

OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

Temat:	PROJEKT KONSTRUKCJI TRYBUN
Obiekt:	BOISKO PIŁKARSKIE W MIERZYNIE
Adres:	MIERZYN DZ. NR EWID. 887 I 885
Jednostka proj.:	FIRMA BUDOWLANA I HANDLOWA MGR INŻ. BARBARA MALEC
Adres jedn. projekt.:	91-020 ŁÓDŹ UL. INOWROCŁAWSKA 5/61

Projektował:

Tytuł:	Imię i nazwisko:	Nr uprawnień:
MGR INŻ.	BARBARA MALEC	ŁW – 9/71
Podpis/pieczętka:	Nr wpisu do IIB:	

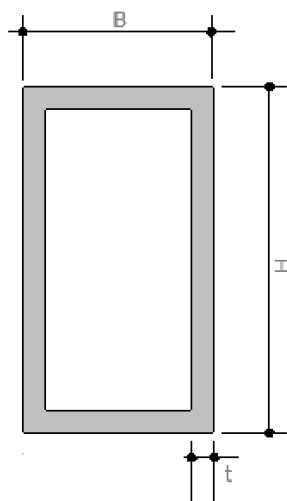
Sprawdził:

Tytuł:	Imię i nazwisko:	Nr uprawnień:
MGR INŻ.	WOJCIECH BIŃCZYK	NB.IV.7342/79/98
Podpis/pieczętka:	Nr wpisu do IIB:	

Nr zlecenia:	Faza:	Data:	Wydanie:
	PW	2012-03-27	1

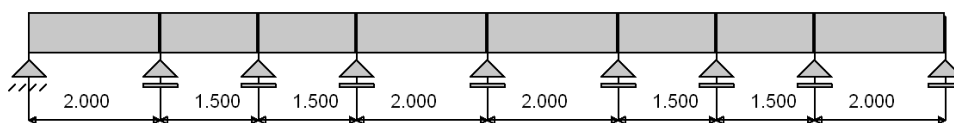
BELKA SIEDZISKA

Rura 60x40x4



Rura 60x40x4 - Stal: ST3S

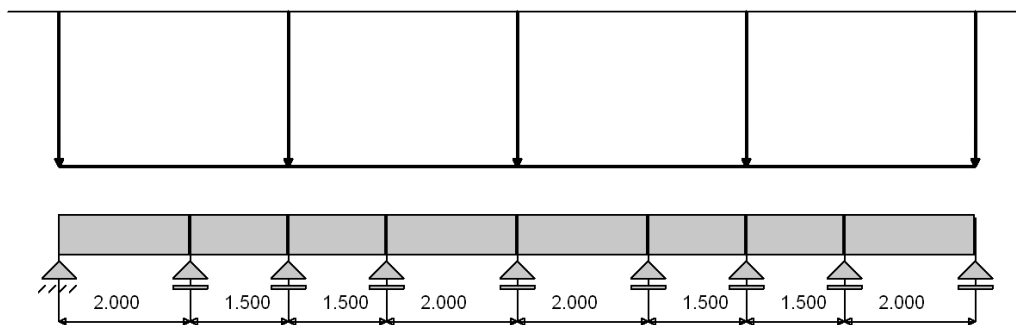
H [mm]	60.0	A [cm ²]	7.19
B [mm]	40.0	J _x [cm ⁴]	32.80
T [mm]	4.0	J _y [cm ⁴]	17.00
		W _x [cm ³]	10.90
		W _y [cm ³]	8.52



Lista przęseł

Nr przęsła	Długość[m]	Profil	Podpora lewa	Podpora prawa
1	2.00	Rura 60x40x4	przegub nieprzesuwny	przegub przesuwny
2	1.50	Rura 60x40x4	przegub przesuwny	przegub przesuwny
3	1.50	Rura 60x40x4	przegub przesuwny	przegub przesuwny
4	2.00	Rura 60x40x4	przegub przesuwny	przegub przesuwny
5	2.00	Rura 60x40x4	przegub przesuwny	przegub przesuwny
6	1.50	Rura 60x40x4	przegub przesuwny	przegub przesuwny
7	1.50	Rura 60x40x4	przegub przesuwny	przegub przesuwny
8	2.00	Rura 60x40x4	przegub przesuwny	przegub przesuwny

