

OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- a) uzgodnienia z inwestorem,
- b) projekt architektoniczny
- c) Polskie Normy Budowlane, a w szczególności:
 - PN-82/B-02000 - Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości,
 - PN-82/B-02001 - Obciążenia budowli. Obciążenia stałe,
 - PN-82/B-02003 - Obciążenia budowli. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe,
 - PN-80/B-02010 - Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem,
 - PN-80/B-02010/Az1 – Zmiana do PN-80/B-02010 z października 2006
 - PN-77/B-02011 - Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem,
 - PN-77/B-02011/Az1 - Zmiana do PN-77/B-02011 z lipca 2009
 - PN-76/B-03001 - Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń,
 - PN-81/B-03020 - Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie,
 - PN-B-03264:2002 - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - obliczenia statyczne i projektowanie,
 - PN-90/B-03200 - Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie

2. OBCIĄŻENIA

Obciążenia stałe

Obciążenia stałe ścian	[kN/m ²]	γ_f	[kN/m ²]
- ciężar pokrycia + podwieszone instalacje	0,05	1,2	0,06
- ciężar własny konstrukcji (przyłożony automatycznie przez program obliczeniowy	---	---	---

Obciążenia zmienne

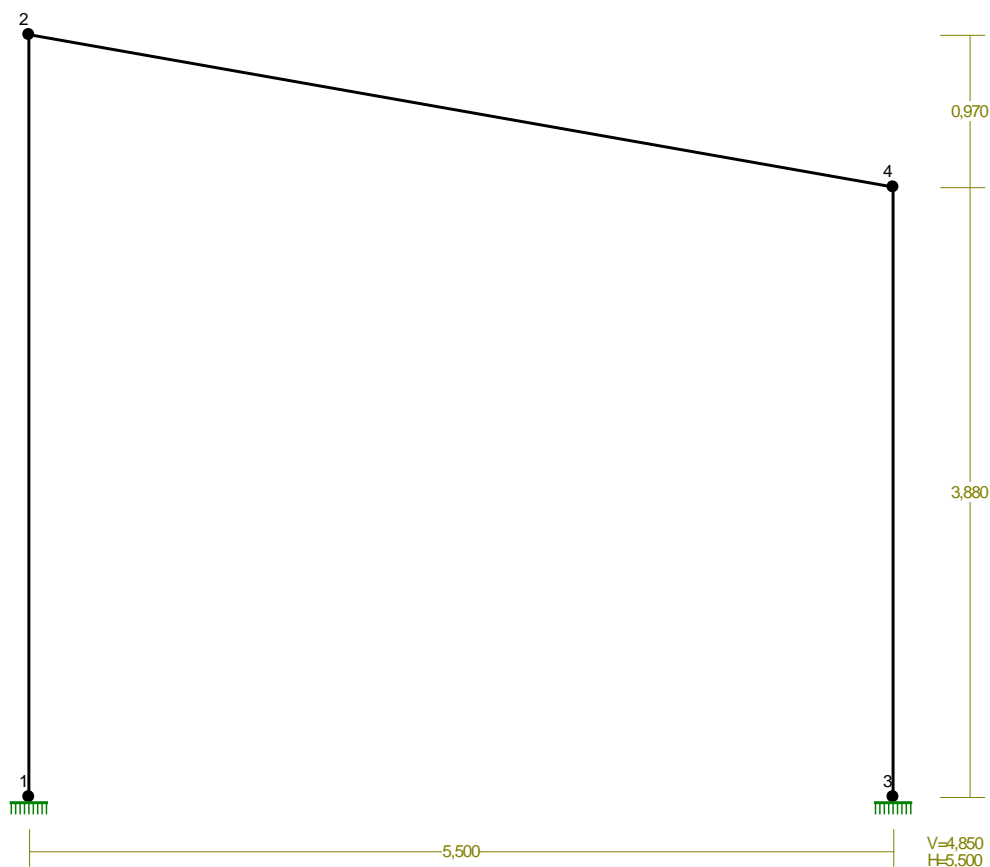
Obciążenie wiatrem	
- strefa II	$q_k=0,42$
- teren A	$C_e=0,74$

Obciążenie śniegiem	
- strefa IV	$Q_k=1,6$
- dach płaski	$C=0,8$

3. OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

NAZWA: Wiata PSZOK Wąpielsk

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	0,000	4,850
3	5,500	0,000
4	5,500	3,880

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

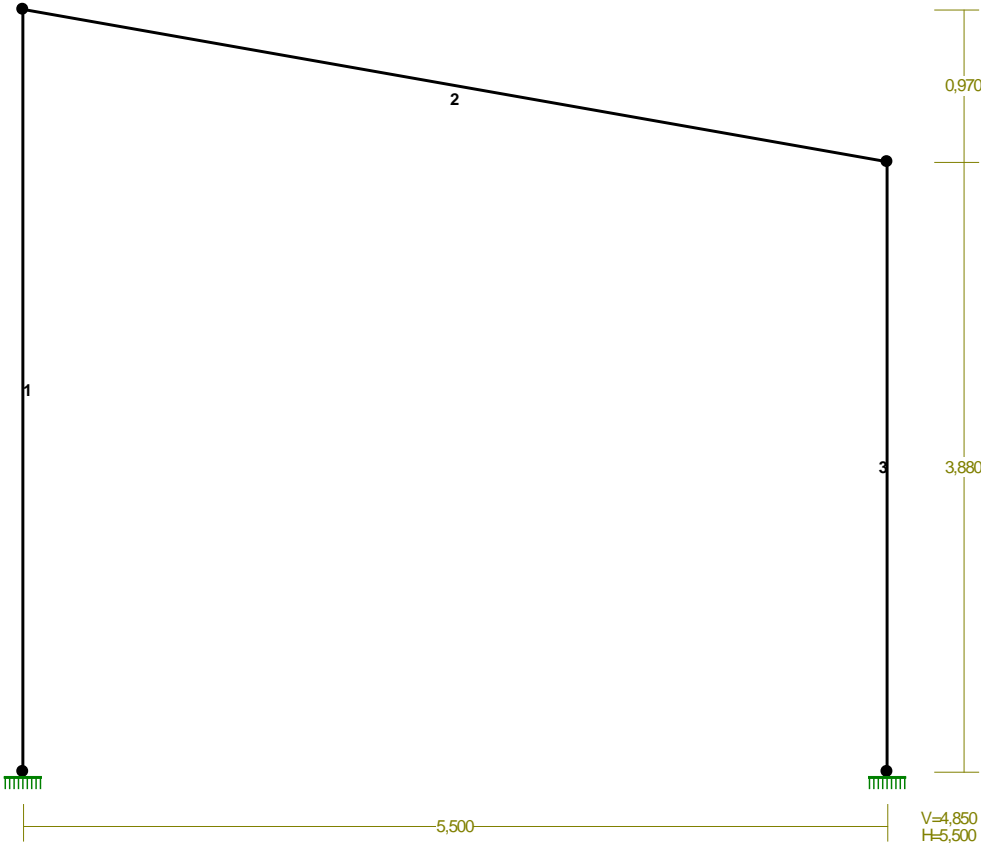
Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
--------	---------	------	---------------------------	-----	-------------------

1	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00
3	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00

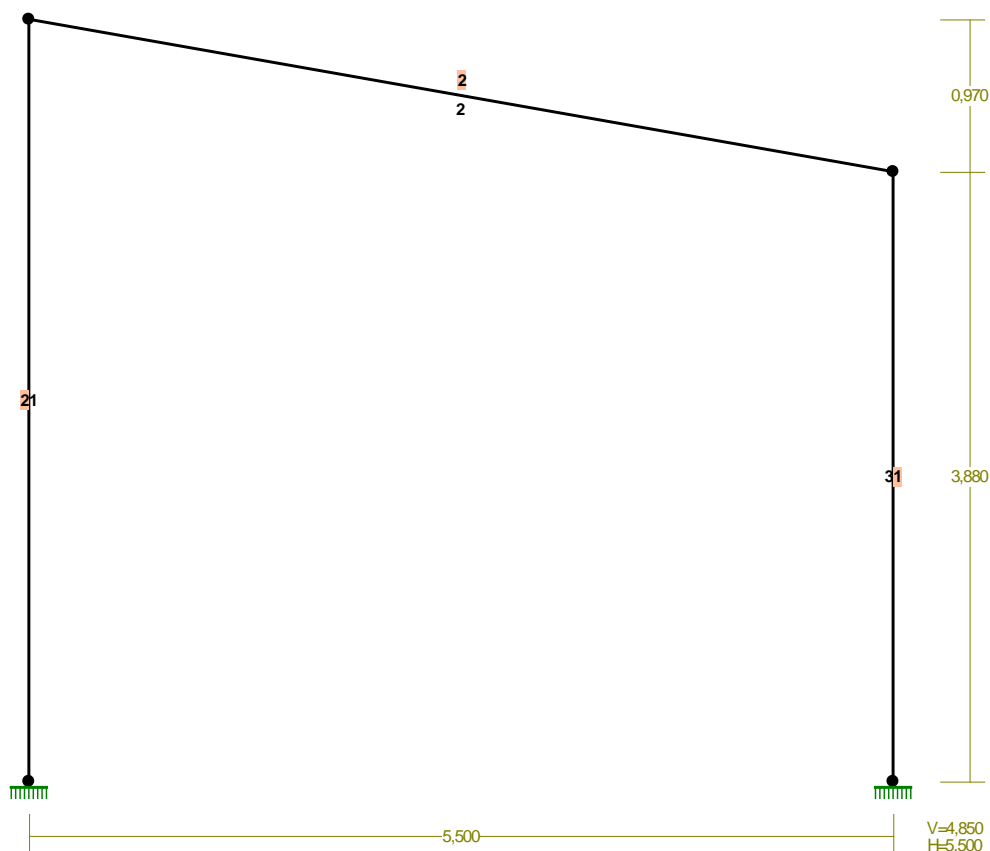
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx (Wo*) [m]:	Wy[m]:	Fto[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	4,850	4,850	1,000	2 I 160 HEA
2	00	2	4	5,500	-0,970	5,585	1,000	2 I 160 HEA
3	00	4	3	0,000	-3,880	3,880	1,000	1 I 160 HEA

