

# 1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻENIE

## 1.1. Ciężar pokrycia dachowego

Tab. 1 Obciążenia stałe					
Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne [kN/m <sup>2</sup> ]	obciążenie obliczeniowe [kN/m <sup>2</sup> ]			
		MAX		MIN	
		$\gamma > 1$	obciążenie	$\gamma < 1$	obciążenie
humus 16cm	2,88	1,30	3,74	0,80	2,30
chudy beton 5-12 cm	2,88	1,10	3,17	0,90	2,59
tynk 1,5 cm	0,29	1,30	0,37	0,80	0,23
SUMA	6,05	-	7,28	-	5,12

Obciążenie stężeń dachowych

Tab. 2 Ciężar stężeń dachowych [kN/m <sup>2</sup> ]	
$g_{stk}$	0,1
wsp	1,1
$g_{st}$	0,11

Obciążenie instalacjami (np. elektryczna, odwodnienie)

Tab. 3 Obciążenie instalacjami [kN/m <sup>2</sup> ]	
$g_{inst}$	0,15
wsp	1,4
$g_{instobl}$	0,21

Obciążenie parciem i ssaniem wiatru

Tab. 5. Obciążenie wiatrem [kN/m <sup>2</sup> ]	
Lokalizacja	Chałupki - Morawica
Strefa	1
H-n.p.m	226
$q_k$ [Pa]	0,25
$p_n$	1,215
$p_z$	0,486

Tab. 4. Obciążenie śniegiem [kN/m2]	
Lokalizacja	Chałupki - Morawica
Strefa	3
H-n.p.m	226
$Q_k$	0,756
C	1,76
$S_k$	1,33056
$g_f$	1,5
$S_o$	1,99584

Obciążenie liniowe attyką:  $0,16m \cdot 0,44m \cdot 25kN/m^3 = 1,76kNmb \cdot 1,1 = 1,94 kNmb$

## 1.2. Obciążenie belki B1 (przyjęto bardziej niekorzystny układ dłużej belki)

Przyjęto warstwy jak wyżej.

Połowa odległości pomiędzy belkami B1 i B2 w maksymalnym miejscu wynosi ok 3,05m zatem:

Obciążeni stałe: 22,21kNmb

Obciążenie instalacjami: 0,64 kNmb

Obciążenie stężeniami: 0,34 kNmb

Obciążenie śniegiem: 6,1 kNmb

Obciążenie wiatrem: 3,7 kNmb

Obciążenie płytą: 13,4 kNmb

### 1.3. Obciążenie stropu nad pomieszczeniami socjalnymi

Obciążenie stropu						
Lp .	Wyszczególnienie	Grubość warstwy m	Ciężar w stanie powietrznosuchym kN/m <sup>3</sup>	Wartość charakterystyczna obciążenia kN/m <sup>2</sup>	Wsp . -	Wartość obliczeniowa obciążenia kN/m <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
Obciążenia stałe						
1	Kostka betonowa	0,060	24,0	1,440	1,1	1,584
2	podsyпка cementowo-piaskowa	0,030	24,0	0,720	1,3	0,936
3	Folia PE 0,2 mm			0,002	1,2	0,002
4	Pianka PIR	0,1	0,45	0,045	1,1	0,050
5	Tynk gipsowy 10 mm	0,010	19,0	0,190	1,3	0,247
Razem g, kN/m <sup>2</sup>				2,40		2,82
Obciążenia zmienne						
1	Obciążenie użytkowe - audytorium, sceny			3,00	1,3	3,90
Razem p, kN/m <sup>2</sup>				3,00		3,90
Łącznie g + p, kN/m <sup>2</sup>				5,40		6,72

# OBLICZENIA STATYCZNE DACHU

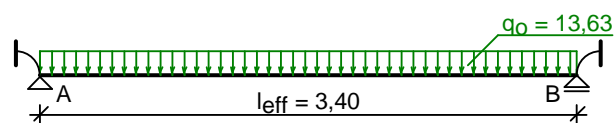
## 1. PŁYTA

### ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia powierzchniowe [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	Obc. stałe i zmienne	9,50	1,00	--	9,50
2.	Płyta żelbetowa grub.15 cm	3,75	1,10	--	4,13
$\Sigma$ :		13,25	1,03		13,63

### SCHEMAT STATYCZNY



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff} = 3,40$  m

**Grubość płyty 15,0 cm**

### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 15,11$  kNm/m

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd,p} = 9,84$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 14,57$  kNm/m

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 14,57$  kNm/m

Reakcja obliczeniowa  $R_A = R_B = 23,16$  kN/m

### DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25 (C20/25)**  $\rightarrow f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25$  kN/m<sup>3</sup>

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,01$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-III (34GS)**  $\rightarrow f_{yk} = 410$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów w przęśle  $\phi_d = 12$  mm

Średnica prętów nad podporą  $\phi_g = 12$  mm

Zbrojenie rozdzielcze (konstrukcyjne):

Klasa stali **A-0 (St0S-b)**  $\rightarrow f_{yk} = 220$  MPa,  $f_{yd} = 190$  MPa,  $f_{tk} = 300$  MPa

Średnica prętów  $\phi = 6$  mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia prętów z góry płyty  $c_{nom,g} = 20$  mm

Nominalna grubość otulenia prętów z dołu płyty  $c_{nom,d} = 20$  mm

### ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm

Graniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/200$  - jak dla stropów (tablica 8)

### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona)

Przęsło:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,62$  cm<sup>2</sup>/mb. Przyjęto  **$\phi 12$  co 18,0 cm** o  $A_s = 6,28$  cm<sup>2</sup>/mb ( $\rho = 0,51\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 15,11$  kNm/mb  $< M_{Rd} = 25,46$  kNm/mb (59,4%)

Szerokość rys prostokątnych:  $w_k = 0,175 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (58,4%)  
 Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 13,85 \text{ mm} < a_{lim} = 17,00 \text{ mm}$  (81,4%)

Podpora:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,33 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 12$  co **25,0 cm** o  $A_s = 4,52 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,36\%$ )

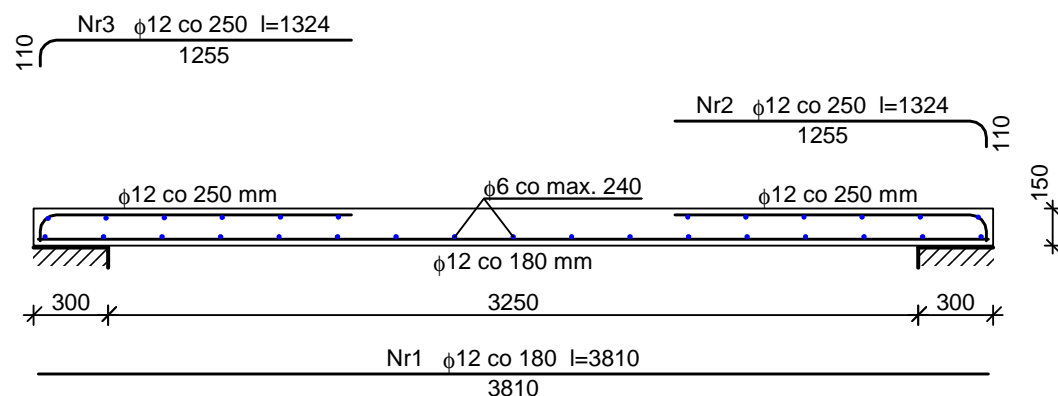
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,p} = 9,84 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,p} = 18,69 \text{ kNm/mb}$  (52,7%)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 23,16 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 83,36 \text{ kN/mb}$  (27,8%)

Szerokość rys prostokątnych:  $w_k = 0,146 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (48,6%)

Przyjęto zbrojenie rozdzielcze  $\phi 6$  co **max.24,0 cm** o  $A_s = 1,18 \text{ cm}^2/\text{mb}$

## SZKIC ZBROJENIA



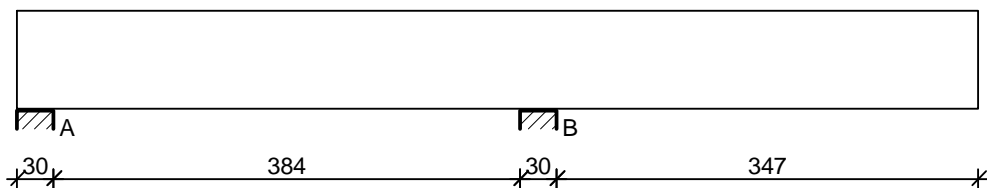
## WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]			Długość całkowita [m]		
			prętów w 1 elementcie	elementów	całkowita prętów	St0S-b	34GS	
						φ6	φ12	
dla pojedynczej płyty								
1	12	3810	5,56	1	5,56		21,17	
2	12	1324	4,00	1	4,00		5,30	
3	12	1324	4,00	1	4,00		5,30	
4	6	1050	29	1	29	30,45		
Długość całkowita wg średnic						[m]	30,5	31,8
Masa 1mb pręta						[kg/mb]	0,222	0,888
Masa prętów wg średnic						[kg]	6,8	28,2
Masa prętów wg gatunków stali						[kg]	6,8	28,2
Masa całkowita						[kg]	35	

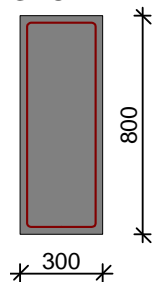
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:20

## . BELKA B1

### SZKIC BELKI



### GEOMETRIA BELKI



#### Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 30,0$  cm

Wysokość przekroju  $h = 80,0$  cm

Rodzaj belki: prefabrykowana

### OBCIĄŻENIA NA BELCE

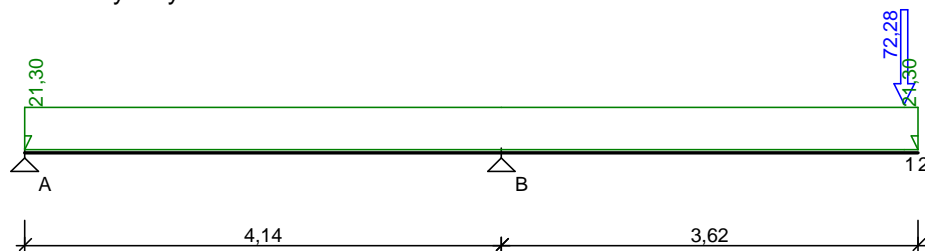
#### Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obc. stałe i zmienne	14,70	1,00	--	14,70	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,30m·0,80m·25,0kN/m <sup>3</sup> ]	6,00	1,10	--	6,60	cała belka
$\Sigma$ :		20,70	1,03		21,30	

#### Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	$F_k$	x [m]	$\gamma_f$	$k_d$	$F_d$
1.	Reakcja z belki	72,28	7,49	1,00	--	72,28

#### Schemat statyczny belki



### DANE MATERIAŁOWE

#### Parametry betonu:

Klasa betonu: **C20/25 (B25)** →  $f_{cd} = 11,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 0,85 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 2,84$

#### Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-III (34GS)** →  $f_{yk} = 410 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 25 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 16 \text{ mm}$

#### Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** →  $f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

Średnica strzemion  $\phi_s = 8 \text{ mm}$

#### Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-III (34GS)**

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

Belka prefabrykowana

#### Otulenie:

Klasa środowiska: **XC1**

Wartość dopuszczalnej odchyłki  $\Delta c = 5 \text{ mm}$

→ nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 22 \text{ mm}$

## **ZAŁOŻENIA**

Sytuacja obliczeniowa:

- element konstrukcyjny o wyjątkowym znaczeniu

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

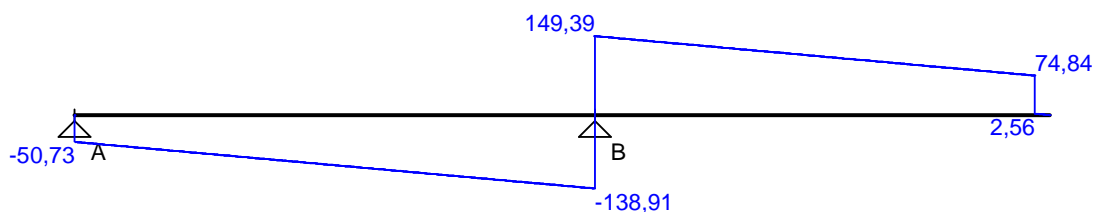
Graniczne ugięcie w przęsłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

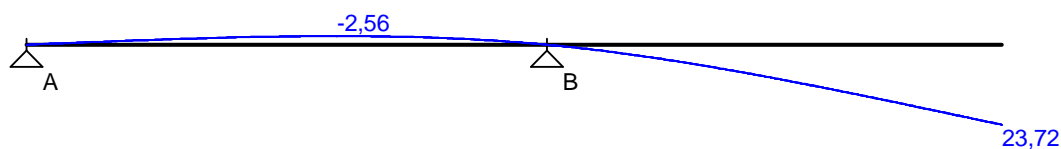
## **WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH**

Momenty zginające [kNm]:

Siły poprzeczne [kN]:

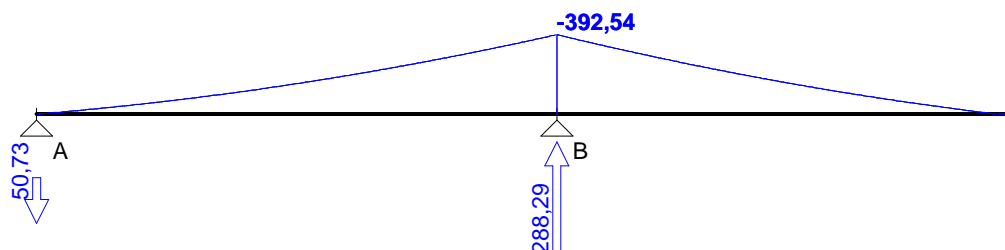


Ugięcia [m]

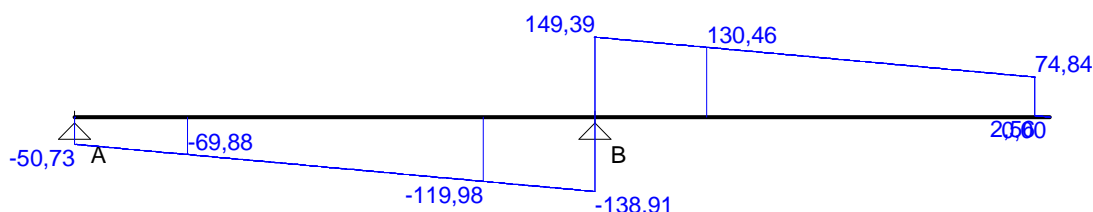


## **Obwiednia sił wewnętrznych**

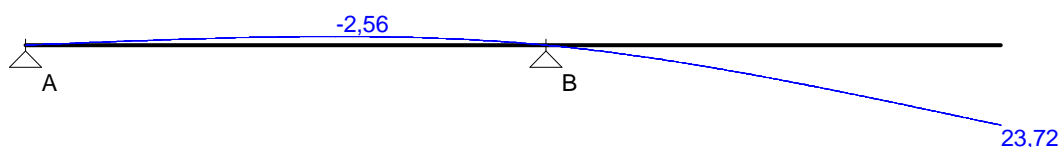
Momenty zginające [kNm]:



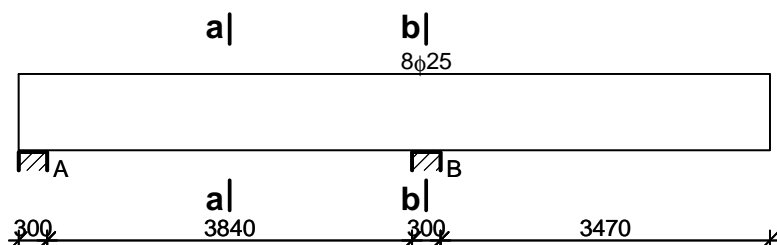
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Zbrojenie dolne w przęśle nie jest obliczeniowo potrzebne

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)119,98$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co 180 mm na odcinku 144,0 cm przy prawej podporze oraz co 400 mm na pozostałej części przęsła (decyduje warunek granicznej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)119,98$  kN <  $V_{Rd3} = 141,11$  kN (85,0%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)388,61$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)388,61$  kNm

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = (-)2,56$  mm <  $a_{lim} = 4140/200 = 20,70$  mm (12,4%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 133,61$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,280$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (93,2%)

#### Prawy wspornik:

Zginanie: (przekrój b-b)



Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)392,54 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 16,70 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $8\phi 25$  o  $A_s = 39,27 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,77\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnego ugięcia)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)392,54 \text{ kNm} < M_{Rd} = 722,83 \text{ kNm}$  (54,3%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 130,46 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co **170 mm** na odcinku 204,0 cm przy

lewej podporze oraz co 400 mm na pozostałej części przęsła

(decyduje warunek granicznej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 130,46 \text{ kN} < V_{Rd3} = 149,41 \text{ kN}$  (87,3%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)388,61 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)388,61 \text{ kNm}$

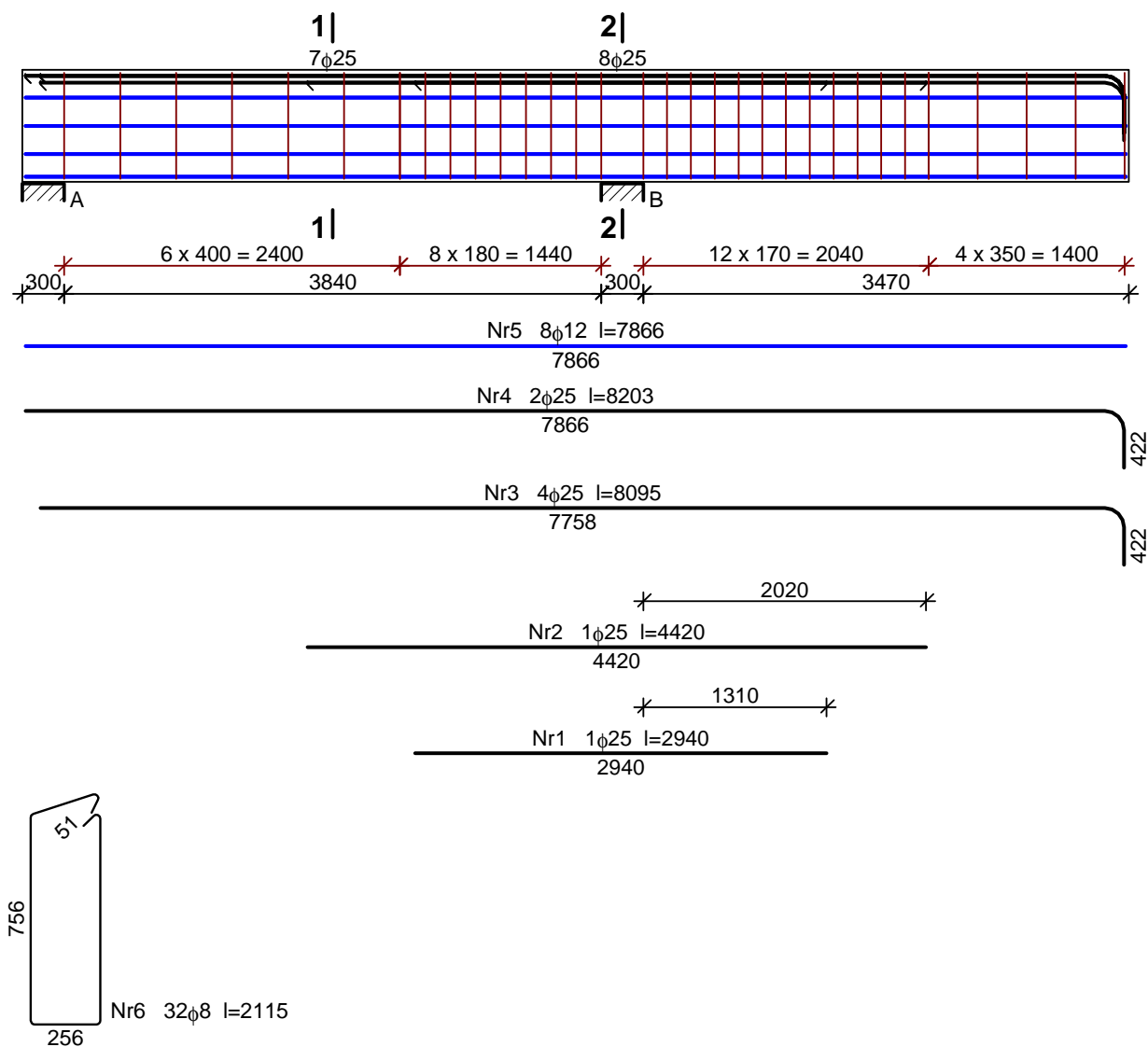
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,108 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (36,1%)

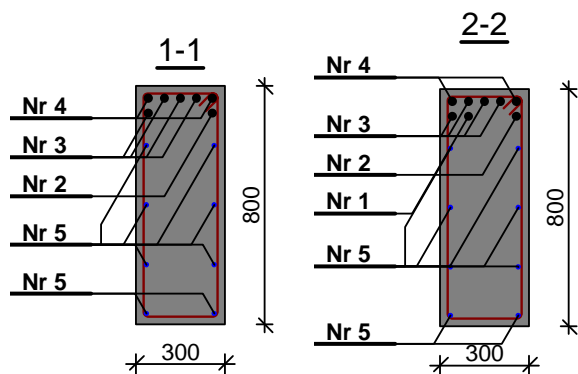
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = 23,72 \text{ mm} < a_{lim} = 3620/150 = 24,13 \text{ mm}$  (98,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 144,11 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,290 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (96,7%)

## SZKIC ZBROJENIA





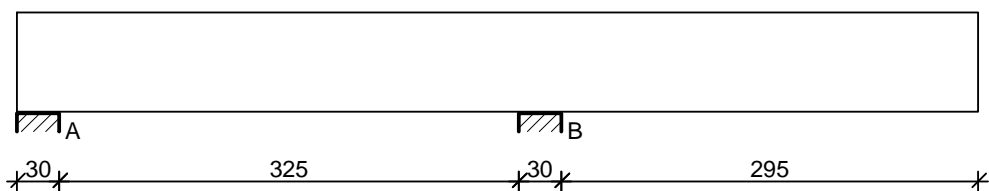
### WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręt a	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				St0S-b	34GS	
				φ8	φ12	φ25
dla jednej belki						
1	25	2940	1			2,94
2	25	4420	1			4,42
3	25	8095	4			32,38
4	25	8203	2			16,41
5	12	7866	8		62,93	
6	8	2115	32	67,68		
Długość całkowita wg średnic [m]				67,7	63,0	56,2
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,395	0,888	3,853
Masa prętów wg średnic [kg]				26,7	55,9	216,5
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				26,7	272,4	
Masa całkowita [kg]				300		

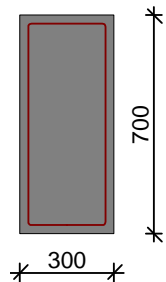
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

### 3. BELKA B2

#### SZKIC BELKI



#### GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 30,0 \text{ cm}$ Wysokość przekroju  $h = 70,0 \text{ cm}$ 

Rodzaj belki: monolityczna

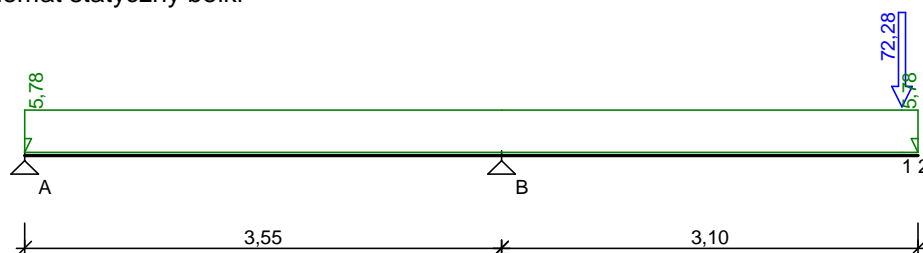
**OBCIĄŻENIA NA BELCE**Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.		0,00	1,00	--	0,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,30m·0,70m·25,0kN/m3]	5,25	1,10	--	5,78	cała belka
$\Sigma$ :		5,25	1,10		5,78	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	$F_k$	x [m]	$\gamma_f$	$k_d$	$F_d$
1.	Reakcja z belki	72,28	6,38	1,00	--	72,28

Schemat statyczny belki

**DANE MATERIAŁOWE**Parametry betonu:Klasa betonu: **C20/25 (B25)**  $\rightarrow f_{cd} = 11,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 0,85 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$ Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$ Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$ Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$ 

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 2,86$ Zbrojenie główne:Klasa stali **A-III (34GS)**  $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$ Średnica prętów górnych  $\phi_g = 25 \text{ mm}$ Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 16 \text{ mm}$ Strzemiona:Klasa stali **A-0 (St0S-b)**  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 300 \text{ MPa}$ Średnica strzemion  $\phi_s = 6 \text{ mm}$ Zbrojenie montażowe:Klasa stali **A-III (34GS)**Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$ Otulenie:Klasa środowiska: **XC1**Wartość dopuszczalnej odchyłki  $\Delta c = 5 \text{ mm}$  $\rightarrow$  nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 24 \text{ mm}$ **ZAŁOŻENIA**

Sytuacja obliczeniowa:

- element konstrukcyjny o wyjątkowym znaczeniu

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.

$$\cot \theta = 2,00$$

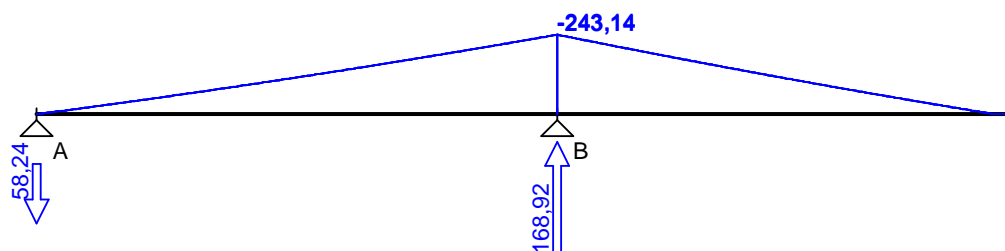
Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

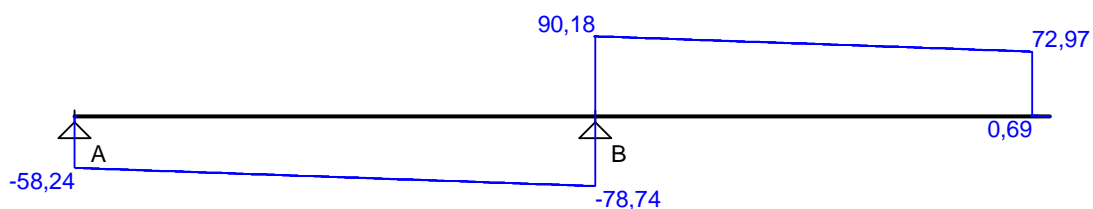
Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

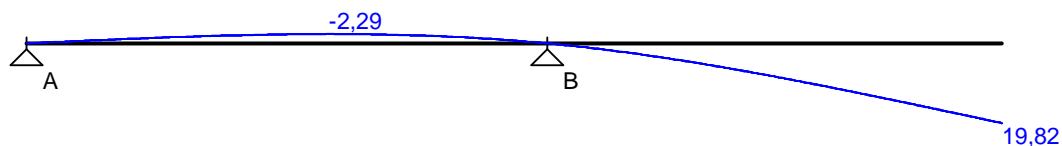
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

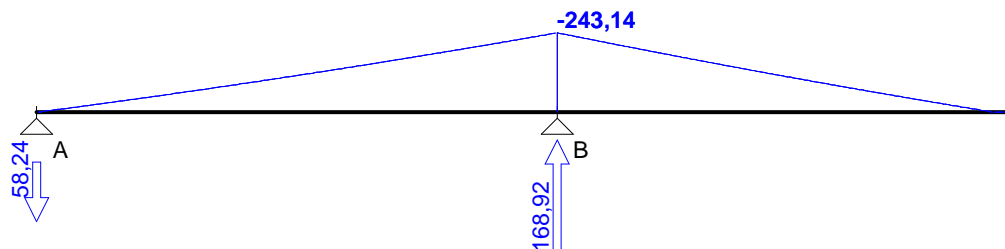


Ugięcia [mm]:

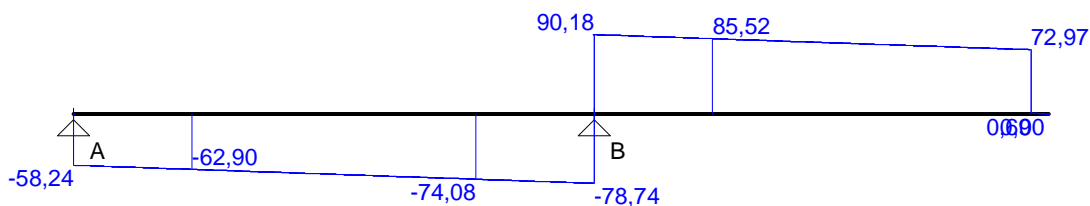


## Obwiednia sił wewnętrznych

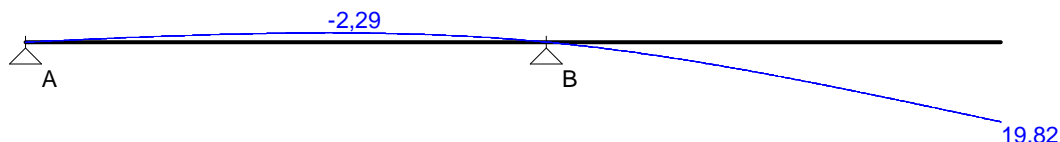
Momenty zginające [kNm]:



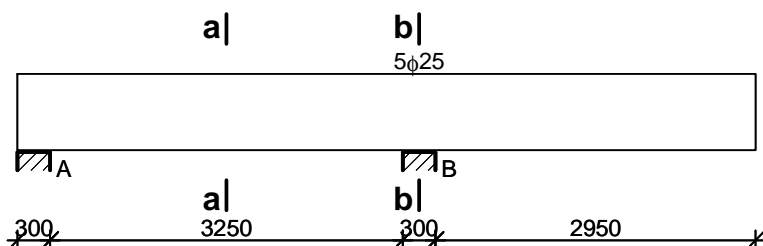
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Zbrojenie dolne w przęśle nie jest obliczeniowo potrzebne