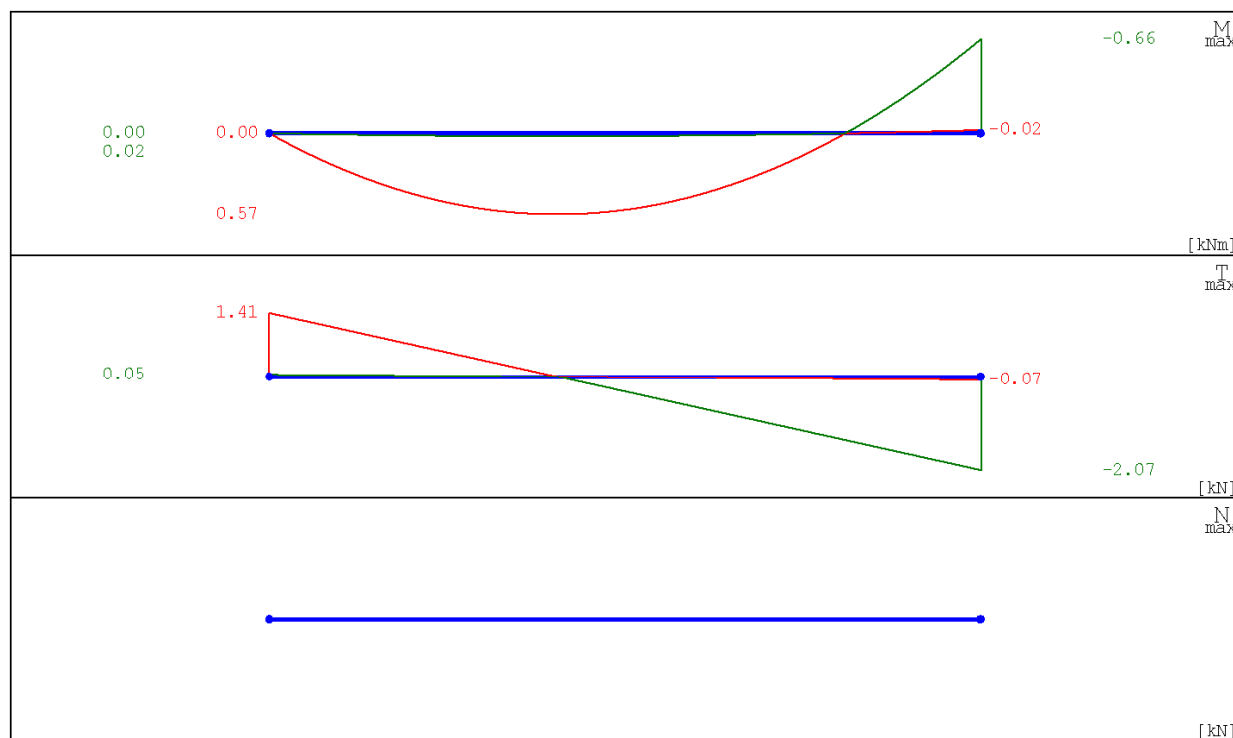
Lista obciążeń grupa1



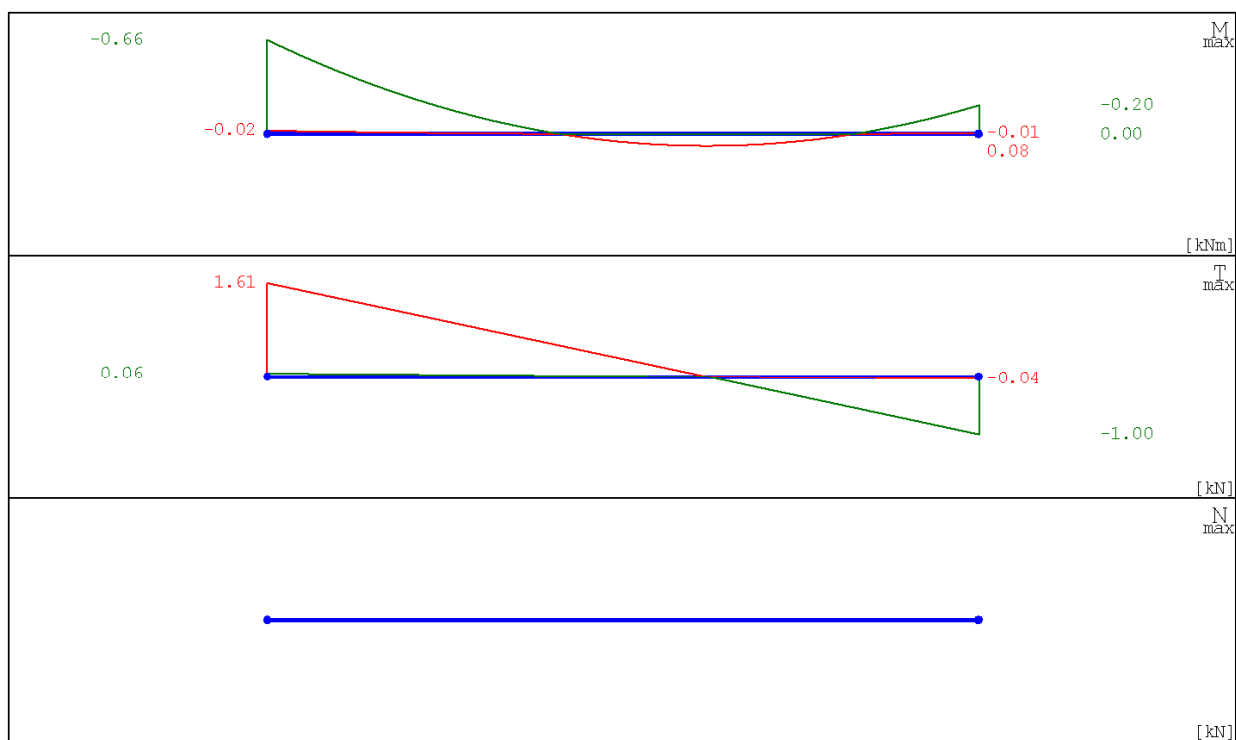
Nr	Nr przęsła	Rodzaj	P ₁	P ₂	a [m]	b [m]	Co [mm]
0		równomierne	1.20	-	0.00	14.00	-