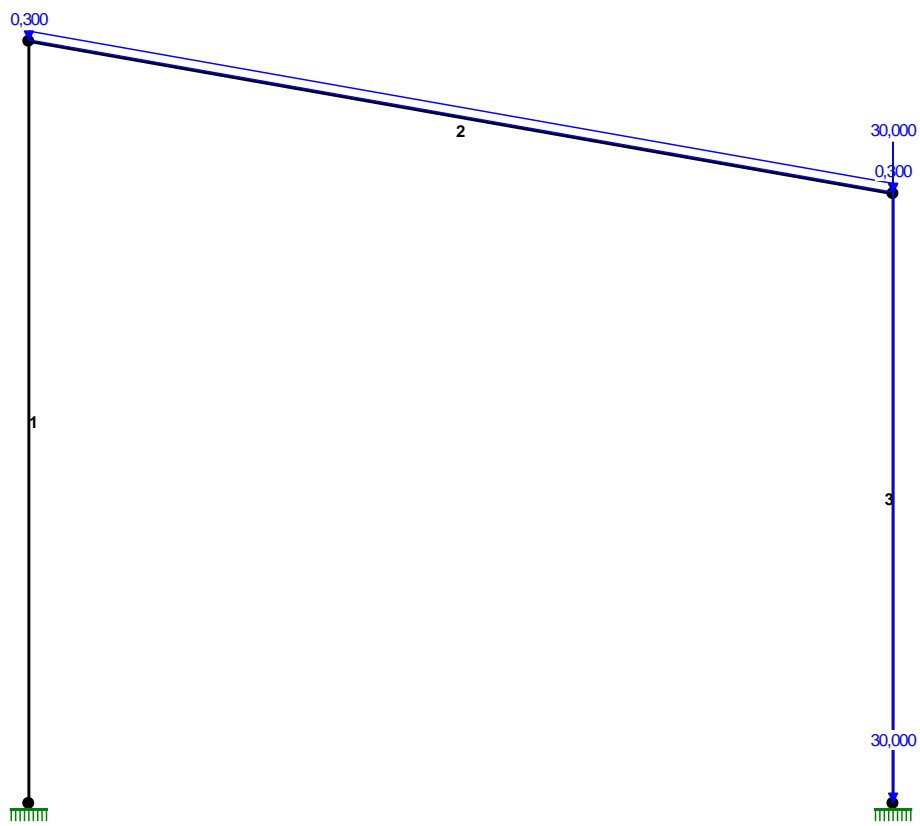
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
1	38,8	1673	616	220	220	15,2	4 18G2 (A)
2	38,8	1673	616	220	220	15,2	4 18G2 (A)

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E:	Napręż.gr.:	AlfaT:
	[kN/mm2]	[N/mm2]	[1/K]
4 18G2 (A)	205	295,000	1,20E-05

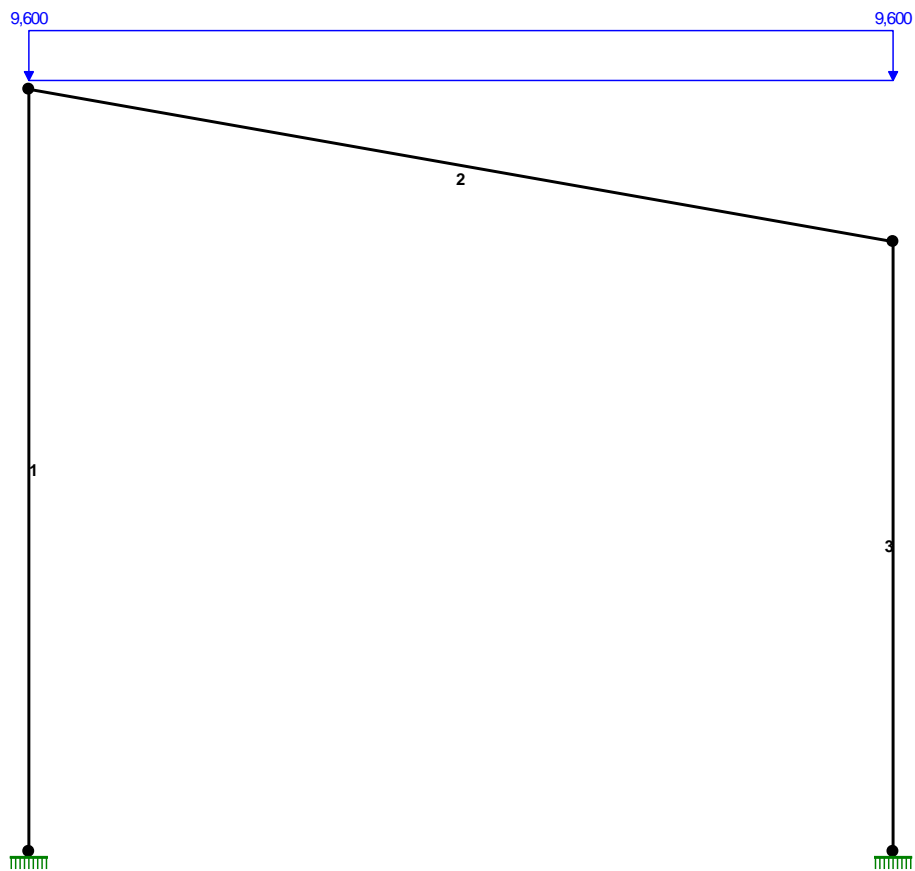
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A "stałe"			Stale	γf= 1,20	
2	Liniowe	0,0	0,300	0,300	0,00	5,58
3	Liniowe	0,0	30,000	30,000	0,00	3,88

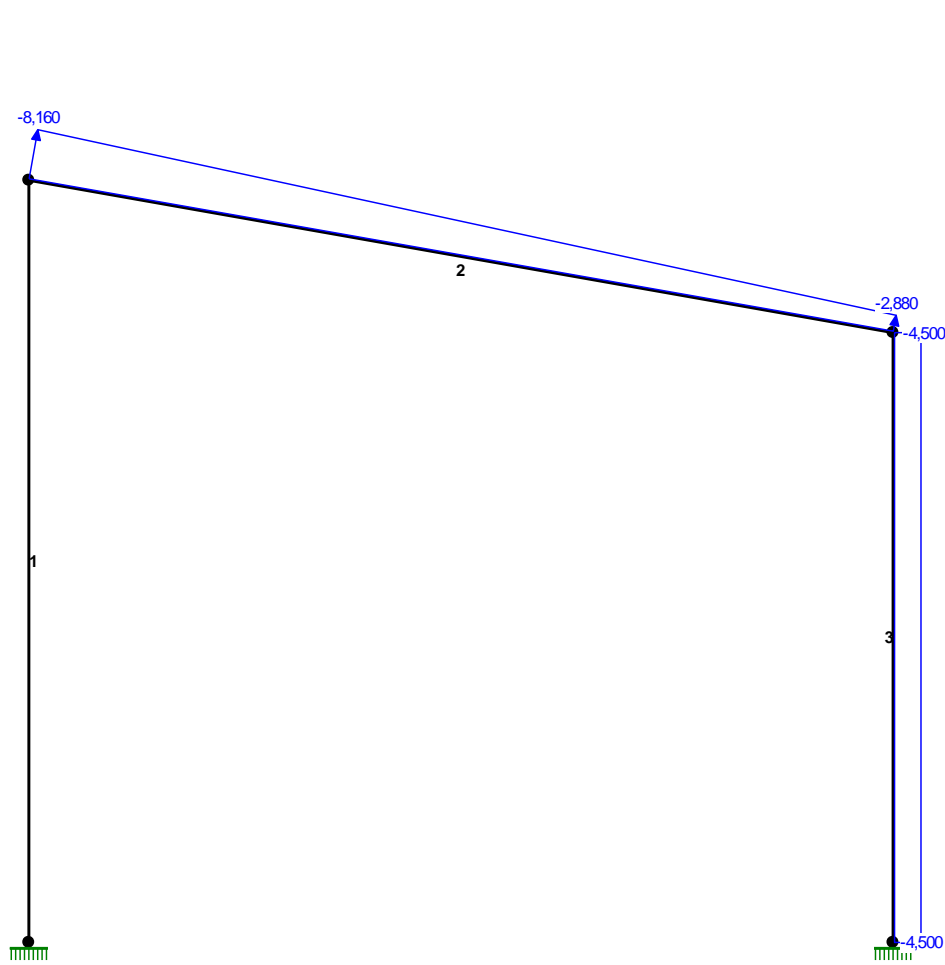
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	B "śnieg"			Zmienne	γf= 1,50	
2	Liniowe-Y	0,0	9,600	9,600	0,00	5,58

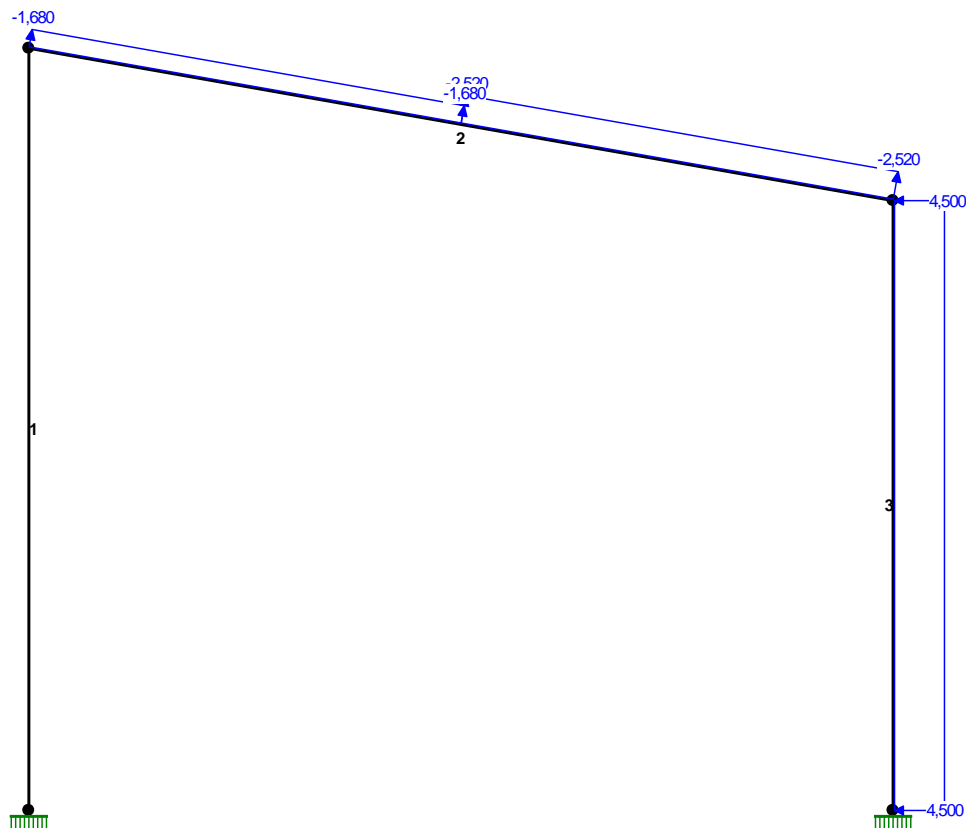
OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	C	"wiatr1"		Zmienne	γf=	1,50
2	Liniowe	-10,0	-8,160	-2,880	0,00	5,58
3	Liniowe	-90,0	-4,500	-4,500	0,00	3,88
3	Liniowe	-90,0	0,000	0,000	0,00	3,88

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	D	"wiatr2"		Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
2	Liniowe	-10,0	-2,520	-2,520	2,79	5,58
2	Liniowe	-10,0	-1,680	-1,680	0,00	2,79
3	Liniowe	-90,0	4,500	4,500	0,00	3,88

W Y N I K I wg PN 82/B-02000
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
--------	------------	------------	--------------

Ciężar wł.				1,10
A -"stałe"	Stałe			1,20
B -"śnieg"	Zmienne	1	1,00	1,50
C -"wiatr1"	Zmienne	1	1,00	1,50
D -"wiatr2"	Zmienne	1	1,00	1,50

