -28,601 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_1 = 36,5 \text{ cm}$ $I_1 = 886009 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 10000 \times 886009 \times 10^{-5} = 88601 \text{ kNm}^2$$

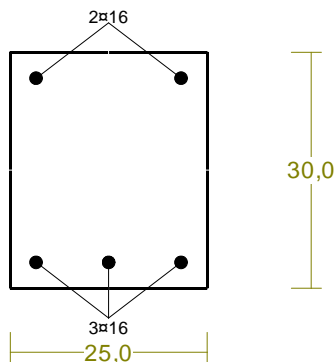
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,559 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{y,d} = 0,6 \text{ mm}$$

$$a = 0,6 < 42,0 = a_{lim}$$

4.1.4. Podciąg (25cmx24cm) 1szt.

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=30,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 750 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 56250 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 39063 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 10,05 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 10,05 / 750 = 1,34 \%,$$

$$J_{sx} = 1376 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 681 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Momenty zginające: $M_x = -44,435 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 0,000 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$

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

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-44,312^2 + 0,000^2)} = 44,312 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

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

$$A_{s1}=4,43\text{ cm}^2 \text{ P } (3 \times 16 = 6,03\text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=4,43\text{ cm}^2, r=100 \cdot A_s/A_c = 100 \cdot 4,43/750=0,59\%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=30,0, d=26,7, x=6,9 (x=0,259),$$

$$a_1=3,3, a_c=2,9, z_c=23,8, A_{cc}=173\text{ cm}^2,$$

$$e_c=-3,49\text{‰}, e_{s1}=10,00\text{‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

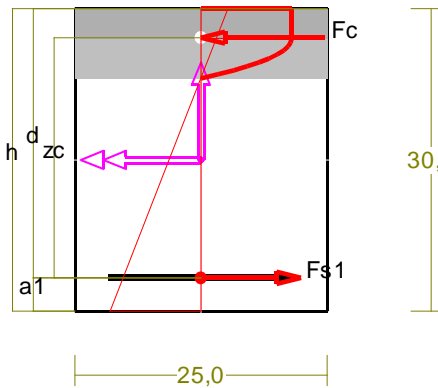
$$F_c = -185,985, F_{s1} = 185,985,$$

$$M_c = 22,552, M_{s1} = 21,760,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -185,985 + (185,985) = 0,000\text{ kN } (N_{sd} = 0,000\text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 22,552 + (21,760) = 44,312\text{ kNm } (M_{sd} = 44,312\text{ kNm})$$



Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-44,312^2 + 0,000^2)} = 44,312\text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3\text{ MPa}, f_{yd} = 420\text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 6,03\text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 4,02\text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 10,05\text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_s/A_c = 100 \cdot 10,05/750 = 1,34\%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=30,0, d=26,7, x=10,2 (x=0,381),$$

$$a_1=3,3, a_2=3,3, a_c=3,6, z_c=23,1, A_{cc}=254\text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,97\text{‰}, e_{s2} = -0,66\text{‰}, e_{s1} = 1,58\text{‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

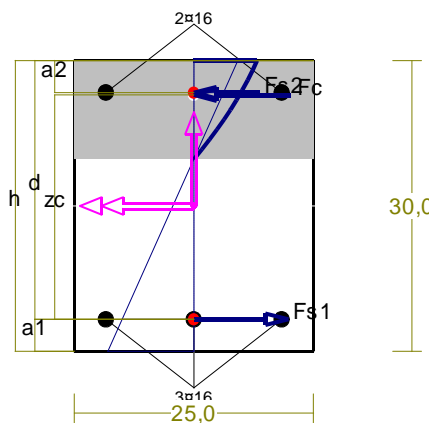
$$F_c = -137,959, F_{s1} = 190,870, F_{s2} = -52,911,$$

$$M_c = 15,789, M_{s1} = 22,332, M_{s2} = 6,191,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 60,672\text{ kNm} >$$

$$M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 15,789 + (22,332) + (6,191) = 44,312\text{ kNm}$$

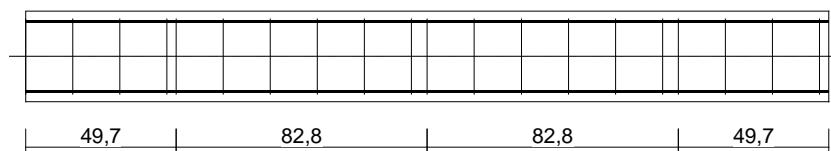


Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f=8\text{ mm}$ ze stali A-IIIN, dla której $f_{ywd} = 420\text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 49,7\text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 267 = 200 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 200 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 300,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$.

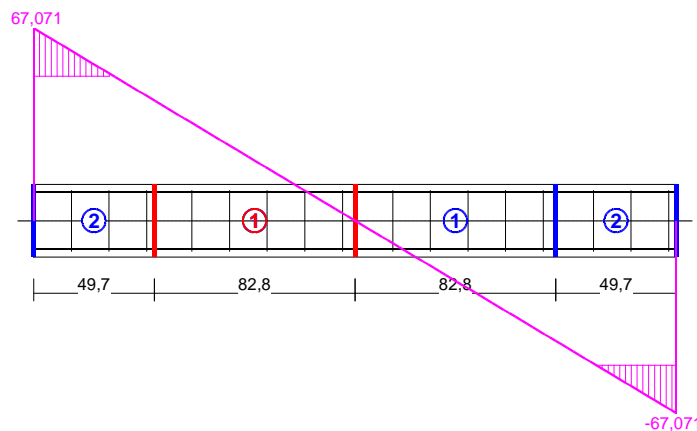
Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,5** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (15,5 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00259$$

$$r_w = \mathbf{0,00259} > \mathbf{0,00072} = r_{w \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.



Odcinek nr 2

Początek i koniec odcinka: $x_a = 49,7 \quad x_b = 132,5 \text{ cm}$

Siły przekrojowe: $N_{sd} = 0,000;$
 $V_{sd \max} = 41,920 \text{ kN}$

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{6,03}{25,0 \times 26,7} = 0,00904; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,00904$.

$$s_{cp} = N_{sd} / A_c = -0,000 / 817,02 \times 10 = -0,000 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = -0,000 \text{ MPa}$.