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)74,08$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)74,08$  kN <  $V_{Rd1} = 93,89$  kN (78,9%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)240,62$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)240,62$  kNm

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = (-)2,29$  mm <  $a_{lim} = 3550/200 = 17,75$  mm (12,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 76,31$  kN

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

#### Prawy wspornik:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)243,14$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 11,62$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto **5φ25** o  $A_s = 24,54$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 1,24\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnego ugięcia)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)243,14$  kNm <  $M_{Rd} = 456,29$  kNm (53,3%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 85,52$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 85,52$  kN <  $V_{Rd1} = 93,89$  kN (91,1%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)240,62$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)240,62$  kNm

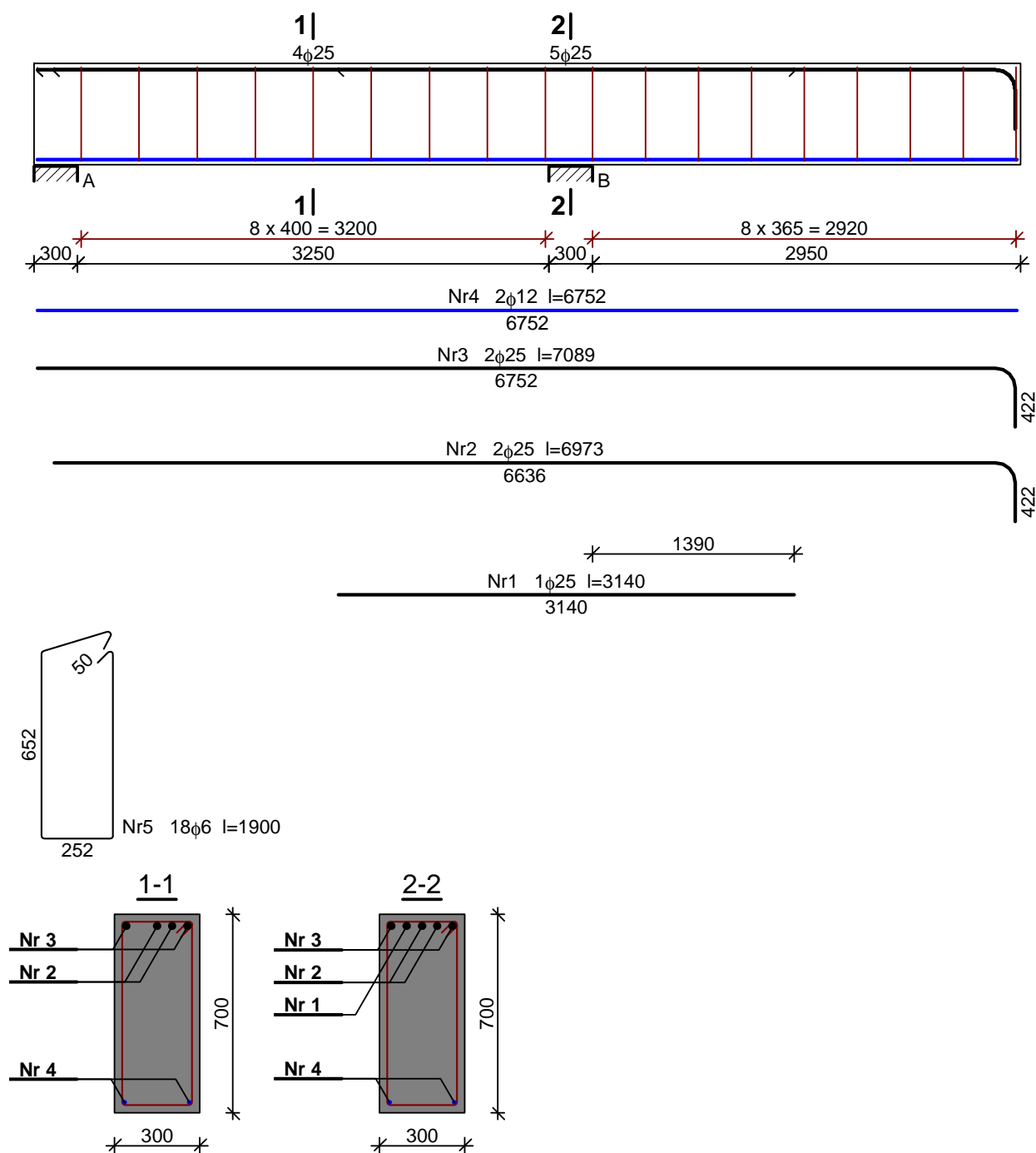
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,124$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (41,4%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = 19,82$  mm <  $a_{lim} = 3100/150 = 20,67$  mm (95,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 87,77$  kN

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

## SZKIC ZBROJENIA



## WYKAZ ZBROJENIA

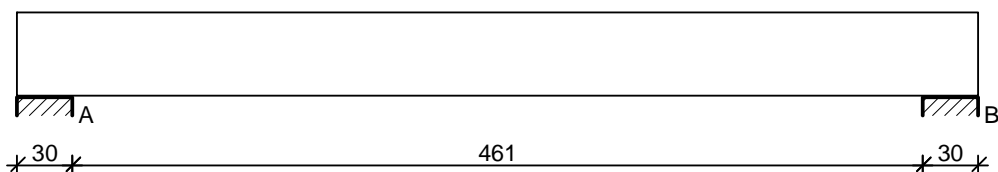
Nr pręt a	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				St0S-b	34GS	
				φ6	φ12	φ25
dla jednej belki						
1	25	3140	1			3,14
2	25	6973	2			13,95
3	25	7089	2			14,18
4	12	6752	2		13,50	
5	6	1900	18	34,20		
Długość całkowita wg średnic [m]				34,3	13,5	31,3
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0.222	0.888	3.853

Masa prętów wg średnic	[kg]	7,6	12,0	120,6
Masa prętów wg gatunków stali	[kg]	7,6		132,6
Masa całkowita	[kg]		141	

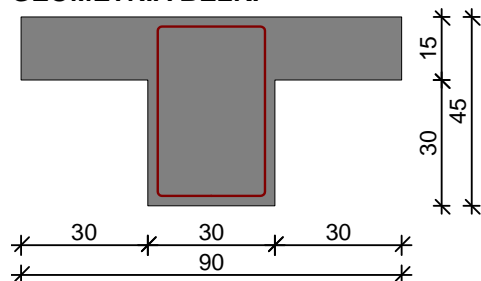
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

#### 4. BELKA B3

##### SZKIC BELKI



##### GEOMETRIA BELKI



##### Wymiary przekroju:

Typ przekroju: teowy

Szerokość przekroju  $b_w = 30,0$  cm

Wysokość przekroju  $h = 45,0$  cm

Szerokość półki górnej  $b_{eff} = 90,0$  cm

Wysokość półki górnej  $h_f = 15,0$  cm

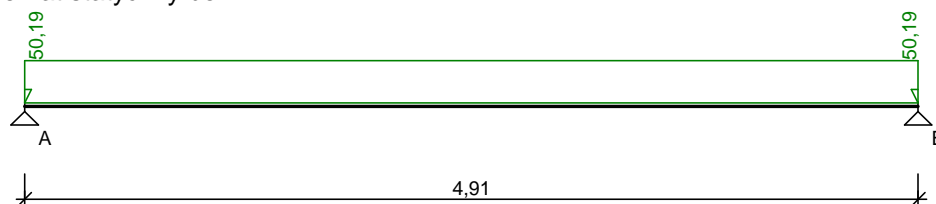
Rodzaj belki: monolityczna

##### OBCIĄŻENIA NA BELCE

##### Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obc. stałe i zmienne	44,00	1,00	--	44,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki $[(0,30m \cdot 0,45m) + ((0,90m - 0,30m) \cdot 0,15m) \cdot 25,0kN/m^3]$	5,63	1,10	--	6,19	cała belka
$\Sigma$ :		49,63	1,01		50,19	

##### Schemat statyczny belki



## DANE MATERIAŁOWE

### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 2,96$

### Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-III (34GS)**  $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 16 \text{ mm}$

### Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)**  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

Średnica strzemion  $\phi_s = 6 \text{ mm}$

### Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-III (34GS)**

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

### Otulenie:

Klasa środowiska: **XC1**

Wartość dopuszczalnej odchyłki  $\Delta c = 5 \text{ mm}$

$\rightarrow$  nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

## ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

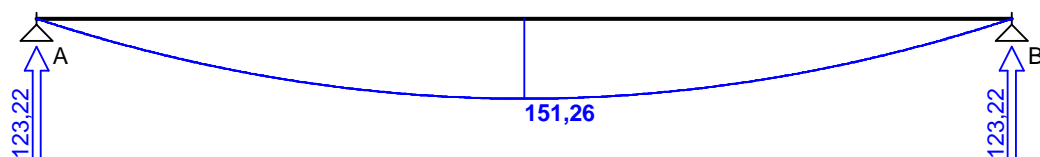
Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

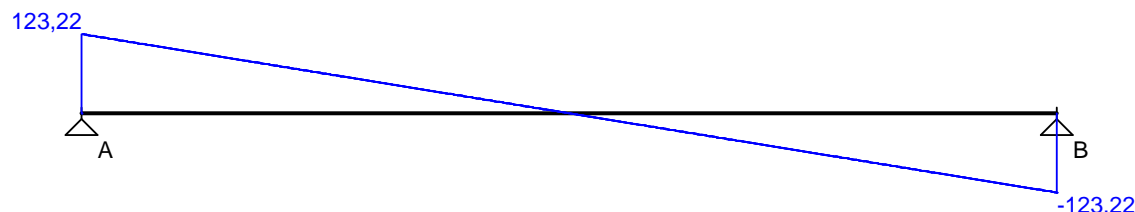
Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

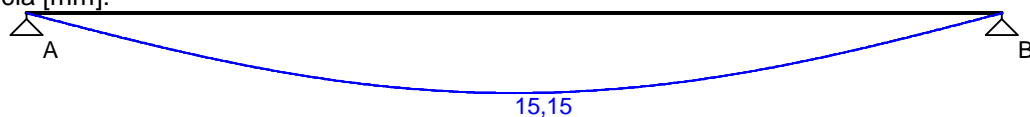
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



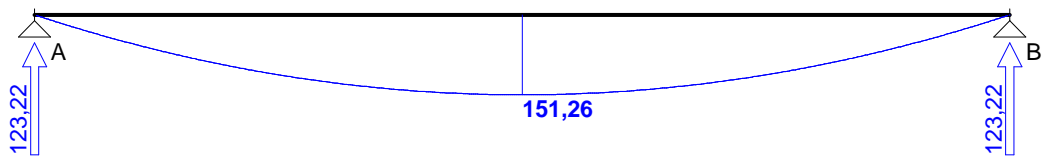
Ugięcia [mm]:



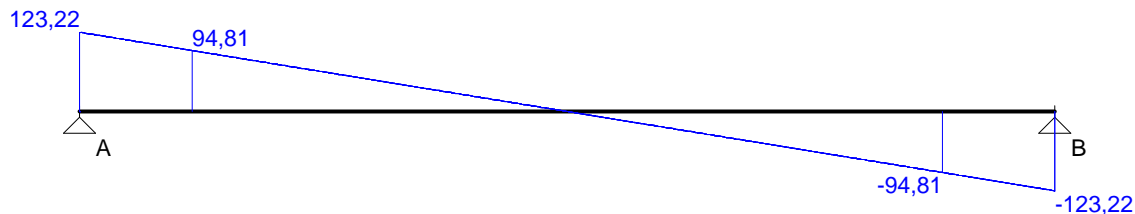
## Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:

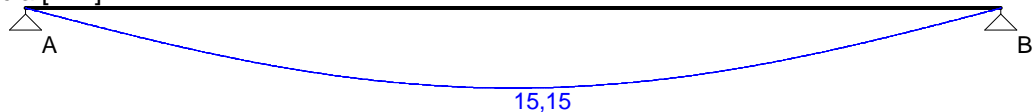




Siły poprzeczne [kN]:

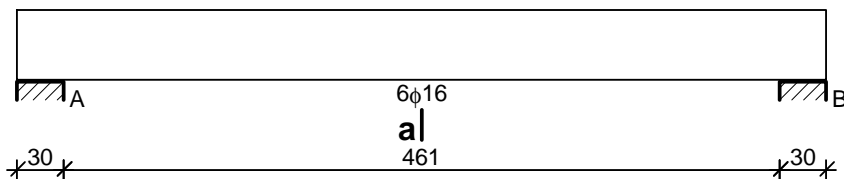


Ugięcia [mm]:



**WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002**

**a|**



**Przęsło A - B:**

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 151,26 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 10,80 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **6φ16** o  $A_s = 12,06 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,97\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 151,26 \text{ kNm} < M_{Rd} = 168,22 \text{ kNm}$  (89,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 94,81 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **φ6 co 160 mm** na odcinku 80,0 cm przy podporach oraz co 310 mm w środku rozpiętości przęsła

Dodatkowe zbrojenie **2** prętami odgiętymi **φ16** na odcinkach przypodporowych

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 94,81 \text{ kN} < V_{Rd3} = 179,66 \text{ kN}$  (52,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 149,56 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 149,56 \text{ kNm}$