Maksymalny współczynnik obciążenia: 1.400

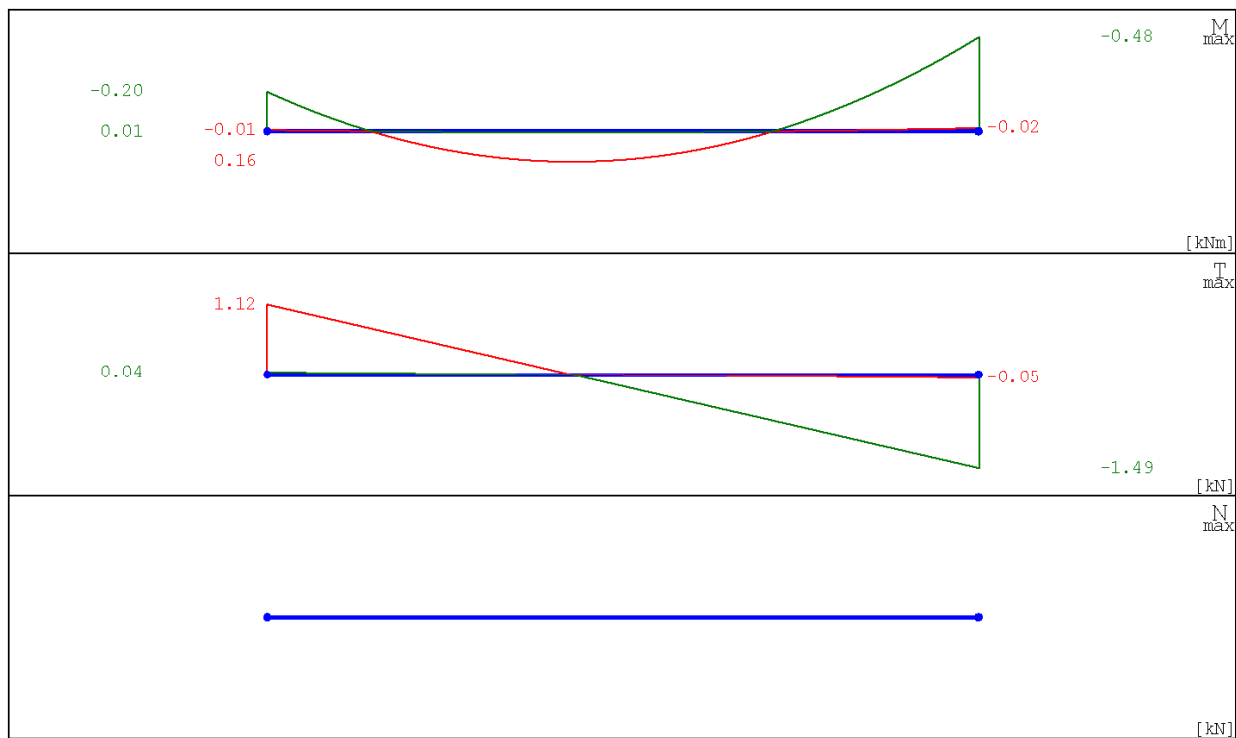
Wykresy MNT dla przęsła nr 1



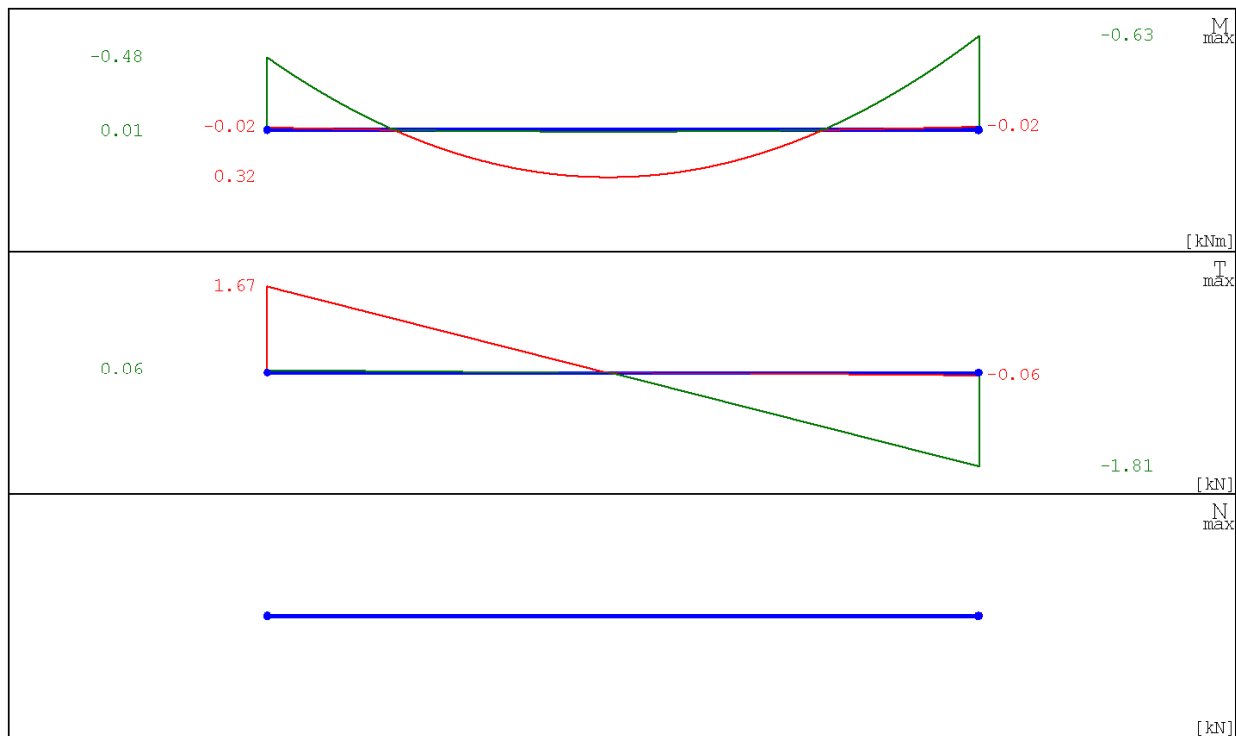
Wykresy MNT dla przęsła nr 2



Wykresy MNT dla przęsła nr 3

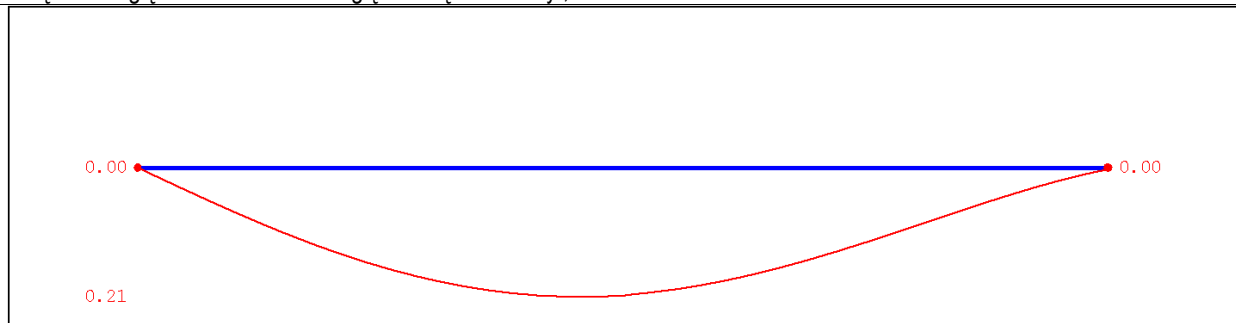


Wykresy MNT dla przęsła nr 4



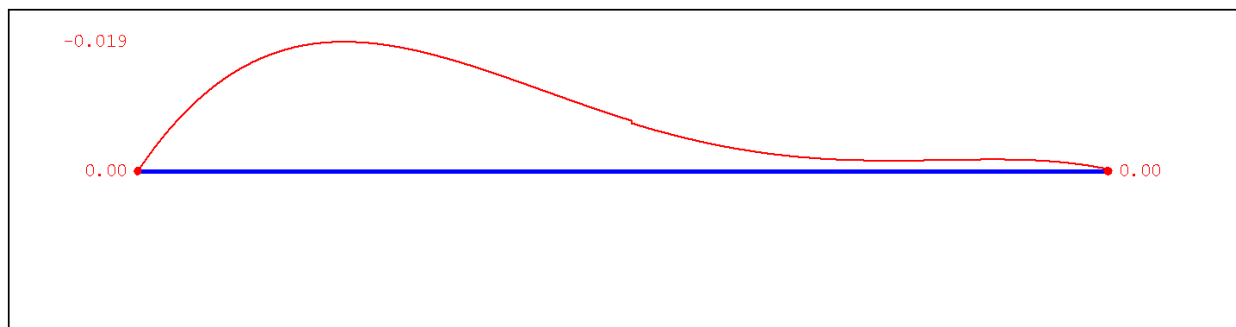
Ugięcie sprężyste dla przęsła nr 1

Grupy obciążeń uwzględnione do liczenia ugięcia: Ciężar własny ,



X [m]	0.000	0.400	0.800	1.000	1.400	1.800	1.983
Y [cm]	0.000	0.139	0.210	0.209	0.142	0.037	0.000