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

$$= [0,35 \times 1,33 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00904) + 0,15 \times -0,000] \times 25,0 \times 26,7 \times 10^{-1} = 48,518 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 41,920 < 48,518 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{sd} = \mathbf{41,920} < \mathbf{48,518} = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 23,1 \times 10^{-1} = 212,390 \text{ kN}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$V_{sd} = 41,920 < 212,390 = V_{rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,491$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot\alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times 8,384 \times (1,000) = 4,192 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 188,377 + 4,192 = 192,569 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 191,408 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 191,408 \text{ kN}$

$$F_{td} = 191,408 < 253,338 = 6,03 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:

$$x = 1,325 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{sd} = 33,683 \text{ kNm}$$

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

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

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 30,0 - 3,3 = 26,7 \text{ cm}$$

$$A_c = 750 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 3750 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 375 / 200 = 1,65 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 6,03 > 1,65 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 3750 \times 10^{-3} = 8,250 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = 33,683 > 8,250 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 6,03 / 163 = 0,03711$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,5 \times 16 / 0,03711 = 93,12$$

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (ssr / ss)^2] =$$

$$= 240,069 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (8,250 / 33,683)^2] = 0,00116$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 93,12 \times 0,00116 = 0,18 \text{ mm}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$w_k = 0,18 < 0,2 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 3750 \times 10^{-3} = 8,250 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = 33,683 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = 33,683 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 15,5 \text{ cm} \quad I_I = 83541 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 10,5 \text{ cm} \quad I_{II} = 45476 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \frac{10000 \times 45476}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (8,250 / 33,683)^2 \times (1 - 45476 / 83541)} \times 10^{-5} = 4611 \text{ kNm}^2$$

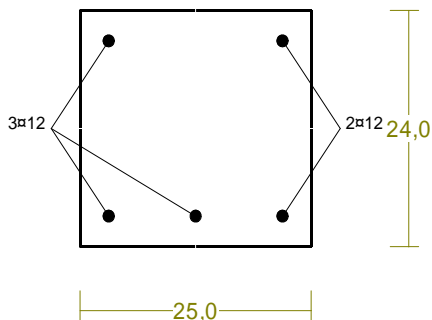
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,325 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta $(1/r)$ z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{y,d} = 5,3 \text{ mm}$$

$$a = 5,3 < 17,7 = a_{lim}$$

4.1.5. Podciąg (51cmx24cm) 1szt.

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=24,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 600 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 28800 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 31250 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 5,65 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 5,65 / 600 = 0,94 \%$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$J_{sx}=448 \text{ cm}^4, J_{sy}=400 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Momenty zginające: $M_x = -13,181 \text{ kNm}, M_y = 0,121 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 0,000 \text{ kN}, V_x = -0,109 \text{ kN},$

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

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2} = \sqrt{(-13,144^2 + 0,127^2)} = 13,145 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1}=10,00 \%$):

$$A_{s1}=1,59 \text{ cm}^2 \text{ P } (2 \times 12 = 2,26 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=1,59 \text{ cm}^2, r=100 \cdot A_s/A_c = 100 \cdot 1,59/600=0,26 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=24,1, d=21,0, x=3,3 (x=0,155),$$

$$a_1=3,2, a_c=1,2, z_c=19,7, A_{cc}=80 \text{ cm}^2,$$

$$e_c=-1,83 \%, e_{s1}=10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

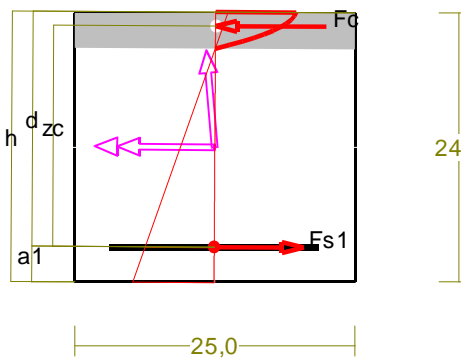
$$F_c = -66,641, F_{s1} = 66,641,$$

$$M_c = 7,214, M_{s1} = 5,931,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -66,641 + (66,641) = -0,000 \text{ kN } (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 7,214 + (5,931) = 13,145 \text{ kNm } (M_{sd}=13,145 \text{ kNm})$$



Nośność przekroju prostopadłego:

Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2} = \sqrt{(-13,144^2 + 0,115^2)} = 13,145 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=3,39 \text{ cm}^2,$

Zbrojenie ściskane: $A_{s2}=2,26 \text{ cm}^2,$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=5,65 \text{ cm}^2, r=100 \cdot A_s/A_c = 100 \cdot 5,65/600=0,94 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=24,2, d=21,0, x=7,2 (x=0,341),$$

$$a_1=3,2, a_2=3,2, a_c=2,5, z_c=18,5, A_{cc}=177 \text{ cm}^2,$$

$$e_c=-0,55 \%, e_{s2}=-0,31 \%, e_{s1}=1,06 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

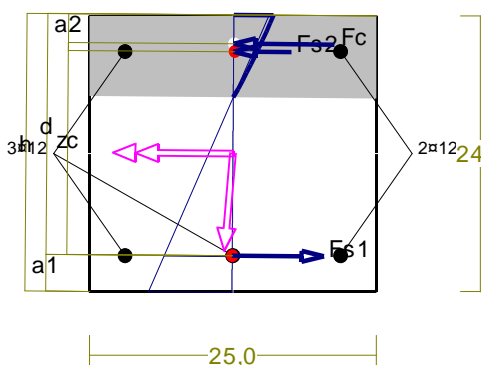
$$F_c = -57,882, F_{s1} = 71,626, F_{s2} = -13,744,$$

$$M_c = 5,547, M_{s1} = 6,375, M_{s2} = 1,223,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 26,858 \text{ kNm} >$$

$$M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 5,547 + (6,375) + (1,223) = 13,145 \text{ kNm}$$



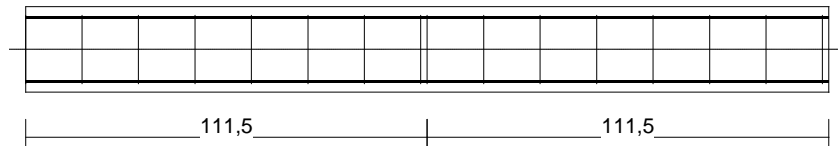
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f=8 \text{ mm}$ ze stali A-IIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$r_{w,\min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 111,5$ cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 209 = 157 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 157$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 240,0\} = 240,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 240,0$ mm.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

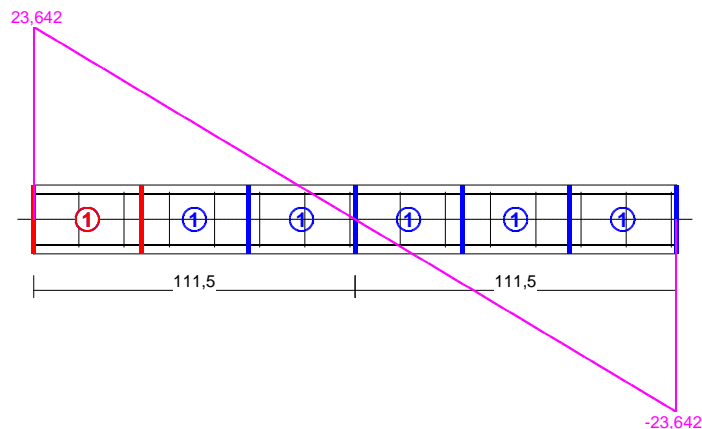
Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,7** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin a) = 1,01 / (15,7 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00257$$

$$r_w = 0,00257 > 0,00072 = r_{w,\min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.



Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 37,2$ cm

Siły przekrojowe: $N_{sd} = 0,000$;

$$V_{sd \max} = 23,642 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{sd} = 19,211$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{3,39}{25,0 \times 20,9} = 0,00649; \quad r_L \leq 0,01$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Przyjęto $r_L = 0,00649$.

$$s_{cp} = N_{sd} / A_c = -0,000 / 637,70 \times 10 = -0,000 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = -0,000 \text{ MPa}$.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 r_L) + 0,15 s_{cp}] b_w d = \\ = [0,35 \times 1,39 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00649) + 0,15 \times -0,000] \times 25,0 \times 20,9 \times 10^{-1} = 37,106 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 19,211 < 37,106 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 19,211 < 37,106 = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 18,4 \times 10^{-1} = 168,871 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 23,642 < 168,871 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,976 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 2,955 \times (1,000) = 1,478 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 70,696 + 1,478 = 72,173 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 71,826 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 71,826 \text{ kN}$

$$F_{td} = 71,826 < 142,503 = 3,39 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:

$$x = 1,115 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = 10,975 \text{ kNm}$$

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

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

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 24,0 - 3,1 = 20,9 \text{ cm}$$

$$A_c = 600 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 2400 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 300 / 240 = 1,10 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 3,39 > 1,10 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 2400 \times 10^{-3} = 5,280 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 10,975 > 5,280 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 3,39 / 137 = 0,02471$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,5 \times 12 / 0,02471 = 98,56$$

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (ssr / ss)^2] = \\ = 177,122 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (5,280 / 10,975)^2] = 0,00078$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 98,56 \times 0,00078 = 0,13 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,13} < \mathbf{0,2} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 2400 \times 10^{-3} = 5,280 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 10,975 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 10,975 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_1 = 12,3 \text{ cm}$ $I_1 = 37702 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 7,5 \text{ cm}$ $I_{II} = 16576 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_1)} = \\ = \frac{10000 \times 16576}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (5,280 / 10,975)^2 \times (1 - 16576 / 37702)} \times 10^{-5} = 1773 \text{ kNm}^2$$

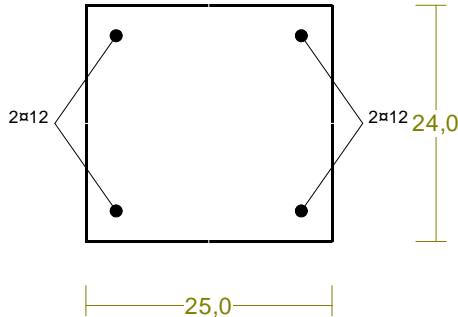
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,115 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{v,d} = 3,1 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{3,1} < \mathbf{14,9} = a_{lim}$$

4.1.6. Podciąg (25cmx24cm) 1szt.

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=24,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 20,0 / 1,50 = 11,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 600 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 28800 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 31250 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 4,52 / 600 = 0,75 \%,$$

$$J_{sx} = 358 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 400 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = -8,443 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = 0,000 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = -26,000 \text{ kN} = N_{sd}$$

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x / N = (-8,443) / (-26,000) = 0,325 \text{ m},$$

$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,062 \times (0,020 + 0,325) \times (-26,000) = -9,517 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -26,000 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2} = \sqrt{(-9,492)^2 + 0,000^2} = 9,492 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 11,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1} = 10,00 \%$):

$$A_{s1} = 0,81 \text{ cm}^2 \text{ B } (1\phi 12 = 1,13 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 0,81 \text{ cm}^2, \quad r = 100 A_s / A_c = 100 \cdot 0,81 / 600 = 0,13 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 24,0, \quad d = 20,9, \quad x = 3,3 \quad (x = 0,158),$$

$$a_1 = 3,1, \quad a_c = 1,2, \quad z_c = 19,7, \quad A_{cc} = 82 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -1,87 \%, \quad e_{s1} = 10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -60,003, \quad F_{s1} = 34,002,$$

$$M_c = 6,466, \quad M_{s1} = 3,026,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

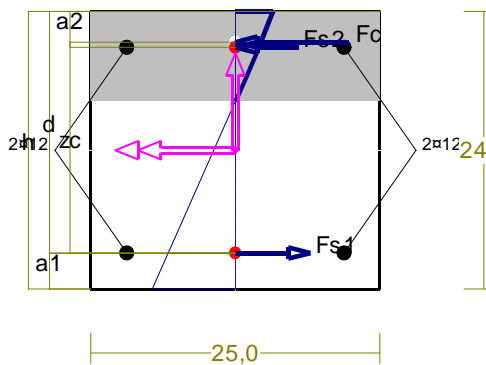
$$F_c + F_{s1} = -60,003 + (34,002) = -26,001 \text{ kN} \quad (N_{sd} = -26,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 6,466 + (3,026) = 9,492 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 9,492 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

Wielkości obliczeniowe:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**



$$N_{s_d} = -26,000 \text{ kN},$$

$$M_{s_d} = \sqrt{M_{s_{dx}}^2 + M_{s_{dy}}^2} = \sqrt{(-9,492^2 + 0,000^2)} = 9,492 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 11,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,52 \text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 4,52 / 600 = 0,75 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 24,0, d = 20,9, x = 7,8 (x = 0,371),$$

$$a_1 = 3,1, a_2 = 3,1, a_c = 2,6, z_c = 18,3, A_{cc} = 194 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,51 \text{ ‰}, e_{s2} = -0,31 \text{ ‰}, e_{s1} = 0,86 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -51,174, F_{s1} = 39,028, F_{s2} = -13,853,$$

$$M_c = 4,786, M_{s1} = 3,473, M_{s2} = 1,233,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 23,944 \text{ kNm} >$$