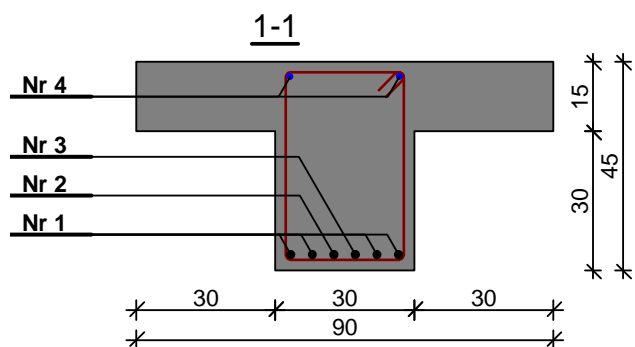
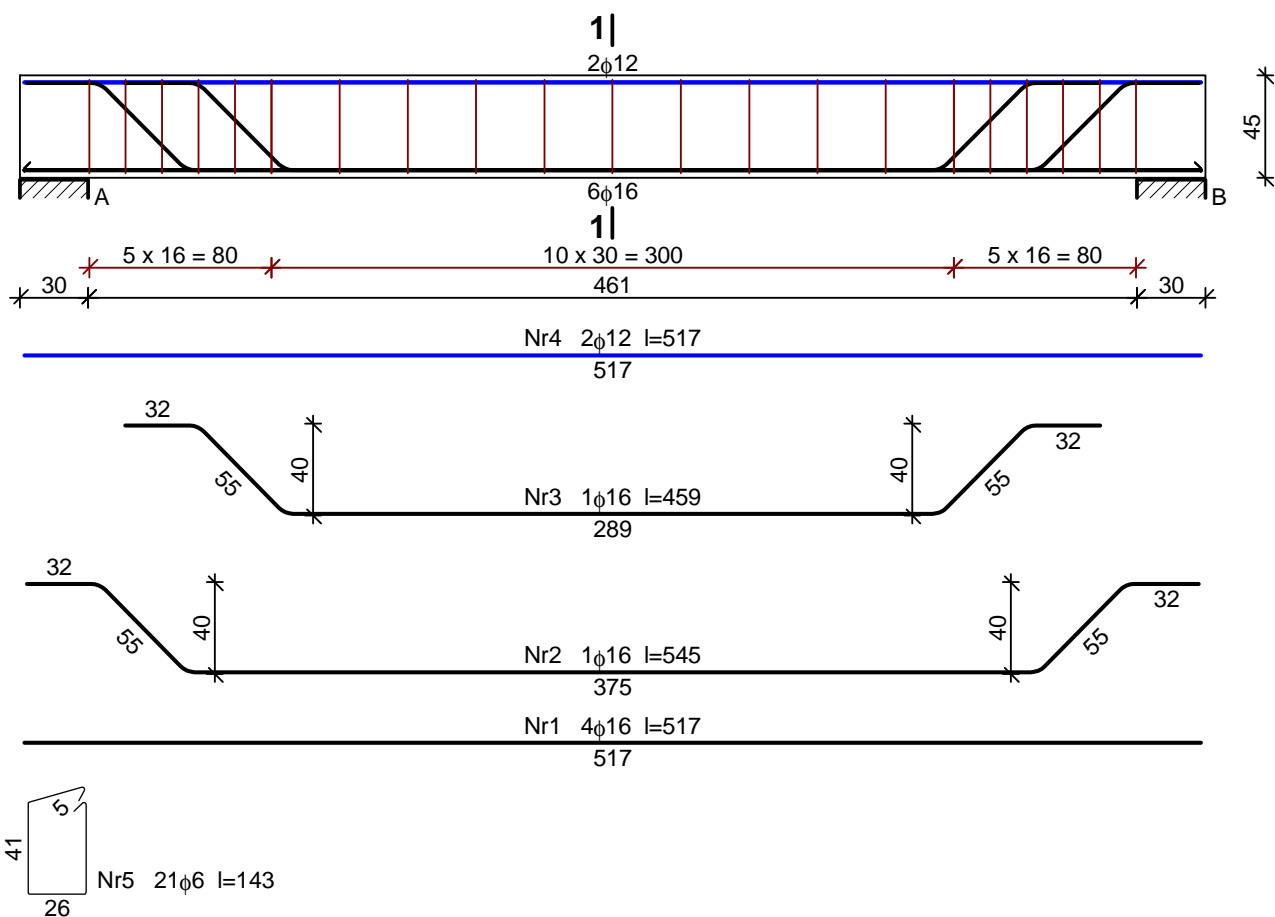
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,235 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (78,3%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 15,15 \text{ mm} < a_{lim} = 4910/200 = 24,55 \text{ mm}$  (61,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 114,39 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,212 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (70,6%)

**SKIC ZBROJENIA**



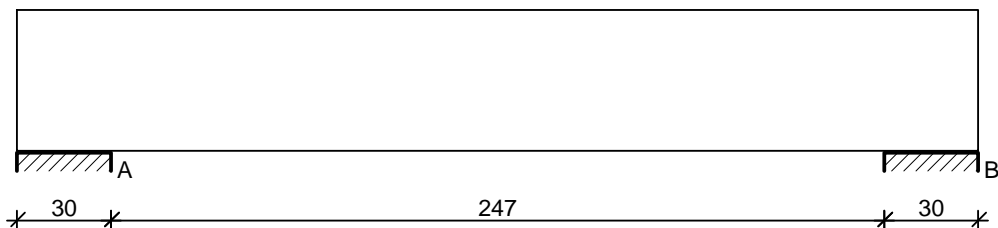
## WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręt a	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				St0S-b	34GS	
				φ6	φ12	φ16
dla jednej belki						
1	16	517	4			20,68
2	16	545	1			5,45
3	16	459	1			4,59
4	12	517	2		10,34	
5	6	143	21	30,03		
Długość całkowita wg średnic [m]				30,1	10,4	30,8
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				6,7	9,2	48,6
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				6,7	57,8	
Masa całkowita [kg]				65		

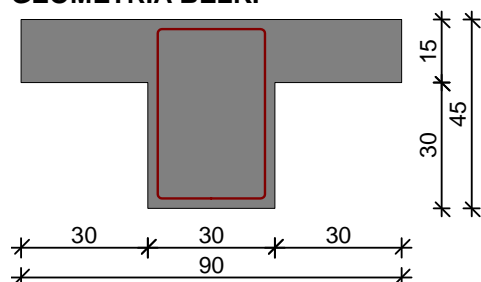
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

## 5. BELKA B4

### SZKIC BELKI



### GEOMETRIA BELKI



#### Wymiary przekroju:

Typ przekroju: teowy

Szerokość przekroju  $b_w = 30,0$  cm

Wysokość przekroju  $h = 45,0$  cm

Szerokość półki górnej  $b_{eff} = 90,0$  cm

Wysokość półki górnej  $h_f = 15,0$  cm

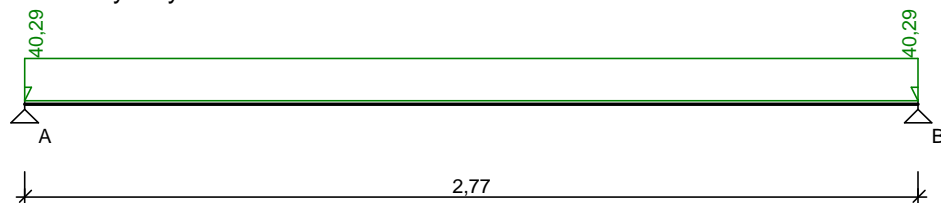
Rodzaj belki: monolityczna

### OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obc. stałe i zmienne	34,10	1,00	--	34,10	cała belka
2.	Ciężar własny belki [[ $(0,30m \cdot 0,45m) + ((0,90m - 0,30m) \cdot 0,15m) \cdot 25,0kN/m^3$ ]	5,63	1,10	--	6,19	cała belka
$\Sigma$ :		39,73	1,01		40,29	

### Schemat statyczny belki



### DANE MATERIAŁOWE

#### Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8$  mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,20$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-III (**34GS**)  $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa}, f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 16 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}, f_{yd} = 190 \text{ MPa}, f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

Średnica strzemion  $\phi_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-III (34GS)

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki  $\Delta c = 5 \text{ mm}$

$\rightarrow$  nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

**ZAŁOŻENIA**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

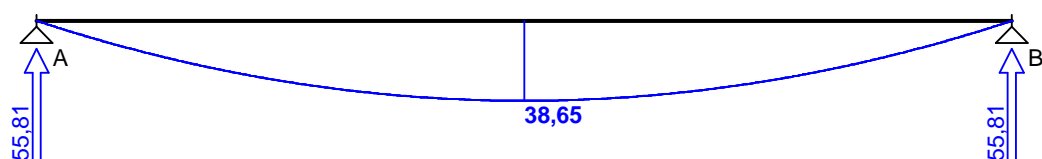
Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

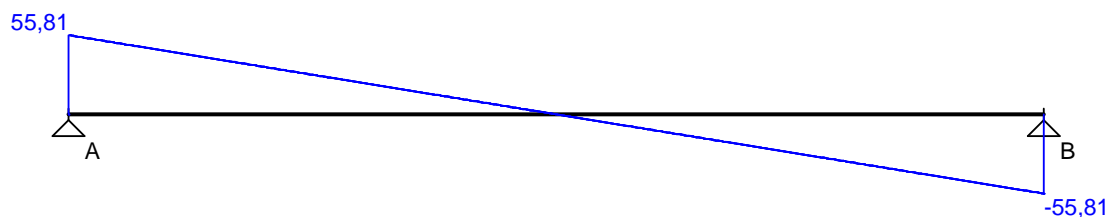
Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

**WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH**

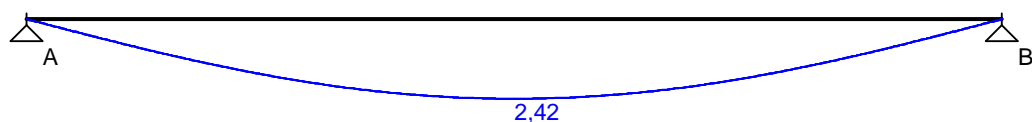
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

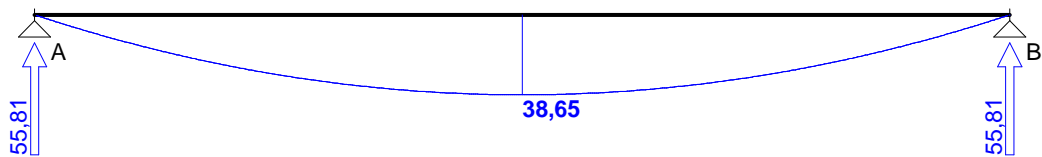


Ugięcia [mm]:

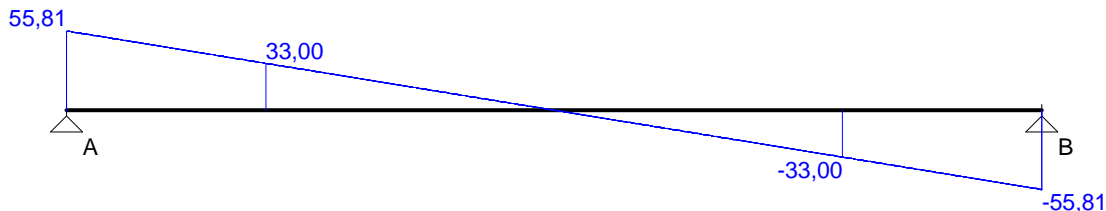


**Obwiednia sił wewnętrznych**

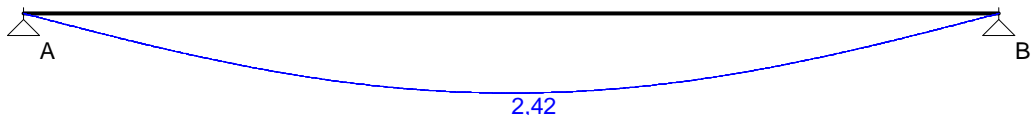
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

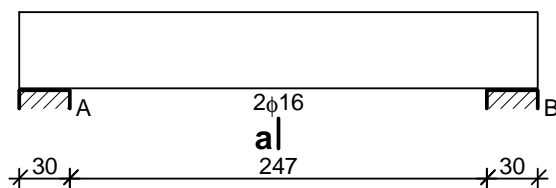


Ugięcia [mm]:



**WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002**

**a|**



**Przęsło A - B:**

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 38,65 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,68 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **2φ16** o  $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,32\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 38,65 \text{ kNm} < M_{Rd} = 57,72 \text{ kNm}$  (66,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 33,00 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 310 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 33,00 \text{ kN} < V_{Rd1} = 68,73 \text{ kN}$  (48,0%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 38,11 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 38,11 \text{ kNm}$

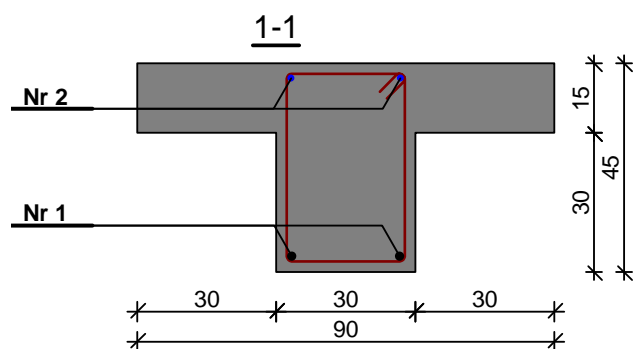
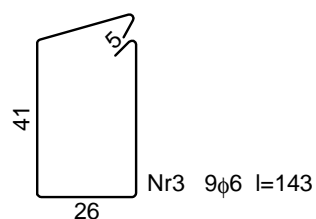
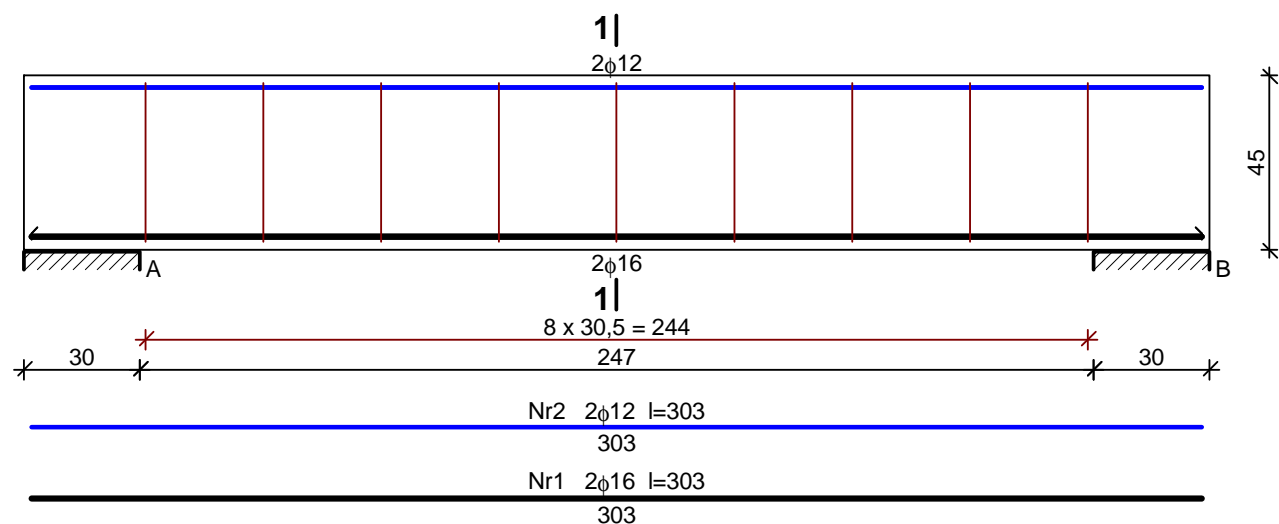
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,229 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (76,2%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 2,42 \text{ mm} < a_{lim} = 2770/200 = 13,85 \text{ mm}$  (17,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 49,06 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