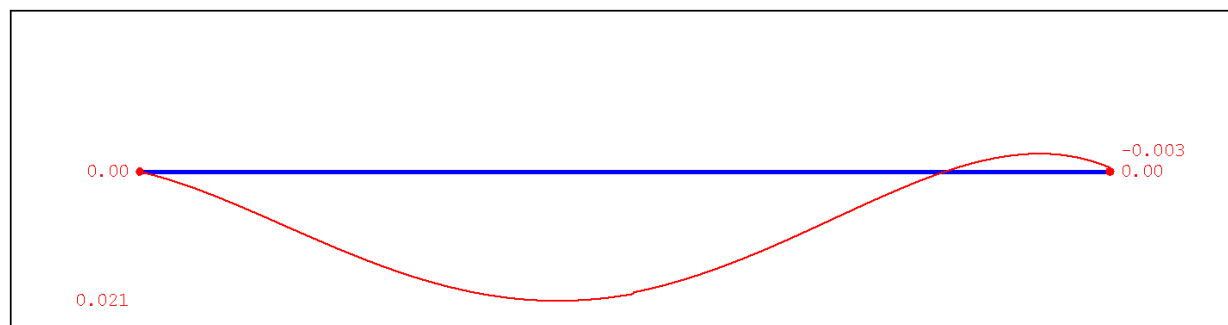
Ugięcie sprężyste dla przęsła nr 2



X [m]	0.000	0.313	0.613	0.750	1.063	1.363	1.488
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

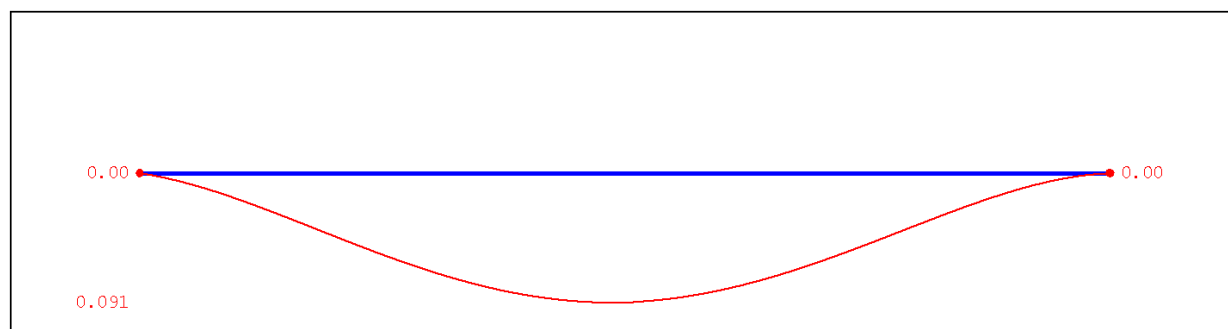
Y [cm]	0.000	-0.019	-0.012	-0.007	-0.002	-0.002	0.000
--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

Ugięcie sprężyste dla przęsła nr 3



X [m]	0.000	0.313	0.613	0.750	1.063	1.363	1.488
Y [cm]	0.000	0.013	0.020	0.019	0.007	-0.003	0.000

Ugięcie sprężyste dla przęsła nr 4



X [m]	0.000	0.400	0.800	1.000	1.400	1.800	1.983
Y [cm]	0.000	0.045	0.086	0.090	0.059	0.009	0.000

Przęsło nr 1

Dane przęsła:

Przekrój: 60.0 x 40.0 x 4.0
 $A = 7.190 \text{ cm}^2$
 $I_x = 32.800 \text{ cm}^4$
 $W_x = 10.900 \text{ cm}^3$
 Klasa przekroju na zginanie: 1
 Współczynnik redukcyjny $\varphi = 1.000$
 Długość przęsła: 2.000 m
 Klasa stali przęsła: St3S
 Współczynnik momentów $\varphi = 1.000$
 Największy rozstaw żebier poprzecznych: 0.000 m

Nośności przekroju:

Stan krytyczny

$$M_{rx} = 2.716 \text{ kNm}$$

$$M_{rxv_min} = 2.716 \text{ kNm}$$

$$M_{rxv_max} = 2.716 \text{ kNm}$$

$$V_{ry} = 55.866 \text{ kN}$$

Warunki nośności

Dla momentu dodatniego $x = 0.817 \text{ m}$

Siły: $M_{x\max} = 0.570 \text{ kNm}$

$V_y = 0.013 \text{ kN}$

Odległość między stężeniami pasa górnego: 2.000 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwichrzenia: $\varphi_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{rx}} = 0.210 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{rxv}} = 0.210 \leq 1$$

Dla momentu minimalnego $x = 2.000 \text{ m}$

Siły: $M_{x\min} = -0.664 \text{ kNm}$

$V_y = 2.074 \text{ kN}$

Odległość między stężeniami pasa dolnego: 2.000 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwichrzenia: $\varphi_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{rx}} = 0.244 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{rxv}} = 0.244 \leq 1$$

Dla ekstremalnej siły poprzecznej

Siły: $V_{y\max} = 2.074 \text{ kN}$

$V_{ry} = 55.866 \text{ kN}$

$$\frac{V_y}{V_{ry}} = 0.037$$

Sprawdzenie ugięcia granicznego

Ugięcie maksymalne: $U_{\max} = 0.213$ jest mniejsze od ugięcia dopuszczalnego: $U_{\text{dop}} = 0.571 \text{ cm}$

Przęsło nr 2

Dane przęsła:

Przekrój: 60.0 x 40.0 x 4.0

$A = 7.190 \text{ cm}^2$

$I_x = 32.800 \text{ cm}^4$

$W_x = 10.900 \text{ cm}^3$

Klasa przekroju na zginanie: 1

Współczynnik redukcyjny $\varphi = 1.000$

Długość przęsła: 1.500 m

Klasa stali przęsła: St3S

Współczynnik momentów $\varphi = 1.000$

Największy rozstaw żeber poprzecznych: 0.000 m

Nośności przekroju:

Stan krytyczny

$M_{rx} = 2.716 \text{ kNm}$

$M_{rxv_min} = 2.716 \text{ kNm}$

$M_{rxv_max} = 2.716 \text{ kNm}$

$V_{ry} = 55.866 \text{ kN}$

Warunki nośności

Dla momentu dodatniego $x = 0.925 \text{ m}$

Siły: $M_{x\max} = 0.084 \text{ kNm}$

$V_y = 0.003 \text{ kN}$

Odległość między stężeniami pasa górnego: 1.500 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwichrzenia: $\varphi_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{rx}} = 0.031 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{rxv}} = 0.031 \leq 1$$

Dla momentu minimalnego $x = 0.000 \text{ m}$

Siły: $M_{x\min} = -0.664 \text{ kNm}$

$V_y = 1.614 \text{ kN}$

Odległość między stężeniami pasa dolnego: 1.500 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwichrzenia: $\varphi_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{rx}} = 0.244 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{rxv}} = 0.244 \leq 1$$

Dla ekstremalnej siły poprzecznej

Siły: $V_{y\max} = 1.614 \text{ kN}$

$V_{ry} = 55.866 \text{ kN}$

$$\frac{V_y}{V_{ry}} = 0.029$$

Sprawdzenie ugięcia granicznego

Ugięcie maksymalne: $U_{\max} = 0.019$ jest mniejsze od ugięcia dopuszczalnego: $U_{\text{dop}} = 0.429 \text{ cm}$

Przęsło nr 3

Dane przęsła:

Przekrój: 60.0 x 40.0 x 4.0

$A = 7.190 \text{ cm}^2$

$I_x = 32.800 \text{ cm}^4$

$W_x = 10.900 \text{ cm}^3$

Klasa przekroju na zginanie: 1

Współczynnik redukcyjny $\varphi = 1.000$

Długość przęsła: 1.500 m

Klasa stali przęsła: St3S

Współczynnik momentów $\varphi = 1.000$

Największy rozstaw żebier poprzecznych: 0.000 m

Nośności przekroju:

Stan krytyczny

$M_{rx} = 2.716 \text{ kNm}$

$M_{rxv_min} = 2.716 \text{ kNm}$

$M_{rxv_max} = 2.716 \text{ kNm}$

$V_{ry} = 55.866 \text{ kN}$

Warunki nośności

Dla momentu dodatniego $x = 0.637 \text{ m}$

Siły: $M_{x\max} = 0.156 \text{ kNm}$

$V_y = 0.008 \text{ kN}$

Odległość między stężeniami pasa górnego: 1.500 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwichrzenia: $\varphi_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{rx}} = 0.058 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{rxv}} = 0.058 \leq 1$$

Dla momentu minimalnego $x = 1.500 \text{ m}$

Siły: $M_{x\min} = -0.485 \text{ kNm}$

$V_y = 1.494 \text{ kN}$

Odległość między stężeniami pasa dolnego: 1.500 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwichrzenia: $\varphi_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{rx}} = 0.178 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{rxv}} = 0.178 \leq 1$$

Dla ekstremalnej siły poprzecznej

Siły: $V_{y\max} = 1.494 \text{ kN}$

$V_{ry} = 55.866 \text{ kN}$

$$\frac{V_y}{V_{ry}} = 0.027$$

Sprawdzenie ugięcia granicznego

Ugięcie maksymalne: $U_{\max} = 0.021$ jest mniejsze od ugięcia dopuszczalnego: $U_{\text{dop}} = 0.429 \text{ cm}$

Przęsło nr 4

Dane przęsła:

Przekrój: 60.0 x 40.0 x 4.0

$A = 7.190 \text{ cm}^2$

$I_x = 32.800 \text{ cm}^4$

$W_x = 10.900 \text{ cm}^3$

Klasa przekroju na zginanie: 1

Współczynnik redukcyjny $\varphi = 1.000$

Długość przęsła: 2.000 m

Klasa stali przęsła: St3S

Współczynnik momentów $\varphi = 1.000$

Największy rozstaw żeber poprzecznych: 0.000 m

Nośności przekroju:

Stan krytyczny

$M_{rx} = 2.716 \text{ kNm}$

$M_{rxv_min} = 2.716 \text{ kNm}$

$M_{rxv_max} = 2.716 \text{ kNm}$

$V_{ry} = 55.866 \text{ kN}$

Warunki nośności

Dla momentu dodatniego $x = 0.967 \text{ m}$

Siły: $M_{x\max} = 0.316 \text{ kNm}$

$V_y = 0.014 \text{ kN}$

Odległość między stężeniami pasa górnego: 2.000 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwężenia: $\varphi_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{rx}} = 0.116 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{rxv}} = 0.116 \leq 1$$

Dla momentu minimalnego $x = 2.000 \text{ m}$

Siły: $M_{x\min} = -0.629 \text{ kNm}$

$V_y = 1.814 \text{ kN}$

Odległość między stężeniami pasa dolnego: 2.000 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwężenia: $\varphi_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\varphi_L \cdot M_{rx}} = 0.231 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{rxv}} = 0.231 \leq 1$$

Dla ekstremalnej siły poprzecznej

Siły: $V_{y\max} = 1.814 \text{ kN}$

$V_{ry} = 55.866 \text{ kN}$

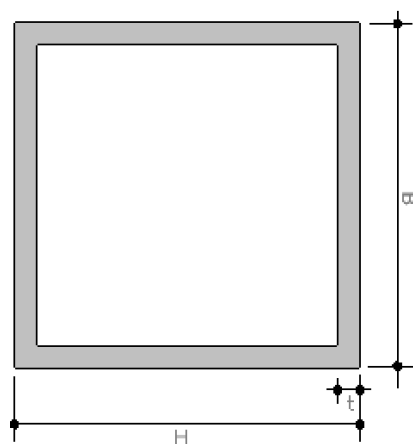
$$\frac{V_y}{V_{ry}} = 0.032$$

Sprawdzenie ugięcia granicznego

Ugięcie maksymalne: $U_{\max} = 0.091$ jest mniejsze od ugięcia dopuszczalnego: $U_{\text{dop}} = 0.571 \text{ cm}$