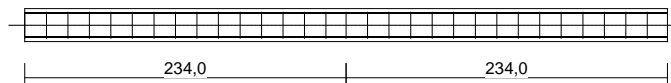
$$M_{s_d} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 4,786 + (3,473) + (1,233) = 9,492 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f = 8 \text{ mm}$ ze stali A-IIIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 234,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 209 = 157 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 157 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 240,0\} = 240,0 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 240,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15 f = 15 \times 12,0 = 180,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,7 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

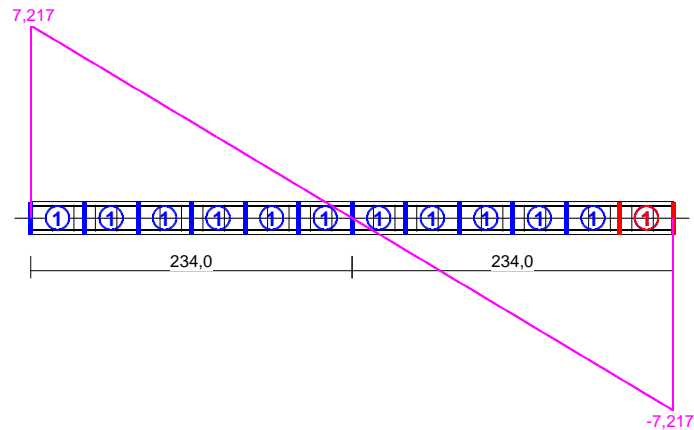
$$r_w = A_{sw} / (s_w b_w \sin a) = 1,01 / (15,7 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00257$$

$$r_w = 0,00257 > 0,00072 = r_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**



Odcinek nr 12

Początek i koniec odcinka: $x_a = 429,0$ $x_b = 468,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -26,000$;

$V_{Sd\ max} = -7,217$ kN

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = -6,572$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{2,26}{25,0 \times 20,9} = 0,00433; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,00433$.

$$s_{cp} = N_{Sd} / A_c = 26,000 / 630,16 \times 10 = 0,413 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,413$ MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,39 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00433) + 0,15 \times 0,413] \times 25,0 \times 20,9 \times 10^{-1} = 38,139 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 6,572 < 38,139 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 6,572 < 38,139 = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 11,3 \times 25,0 \times 14,6 \times 10^{-1} = 113,564 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + s_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,413 / 11,3 = 1,036$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,036 \times 113,564 = 117,709 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd2,red} = 113,564$ kN

$$V_{Sd} = 7,217 < 113,564 = V_{Rd2,red}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 2,194$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 0,451 \times (1,000) = 0,226 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 38,973 + 0,226 = 39,198 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 39,162 \text{ kN}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Przyjęto $F_{td} = 39,162 \text{ kN}$

$$F_{td} = 39,162 < 95,002 = 2,26 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:

$$x = 2,340 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{sd} = 6,680 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = -17,333 \text{ kN} \quad e = 40,5 \text{ cm}$$

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

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 24,0 - 3,1 = 20,9 \text{ cm}$$

$$A_c = 600 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 2400 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 300 / 240 = 1,10 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 2,26 > 1,10 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 2400 \times 10^{-3} = 5,280 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{40,5 / 2400,00 - 1 / 600,00} \times 10^{-1} = -14,450 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 17,333 > 14,450 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 2,26 / 147 = 0,01540$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,5 \times 12 / 0,01540 = 127,90$$

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (ssr / ss)^2] =$$

$$= 141,594 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-14,450 / 17,333)^2] = 0,00046$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 127,90 \times 0,00046 = 0,10 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,10 < 0,2 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 2400 \times 10^{-3} = 5,280 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = 6,680 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = 6,680 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 12,0 \text{ cm}$ $I_I = 35967 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 6,4 \text{ cm}$ $I_{II} = 12189 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{10000 \times 12189}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (5,280 / 6,680)^2 \times (1 - 12189 / 35967)} \times 10^{-5} = 1536 \text{ kNm}^2$$

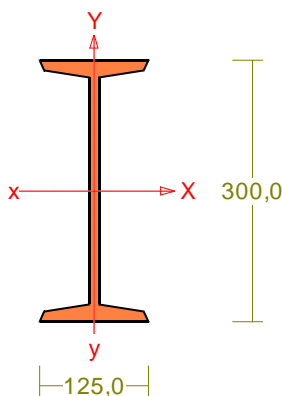
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,340 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{y,d} = 8,5 \text{ mm}$$

$$a = 8,5 < 31,2 = a_{lim}$$

4.1.7. Belka (IPE 300) 1szt.

Przekrój: I 300



Wymiary przekroju:

I 300 $h=300,0$ $g=10,8$ $s=125,0$ $t=16,1$ $r=10,8$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_xg=9800,0$ $J_yg=451,0$ $A=69,10$ $i_x=11,9$ $i_y=2,6$ $J_w=90575,6$ $J_t=53,4$
 $i_s=12,2$.

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=205 MPa** dla **g=16,1**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 2,060$; $x_b = 2,060$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

$$M_x = -86,232 \text{ kNm}, \quad V_y = 30,838 \text{ kN}, \quad N = -1,103 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $s_t = 131,829 \text{ MPa}$ $s_c = -132,148 \text{ MPa}$.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Naprężenia:

$x_a = 2,060$; $x_b = 2,060$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $s_t = 131,829$ MPa $s_c = -132,148$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $s = -0,160$ $Ds = 131,988$ MPa $y_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $Av = 32,400$ cm² $t = 9,518$ MPa $y_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$s_{ec} = s / y_{oc} + Ds = 0,160 / 1,000 + 131,988 = 132,148 < 205 \text{ MPa}$$

$$t_{ey} = t / y_{ov} = 9,518 / 1,000 = 9,518 < 118,900 = 0,58 \times 205 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{132,148^2 + 3 \times 0,000^2} = 132,148 < 205 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$k_a = 0,938$ $k_b = 1,000$ węzły nieprzesuwne β $m = 0,975$ dla $l_o = 4,120$

$$l_w = 0,975 \times 4,120 = 4,017 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$k_a = 1,000$ $k_b = 1,000$ węzły nieprzesuwne β $m = 1,000$ dla $l_o = 4,120$

$$l_w = 1,000 \times 4,120 = 4,120 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $m_w = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{ow} = 4,120$ m. Długość wyboczeniowa $l_w = 4,120$ m.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 0 \times 9800,0}{4,017^2} 10^{-2} = 12287,853 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 0 \times 451,0}{4,120^2} 10^{-2} = 537,571 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_w^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{12,2^2} \left(\frac{3,14^2 \times 0 \times 90575,6}{4,120^2} 10^{-2} + 80 \times 53,4 \times 10^2 \right) = 3607,033 \text{ kN}$$

Zwicherungie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{ow} = 4120$ mm:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 26}{0,400} \times \sqrt{215 / 205} = 2294 < 4120 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwicherungiem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00$ cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00$ cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$0,000 \times 537,571 + \sqrt{(0,000 \times 537,571)^2 + 0,000^2 \times 0,122^2 \times 537,571 \times 3607,033} = 0,000$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\lambda_L = 0$.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,060$; $x_b = 2,060$.