**SZKIC ZBROJENIA**

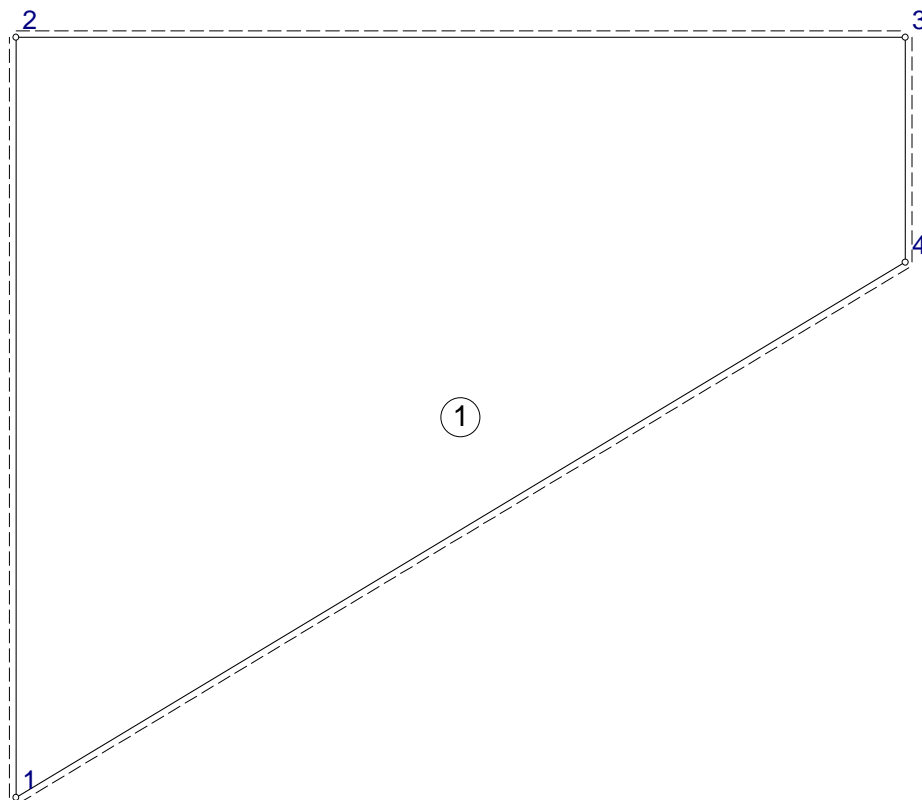


## WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręt a	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				St0S-b	34GS	
				φ6	φ12	φ16
dla jednej belki						
1	16	303	2			6,06
2	12	303	2		6,06	
3	6	143	9	12,87		
Długość całkowita wg średnic [m]				12,9	6,1	6,1
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				2,9	5,4	9,6
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				2,9	15,0	
Masa całkowita [kg]				18		

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

Obszary płyty      skala 1:100



**Obszar 1**                      Typ: płyta            Symbol: 1  
Współrzędne punktów węzłowych

Punkt	X [m]	Y [m]
2	0,000	7,100
1	0,000	0,000
4	8,300	5,000
3	8,300	7,100

Otuliny górna zbrojenia: 2,0 cm

Otuliny dolna zbrojenia: 2,0 cm  
 Orientacja kier. zbrojenia  $\phi_i = 0,0$  stopnia

#### PODPORY LINIOWE

**Podpora przegubowa** na elemencie nr 1

Punkt pocz.: Nr: 1 X = 0,000 m Y = 0,000 m

Punkt kon.: Nr: 2 X = 0,000 m Y = 7,100 m

**Podpora przegubowa** na elemencie nr 2

Punkt pocz.: Nr: 2 X = 0,000 m Y = 7,100 m

Punkt kon.: Nr: 3 X = 8,300 m Y = 7,100 m

**Podpora przegubowa** na elemencie nr 3

Punkt pocz.: Nr: 3 X = 8,300 m Y = 7,100 m

Punkt kon.: Nr: 4 X = 8,300 m Y = 5,000 m

**Podpora przegubowa** na elemencie nr 4

Punkt pocz.: Nr: 1 X = 0,000 m Y = 0,000 m

Punkt kon.: Nr: 4 X = 8,300 m Y = 5,000 m

#### LISTA MATERIAŁÓW

##### Beton B25

Moduł Younga  $E = 30028$  MPa

Współczynnik Poissona  $\nu_i = 0,167$

Wytrzymałość gwarantowana  $R_{bG} = 25,00$  MPa

Współczynnik  $\alpha_T = 0,000010$  1/K

Gęstość  $G = 2500,00$  kg/m<sup>3</sup>

#### GRUPY OBCIĄŻEŃ

Symb.	Nazwa	Rodzaj	Znacz.	Gamma_f1	Gamma_f2	Psi_d
	ciężar własny			1,00		
A	kostka betonowa	stałe		1,00	1,00	
B	podsyпка	stałe		1,00	1,00	
C	pianka PIR	stałe		1,00	1,00	
D	tynk	stałe		1,00	1,00	
E	użytkowe	zmienne	1	1,00	1,00	1,00

#### LISTA OBCIĄŻEŃ

Poz.	Gr.	Rodzaj	Q,q	x1	y1	x2	y2
	obc.	obc.	dT	x3	y3	x4	y4
1	A	obszar	1,60	na obszarze nr: 1			
2	B	obszar	0,90	na obszarze nr: 1			
3	C	obszar	0,05	na obszarze nr: 1			
4	D	obszar	0,25	na obszarze nr: 1			
5	E	obszar	3,90	na obszarze nr: 1			

#### KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

Nr	Zawsze	Ewentualnie
1	A+B+C+D	
2	A+B+C+D	E



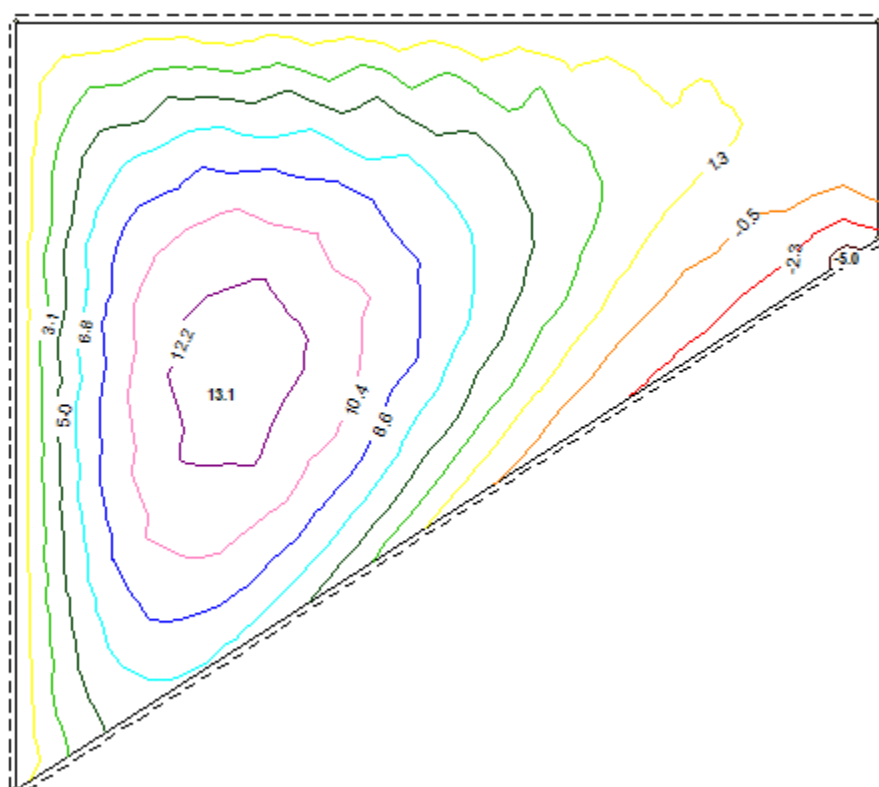
# TABLICA RELACJI GRUP OBCIĄŻEŃ

	A	B	C	D	E
A					
B					
C					
D					
E					

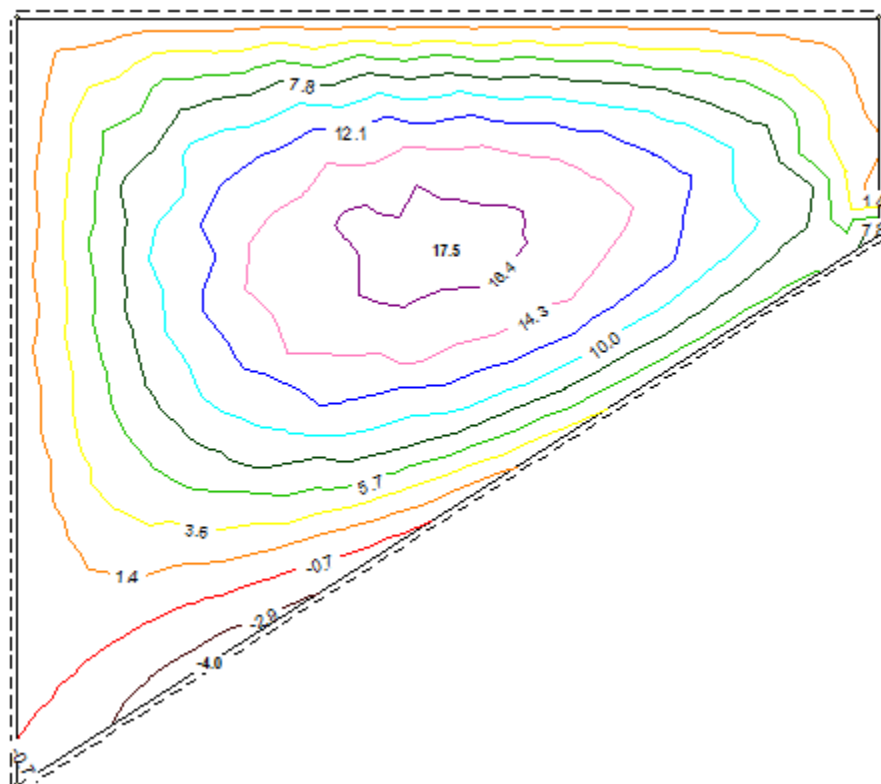
Oznaczenia:

- W - grupa obciążeń nie występuje;
- S - grupa obciążeń występuje zawsze;
- X - grupy obciążeń wykluczają się wzajemnie;
- P - grupy obciążeń występują łącznie;
- L - gr.obc. wiersza występują łącznie z gr.obc. kolumny;
- G - gr.obc. kolumny występują łącznie z gr.obc. wiersza;

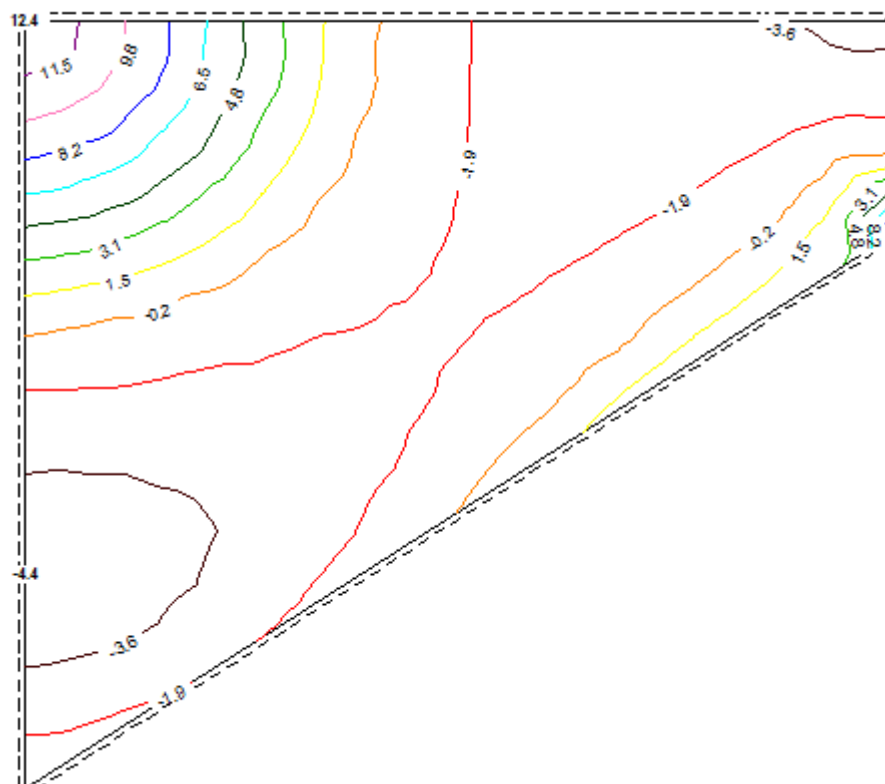
## Wykresy momentów X-X



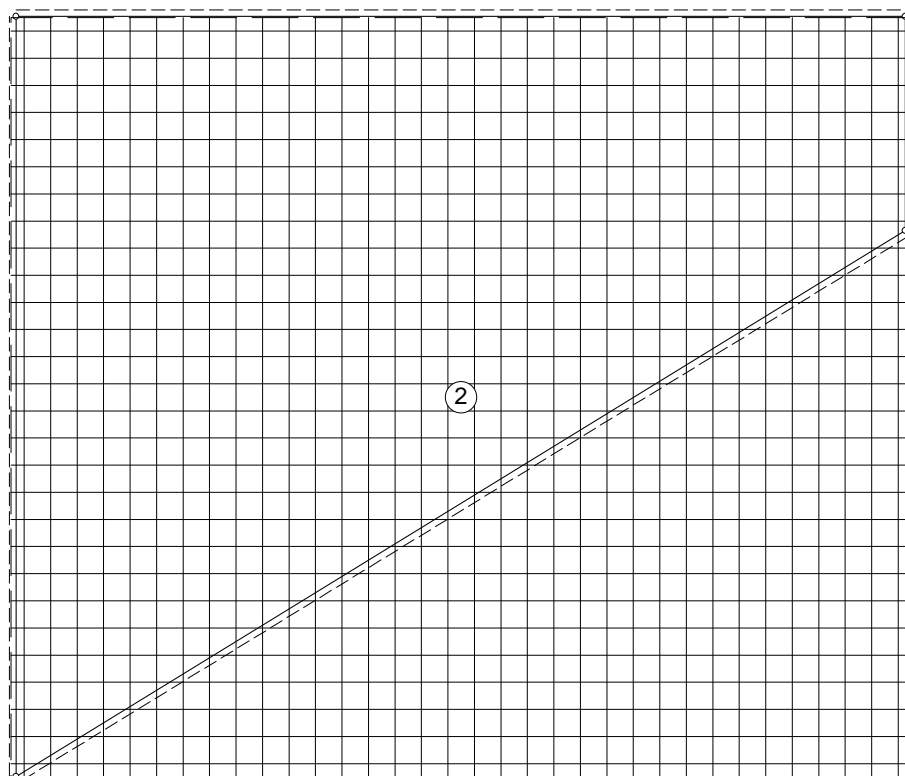
## Wykresy momentów Y-Y



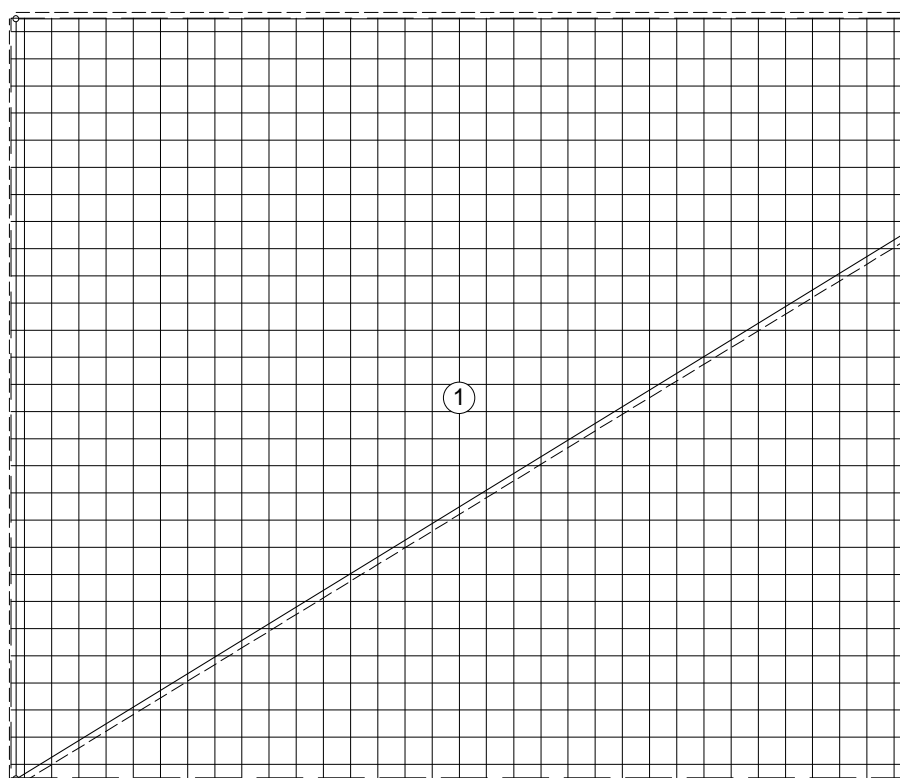
Wykres momentów skręcających



SIATKI ZBROJENIOWE na powierzchni górnej płyty skala 1:100



SIATKI ZBROJENIOWE na powierzchni dolnej płyty skala 1:100

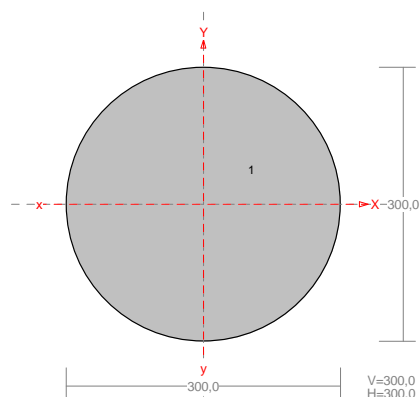


## ZESTAWIENIE STALI ZBROJENIOWEJ

## Zestawienie stali w siatkach zbrojeniowych

Numer siatki	Położenie siatki	Wymiary		Średn. pręta [mm]	Rozstaw zbr.		Masa siatki [kg]
		Lx [m]	Ly [m]		kier.x [cm]	kier.y [cm]	
1	dolne	8,37	7,10	12,0	25,0	25,0	419,6
2	górne	8,40	7,10	12,0	25,0	25,0	421,4
Suma							840,9