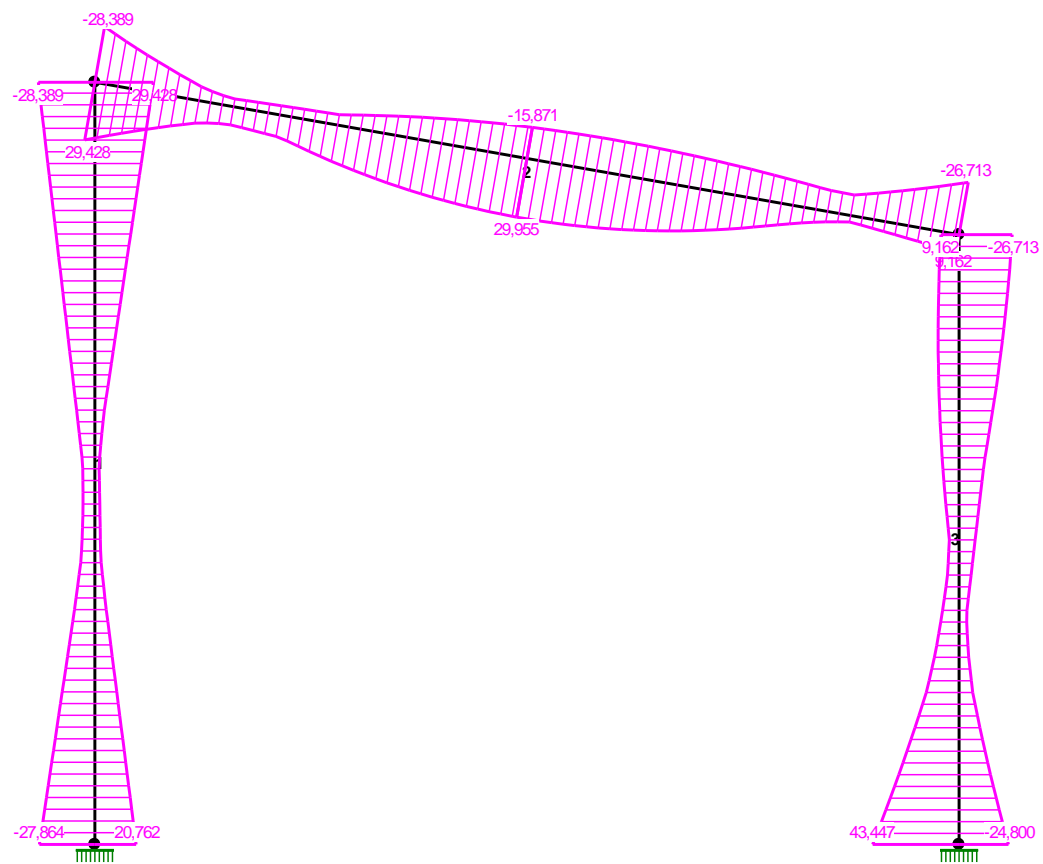
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A -"stałe"	ZAWSZE
B -"śnieg"	EWENTUALNIE
C -"wiatr1"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: D
D -"wiatr2"	EWENTUALNIE
	Nie występuje z: C

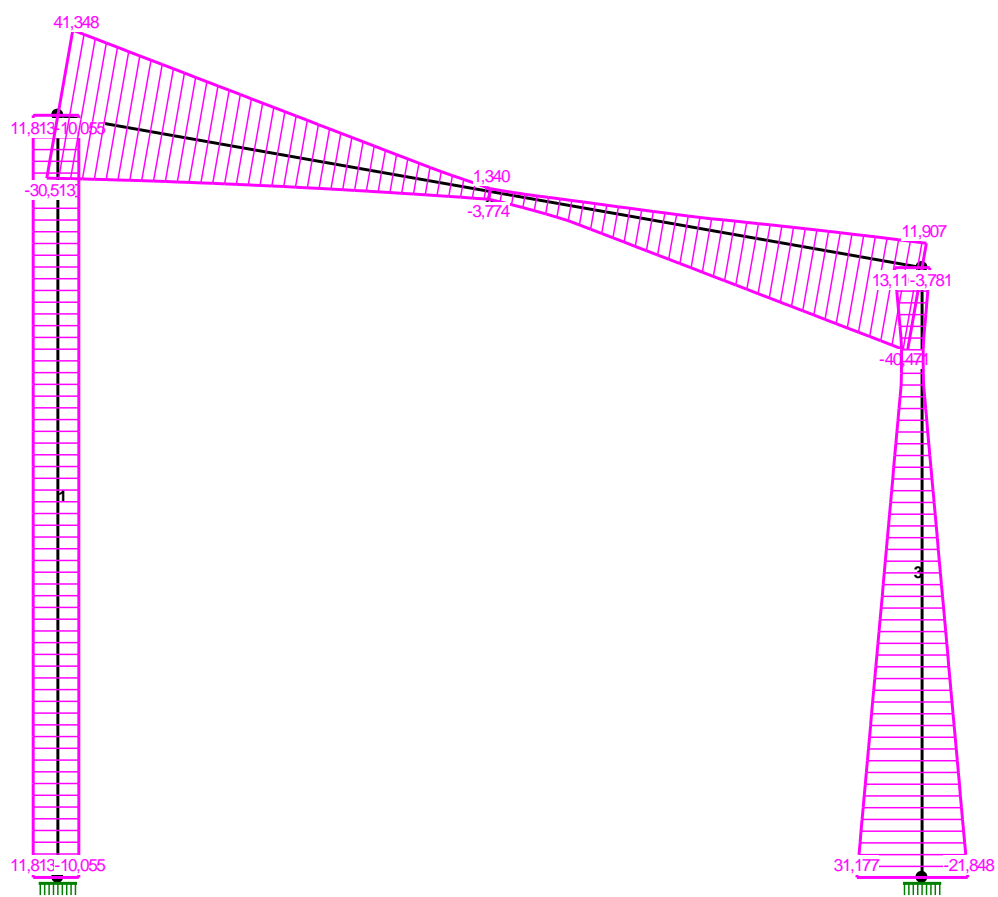
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A
	EWENTUALNIE: B+C/D

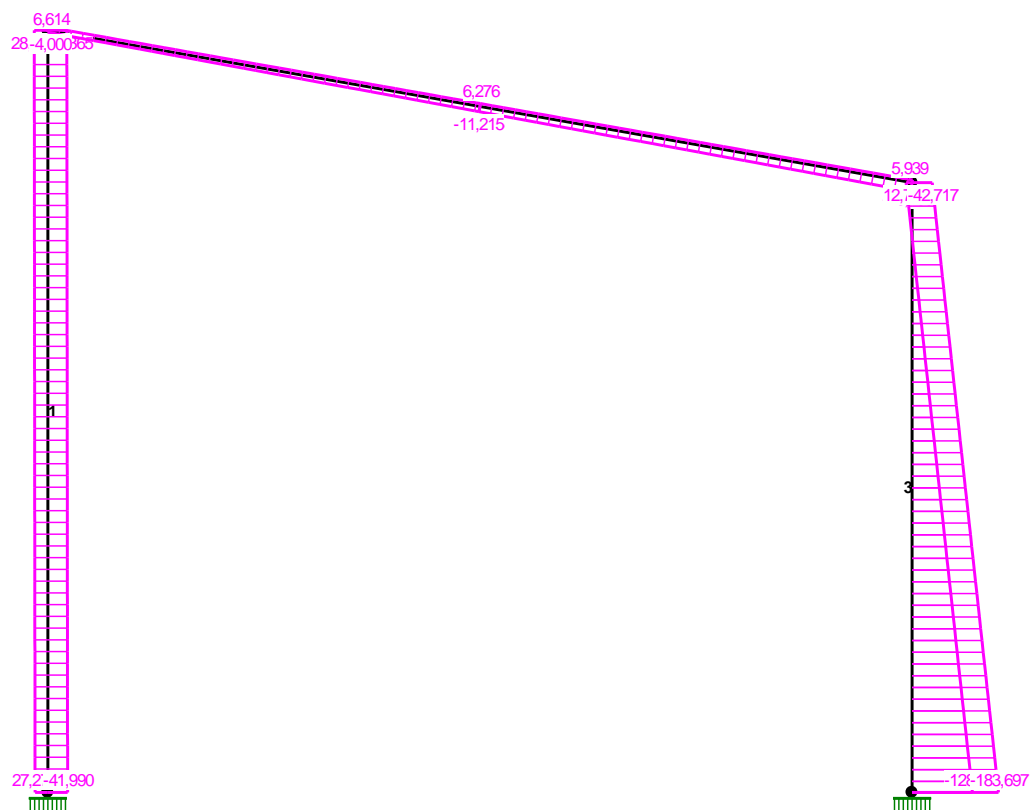
MOMENTY-OBWIEDNIE :



TNACE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:

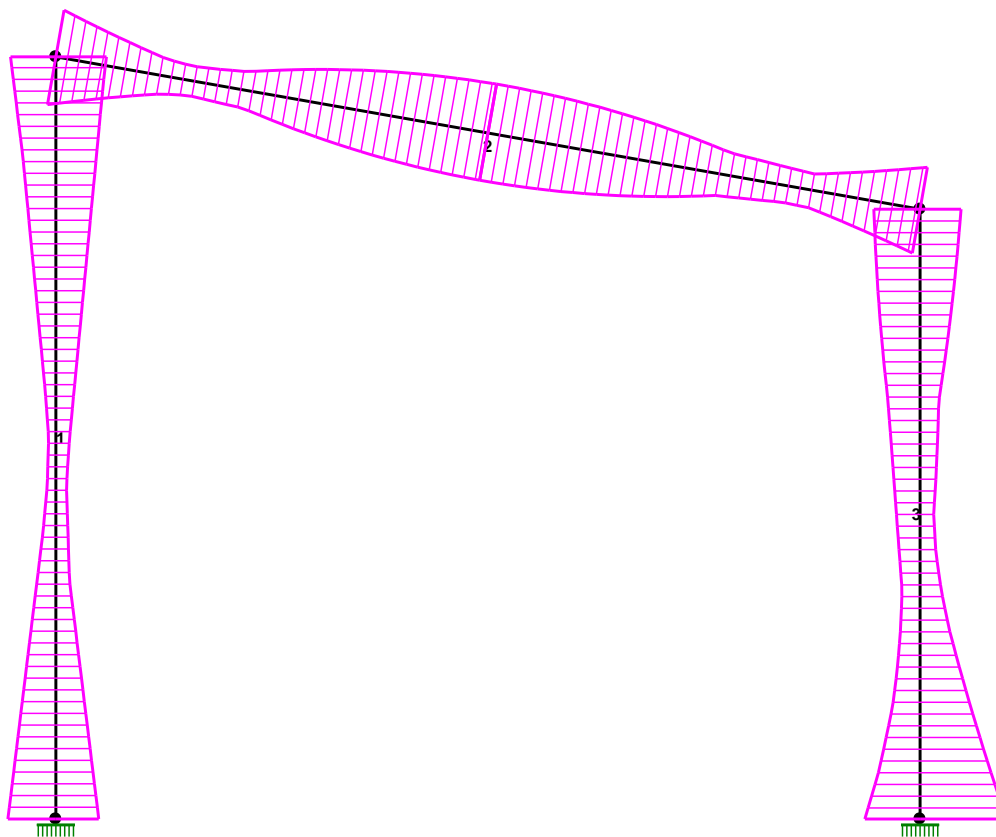


SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	4,850	29,428*	11,813	28,901	AC
	4,850	-28,389*	-9,195	-40,365	AB
	4,850	29,428	11,813*	28,901	AC
	0,000	-27,864	11,813*	27,276	AC
	4,850	29,428	11,813	28,901*	AC
	0,000	16,209	-9,195	-41,990*	AB
2	2,792	29,955*	0,439	-9,260	AB
	0,000	-28,389*	41,348	-2,045	AB
	0,000	-28,389	41,348*	-2,045	AB
	0,000	29,428	-30,513	6,614*	AC
	5,585	-15,608	-29,014	-18,430*	ABD
3	3,880	43,447*	31,177	-168,958	ABC
	0,000	-26,713*	4,987	-27,978	ABC
	3,880	43,447	31,177*	-168,958	ABC
	0,000	-1,942	-3,781	12,758*	AC
	3,880	9,740	9,195	-183,697*	AB