- względem osi X

$$M_R = a_p W f_d = 1,000 \cdot 653,3 \cdot 205 \cdot 10^{-3} = 133,933 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\lambda_L = 0,000$ wynosi $j_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{1,103}{1416,550} + \frac{86,232}{1,000 \times 133,933} = 0,645 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,120$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 32,4 \times 205 \times 10^{-1} = 385,236 \text{ kN}$$

$$V_0 = 0,6 V_R = 231,142 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 92,137 < 385,236 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 2,060$; $x_b = 2,060$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 30,838 < 231,142 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 133,933 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{1,103}{1416,550} + \frac{86,232}{133,933} = 0,645 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 4,120$; $x_b = 0,000$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $s_c = 0,160$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$h_c = 1,25 - 0,5 s_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 0,160 / 205 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w h_c f_d = 234,6 \times 10,8 \times 1,000 \times 205 \times 10^{-3} = 519,444 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 90,531 < 519,444 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania: Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

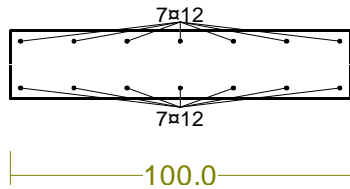
$$a_{\max} = 5,0 \text{ mm} \quad a_{\text{gr}} = l / 250 = 4120 / 250 = 16,5 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 5,0 < 16,5 = a_{\text{gr}}$$

5. Klatki schodowe

Spocznik

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=20,0, \quad b=100,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 2000 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 66667 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 166667 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 15,83 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 15,83 / 2000 = 0,79 \%,$$

$$J_{sx} = 754 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 15479 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Momenty zginające: $M_x = -2,289 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = -0,290 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N = 0,010 \text{ kN} = N_{Sd},$

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = 0,010 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(9,949^2 + 0,000^2)} = 9,949 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1} = 1,44 \text{ cm}^2 < \min A_{s1} = 2,54 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto } A_{s1} = 2,54 \text{ cm}^2, \quad P$$

$$(3\phi 12 = 3,39 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1,44 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 1,44 / 2000 = 0,07 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 20,0, \quad d = 16,9, \quad x = 1,3 \quad (x = 0,076),$$

$$a_1 = 3,1, \quad a_c = 0,4, \quad z_c = 16,5, \quad A_{cc} = 128 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,82 \text{ ‰}, \quad e_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -60,454, \quad F_{s1} = 60,464,$$

$$M_c = 5,777, \quad M_{s1} = 4,172,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -60,454 + (60,464) = 0,010 \text{ kN} \quad (N_{Sd} = 0,010 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 5,777 + (4,172) = 9,949 \text{ kNm} \quad (M_{Sd} = 9,949 \text{ kNm})$$

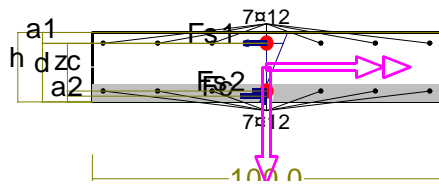
Nośność przekroju prostopadłego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = 0,010 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(9,949^2 + 0,000^2)} = 9,949 \text{ kNm}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**



$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 7,92 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 7,92 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 15,83 \text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_s / A_c = 100$$

$$\cdot 15,83 / 2000 = 0,79 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 20,0, d = 16,9, x = 5,0 (x = 0,294),$$

$$a_1 = 3,1, a_2 = 3,1, a_c = 1,7, z_c = 15,2, A_{cc} = 497 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,17 \%, e_{s2} = -0,07 \%, e_{s1} = 0,42 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -55,910, F_{s1} = 66,297, F_{s2} = -10,376,$$

$$M_c = 4,658, M_{s1} = 4,574, M_{s2} = 0,716,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 51,630 \text{ kNm} >$$

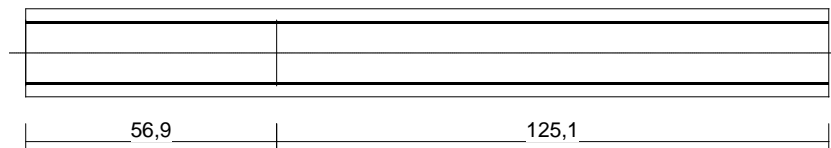
$$M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 4,658 + (4,574) + (0,716) = 9,949 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f = 8 \text{ mm}$ ze stali A-IIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 56,9 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 127 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 127 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{1000,0; 200,0\} = 200,0 \text{ mm} \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 200,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{max} = 15 f = 15 \times 12,0 = 180,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **182,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

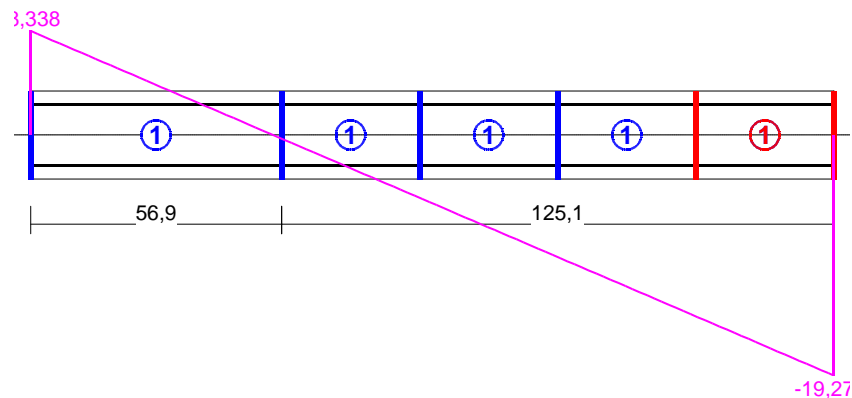
$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin a) = 1,01 / (182,0 \times 100,0 \times 1,000) = 0,00006$$

$$r_w = 0,00006 < 0,00072 = r_{w,min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**