## SŁUP S1, S2



Skala 1:5

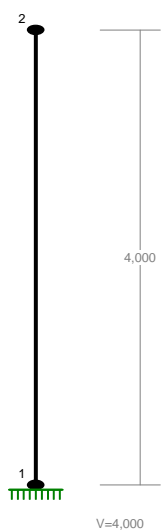
### CHARAKTERYSTYKA PRZEKROJU:

Materiał: 35 Beton B25

Gł.centrosie bezwładn.[cm]:	Xc=	15,0	Yc=	15,0
			alfa=	0,0
Momenty bezwładności [cm4]:	Jx=	39760,8	Jy=	39760,8
Moment dewiacji [cm4]:			Dxy=	0,0
Gł.momenty bezwładn. [cm4]:	Ix=	39760,8	Iy=	39760,8
Promienie bezwładności [cm]:	ix=	7,5	iy=	7,5
Wskaźniki wytrzymał. [cm3]:	Wx=	2650,7	Wy=	2650,7
	Wx=	-2650,7	Wy=	-2650,7
Powierzchnia przek. [cm2]:			F=	706,9
Masa [kg/m]:			m=	169,6
Moment bezwładn.dla zginania w płaszcz.ukł. [cm4]:			Jzg=	39760,8

Nr.	Oznaczenie	Fi: [deg]	Xs: [cm]	Ys: [cm]	Sx: [cm3]	Sy: [cm3]	F: [cm2]
1	R *300x150	0	0,00	0,00	0,0	0,0	706,9

WĘZŁY:



#### WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	0,000	4,000

#### PODPORY:

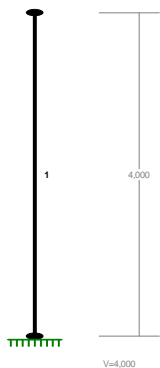
#### P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [ m / k N ]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00

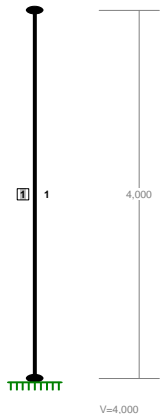
#### OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*) [m]:	Wy[m]:	FIo[grad]:
B r a k O s i a d a ń				

#### PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	4,000	4,000	1,000	1 R 300x150

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	706,9	39761	39761	2651	2651	30,0	35 Beton B25

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E:	Napręż.gr.:	AlfaT:
	[N/mm2]	[N/mm2]	[1/K]

35 Beton B25                    30000                    13,300                    1,00E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:                    ( [ kN ] , [ kNm ] , [ kN/m ] )

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A    " "			Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Skupione	0,0	363,000		4,00	

W Y N I K I  
Teoria II-go rzędu  
Kombinatoryka obciążeń

MOMENTY-OBWIEDNIE:

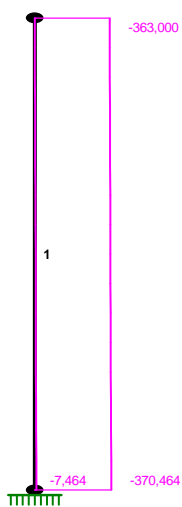




TNACE-OBWIEDNIE :



NORMALNE-OBWIEDNIE :

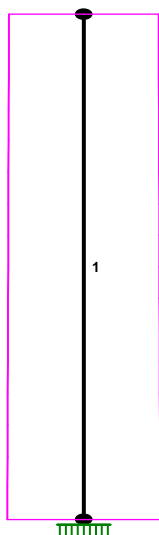


**SILY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.II rzędu bez imperf.  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	<b>0,000*</b>	0,000	-370,464	A
	4,000	<b>0,000*</b>	0,000	-363,000	A
	0,000	<b>0,000*</b>	0,000	-370,464	A
	4,000	<b>0,000*</b>	0,000	-363,000	A
	0,000	0,000	<b>0,000*</b>	-370,464	A
	4,000	0,000	<b>0,000*</b>	-363,000	A
	4,000	0,000	0,000	<b>0,000*</b>	
	0,000	0,000	0,000	<b>-370,464*</b>	A

\* = Max/Min

**NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:**



**NAPĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.II rzędu bez imperf.  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
		Ro			
-----					
1	4,000	0,000*		0,000	
	0,000	-0,394*		-5,241	A
	4,000		0,000*	0,000	
	0,000		-0,394*	-5,241	A

\* = Max/Min

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.II rzędu bez imperf.

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>0,000*</b>	370,464	370,464	0,000	A
	<b>0,000*</b>	7,464	7,464	0,000	
	0,000	<b>370,464*</b>	370,464	0,000	A
	0,000	<b>7,464*</b>	7,464	0,000	
	0,000	370,464	<b>370,464*</b>	0,000	A
	0,000	7,464	7,464	<b>0,000*</b>	
	0,000	370,464	370,464	<b>0,000*</b>	A

\* = Max/Min

**PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.II rzędu bez imperf.

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00000	0,00000	0,00000	A
2	0,00000	0,00069	0,00069	A

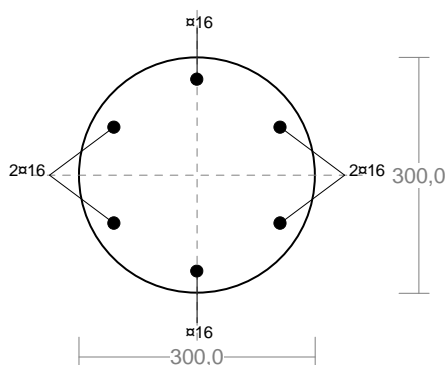
**DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.II rzędu bez imperf.

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	1,0000E+30	

## Cechy przekroju:

zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=0,09$  m,  $x_b=3,91$  m



Wymiary przekroju [cm]:

$d_c=30,0$ ,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B25**

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=707$  cm<sup>2</sup>,  $J_{cx}=39761$  cm<sup>4</sup>,  $J_{cy}=39761$  cm<sup>4</sup>

**STAL: A-III (34GS)**

$f_{yk}=410$  MPa,  $\gamma_s=1,15$ ,  $f_{yd}=350$  MPa

$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+350/2000$

$00)=0,667$ ,

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=12,06 \text{ cm}^2, \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c = 100 \times 12,06/707=1,71 \%, \\ J_{sx}=898 \text{ cm}^4, J_{sy}=898 \text{ cm}^4,$$

### Siły przekrojowe:

zadanie: nowe, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=2,00 \text{ m}$ ,  $x_b=2,00 \text{ m}$

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:  $N = -366,732 \text{ kN} = N_{sd}$ ,

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x/N = (0,000)/(-366,732)=0,000 \text{ m},$$

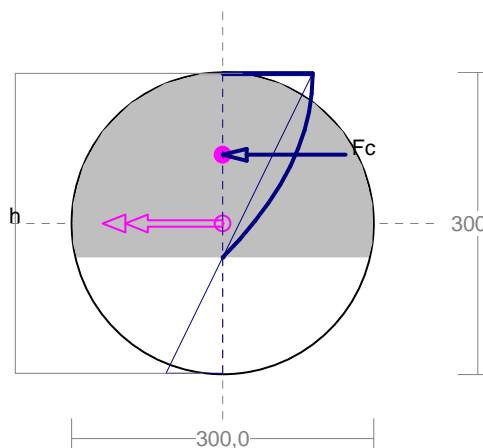
$$M_{sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 3,402 \times (0,020 + 0,000) \times (-366,732) = -24,952 \text{ kNm},.$$

### Zbrojenie wymagane:

(zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=2,00 \text{ m}$ ,  $x_b=2,00 \text{ m}$ )

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu symetrii zbrojenia wymaganego



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=-366,732 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-24,952^2 + 0,000^2)} \\ =24,952 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=350 \text{ MPa} (f_{td}=435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

Dodatkowe zbrojenie mniej ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

Dodatkowe zbrojenie ściskane(\* $A_{s2}=0$  nie jest obliczeniowo wymagane.\*|\* ( $\epsilon_c=-2,02 \text{ ‰}$ ,  $\epsilon_{co}=-0,61 \text{ ‰}$ ):

$$A_{s2}=0,00 \text{ cm}^2 < \min A_{s2}=1,06 \text{ cm}^2, \text{ przyjęto}$$

$$A_{s2}=1,06 \text{ cm}^2 \Rightarrow (1 \times 16 = 2,01 \text{ cm}^2) *$$

### Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=30,0, d=30,0, x=20,3 (\xi=0,678), a_c=8,1, A_{cc}=449 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-2,02 \text{ ‰},$$

### Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -366,716,$$

$$M_c = 24,951,$$

### Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c=-366,716=-366,716 \text{ kN} (N_{sd}=-366,732 \text{ kN})$$

$$M_c=24,951=24,951 \text{ kNm} (M_{sd}=24,952 \text{ kNm})$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

zadanie nowe, pręt nr 1

### - przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta jednostronnie zamocowanego w układzie przesuwym

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_o = \beta l_{col}, \quad l_{col}=4,000 \text{ m},$$

podatności węzłów:  $\kappa_a = 0,000 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = \infty$ ,  $\kappa_b = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 0,000$ ,  
 $\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3k) = 2 + 1/(3 \times \infty) \Rightarrow l_o = 2,000 \times 4,000 = 8,000 \text{ m}$

**- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:**

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta swobodnego:

ze wzoru (C.1)  $l_o = \beta l_{col}$ ,  $l_{col} = 4,000 \text{ m}$ ,

podatności węzłów:  $\kappa_a = 1,000 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = 0,000$ ,  $\kappa_b = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 0,000$ ,  
 $\beta = 1,000 \Rightarrow l_o = 1,000 \times 4,000 = 4,000 \text{ m}$

**Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:**

zadanie nowe, pręt nr 1

**- w płaszczyźnie ustroju:**

mimośród niezamierzony: ( $l_{col} = 4,000 \text{ m}$ ,  $h = 0,300 \text{ m}$ ,  $n = 1$ )  $e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left( 1 + \frac{1}{n} \right), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle$

$= \max \langle 0,013, 0,010, 0,010 \rangle = 0,013 \text{ m}$ , przyjęto:  $e_a = 0,020 \text{ m}$ ,

mimośród statyczny:  $M_{max} = 0,000 \text{ kNm}$ ,  $N_{sd} = -370,464 \text{ kN} \Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |0,000/(-370,464)| = 0,000 \text{ m}$ ,

mimośród początkowy:  $e_o = e_a + e_e = 0,020 + 0,000 = 0,020 \text{ m}$ ,

obliczenie siły krytycznej:

- długość wyboczeniowa:  $l_o = 8,000 \text{ m}$  (obliczona wg PN),

- moduł sprężystości betonu:  $E_{cm} = 30,0 \cdot 10^6 \text{ kPa}$ ,

- momenty bezwładności:  $I_c = 3,9761 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$ ,

$I_s = 0,0898 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$  (dla zbrojenia rzeczywistego)

-  $e_o/h = \max \langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_o/h + f_{cd}) \rangle = \max \langle 0,067, 0,05, 0,100 \rangle = 0,100$ ,

-  $k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,lt}/N_{Sd}) \phi_{(t,to)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$ ,

$$N_{crit} = \frac{9}{l_o^2} \left[ \frac{E_{cm} I_c}{2k_{lt}} \left( \frac{0,11}{0,1 + \frac{e_o}{h}} + 0,1 \right) + E_s I_s \right] =$$

$$\frac{9}{8,000^2} \left[ \frac{3,000 \cdot 10^7 \times 3,976 \cdot 10^{-4}}{2 \times 2,000} \left( \frac{0,11}{0,1 + 0,100} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 8,978 \cdot 10^{-6} \right] = 524,696 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

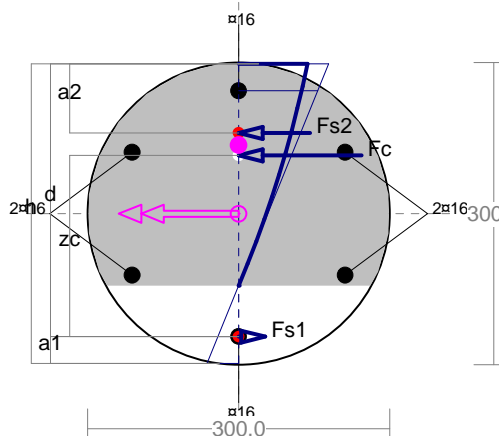
$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (370,464 / 524,696)} = 3,402$$

**- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:**

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

**Nośność przekroju prostopadłego:**

zadanie nowe, pręt nr 1, przekrój:  $x_a = 2,00 \text{ m}$ ,  $x_b = 2,00 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -366,732 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-24,952^2 + 0,000^2)} = 24,952 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} (f_{td} = 435 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 2,01 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 10,05 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 12,06 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 12,06 / 707 = 1,71 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 29,7, d = 27,1, x = 22,0 (\xi = 0,814),$$

$$a_1 = 2,7, a_2 = 6,8, a_c = 9,1, z_c = 18,0, A_{cc} = 554 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -1,03 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,90 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 0,24 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -286,222, F_{s1} = 9,470, F_{s2} = -89,980,$$

$$M_c = 16,575, M_{s1} = 1,155, M_{s2} = 7,222,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$N_{Rd} = -722,156 \text{ kN} > N_{Sd} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = -286,222 + (9,470) + (-89,980) = -366,732 \text{ kN}$$

**SROPA FUNDAMENTOWA**

## 1. Metryka projektu

Projekt: ,

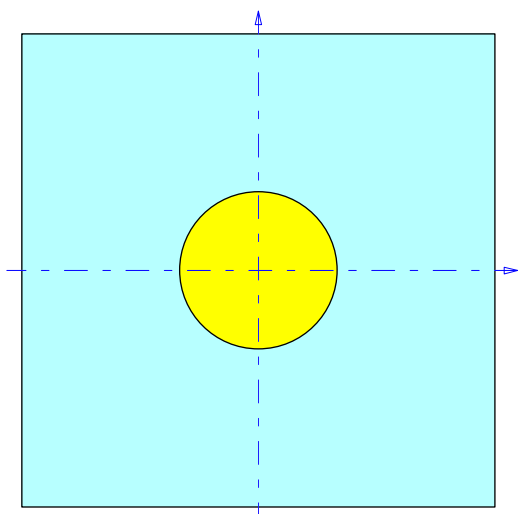
Pozycja:

Projektant: ,

Komentarz:

Data ostatniej aktualizacji danych: 2018-01-02

Poziom odniesienia: 0,00 m.