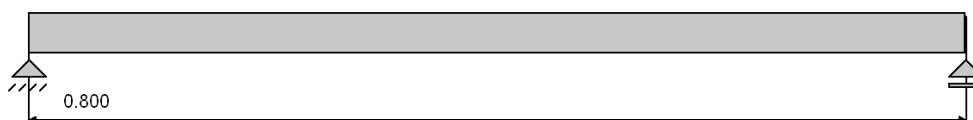
BELKA PODESTU

Rura 40x40x4



Rura 40x40x4 - Stal: ST3S

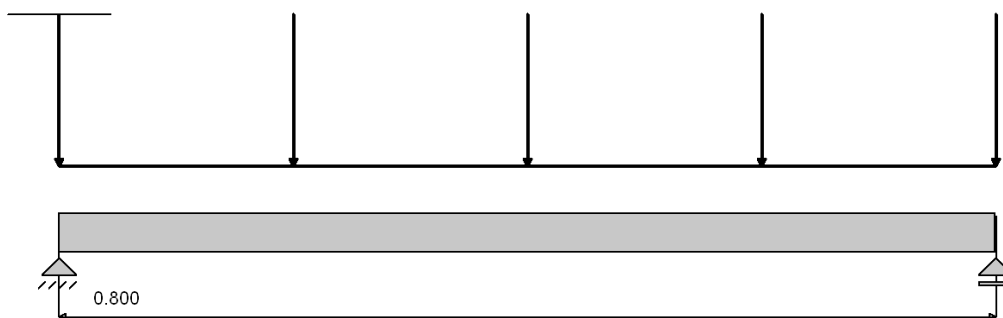
B [mm]	40.0	A [cm ²]	5.59
t [mm]	4.0	J _x [cm ⁴]	11.80
		J _y [cm ⁴]	11.80
		W _x [cm ³]	5.91
		W _y [cm ³]	5.91



Lista pręseł

Nr pręśla	Długość[m]	Profil	Podpora lewa	Podpora prawa
1	0.80	Rura 40x40x4	przegub nieprzesuwny	przegub przesuwny

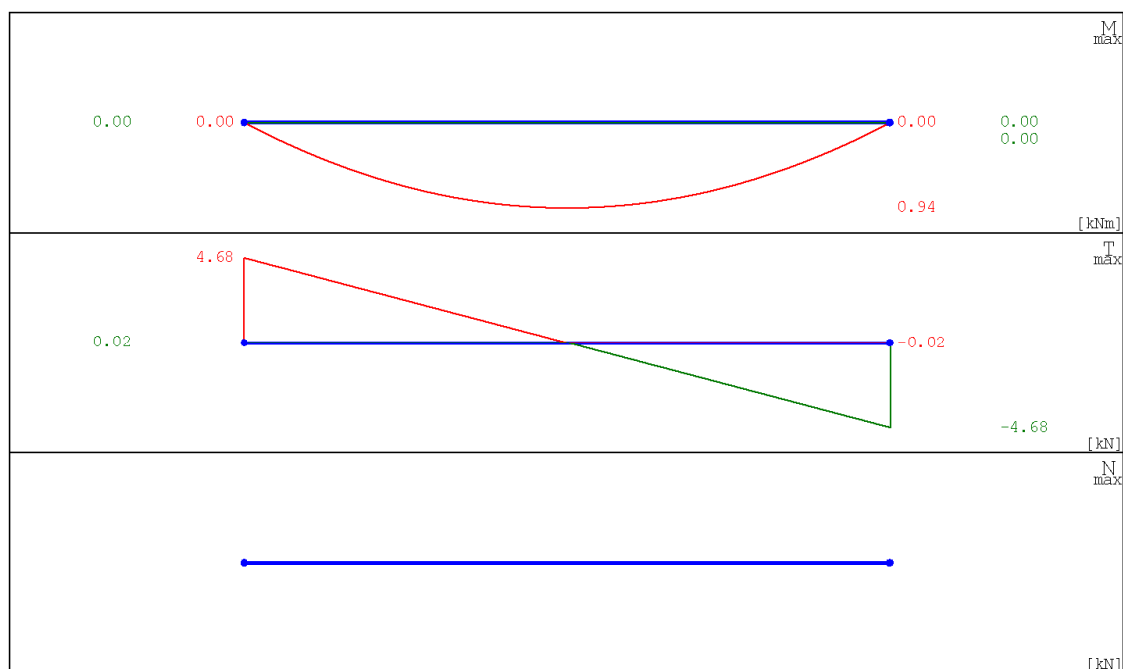
Lista obciążeń grupa1



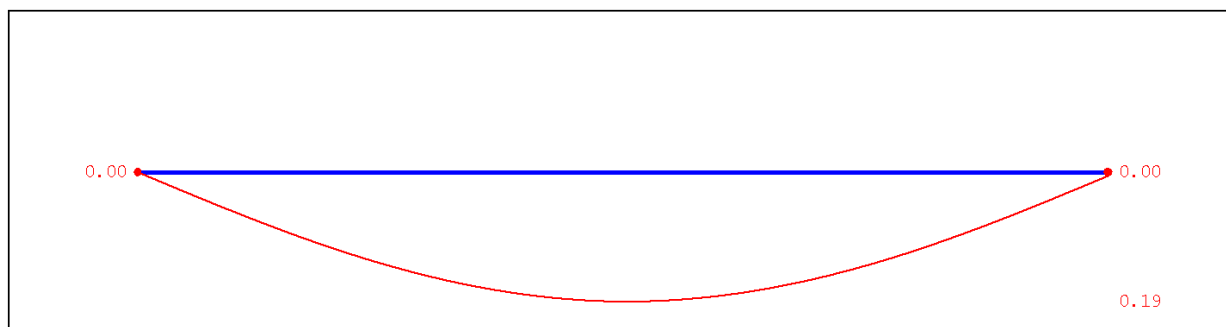
Nr	Nr pręśla	Rodzaj	P ₁	P ₂	a [m]	b [m]	Co [mm]
0		równomierne	8.42	-	0.00	0.80	-

Maksymalny współczynnik obciążenia: 1.385

Wykresy MNT dla pręśla nr 1



Ugięcie sprężyste dla przęsła nr 1



X [m]	0.000	0.160	0.320	0.400	0.560	0.720	0.793
Y [cm]	0.000	0.111	0.178	0.186	0.149	0.054	0.000

Przęsło nr 1

Dane przęsła:

Przekrój: 40.0 x 4.0

$A = 5.590 \text{ cm}^2$

$I_x = 11.800 \text{ cm}^4$

$W_x = 5.910 \text{ cm}^3$

Klasa przekroju na zginanie: 1

Współczynnik redukcyjny $\varphi = 1.000$

Długość przęsła: 0.800 m

Klasa stali przęsła: St3S

Współczynnik momentów $\varphi = 1.000$

Największy rozstaw żebier poprzecznych: 0.000 m

Nośności przekroju:

Stan krytyczny

$M_{rx} = 1.475 \text{ kNm}$

$V_{ry} = 35.914 \text{ kN}$

$M_{rxv_max} = 1.475 \text{ kNm}$

Warunki nośności

Dla momentu dodatniego $x = 0.400$ m

Siły: $M_{x\max} = 0.937$ kNm

$V_y = 0.000$ kN

Odległość między stężeniami pasa górnego: 0.800 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwężenia: $\eta_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\phi_L \cdot M_{Ex}} = 0.635 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{Exv}} = 0.635 \leq 1$$

Dla momentu minimalnego $x = 0.000$ m

Siły: $M_{x\min} = 0.004$ kNm

$V_y = 0.000$ kN

Odległość między stężeniami pasa dolnego: 0.800 m

Stan krytyczny

Współczynnik zwężenia: $\eta_L = 1.000$

$$\frac{M_x}{\phi_L \cdot M_{Ex}} = 0.000 \leq 1$$

$$\frac{M_x}{M_{Exv}} = 0.000 \leq 1$$

Dla ekstremalnej siły poprzecznej

Siły: $V_{y\max} = 4.684$ kN

$V_{fy} = 35.914$ kN

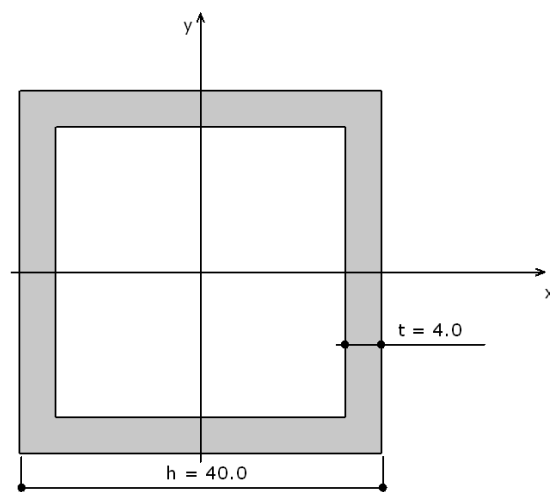
$$\frac{V_y}{V_{fy}} = 0.130$$

Sprawdzenie ugięcia granicznego

Ugięcie maksymalne: $U_{\max} = 0.187$ jest mniejsze od ugięcia dopuszczalnego: $U_{\text{dop}} = 0.229$ cm

SŁUPEK TRYBUNY

Geometria



Lista węzłów

Nr Węzła	Z[m]	Y[m]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.70

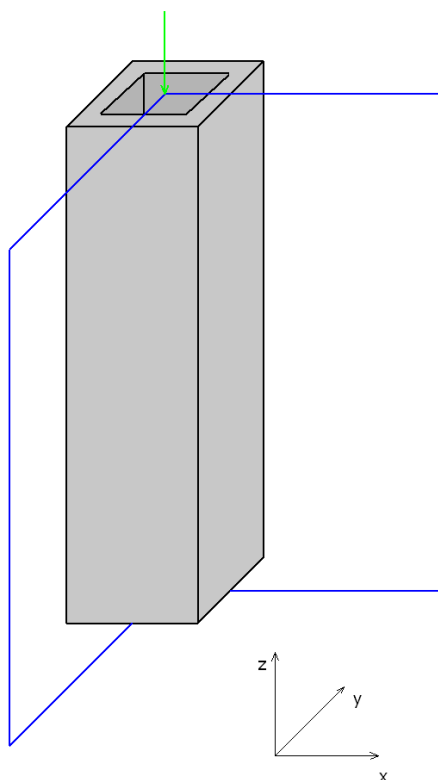
Materiał

Nazwa	E[MPa]	Ciężar własny[kN/m ³]	α [1/°C]
St3S	205000	78.5	0.000012

Przekrój

Nazwa	A[cm ²]	J _x [cm ⁴]	J _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]	Nazwa materiału	Długość słupa [m]
RuryKwadr 40x40x4	5.06	10.18	10.18	5.09	5.09	St3S	0.70