NAPEŹENIA-OBWIEDNIE:



NAPREŹENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG: ----- Ro	SigmaD:	Sigma: [MPa]	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	0,453*		133,607	AC
	4,850	-0,428*		-126,234	AC
	4,850		0,478*	141,131	AC
	4,850		-0,472*	-139,366	AB
2	0,000	0,435*		128,435	AB
	2,792	-0,469*		-138,464	AB
	0,000		0,459*	135,387	AC
	0,000		-0,439*	-129,490	AB
3	0,000	0,387*		114,138	ABC
	3,880	-0,817*		-240,915	ABC
	3,880		0,521*	153,824	ABC
	3,880		-0,497*	-146,683	AD

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	10,055*	35,608	37,000	-20,762	ABD
	-11,813*	-27,276	29,724	27,864	AC
	9,195	41,990*	42,985	-16,209	AB
	-11,813	-27,276*	29,724	27,864	AC
	9,195	41,990	42,985*	-16,209	AB
	-11,813	-27,276	29,724	27,864*	AC
	10,055	35,608	37,000	-20,762*	ABD
3	21,848*	132,018	133,814	-24,800	AD
	-31,177*	168,958	171,810	43,447	ABC
	-9,195	183,697*	183,927	9,740	AB
	-22,409	128,222*	130,166	34,196	AC
	-9,195	183,697	183,927*	9,740	AB
	-31,177	168,958	171,810	43,447*	ABC
	21,848	132,018	133,814	-24,800*	AD

* = Wartości ekstremalne

PRZEMIESZCZENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00000			AC
		0,00000		AB
			0,00000	AB
2	0,03006			AC
		0,00025		AB
			0,03006	AC
3	0,00000			ABC
		0,00000		AB
			0,00000	AB
4	0,03003			AC
		0,00055		AB
			0,03003	AC

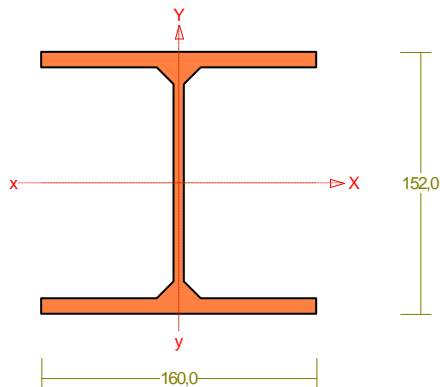
DEFORMACJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	741,6	AB
2	240,4	AB
3	786,9	AB

Pręt nr 1

Zadanie: wiata CODEX

Przekrój: I 160 HEA



Wymiary przekroju:

I 160 HEA $h=152,0$ $g=6,0$ $s=160,0$ $t=9,0$ $r=15,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1673,0$ $J_{yg}=616,0$ $A=38,80$ $i_x=6,6$ $i_y=4,0$ $J_w=31409,7$ $J_t=10,6$ $i_s=7,7$.

Materiał: **18G2 (A)**. Wytrzymałość **$f_d=305$ MPa** dla **$g=9,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 4,850$; $x_b = 0,000$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

$M_x = 28,389$ kNm, $V_y = -9,195$ kN, $N = -40,365$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 118,6$ MPa $\sigma_c = -139,4$ MPa.

Naprężenia:

$x_a = 4,850$; $x_b = 0,000$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 118,6$ MPa $\sigma_c = -139,4$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -10,4$ $\Delta\sigma = 129,0$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$
- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 9,12$ cm² $\tau = 10,1$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 10,4 / 1,000 + 129,0 = 139,4 < 305 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 10,1 / 1,000 = 10,1 < 176,9 = 0,58 \times 305 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{139,4^2 + 3 \times 10,1^2} = 139,4 < 305 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,850$.

Siła osiowa: $N = -41,990$ kN.

Pole powierzchni przekroju: $A = 38,80 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 38,80 \times 305 \times 10^{-1} = 1183,400 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 41,990 < 1183,400 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 0,500 \quad \kappa_b = 0,365 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,652 \quad \text{dla } l_o = 4,850$$

$$l_w = 0,652 \times 4,850 = 3,162 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 4,850$$

$$l_w = 1,000 \times 4,850 = 4,850 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 4,850 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 4,850 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1673,0}{3,162^2} 10^{-2} = 3385,095 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 616,0}{4,850^2} 10^{-2} = 529,847 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,7^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 31409,7}{4,850^2} 10^{-2} + 80 \times 10,6 \times 10^2 \right) = 1890,852 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,850$:

$$N_{RC} = A f_d = 38,8 \times 305 \times 10^{-1} = 1183,400 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\begin{aligned} \text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} &= 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 3385,095} = 0,680 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,852 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} &= 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 529,847} = 1,719 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,277 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} &= 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 1890,852} = 0,910 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,614 \end{aligned}$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,277$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{41,990}{0,277 \times 1183,400} = 0,128 < 1$$

Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{\omega\omega} = 4850 \text{ mm}$:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 40}{0,400} \times \sqrt{215 / 305} = 2924 < 4850 = l_l$$

Konieczne jest sprawdzenie zwijchrzenia pręta.

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 zwijchrzenia: $A_1 = 2,500$, $A_2 = 0,000$, $B = 2,500$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 2,500 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 529,847 + \sqrt{(0,000 \times 529,847)^2 + 2,500^2 \times 0,077^2 \times 529,847 \times 1890,852} = 192,199$$

Smukłość względna dla zwijchrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{67,140 / 192,199} = 0,680$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 4,850$; $x_b = 0,000$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 220,1 \times 305 \times 10^{-3} = 67,140 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwijchrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,680$ wynosi $\varphi_L = 0,947$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{40,365}{1183,400} + \frac{28,389}{0,947 \times 67,140} = 0,481 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 28,389 \text{ kNm} \quad \beta_x = 0,400$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,852 \times 0,680^2 \frac{0,400 \times 28,389}{67,140} \times \frac{41,990}{1183,400} = 0,003$$

$$\Delta_x = 0,003 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{41,990}{0,852 \times 1183,400} + \frac{0,400 \times 28,389}{0,947 \times 67,140} = 0,220 < 0,997 = 1 - 0,003$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{41,990}{0,277 \times 1183,400} + \frac{0,400 \times 28,389}{0,947 \times 67,140} = 0,307 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,850$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 9,1 \times 305 \times 10^{-1} = 161,333 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 96,800 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 9,195 < 161,333 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 4,850$; $x_b = 0,000$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 9,195 < 96,800 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 67,140 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{R,x,V}} = \frac{40,365}{1183,400} + \frac{28,389}{67,140} = 0,457 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 4,850$, $x_b = 0,000$.

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 9,195 < 161,239 = 161,333 \times \sqrt{1 - \left(\frac{40,365}{1183,400} \right)^2} = V_R \sqrt{1 - \left(N/N_{Rc} \right)^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 4,850$.

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 61,2 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 61,2 / 305 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 220,0 \times 6,0 \times 1,000 \times 305 \times 10^{-3} = 402,600 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 402,600 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 4,4 \text{ mm}$$

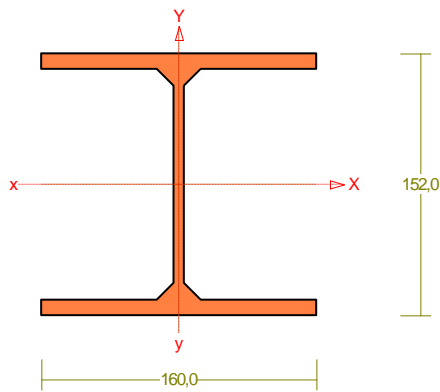
$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 4850 / 250 = 19,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 4,4 < 19,4 = a_{\text{gr}}$$

Pręt nr 2

Zadanie: wiata CODEX

Przekrój: I 160 HEA



Wymiary przekroju:

I 160 HEA $h=152,0$ $g=6,0$ $s=160,0$ $t=9,0$ $r=15,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1673,0$ $J_{yg}=616,0$ $A=38,80$ $i_x=6,6$ $i_y=4,0$ $J_w=31409,7$ $J_t=10,6$ $i_s=7,7$.

Materiał: **18G2 (A)**. Wytrzymałość **$f_d=305$ MPa** dla **$g=9,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 2,792$; $x_b = 2,792$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

$M_x = -29,955$ kNm, $V_y = 0,439$ kN, $N = -9,260$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 133,7$ MPa $\sigma_c = -138,5$ MPa.

Naprężenia:

$x_a = 2,792$; $x_b = 2,792$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 133,7$ MPa $\sigma_c = -138,5$ MPa.

Naprężenia:

- normalne: $\sigma = -2,4$ $\Delta\sigma = 136,1$ MPa $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y: $A_v = 9,12$ cm² $\tau = 0,5$ MPa $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 2,4 / 1,000 + 136,1 = 138,5 < 305 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 0,5 / 1,000 = 0,5 < 176,9 = 0,58 \times 305 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{138,5^2 + 3 \times 0,5^2} = 138,5 < 305 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 5,585$; $x_b = -0,000$.

Siła osiowa: $N = -16,475$ kN.

Pole powierzchni przekroju: $A = 38,80$ cm².

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 38,80 \times 305 \times 10^{-1} = 1183,400$ kN.

Warunek nośności (31):

$$N = 16,475 < 1183,400 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 0,303 \quad \kappa_b = 0,300 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,593 \quad \text{dla } l_0 = 5,585$$

$$l_w = 0,593 \times 5,585 = 3,312 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 5,585$$

$$l_w = 1,000 \times 5,585 = 5,585 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 5,585 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 5,585 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1673,0}{3,312^2} 10^{-2} = 3086,116 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 616,0}{5,585^2} 10^{-2} = 399,582 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,7^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 31409,7}{5,585^2} 10^{-2} + 80 \times 10,6 \times 10^2 \right) = 1778,263 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 5,585$; $x_b = -0,000$:

$$N_{RC} = A f_d = 38,8 \times 305 \times 10^{-1} = 1183,400 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 3086,116} = 0,712 \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,834$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 399,582} = 1,979 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,220$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 1778,263} = 0,938 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,597$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,220$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{16,475}{0,220 \times 1183,400} = 0,063 < 1$$

Zwicherungie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{\omega\omega} = 5585 \text{ mm}$:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 40}{0,911} \times \sqrt{215 / 305} = 1284 < 5585 = l_1$$

Konieczne jest sprawdzenie zwicherungia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00 \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia: $A_1 = 0,000$, $A_2 = 0,000$, $B = 0,000$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 399,582 + \sqrt{(0,000 \times 399,582)^2 + 0,000^2 \times 0,077^2 \times 399,582 \times 1778,263} = 0,000$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem: $\bar{\lambda}_L = 0$.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,792$; $x_b = 2,792$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 220,1 \times 305 \times 10^{-3} = 67,140 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{9,260}{1183,400} + \frac{29,955}{1,000 \times 67,140} = 0,454 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -29,961 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,834 \times 0,712^2 \frac{1,000 \times 29,961}{67,140} \times \frac{16,475}{1183,400} = 0,003$$

$$\Delta_x = 0,003 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{16,475}{0,834 \times 1183,400} + \frac{1,000 \times 29,961}{1,000 \times 67,140} = 0,463 < 0,997 = 1 - 0,003$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{16,475}{0,220 \times 1183,400} + \frac{1,000 \times 29,961}{1,000 \times 67,140} = 0,510 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 5,585$.