## 2. Fundamenty

Liczba fundamentów: 1

### 2.1. Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **słup kołowy**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu:  $B_x = 0,90$  m,  $B_y = 0,90$  m,

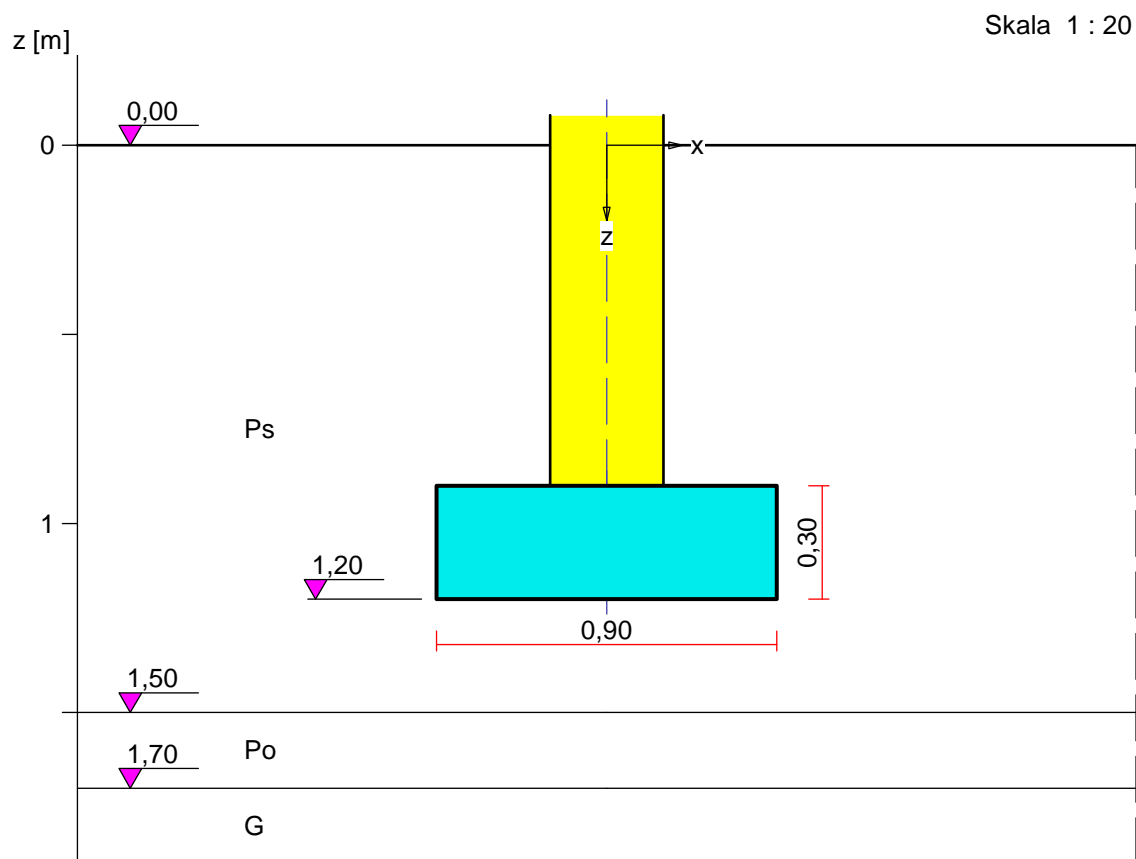
Współrzędne środka fundamentu:

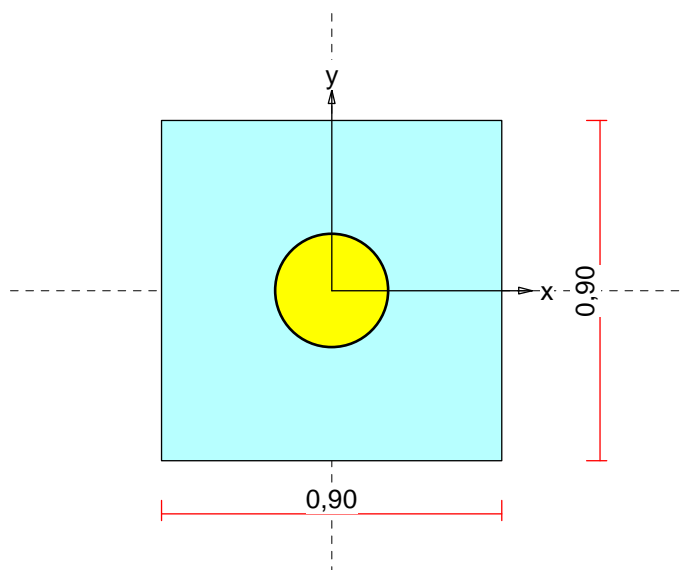
$x_{of} = 0,00$  m,  $y_{of} = 0,00$  m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,0^0$ .

## FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna





## 1. Podłoże gruntowe

### 1.1. Teren

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

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

### 1.2. Warstwy gruntu

Lp	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]
1	0,00	1,50	Piasek średni	brak wody
2	1,50	0,20	Pospółka	brak wody
3	1,70	nieokreśl.	Gлина	brak wody

### 1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	$I_D$ [-]	$I_L$ [-]	$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	stopień wilgotn.	$c_u$ [kPa]	$\Phi_u$ [°]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
Ps	0,50		1,70	m.wilg.	0,00	33,0	94688	105208
Gp		0,50	2,10	m.wilg.	27,80	16,3	23290	25878
Gz		0,50	2,00	m.wilg.	27,80	16,3	23290	25878
Po	0,50		1,75	m.wilg.	0,00	38,5	152970	152970
G		0,50	2,05	m.wilg.	27,80	16,3	23290	25878

## 2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup kołowy**

Średnica słupa:  $d = 0,30$  m,

Współrzędne osi słupa:  $x_0 = 7,40$  m,  $y_0 = 8,30$  m,

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

## 3. Obciążenie od konstrukcji

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

Wypadkowa obciążenia konstrukcji powyżej 3\*B ponad poziomem posadowienia.

Lista obciążeń:



Lp	Rodzaj	N	H <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	γ
	obciążenia *	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	370,5	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20
2	D	7,5	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,

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.

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

#### 5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia:  $z_f = 1,20$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy:  $B_x = 0,90$  m,  $B_y = 0,90$  m,

Wysokość:  $H = 0,30$  m,

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

#### 6. Stan graniczny I

##### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,20	0,68	0,00
	D	1,50	0,24	0,00
*	D	1,70	0,74	0,00
2	D	1,20	0,05	0,00
	D	1,50	0,02	0,00
	D	1,70	0,07	0,00

##### 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 0,90$  m,  $B_y = 0,90$  m.

Poziom posadowienia:  $H = 1,20$  m.

Rodzaj obciążenia: D,

**Zestawienie obciążeń:**

Pozycja	Obc. char.	E <sub>x</sub>	E <sub>y</sub>	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M <sub>Gx</sub> [kNm]	M <sub>Gy</sub> [kNm]
Fundament	5,96	0,00	0,00	1,10	6,56	0,00	0,00
Grunt - pole 1	2,77	0,24	-0,24	1,20	3,33	-0,80	0,80
Grunt - pole 2	2,77	-0,24	-0,24	1,20	3,33	-0,80	-0,80
Grunt - pole 3	2,77	-0,24	0,24	1,20	3,33	0,80	-0,80
Grunt - pole 4	2,77	0,24	0,24	1,20	3,33	0,80	0,80
				Suma	19,87	0,00	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 370,50$  kN, mimośrody wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  m,

siła pozioma:  $H_x = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,15$  m,  
 siła pozioma:  $H_y = 0,00$  kN, mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,15$  m,  
 moment:  $M_x = 0,00$  kNm,  
 moment:  $M_y = 0,00$  kNm.

### **Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu**

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 370,50 + 19,87 = 390,37 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 370,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -370,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodki sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/390,37 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/390,37 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,000 = 0,000 \text{ m} < 0,250.$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

### **Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego**

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 0,90 - 2 \cdot 0,00 = 0,90 \text{ m,} \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 0,90 - 2 \cdot 0,00 = 0,90 \text{ m.}$$

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

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

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 18,01 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

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

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

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

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/390,37 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/390,37 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,87 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,48 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 713,45 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 713,45 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 390,37 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 713,45 = 577,90 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### **Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego**

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B_x = 1,00$  m,  $B_y = 1,00$  m.

Poziom posadowienia:  $H = 1,50$  m.

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 5,50 \text{ kN}$ .

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 370,50 + 19,87 + 5,50 = 395,87 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 370,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -370,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/395,87 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/395,87 = 0,00 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00 \text{ m}.$$

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

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

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 22,51 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 38,50 \cdot 0,90 = 34,65^\circ,$$

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

$$N_B = 16,01 \quad N_C = 44,68, \quad N_D = 31,88.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/395,87 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6911 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/395,87 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6911 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,99 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 17,57 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 2005,49 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 2005,49 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 395,87 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 2005,49 = 1624,45 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego**

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B_x = 1,05 \text{ m}$ ,  $B_y = 1,05 \text{ m}$ .

Poziom posadowienia:  $H = 1,70 \text{ m}$ .

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 10,23 \text{ kN}$ .

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 370,50 + 19,87 + 10,23 = 400,60 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 370,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -370,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/400,60 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/400,60 = 0,00 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,05 - 2 \cdot 0,00 = 1,05 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,05 - 2 \cdot 0,00 = 1,05 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,54 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,70 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,54 \cdot 9,81 \cdot 1,70 = 25,60 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 16,30 \cdot 0,90 = 14,67^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 25,02 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,55 \quad N_C = 10,77, \quad N_D = 3,82.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/400,60 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2618 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/400,60 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2618 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,05 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,10 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 664,53 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 664,53 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 400,60 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 664,53 = 538,27 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### 6.3. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 0,90 \text{ m}$ ,  $B_y = 0,90 \text{ m}$ .

Poziom posadowienia:  $H = 1,20 \text{ m}$ .

Rodzaj obciążenia: D,

**Zestawienie obciążeń:**

Pozycja	Obc. char.	$E_x$	$E_y$	$\gamma$	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	$M_{Gx}$ [kNm]	$M_{Gy}$ [kNm]
Fundament	5,96	0,00	0,00	1,10	6,56	0,00	0,00
Grunt - pole 1	2,77	0,24	-0,24	1,20	3,33	-0,80	0,80
Grunt - pole 2	2,77	-0,24	-0,24	1,20	3,33	-0,80	-0,80
Grunt - pole 3	2,77	-0,24	0,24	1,20	3,33	0,80	-0,80
Grunt - pole 4	2,77	0,24	0,24	1,20	3,33	0,80	0,80
				Suma	19,87	0,00	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 7,50 \text{ kN}$ , mimośrodowy wzgl. podst. fund.  $E_x = 0,00 \text{ m}$ ,  $E_y = 0,00 \text{ m}$ ,

siła pozioma:  $H_x = 0,00 \text{ kN}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,15 \text{ m}$ ,

siła pozioma:  $H_y = 0,00 \text{ kN}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,15 \text{ m}$ ,

moment:  $M_x = 0,00 \text{ kNm}$ ,

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

### Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 7,50 + 19,87 = 27,37 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 7,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -7,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/27,37 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/27,37 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,000 = 0,000 \text{ m} < 0,250.$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 0,90 - 2 \cdot 0,00 = 0,90 \text{ m,} \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 0,90 - 2 \cdot 0,00 = 0,90 \text{ m.}$$

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

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

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 18,01 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

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

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

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

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/27,37 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/27,37 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,87 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 16,48 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 713,45 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 713,45 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 27,37 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 713,45 = 577,90 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B_x = 1,00 \text{ m,} \quad B_y = 1,00 \text{ m.}$

Poziom posadowienia:  $H = 1,50 \text{ m.}$

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 5,50 \text{ kN.}$

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 7,50 + 19,87 + 5,50 = 32,87 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 7,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -7,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodki sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/32,87 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/32,87 = 0,00 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00 \text{ m,} \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00 \text{ m.}$$

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

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

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 22,51 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 38,50 \cdot 0,90 = 34,65^\circ,$$

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

$$N_B = 16,01 \quad N_C = 44,68, \quad N_D = 31,88.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/32,87 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6911 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/32,87 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6911 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,99 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 17,57 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 2005,49 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 2005,49 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 32,87 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 2005,49 = 1624,45 \text{ kN.}$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

**Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego**

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego:  $B_x = 1,05 \text{ m,} \quad B_y = 1,05 \text{ m.}$

Poziom posadowienia:  $H = 1,70 \text{ m.}$

Ciężar fundamentu zastępczego:  $G_z = 10,23 \text{ kN.}$

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 7,50 + 19,87 + 10,23 = 37,60 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 7,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -7,50 \cdot 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodki sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/37,60 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/37,60 = 0,00 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,05 - 2 \cdot 0,00 = 1,05 \text{ m,} \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,05 - 2 \cdot 0,00 = 1,05 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,54 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,70 \text{ m,}$$

obciążenie:  $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,54 \cdot 9,81 \cdot 1,70 = 25,60 \text{ kPa}$ .

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego:  $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 16,30 \cdot 0,90 = 14,67^0$ ,

spójność:  $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 25,02 \text{ kPa}$ ,

$N_B = 0,55$   $N_C = 10,77$ ,  $N_D = 3,82$ .

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/37,60 = 0,00$ ,  $\text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2618 = 0,000$ ,

$i_{Bx} = 1,00$ ,  $i_{Cx} = 1,00$ ,  $i_{Dx} = 1,00$ .

$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/37,60 = 0,00$ ,  $\text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2618 = 0,000$ ,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,05 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,10 \text{ kN/m}^3$ .

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,75$ ,  $m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,30$ ,  $m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,50$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 664,53 \text{ kN}$ .

$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 664,53 \text{ kN}$ .

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 37,60 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 664,53 = 538,27 \text{ kN}$ .

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 7. Stan graniczny II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie pierwotne:  $s' = 1,16 \text{ cm}$ .

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

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$ .