Odcinek nr 5

Początek i koniec odcinka: $x_a = 150,7$ $x_b = 182,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,010$;

$$V_{Sd\max} = -19,271 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = -16,707$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{7,92}{100,0 \times 16,9} = 0,00468; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,00468$.

$$s_{cp} = N_{Sd} / A_C = -0,010 / 2105,56 \times 10 = -0,000 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,000$ MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,43 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00468) + 0,15 \times 0,000] \times 100,0 \times 16,9 \times 10^{-1} = 117,351 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 16,707 < 117,351 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 16,707 < 117,351 = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 100,0 \times 15,2 \times 10^{-1} = 559,127 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 19,271 < 559,127 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 1,820$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times -19,271 \times (2,000) = 19,271 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 66,297 + 19,271 = 85,568 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 66,297 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 66,297$ kN

$$F_{td} = 66,297 < 332,506 = 7,92 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Położenie przekroju:	$x = 1,820 \text{ m}$
Siły przekrojowe:	$M_{Sd} = -8,101 \text{ kNm}$ $N_{Sd} = 0,009 \text{ kN} \quad e = 94761,0 \text{ cm}$ $V_{Sd} = -15,796 \text{ kN}$
Wymiary przekroju:	$b_w = 100,0 \text{ cm}$ $d = h - a_1 = 20,0 - 3,1 = 16,9 \text{ cm}$ $A_c = 2000 \text{ cm}^2$ $W_c = 6667 \text{ cm}^3$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} =$$
$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 1000 / 240 = 3,67 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7,92 > 3,67 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 6667 \times 10^{-3} = 14,667 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e/W_c + 1/A_c} = \frac{2,2}{94761,0/6666,67 + 1/2000,00} \times 10^{-1} = 0,015 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 0,009 < 0,015 = N_{cr}$$

Przekrój niezarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej: Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 6667 \times 10^{-3} = 14,667 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -8,101 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -8,101 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_1 = 10,0 \text{ cm} \quad I_1 = 81743 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 10000 \times 81743 \times 10^{-5} = 8174 \text{ kNm}^2$$

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 0,569 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

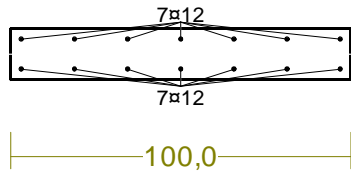
$$a = a_{v,d} = 0,0 \text{ mm}$$

$$a = 0,0 < 12,1 = a_{lim}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Bieg

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=15,0, \quad b=100,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

$$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 20,0 / 1,50 = 13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1500 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 28125 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 1250000 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (B 500 SP)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 15,83 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 15,83 / 1500 = 1,06 \%$$

$$J_{sx} = 307 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 15479 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

Momenty zginające: $M_x = -5,836 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y = 0,031 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N = -0,007 \text{ kN} = N_{sd}$

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x / N = (-5,836) / (-0,007) = 833,714 \text{ m},$$

$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,000 \times (0,020 + 833,714) \times (-0,007) = -5,836 \text{ kNm},.$$

Zbrojenie wymagane:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 11,904 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2} = \sqrt{9,847^2 + 0,000^2} = 9,847 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane ($e_{s1} = 10,00 \%$):

$$A_{s1} = 2,22 \text{ cm}^2 \text{ } (2\phi 12 = 2,26 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,22 \text{ cm}^2, \quad r = 100 \cdot A_s / A_c = 100 \cdot 2,22 / 1500 = 0,15 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 15,0, \quad d = 11,9, \quad x = 1,3 \quad (x = 0,107),$$

$$a_1 = 3,1, \quad a_c = 0,5, \quad z_c = 11,4, \quad A_{cc} = 128 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -1,20 \%, \quad e_{s1} = 10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -81,437, \quad F_{s1} = 93,341,$$

$$M_c = 5,740, \quad M_{s1} = 4,107,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -81,437 + (93,341) = 11,904 \text{ kN} \quad (N_{sd} = 11,904 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 5,740 + (4,107) = 9,847 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 9,847 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostopadłego:

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 11,904 \text{ kN},$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$M_{Sd} = \sqrt{M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2} = \sqrt{9,847^2 + 0,000^2} = 9,847 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 7,92 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie mniej rozciągane: $A_{s2} = 7,92 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 15,83 \text{ cm}^2, r = 100 \cdot A_s / A_c = 100$$

$$15,83 / 1500 = 1,06 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 15,0, d = 11,9, x = 3,9 (x = 0,331),$$

$$a_1 = 3,1, a_2 = 3,1, a_c = 1,3, z_c = 10,6, A_{cc} = 394 \text{ cm}^2,$$

$$e_c = -0,32 \text{ ‰}, e_{s2} = -0,07 \text{ ‰}, e_{s1} = 0,64 \text{ ‰},$$

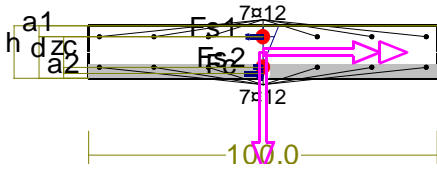
Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -79,229, F_{s1} = 101,940, F_{s2} = -10,807,$$

$$M_c = 4,886, M_{s1} = 4,485, M_{s2} = 0,475,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$N_{Rd} = 40,382 \text{ kN} > N_{Sd} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = -79,229 + (101,940) + (-10,807) = 11,904 \text{ kN}$$