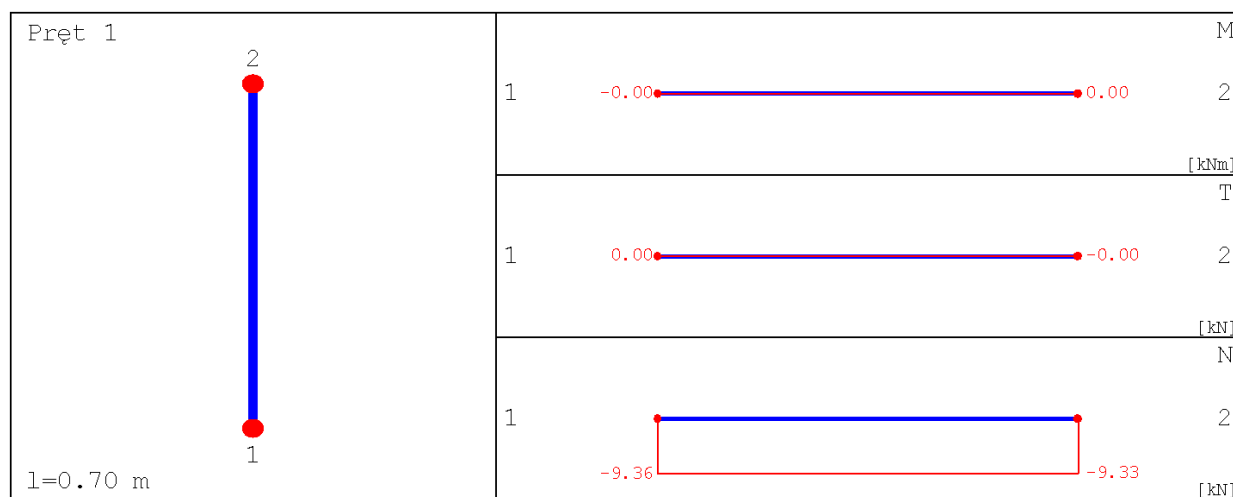
Obciążenia



Parametry obciążeń

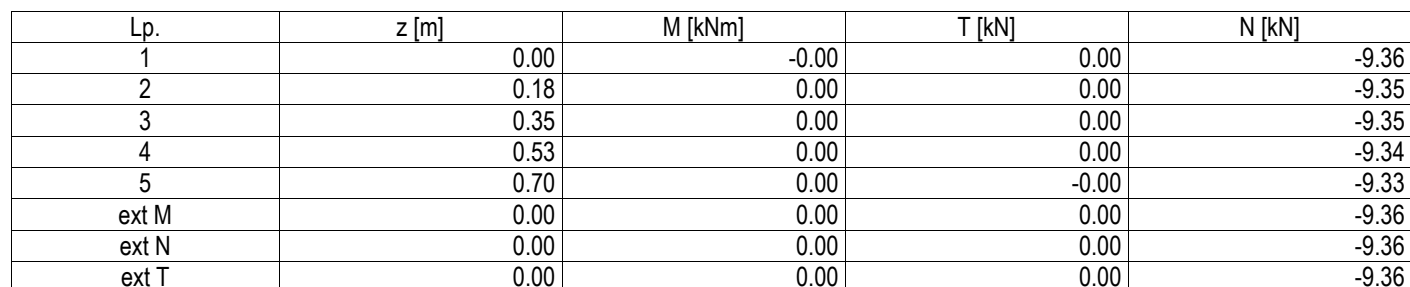
Nr obciążenia	Nr pręta	Typ obciążenia	Kierunek działania	P ₁	P ₂	a[m]	b[m]
1	1	siła	YoZ	9.33 kN	-	-	0.70

Siły wewnętrzne - płaszczyzna XoZ



Lp.	z [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0.00	-0.00	0.00	-9.36
2	0.18	0.00	0.00	-9.35
3	0.35	0.00	0.00	-9.35
4	0.53	0.00	0.00	-9.34

Siły wewnętrzne - płaszczyzna YoZ



Nr Węzła	$V_x[\text{mm}]$	$V_y[\text{mm}]$	$\varphi [\text{rad}] * 1000$
1	0.000	0.000	0.000
2	0.000	-0.053	0.000

Nr Węzła	$V_x[\text{mm}]$	$V_y[\text{mm}]$	$\varphi [\text{rad}] * 1000$
1	0.000	0.000	0.000
2	0.000	-0.053	0.000

Nr Podpory	Nr Węzła Podp.	R_x [kN]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	1	0.00	9.33	0.00
2	2	0.00	0.00	0.00

Nr Podpory	Nr Węzła Podp.	R_x [kN]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	1	0.00	9.33	0.00
2	2	0.00	0.00	0.00

Dane do wymiarowania

Stal: **St3S** f_d : **215.0 MPa**
 Słup nie ściskany osiowo.

Współczynniki długości wybowoczeniowej:

- w płaszczyźnie XoZ - $\eta_y = 1.00$.
- w płaszczyźnie YoZ - $\eta_x = 1.00$.
- giętno-skrętnej - $\eta_t = 1.00$.

Element obciążony dynamicznie.

Współczynniki momentu zginającego:

$\eta_x = 1.00$. $\eta_y = 1.00$.

Element jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.
 Nie uwzględniono rezerwy plastycznej przy zginaniu.
 Nie występują naprężenia spawalnicze.

Wyniki wymiarowania

Wyznaczenie klasy przekroju

Klasa przekroju ściskanego	1
Klasa przekroju zginanego względem osi X	1

Nośność przekrojów

Nośność przekroju ściskanego (N_{Rc})	[kN]	108.79
Nośność przekroju zginanego względem osi X (M_{Rx})	[kNm]	1.094
Nośność przekroju zginanego względem osi Y (M_{Ry})	-	-

Wybowoczenie

Smukłość pręta względem osi X (λ_x)	49.351
Smukłość pręta względem osi Y (λ_y)	49.351
Smukłość porównawcza (λ_p)	84.00
Smukłość względna względem osi X ($\lambda_{x,r}$)	0.588
Smukłość względna względem osi Y ($\lambda_{y,r}$)	0.588
Współczynnik wybowoczeniowy względem osi X (η_x)	0.945
Współczynnik wybowoczeniowy względem osi Y (η_y)	0.945

Punkt nr 1 (z = 0.00 m)

$N = -9.36 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kNm}$ $M_y = 0.00 \text{ kNm}$ $T_x = 0.00 \text{ kN}$ $T_y = 0.00 \text{ kN}$

Osiowe ściskanie

$$\frac{N}{\varphi_y \cdot N_{Rc}} = 0.091 < 1,0$$

Warunek spełniony

Punkt nr 2 (z = 0.35 m)

$N = -9.35 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kNm}$ $M_y = 0.00 \text{ kNm}$ $T_x = 0.00 \text{ kN}$ $T_y = 0.00 \text{ kN}$

Osiowe ściskanie

$$\frac{N}{\varphi_y \cdot N_{Rc}} = 0.091 < 1,0$$

Warunek spełniony

Punkt nr 3 (z = 0.70 m)

$N = -9.33 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kNm}$ $M_y = 0.00 \text{ kNm}$ $T_x = 0.00 \text{ kN}$ $T_y = 0.00 \text{ kN}$

Osiowe ściskanie

$$\frac{N}{\varphi_y \cdot N_{Rc}} = 0.091 < 1,0$$

Warunek spełniony

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

nr punktu	położenie punktu [m]	osiowe rozciąganie	osiowe ściskanie	jednokier. zginanie	dwukier. zginanie lub zgin. i rozc.	zginanie i ściskanie
1	0.00	-	0.09	-	-	-
2	0.35	-	0.09	-	-	-
3	0.70	-	0.09	-	-	-

OBCIĄŻENIA

Zestaw 1

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	Obciążenie widzem	4.800	[kN/m²]	0.250	1.200	1.400	1.680
					$p^k_1=1.200$	1.400	$p^d_1=1.680$

Zestaw 2

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m]	obciążenie charakter. [kN/m]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN/m]
1	krata pomostowa	0.210	[kN/m²]	2.000	0.420	1.100	0.462
2	obciążenie zmienne trybuny naziemne o stałych m-cach siedzących	4.000	[kN/m²]	2.000	8.000	1.400	11.200
					$q^k_2=8.420$	1.385	$q^d_2=11.662$

Zestaw 3

nr	Rodzaj obciążenia	Wartość	Jednostka	Mnożnik [m²]	obciążenie charakter. [kN]	współ. obc.	Obciążenie oblicz. [kN]
1	krata pomostowa	0.210	[kN/m]	1.600	0.336	1.100	0.370
2	widownia	4.000	[kN/m]	1.600	6.400	1.400	8.960
					$q^k_3=6.736$	1.385	$q^d_3=9.330$