Osiadanie całkowite:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 1,16 + 0 \cdot 0,00 = 1,16 \text{ cm}$ ,

Sprawdzenie warunku osiadania:

**Warunek nie jest określony.**

### 7.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

Nr warstwy	Poziom stropu w. [m]	Grubość warstwy [m]	Napr. pierwotne [kPa]	Napr. wtórne [kPa]	Napr. dodatk. [kPa]	Osiadanie pierwotne [cm]	Osiadanie wtórne [cm]	Osiadanie sumaryczne [cm]
1	0,0	0,17	1	0	0	0,00	0,00	0,00
2	0,2	0,17	4	0	0	0,00	0,00	0,00
3	0,3	0,17	7	0	0	0,00	0,00	0,00
4	0,5	0,17	10	0	0	0,00	0,00	0,00
5	0,7	0,17	13	0	0	0,00	0,00	0,00
6	0,9	0,17	16	0	0	0,00	0,00	0,00
7	1,0	0,17	19	0	0	0,00	0,00	0,00
8	1,2	0,15	21	0	362	0,06	0,00	0,06
9	1,4	0,15	24	0	320	0,05	0,00	0,05
10	1,5	0,10	26	0	283	0,02	0,00	0,02
11	1,6	0,10	28	0	254	0,02	0,00	0,02
12	1,7	0,18	30	0	217	0,17	0,00	0,17
13	1,9	0,18	34	0	176	0,14	0,00	0,14
14	2,1	0,18	37	0	143	0,11	0,00	0,11

15	2,2	0,18	41	0	117	0,09	0,00	0,09
16	2,4	0,18	45	0	96	0,07	0,00	0,07
17	2,6	0,18	48	0	80	0,06	0,00	0,06
18	2,8	0,18	52	0	68	0,05	0,00	0,05
19	3,0	0,18	56	0	58	0,04	0,00	0,04
20	3,1	0,18	59	0	49	0,04	0,00	0,04
21	3,3	0,18	63	0	43	0,03	0,00	0,03
22	3,5	0,18	66	0	37	0,03	0,00	0,03
23	3,7	0,18	70	0	33	0,03	0,00	0,03
24	3,9	0,18	74	0	29	0,02	0,00	0,02
25	4,0	0,18	77	0	26	0,02	0,00	0,02
26	4,2	0,18	81	0	23	0,02	0,00	0,02
27	4,4	0,18	85	0	21	0,02	0,00	0,02
28	4,6	0,18	88	0	19	0,01	0,00	0,01
29	4,8	0,18	92	0	17	0,01	0,00	0,01
30	4,9	0,18	95	0	16	0,01	0,00	0,01
31	5,1	0,18	99	0	15	0,01	0,00	0,01
32	5,3	0,18	103	0	13	0,01	0,00	0,01
33	5,5	0,18	106	0	12	0,01	0,00	0,01
34	5,7	0,18	110	0	11	0,01	0,00	0,01
					Suma	1,16	0,00	1,16

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie

## 8. Wymiarowanie fundamentu

### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V <sub>r</sub> [kN]	V <sub>s</sub> [kN]
* 1	1	26	123	–
2	1	1	123	–

### 8.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

#### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

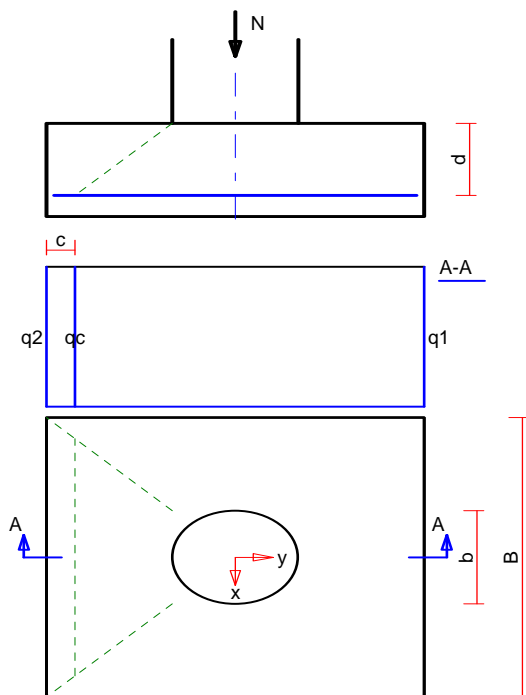
siła pionowa:  $N_r = 371$  kN,

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

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

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





#### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 457 \text{ kPa}, \quad q_2 = 457 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $c = 0,07 \text{ m}$ ,  $q_c = 457 \text{ kPa}$ .

#### Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 26 \text{ kN}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,30+0,23) \cdot 0,23 \cdot 1000 = 123 \text{ kN}$ .

$$V_{Sd} = 0 \text{ kN} < V_{Rd} = 123 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

### 8.3. Sprawdzenie stopy na przebiecie dla obciążenia nr 2

#### Zestawienie obciążeń:

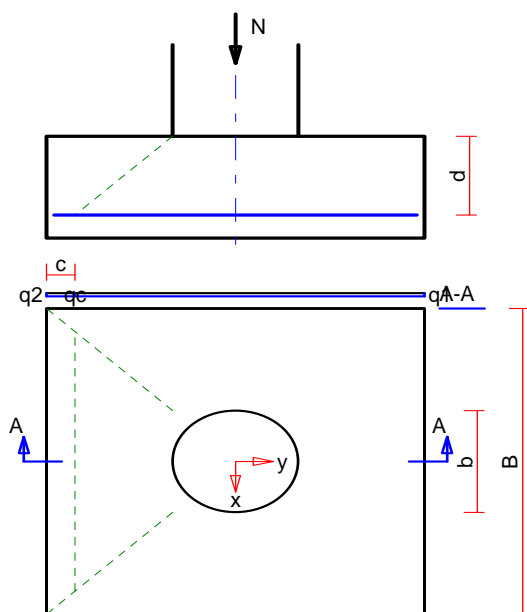
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 8 \text{ kN}$ ,

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

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

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



#### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 9 \text{ kPa}, \quad q_2 = 9 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $c = 0,07 \text{ m}$ ,  $q_c = 9 \text{ kPa}$ .

#### Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 1 \text{ kN}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,30+0,23) \cdot 0,23 \cdot 1000 = 123 \text{ kN}$ .

$$V_{Sd} = 0 \text{ kN} < V_{Rd} = 123 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

#### 8.4. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność betonu
			M [kNm]	$M_r$ [kNm]
* 1	x	1	14	–
	y	1	14	–
2	x	1	0	–
	y	1	0	–

#### 8.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x

##### Zestawienie obciążeń:

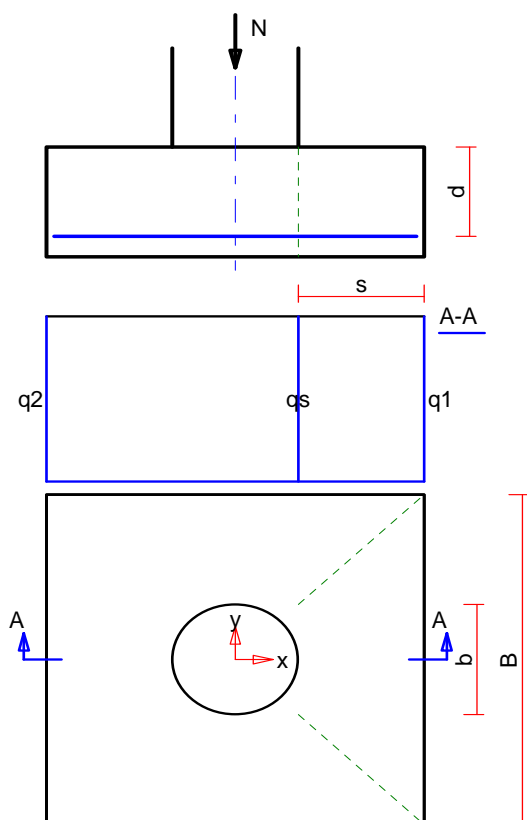
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 371 \text{ kN}$ ,

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

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

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



### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 457 \text{ kPa}, \quad q_2 = 457 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,30 \text{ m}$ ,  $q_s = 457 \text{ kPa}$ .

### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_1 + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,30+3 \cdot 0,90) \cdot 457 + (0,30+0,90) \cdot 457] \cdot 0,09 / 12 = 14 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 1,4 \text{ cm}^2$ .

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

## 8.6. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku y

### Zestawienie obciążeń:

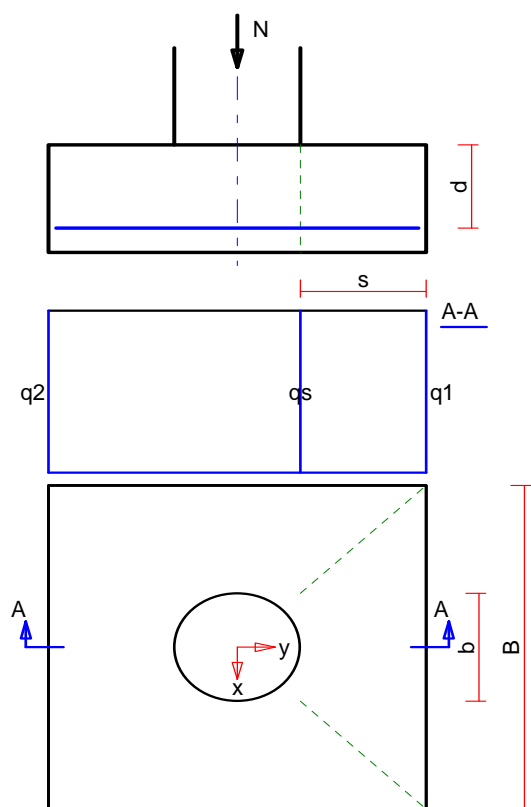
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 371 \text{ kN}$ ,

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

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

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



#### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 457 \text{ kPa}, \quad q_2 = 457 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,30 \text{ m}$ ,  $q_s = 457 \text{ kPa}$ .

#### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_1 + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,30+3 \cdot 0,90) \cdot 457 + (0,30+0,90) \cdot 457] \cdot 0,09 / 12 = 14 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 1,5 \text{ cm}^2$ .

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

### 8.7. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x

#### Zestawienie obciążeń:

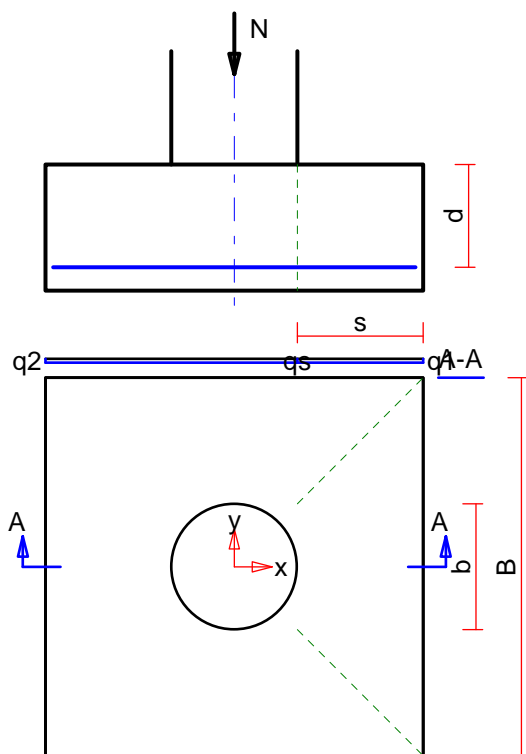
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 8 \text{ kN}$ ,

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

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

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



#### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 9 \text{ kPa}, \quad q_2 = 9 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,30 \text{ m}$ ,  $q_s = 9 \text{ kPa}$ .

#### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_1 + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,30+3 \cdot 0,90) \cdot 9 + (0,30+0,90) \cdot 9] \cdot 0,09 / 12 = 0 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 0,0 \text{ cm}^2$ .

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

### 8.8. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku y

#### Zestawienie obciążeń:

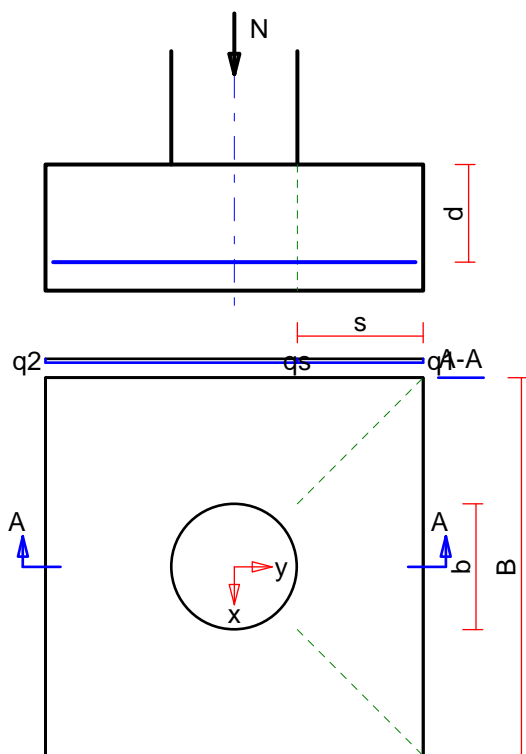
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 8 \text{ kN}$ ,

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

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

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



### Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 9 \text{ kPa}, \quad q_2 = 9 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1:  $s = 0,30 \text{ m}$ ,  $q_s = 9 \text{ kPa}$ .

### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_1 + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,30+3 \cdot 0,90) \cdot 9 + (0,30+0,90) \cdot 9] \cdot 0,09 / 12 = 0 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 0,0 \text{ cm}^2$ .

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

## 9. Zbrojenie stopy

### Zbrojenie główne na kierunku x:

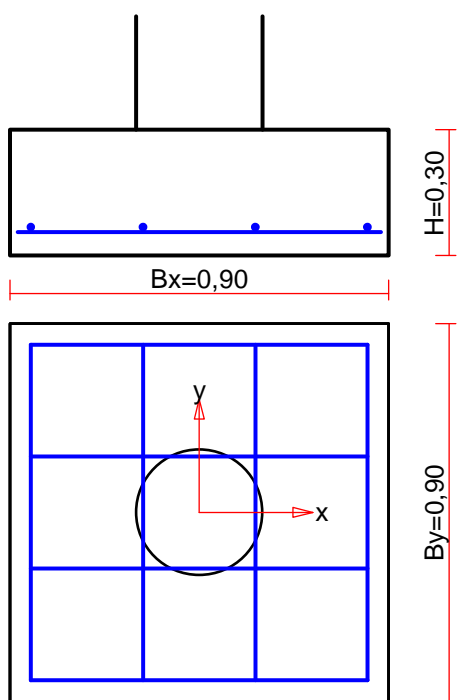
Obliczona powierzchnia przekroju poprzecznego  $A_{xs} = 1,4 \text{ cm}^2$ .

Średnica prętów:  $\phi = 12 \text{ mm}$ , rozstaw prętów:  $s = 27 \text{ cm}$ .

### Zbrojenie główne na kierunku y:

Obliczona powierzchnia przekroju poprzecznego  $A_{ys} = 1,5 \text{ cm}^2$ .

Średnica prętów:  $\phi = 12 \text{ mm}$ , rozstaw prętów:  $s = 27 \text{ cm}$ .



Ilość stali: 6 kg.