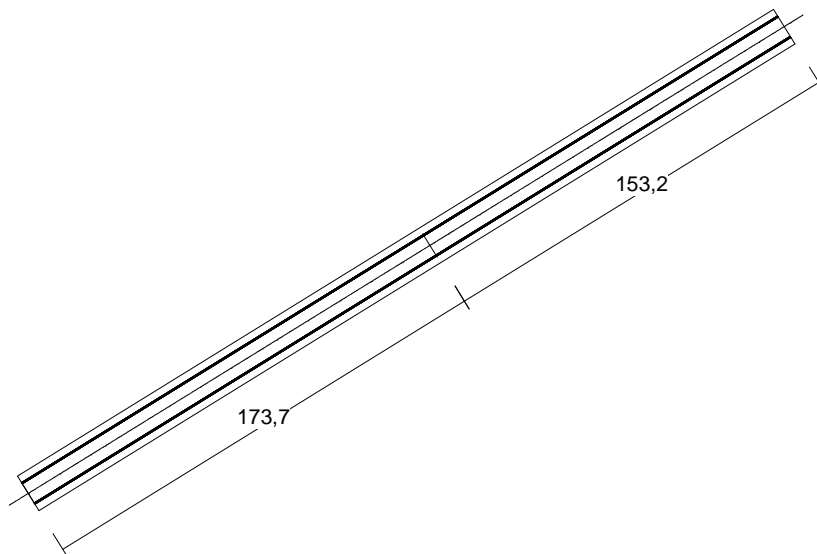


Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $f = 8 \text{ mm}$ ze stali A-IIIIN, dla której $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$r_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 173,7 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 119 = 89 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 89 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{1000,0; 150,0\} = 150,0 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 150,0 \text{ mm}$.

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

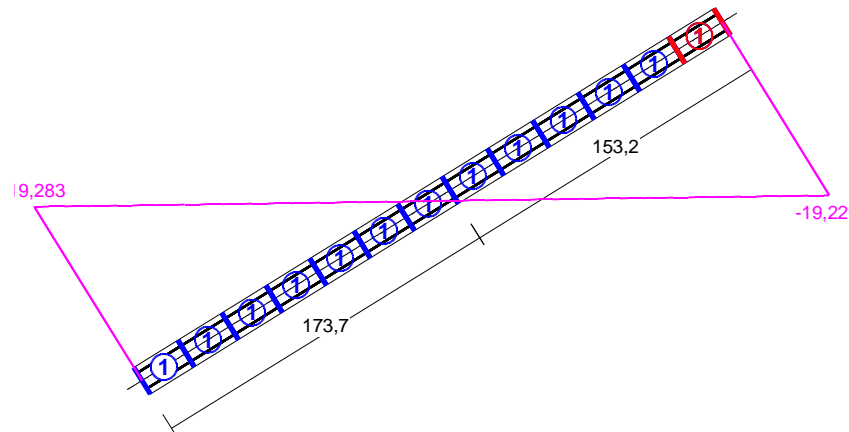
Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 f = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **326,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$r_w = A_{sw} / (s b_w \sin a) = 1,01 / (326,9 \times 100,0 \times 1,000) = 0,00003$$
$$r_w = \mathbf{0,00003} < \mathbf{0,00072} = r_{w \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.



Odcinek nr 13

Początek i koniec odcinka: $x_a = 301,4$ $x_b = 326,9$ cm

Siły przekrojowe: $N_{sd} = 11,904$;

$$V_{sd \max} = -19,220 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{sd} = -17,819$ kN

Rodzaj odcinka:

$$r_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{7,92}{100,0 \times 11,9} = 0,00665; \quad r_L \leq 0,01$$

Przyjęto $r_L = 0,00665$.

$$s_{cp} = N_{sd} / A_c = -11,904 / 1605,56 \times 10 = -0,074 \text{ MPa} \quad s_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $s_{cp} = 0,000$ MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 r_L) + 0,15 s_{cp}] b_w d =$$
$$= [0,35 \times 1,48 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00665) + 0,15 \times 0,000] \times 100,0 \times 11,9 \times 10^{-1} = 90,374 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = 17,819 < 90,374 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{sd} = \mathbf{17,819} < \mathbf{90,374} = V_{Rd1}$$

$$n = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 n f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 100,0 \times 10,6 \times 10^{-1} = 387,895 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = \mathbf{19,220} < \mathbf{387,895} = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 3,269$ m:

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{sd}| (\cot\alpha - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times 19,220 \times (1,000) = 9,610 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 101,940 + 9,610 = 111,550 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 101,940 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 101,940 \text{ kN}$

$$F_{td} = 101,940 < 332,506 = 7,92 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:

$$x = 3,269 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = -8,016 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 9,683 \text{ kN} \quad e = 82,8 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = -15,635 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 100,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 15,0 - 3,1 = 11,9 \text{ cm}$$

$$A_c = 1500 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 3750 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / s_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 750 / 240 = 2,75 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7,92 > 2,75 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 3750 \times 10^{-3} = 8,250 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c + 1 / A_c} = \frac{2,2}{82,8 / 3750,00 + 1 / 1500,00} \times 10^{-1} = 9,674 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 9,683 > 9,674 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$r_r = A_s / A_{ct,eff} = 7,92 / 353 = 0,02244$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 f / r_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 12 / 0,02244 = 103,47$$

$$e_{sm} = s_s / E_s [1 - b_1 b_2 (ssr / ss)^2] =$$

$$= 106,151 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (9,674 / 9,683)^2] = 0,00027$$

$$w_k = b s_{rm} e_{sm} = 1,7 \times 103,47 \times 0,00027 = 0,05 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,05 < 0,2 = w_{lim}$$

**Projekt sali sportowej przy Szkole Podstawowej i Gimnazjum Publicznym w Nowych Zdunach,
Nowe Zduny, działki nr 111/2, 27/3, 27/4**

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 3750 \times 10^{-3} = 8,250 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = -8,101 \text{ kN}$ nie powoduje zarysowania przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = -8,101 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_1 = 7,5 \text{ cm}$ $I_1 = 34256 \text{ cm}^4$

$$B = E_{c,eff} I_1 = 10000 \times 34256 \times 10^{-5} = 3426 \text{ kNm}^2$$

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 1,635 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/r$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{v,d} = 0,9 \text{ mm}$$

$$a = 0,9 < 21,8 = a_{lim}$$

6. Stropy RECTOR



Lista obliczeń

Budowa

Numer zlecenia

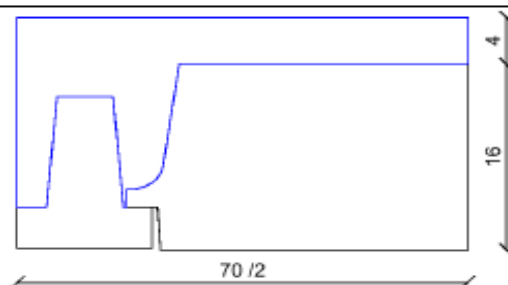
Punkt odniesienia

Budynek

Poziom

wysokość VS

Hipotezy



RECTOBETON 16x53x20 16+4 Jedna podpora ; 2 x RS 136

Vs cm	Vi cm	I cm ⁴	I/Vi cm ³	Alpha	Beton l/m ²	Pm kN/m ²	G1 kN/m	G2 kN/m
6.56	13.23	19512	1474	3.21	65.9	2.93	0.36	1.69