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 9,1 \times 305 \times 10^{-1} = 161,333 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 96,800 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 41,348 < 161,333 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 2,792$; $x_b = 2,792$.

- dla zginania względem osi X: $V_y = 0,439 < 96,800 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 67,140 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{9,260}{1183,400} + \frac{29,955}{67,140} = 0,454 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$$x_a = 2,792, \quad x_b = 2,792.$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,439 < 161,328 = 161,333 \times \sqrt{1 - (9,260 / 1183,400)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R, N}$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 5,585.$$

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0$ mm.

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą $\sigma_c = 88,8$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 88,8 / 305 = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 220,0 \times 6,0 \times 1,000 \times 305 \times 10^{-3} = 402,600 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,000 < 402,600 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 15,7 \text{ mm}$$

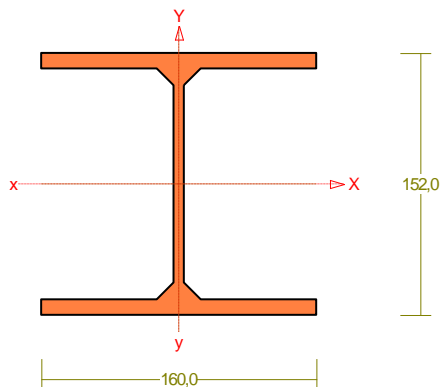
$$a_{\text{gr}} = l / 200 = 5585 / 200 = 27,9 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 15,7 < 27,9 = a_{\text{gr}}$$

Pręt nr 3

Zadanie: wiata CODEX

Przekrój: I 160 HEA



Wymiary przekroju:

I 160 HEA $h=152,0$ $g=6,0$ $s=160,0$ $t=9,0$ $r=15,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1673,0$ $J_{yg}=616,0$ $A=38,80$ $i_x=6,6$ $i_y=4,0$ $J_w=31409,7$ $J_t=10,6$ $i_s=7,7$.

Materiał: **18G2 (A)**. Wytrzymałość **$f_d=305$ MPa** dla **$g=9,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

Siły przekrojowe:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,880$.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

$$M_x = 25,939 \text{ kNm}, \quad V_y = 9,195 \text{ kN}, \quad N = -42,717 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 106,8 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -128,8 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,880$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 106,8 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -128,8 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\begin{aligned} \text{- normalne:} \quad \sigma &= -11,0 & \Delta\sigma &= 117,8 \text{ MPa} & \psi_{oc} &= 1,000 \\ \text{- ścinanie wzdłuż osi Y:} \quad & & A_v &= 9,12 \text{ cm}^2 & \tau &= 10,1 \text{ MPa} & \psi_{ov} &= 1,000 \end{aligned}$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 11,0 / 1,000 + 117,8 = 128,8 < 305 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 10,1 / 1,000 = 10,1 < 176,9 = 0,58 \times 305 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{128,8^2 + 3 \times 10,1^2} = 128,8 < 305 \text{ MPa}$$

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 3,880$; $x_b = -0,000$.

Siła osiowa: $N = -183,697 \text{ kN}$.

Pole powierzchni przekroju: $A = 38,80 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na rozciąganie: $N_{Rt} = A f_d = 38,80 \times 305 \times 10^{-1} = 1183,400 \text{ kN}$.

Warunek nośności (31):

$$N = 183,697 < 1183,400 = N_{Rt}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 0,590 \quad \kappa_b = 0,500 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,542 \quad \text{dla } l_o = 3,880$$
$$l_w = 1,542 \times 3,880 = 5,983 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,880$$
$$l_w = 1,000 \times 3,880 = 3,880 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_\omega = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 3,880 \text{ m}$. Długość wyboczeniowa $l_\omega = 3,880 \text{ m}$.

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1673,0}{5,983^2} 10^{-2} = 945,622 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 616,0}{3,880^2} 10^{-2} = 827,887 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{7,7^2} \left(\frac{3,14^2 \times 205 \times 31409,7}{3,880^2} 10^{-2} + 80 \times 10,6 \times 10^2 \right) = 2148,450 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 3,880$; $x_b = -0,000$:

$$N_{RC} = A f_d = 38,8 \times 305 \times 10^{-1} = 1183,400 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\begin{aligned} \text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} &= 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 945,622} = 1,286 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 b} \Rightarrow \varphi = 0,480 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} &= 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 827,887} = 1,375 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,385 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} &= 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{1183,400 / 2148,450} = 0,853 \quad \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,648 \end{aligned}$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,385$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{183,697}{0,385 \times 1183,400} = 0,403 < 1$$

Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem $l_1 = l_{\text{owo}} = 3880 \text{ mm}$:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 40}{0,400} \times \sqrt{215 / 305} = 2924 < 3880 = l_1$$

Konieczne jest sprawdzenie zwichrzenia pręta.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia $a_o = 0,00 \text{ cm}$. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły $a_s = 0,00 \text{ cm}$. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia: $A_1 = 2,500$, $A_2 = 0,000$, $B = 2,500$.

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 2,500 \times 0,00 + 0,000 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 827,887 + \sqrt{(0,000 \times 827,887)^2 + 2,500^2 \times 0,077^2 \times 827,887 \times 2148,450} = 256,091$$

Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{67,140 / 256,091} = 0,589$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 3,880$.

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 220,1 \times 305 \times 10^{-3} = 67,140 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,589$ wynosi $\varphi_L = 0,973$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{RC}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{42,717}{1183,400} + \frac{25,939}{0,973 \times 67,140} = 0,433 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 25,939 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,480 \times 1,286^2 \frac{1,000 \times 25,939}{67,140} \times \frac{183,697}{1183,400} = 0,060$$

$$\Delta_x = 0,060 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{183,697}{0,480 \times 1183,400} + \frac{1,000 \times 25,939}{0,973 \times 67,140} = 0,720 < 0,940 = 1 - 0,060$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{183,697}{0,385 \times 1183,400} + \frac{1,000 \times 25,939}{0,973 \times 67,140} = 0,800 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,880.$$

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 9,1 \times 305 \times 10^{-1} = 161,333 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 96,800 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 9,195 < 161,333 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,880.$$

- dla zginania względem osi X: $V_y = 9,195 < 96,800 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 67,140 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{42,717}{1183,400} + \frac{25,939}{67,140} = 0,422 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$$x_a = 0,000, \quad x_b = 3,880.$$

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 9,195 < 161,228 = 161,333 \times \sqrt{1 - \left(\frac{42,717}{1183,400} \right)^2} = V_R \sqrt{1 - \left(\frac{N}{N_{Rc}} \right)^2} = V_{R,N}$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,880.$$

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego $c = 100,0 \text{ mm}$.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 91,6 \text{ MPa}$. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 91,6 / 305 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 220,0 \times 6,0 \times 1,000 \times 305 \times 10^{-3} = 402,600 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 402,600 = P_{R,W}$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 3,3 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 3880 / 250 = 15,5 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 3,3 < 15,5 = a_{\text{gr}}$$

DANE OGÓLNE PROJEKTU

1. Metryka projektu

Projekt: ,

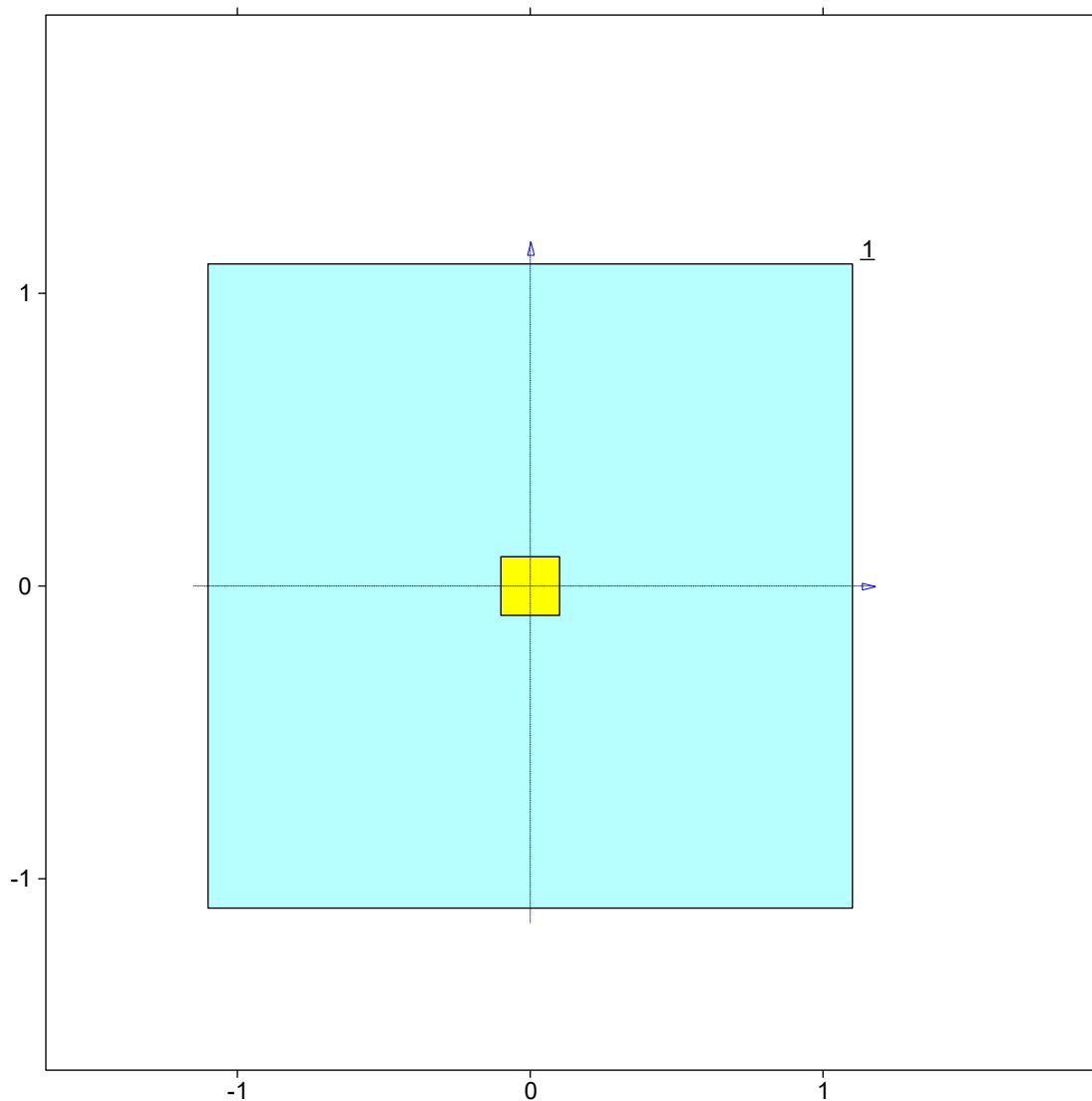
Pozycja:

Projektant: ,

Komentarz:

Data ostatniej aktualizacji danych: 07.12.2017

Poziom odniesienia: $P_0 = +0,00 \text{ m n.p.m.}$



2. Fundamenty

Liczba fundamentów: 1

2.1. Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: $B_x = 2,20$ m, $B_y = 2,20$ m,

Współrzędne środka fundamentu:

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

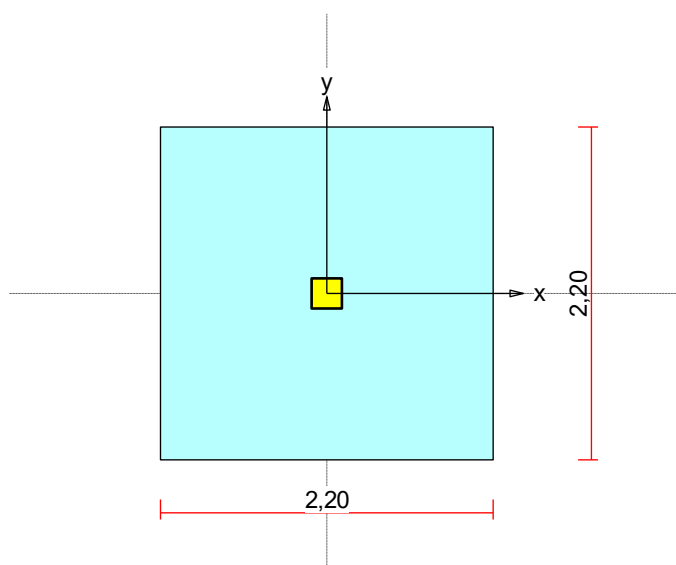
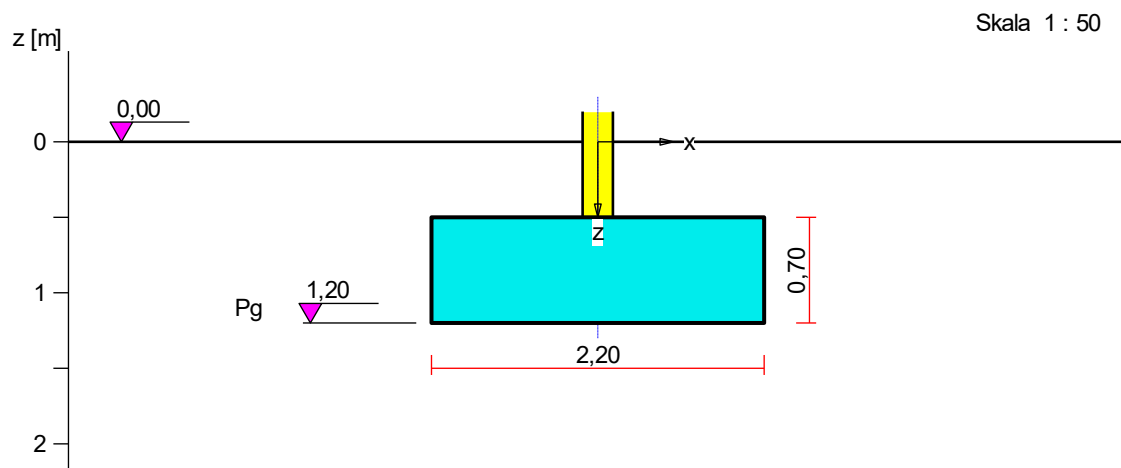
Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,0^\circ$.

3. Wykopy

Liczba wykopów: 0

FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



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	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,00	nieokreśl.	Piasek gliniasty	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,20$ m, $l = 0,20$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 0,00$ m, $y_0 = 0,00$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,10$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D+K	35,6	-10,1	0,0	0,00	-20,80	1,20
2	D+K	-27,3	11,8	0,0	0,00	27,90	1,20
3	D+K	42,0	-9,2	0,0	0,00	-16,20	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,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,20$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 2,20$ m, $B_y = 2,20$ m,

Wysokość: $H = 0,70$ m,

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

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D+K	1,20	0,09	0,39
* 2	D+K	1,20	0,09	0,85
3	D+K	1,20	0,09	0,31

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 2,20$ m, $B_y = 2,20$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,20$ m.

Rodzaj obciążenia: D+K,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = -27,30$ kN, mimośrodowo wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 11,80$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,10$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,10$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm, moment: $M_y = 27,90$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 150,73$ 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:

$$N_r = N + G = -27,30 + 150,73 = 123,43 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = -27,30 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 1,10 + 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = 27,30 \cdot 0,00 + 11,80 \cdot 1,10 + 27,90 + (0,00) = 40,88 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowo sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 40,88/123,43 = 0,33 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/123,43 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,33 + 0,00 = 0,33 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2,20 - 2 \cdot 0,33 = 1,54 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,20 - 2 \cdot 0,00 = 2,20 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,89 \text{ t/m}^3,$$

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

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,89 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 22,25 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 18,10 \cdot 0,90 = 16,29^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 28,17 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,76 \quad N_C = 11,83, \quad N_D = 4,46.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 11,80/123,43 = 0,10, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0956/0,2922 = 0,327,$$

$$i_{Bx} = 0,70, \quad i_{Cx} = 0,82, \quad i_{Dx} = 0,86.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/123,43 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2922 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,83, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,21, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,05$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 1748,64 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNB_y} = B_x \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 2137,13 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 123,43 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNB_x}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 1748,64 = 1416,40 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

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

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

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

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

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

8. Wymiarowanie fundamentu

8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V _r [kN]	V _s [kN]
1	1	15	544	–
* 2	1	17	544	–
3	1	14	544	–

8.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

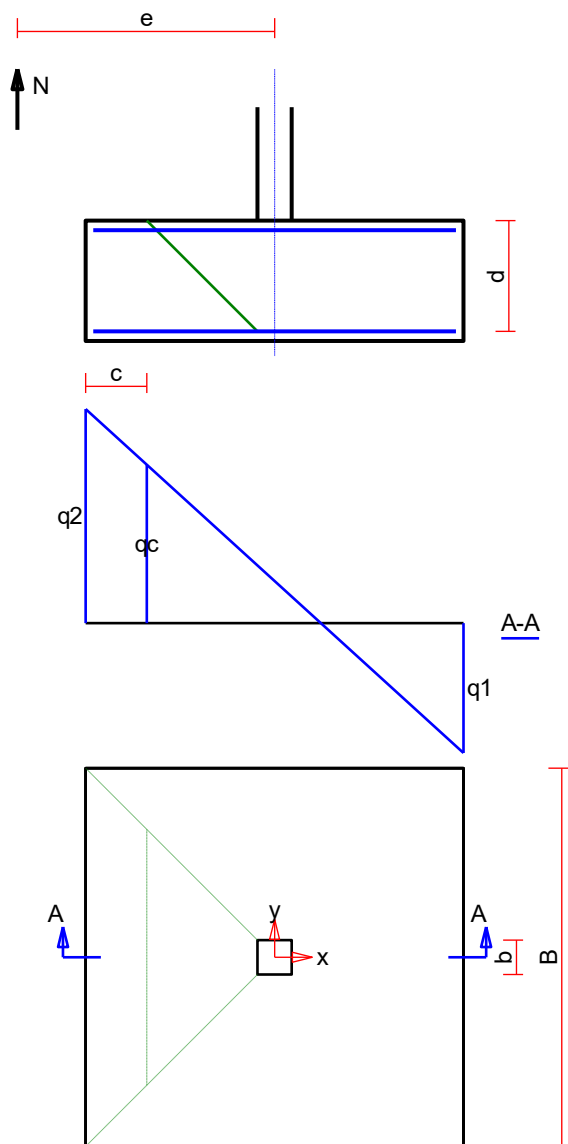
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = -27 \text{ kN,}$

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm,} \quad M_{yr} = 40,88 \text{ kNm.}$

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 1,50 \text{ m,} \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m.}$



Przebieg stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 17 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,20+0,64) \cdot 0,64 \cdot 1000 = 544 \text{ kN}$.

$V_{sd} = 17 \text{ kN} < V_{Rd} = 544 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek na przebieg stopy jest spełniony.

8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający M [kNm]	Nośność przekroju M _r [kNm]
1	x	1	23	248
	y	1	9	243
* 2	x	1	-25	337
	y	1	-7	331
* 3	x	1	22	248
	y	1	10	243

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą współników prostokątnych.

8.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

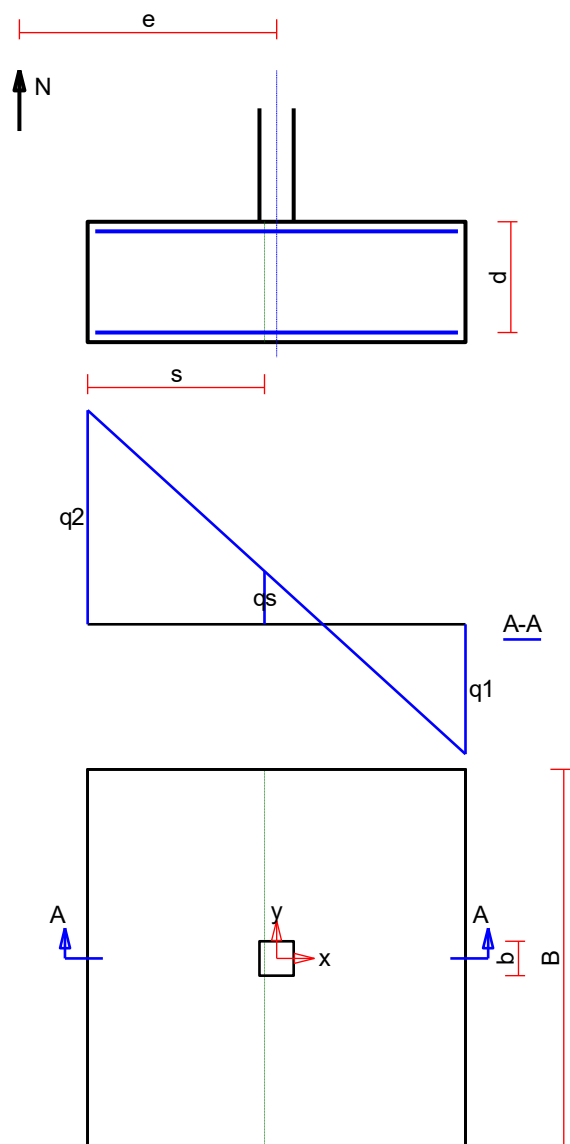
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = -27 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 40,88 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 1,50 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_2 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot -29 + -7) \cdot 2,20 \cdot 1,06 / 6 = -25 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 1,0 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 13,9 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 1,0 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 13,9 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

8.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 3 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

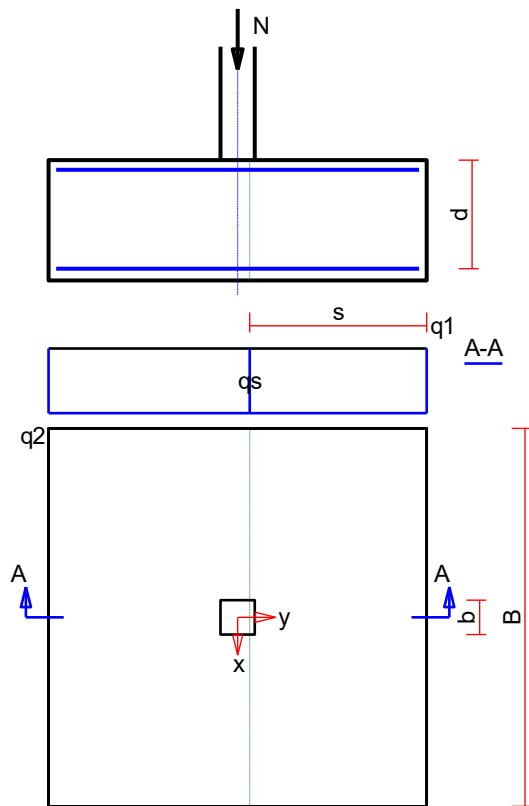
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 42 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = -26,32 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,63 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 9 + 9) \cdot 2,20 \cdot 1,06 / 6 = 10 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,4 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 10,2 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 0,4 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 10,2 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

9. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x (dolna warstwa zbrojenia):

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

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 9$.