L max (m)*	6.05 m	Obciążenie ścian działowych	0 kN/m ²
Podparcie	Jedna podpora	Obciążenie podłóg	2.1 kN/m ²
Poziom	wysokość VS	Obciążenie zmienne	2.5 kN/m ²
Składowanie	krótkie		
Rodzaj powłoki	Inne podłoża		
Strefa sejsmiczna	0 (Słabe)		
Ogniotrwałość	Żaden		
fc28 płyty	25 MPa		
Ciągłość	Tak Delta = 0.15		

Wyniki

Ugięcie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*	Ścinanie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*
Mra (kg.m)	3376.54	4519.01	7	Vcu (kN)	21.1	31.23	8.95
Mb (kg.m)	2439.37	4464.39	8.18	Vbu (kN)	21.1	28.37	8.13
Mfl (kg.m)	2603.84	2895.88	6.38	Vpu (kN)	21.1	32.24	9.24
Strzałka ugięcia (cm)	1.22	1.36	6.22				

Podparcie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*	Stal	Sekcja
Integralność (MPa)	5.89	-4		Zbrojenia (cm ²)	Prawy 0.74
Mbezp. (kg.m)	486.91	966.67	9.06	(Fe 500)	Lewy 0.74
				Siatka spawana (cm ² /m)	0.88
Reakcja na podpore (kN/m)		13.7		Minimalne zakotwienie (cm)	5



Lista obliczeń

Budowa

Numer zlecenia

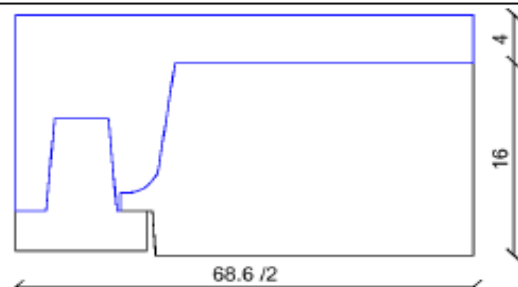
Punkt odniesienia

Budynek

Poziom

wysokość VS

Hipotezy



RECTOBETON 16x53x20 16+4 Jedna podpora ; 2 x RS 115

Vs cm	Vi cm	I cm ⁴	I/Vi cm ³	Alpha	Beton l/m ²	Pm kN/m ²	G1 kN/m	G2 kN/m
6.22	13.37	17563	1314	4.26	67.7	2.93	0.31	1.7

L max (m)*	5.34 m	Obciążenie ścian działowych	0 kN/m ²
Podparcie	Jedna podpora	Obciążenie podłóg	2.1 kN/m ²
Poziom	wysokość VS	Obciążenie zmienne	2.5 kN/m ²
Składowanie	krótkie		
Rodzaj powłoki	Inne podłoża		
Strefa sejsmiczna	0 (Słabe)		
Ogniotrwałość	Żaden		
fc28 płyty	25 MPa		
Ciągłość	Tak Delta = 0.15		

Wyniki

Ugięcie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*	Ścinanie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*
Mra (kg.m)	2572.76	3889.59	6.56	Vcu (kN)	18.11	25.13	7.4
Mb (kg.m)	1878.15	4235.4	8.01	Vbu (kN)	18.11	26.44	7.79
Mfl (kg.m)	2068.4	2590.02	5.97	Vpu (kN)	18.11	28.32	8.34
Strzałka ugięcia (cm)	0.75	1.26	6.08				

Podparcie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*	Stal	Sekcja
Integralność (MPa)	6.16	-4		Zbrojenia (cm ²)	Prawy 0.57
Mbezp. (kg.m)	391.34	550	6.56	(Fe 500)	Lewy 0.57
				Siatka spawana (cm ² /m)	0.75

Reakcja na podpore (kN/m)	12.39	Minimalne zakotwienie (cm)	5
---------------------------	-------	----------------------------	---



Lista obliczeń

Budowa

Numer zlecenia

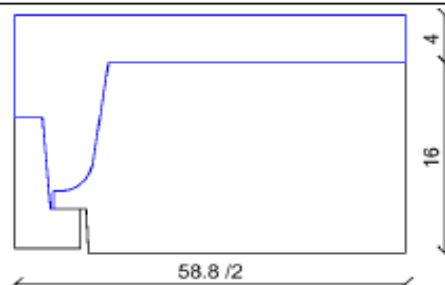
Punkt odniesienia

Budynek

Poziom

wysokość VS

Hipotezy



RECTOBETON 16x53x20 16+4 Jedna podpora ; 1 x RS 113

Vs cm	Vi cm	I cm ⁴	I/Vi cm ³	Alpha	Beton l/m ²	Pm kN/m ²	G1 kN/m	G2 kN/m
4.93	14.66	10131	691	4.48	57.9	2.66	0.16	1.41

L max (m)*	3.95 m	Obciążenie ścian działowych	0 kN/m ²
Podparcie	Jedna podpora	Obciążenie podłóg	2.1 kN/m ²
Poziom	wysokość VS	Obciążenie zmienne	2.5 kN/m ²
Składowanie	krótkie		
Rodzaj powłoki	Inne podłoża		
Strefa sejsmiczna	0 (Słabe)		
Ogniotrwałość	Żaden		
fc28 płyty	25 MPa		
Ciągłość	Tak Delta = 0.15		

Wyniki

Ugięcie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*	Ścinanie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*
Mra (kg.m)	1166.57	1247.37	4.08	Vcu (kN)	10.84	12.67	4.61
Mb (kg.m)	869.81	3080.78	7.43	Vbu (kN)	10.84	15.96	5.81
Mfl (kg.m)	886.94	986.56	4.16	Vpu (kN)	10.84	14.64	5.33
Strzałka ugięcia (cm)	0.38	1.06	5.09				
Podparcie	Siły wewn.	Nośność	L max (m)*	Stal	Seksja		
Integralność (MPa)	-1.28	-4		Zbrojenia (cm ²)	Prawy	0.26	
Mbezp. (kg.m)	213.95	250	4.38	(Fe 500)	Lewy	0.26	
				Siatka spawana (cm ² /m)		0.52	
Reakcja na podpore (kN/m)		8.86		Minimalne zakotwienie (cm)		5	