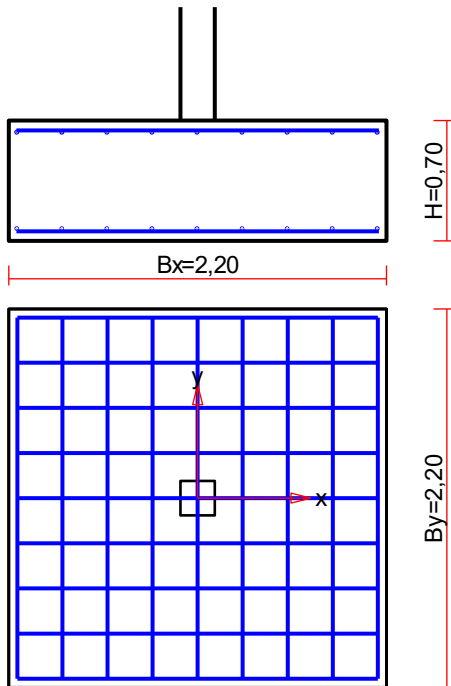
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 9$ co 26,3 cm.

Zbrojenie główne na kierunku y (dolna warstwa zbrojenia):

Średnica prętów: $\phi = 12$ mm.

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 9$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 9$ co 26,3 cm.



Zbrojenie główne na kierunku x (górna warstwa zbrojenia):

Średnica prętów: $\phi = 14$ mm.

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 9$.

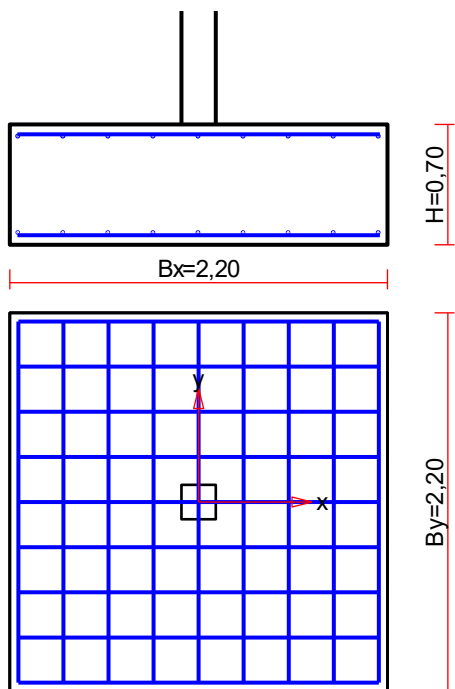
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 9$ co 26,3 cm.

Zbrojenie główne na kierunku y (górna warstwa zbrojenia):

Średnica prętów: $\phi = 14$ mm.

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 9$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 9$ co 26,3 cm.



Ilość stali: 79 kg.

Ilość betonu: 3,39 m³.

Ilość stali na 1 m³ betonu: 23,3 kg/m³.

DANE OGÓLNE PROJEKTU

1. Metryka projektu

Projekt: ,

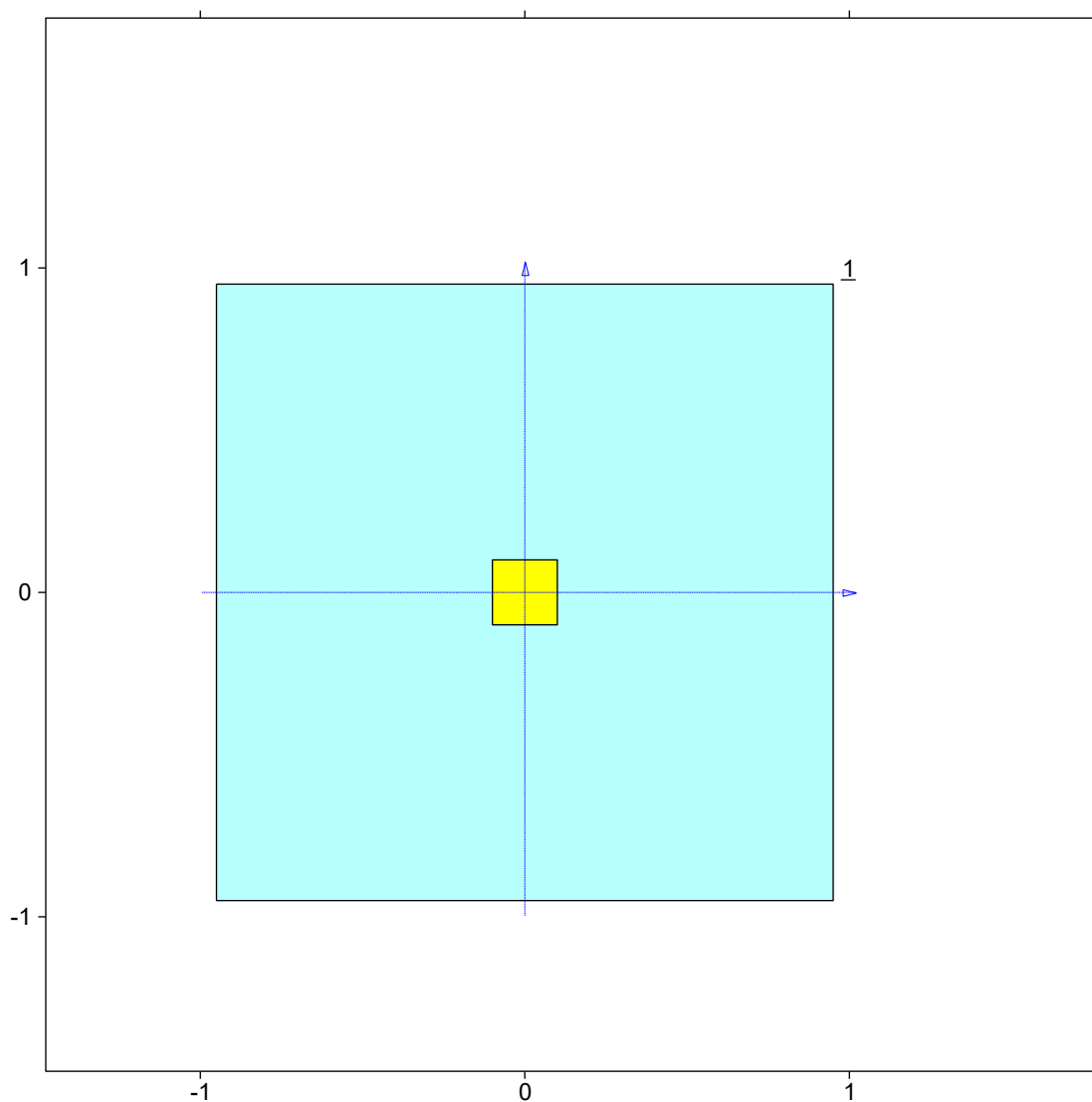
Pozycja:

Projektant: ,

Komentarz:

Data ostatniej aktualizacji danych: 07.12.2017

Poziom odniesienia: $P_0 = +0,00$ m n.p.m.



2. Fundamenty

Liczba fundamentów: 1

2.1. Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **slup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu: $B_x = 1,90 \text{ m}$, $B_y = 1,90 \text{ m}$,

Współrzędne środka fundamentu:

$x_{0f} = 0,00 \text{ m}$, $y_{0f} = 0,00 \text{ m}$,

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

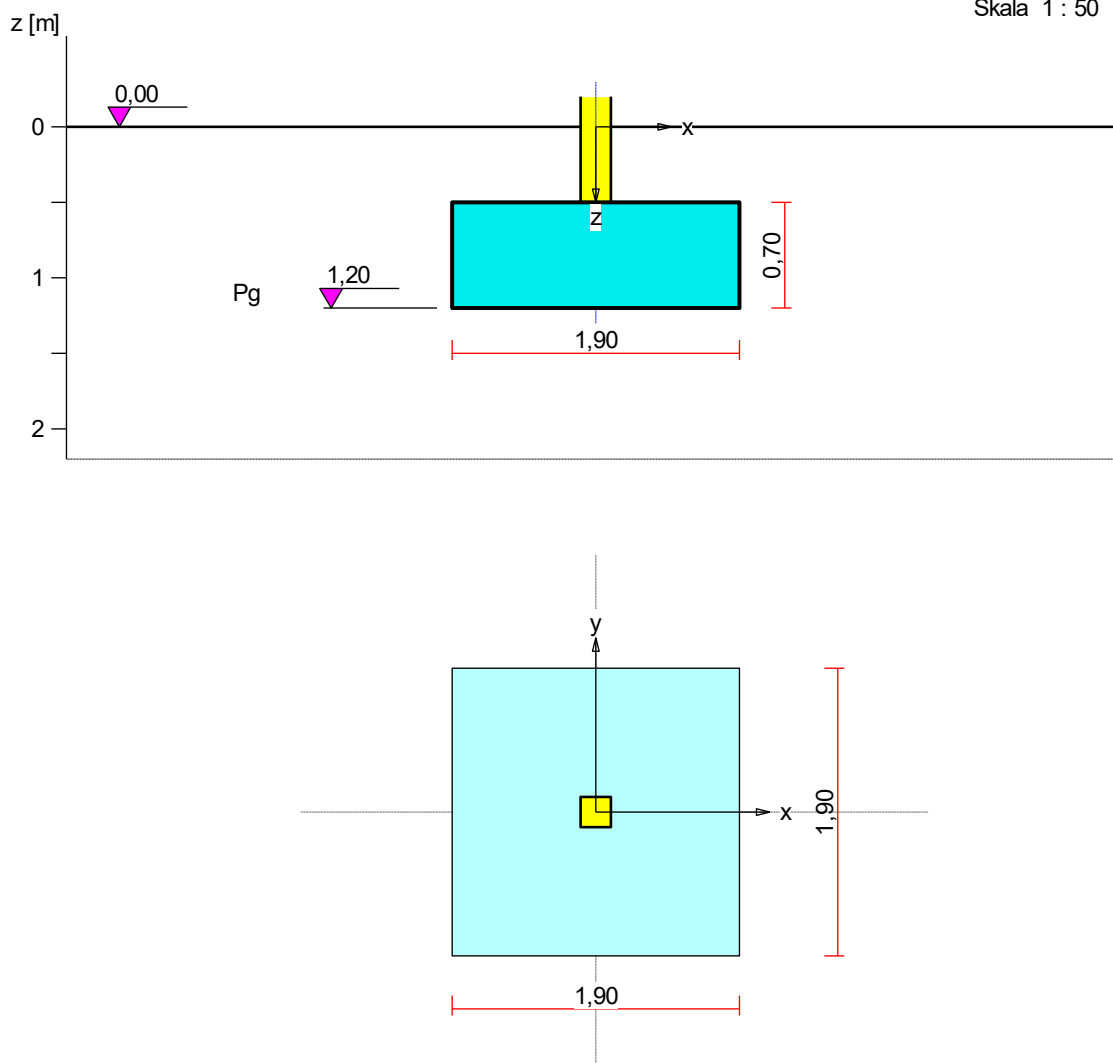
3. Wykopy

Liczba wykopów: 0

FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna

Skala 1 : 50



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	nieokreśl.	Piasek gliniasty	brak wody

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,20$ m, $l = 0,20$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 0,00$ m, $y_0 = 0,00$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,10$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D+K	132,0	-21,8	0,0	0,00	-24,80	1,20
2	D+K	169,0	31,2	0,0	0,00	43,40	1,20
3	D+K	183,7	9,2	0,0	0,00	9,70	1,20
4	D+K	128,2	22,4	0,0	0,00	34,20	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,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,20$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,90$ m, $B_y = 1,90$ m,

Wysokość: $H = 0,70$ m,

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

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D+K	1,20	0,19	0,47
* 2	D+K	1,20	0,27	0,64
3	D+K	1,20	0,17	0,16
4	D+K	1,20	0,21	0,58

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,90$ m, $B_y = 1,90$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,20$ m.

Rodzaj obciążenia: D+K,

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 169,00$ kN, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 31,20$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,10$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 1,10$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm, moment: $M_y = 43,40$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 112,30$ 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:

$$N_r = N + G = 169,00 + 112,30 + 85,20 = 281,30 + 254,20 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 169,00 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 1,10 + 0,00 + (0,00) + (0,00) = 0,00 + 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -169,00 \cdot 0,00 + 31,20 \cdot 1,10 + 43,40 + 0,00 + (0,00) = 77,72 + 77,72 \text{ kNm.}$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 77,72/254,20 = 0,31 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/254,20 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,161 + 0,000 = 0,161 \text{ m} < 0,250.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,90 - 2 \cdot 0,28 = 1,35 \text{ m,} \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,90 - 2 \cdot 0,00 = 1,90 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,89 \text{ t/m}^3,$$

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

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,89 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 22,25 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 18,10 \cdot 0,90 = 16,29^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 28,17 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,76 \quad N_C = 11,83, \quad N_D = 4,46.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 31,20/281,30 = 0,11, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,1109/0,2922 = 0,380,$$

$$i_{Bx} = 0,66, \quad i_{Cx} = 0,79, \quad i_{Dx} = 0,84.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/281,30 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2922 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,82, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,21, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,06$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 1278,42 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 1614,86 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 281,30 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1278,42 = 1035,52 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

7. Stan graniczny II

7.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

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

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

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

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

Sprawdzenie warunku osiadania:

Warunek nie jest określony.

8. Wymiarowanie fundamentu

8.1. 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	26	544	–
* 2	1	38	544	–
3	1	23	544	–
4	1	28	544	–

8.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

Zestawienie obciążeń:

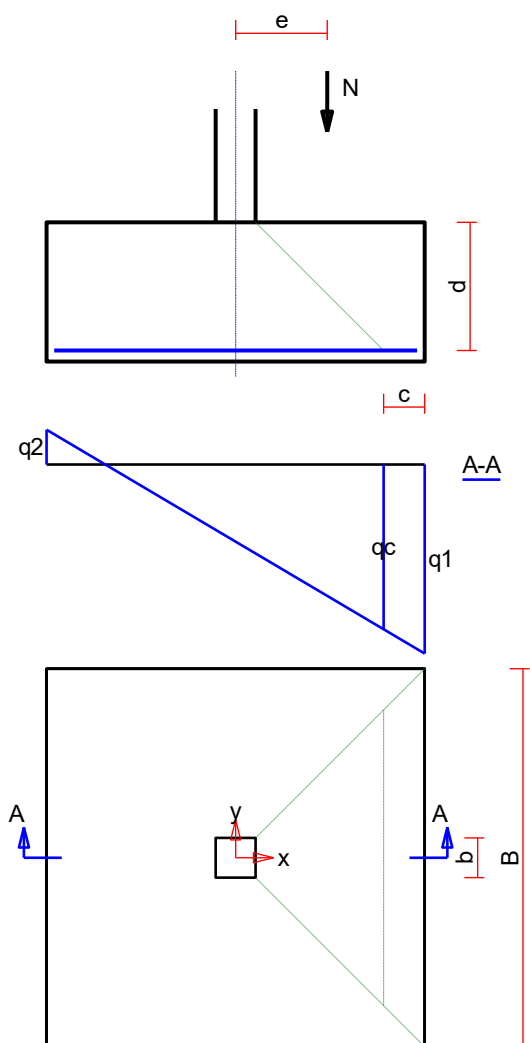
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 169 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 77,72 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,46 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 38 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,20+0,64) \cdot 0,64 \cdot 1000 = 544 \text{ kN}$.

$$V_{Sd} = 38 \text{ kN} < V_{Rd} = 544 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność przekroju
			M [kNm]	M _r [kNm]
1	x	1	49	193
	y	1	27	189
* 2	x	1	69	193
	y	1	34	189
* 3	x	1	46	193
	y	1	37	189
4	x	1	52	193
	y	1	26	189

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wsporników prostokątnych.

8.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x**Zestawienie obciążeń:**

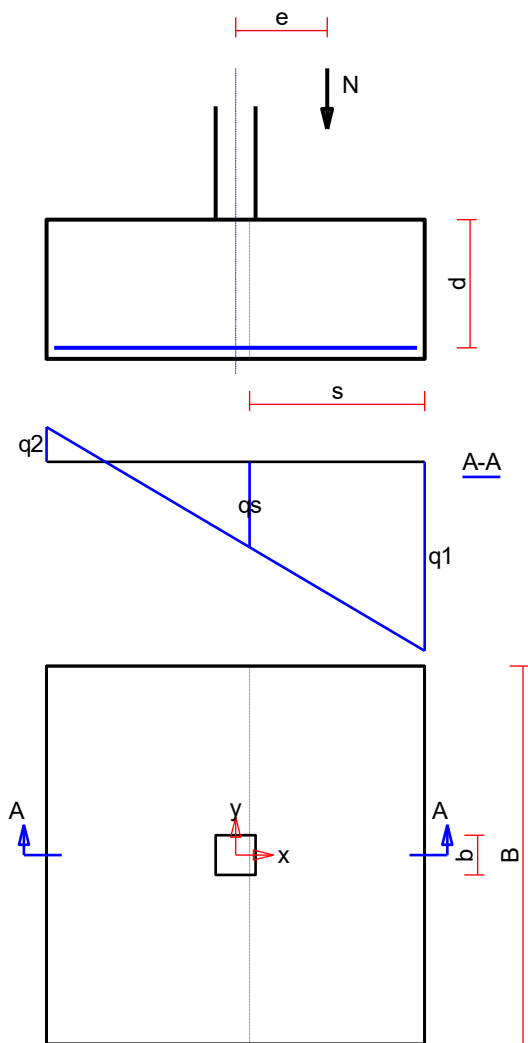
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 169 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 77,72 \text{ kNm}$.

Mimośrodki siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,46 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 115 + 52) \cdot 1,90 \cdot 0,77 / 6 = 69 \text{ kNm.}$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 2,8 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 7,9 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 2,8 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 7,9 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

8.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 3 na kierunku y

Zestawienie obciążeń:

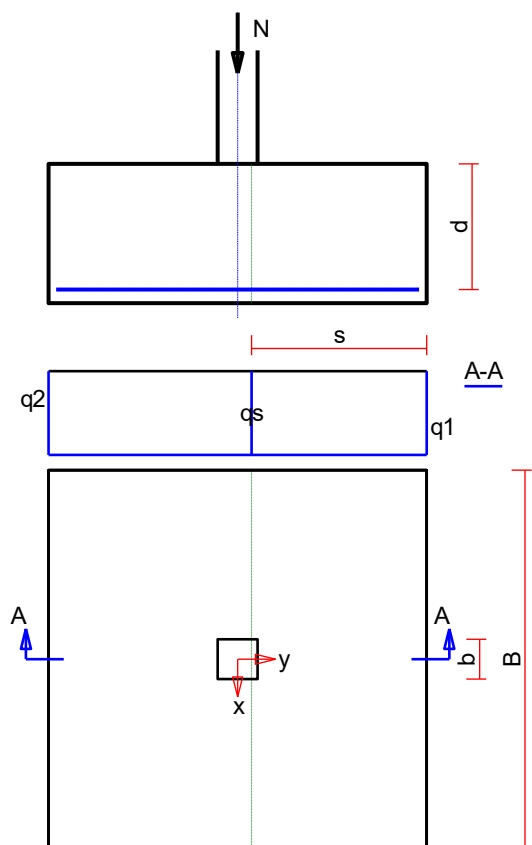
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 184 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 19,82 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

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



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{Sd} = (2 \cdot q_l + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 51 + 51) \cdot 1,90 \cdot 0,77 / 6 = 37 \text{ kNm.}$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 1,6 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 7,9 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 1,6 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 7,9 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

9. Zbrojenie stopy

Zbrojenie główne na kierunku x:

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

Konieczna liczba prętów: $L_{xs} = 7$.

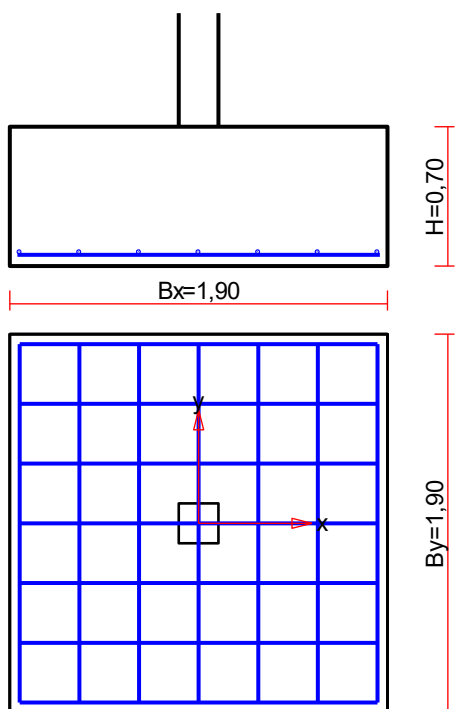
Przyjęta liczba prętów: $L_{xr} = 7$ co $30,0 \text{ cm}$.

Zbrojenie główne na kierunku y:

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

Konieczna liczba prętów: $L_{ys} = 7$.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 7$ co $30,0 \text{ cm}$.



Ilość stali: 22 kg.

Ilość betonu: 2,53 m³.

Ilość stali na 1 m³ betonu: 8,8 kg/m³.