

OBLICZENIA
STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

1. PODSTAWA USTALENIA OBCIĄŻEŃ I WYMIAROWANIA

1.1. Podstawa ustalenia obciążeń – bez zmian

Normy:

- PN-82/B-0200 – Obciążenia Budowli. Zasady ustalania wartości.
- PN-82/B-02001 – Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- PN-82/B-02003 – Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne i technologiczne.
- PN-82/B-02004 – Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Obciążenie pojazdami.
- PN-80/B-02010 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem. (z uwzględnieniem zmiany PN-80/B-02010/Az1:2006 z października 2006) przyjęto 2 strefę obciążenia śniegiem ($Q_k=0,72 \text{ kN/m}^2$).
- PN-77/B-02011 - Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem. (z uwzględnieniem zmiany PN-77/B-02011/Az1:2009 z lipca 2009) Przyjęto I strefę obciążenia wiatrem.

1.2. Podstawa do wymiarowania elementów konstrukcji – bez zmian

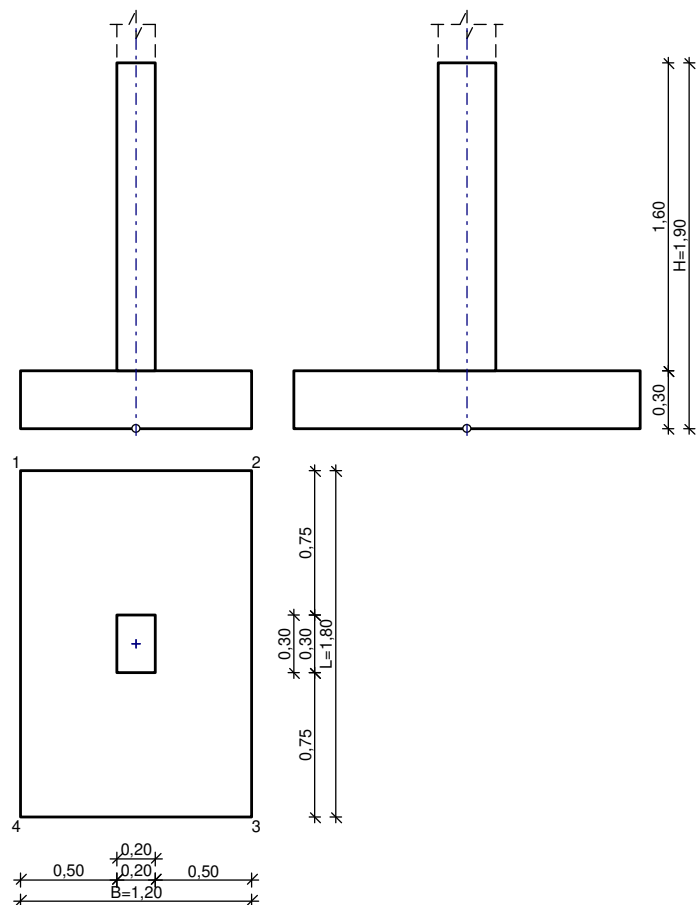
- PN-81/B-03020 – Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-90/B-03200 – Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-06200:2002 – Konstrukcje stalowe budowlane - Warunki wykonania i odbioru - Wymagania podstawowe.
- PN-B-03264:2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone - Obliczenia statyczne i projektowanie

2. OBLICZENIA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE - zmiana

2.6. Budynek 11– Poletko na osad

2.6.1. STOPA SF-2

SZKIC FUNDAMENTU



$$V = 0,74 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa schodkowa**

$B = 1,20 \text{ m}$	$L = 1,80 \text{ m}$	$H = 1,90 \text{ m}$	$w = 0,30 \text{ m}$
$B_g = 0,20 \text{ m}$	$L_g = 0,30 \text{ m}$	$B_t = 0,50 \text{ m}$	$L_t = 0,75 \text{ m}$
$B_s = 0,20 \text{ m}$	$L_s = 0,30 \text{ m}$	$e_B = 0,00 \text{ m}$	$e_L = 0,00 \text{ m}$

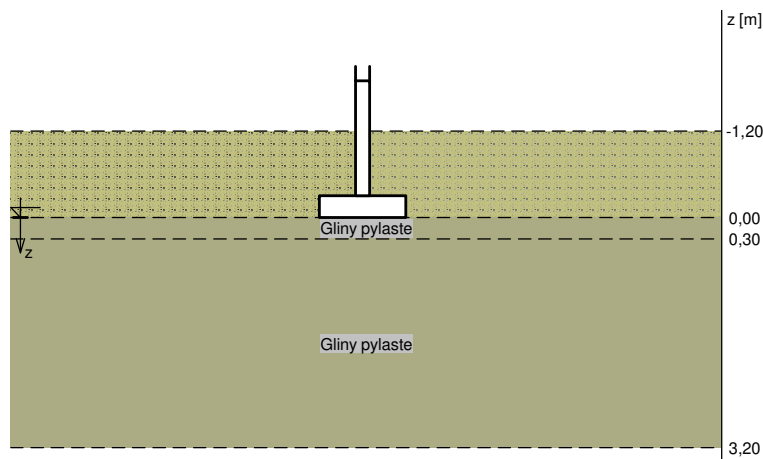
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,20 \text{ m}$ $D_{\min} = 1,20 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Gliny pylaste	0,30	nie	2,00	0,90	1,10	11,88	12,00	23636	39402
2	Gliny pylaste	2,90	nie	2,10	0,90	1,10	13,32	15,26	29401	49011

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 150,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	64,05	0,00	0,00	2,00	21,77	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 12$ mm

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 12$ mm

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0$ cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 50$ mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 50$ mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda = 1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 487,4$ kN, $Q_{fNL} = 476,4$ kN

$N_r = 129,1$ kN $< m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 476,4$ kN = 385,9 kN (33,4%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 34,1$ kN

$T_r = 2,0$ kN $< m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 34,1$ kN = 24,6 kN (8,1%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne $\sigma_{max} = 99,2$ kPa

$\sigma_{max} = 99,2$ kPa $< \sigma_{dop} = 150,0$ kPa (66,1%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oL,3-4} = 25,57$ kNm, moment utrzymujący $M_{uL,3-4} = 102,73$ kNm

$M_o = 25,57$ kNm $< m \cdot M_u = 0,72 \cdot 102,7$ kNm = 74,0 kNm (34,6%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,06$ cm, wtórne $s'' = 0,03$ cm, całkowite $s = 0,09$ cm

$s = 0,09$ cm $< s_{dop} = 1,00$ cm (9,2%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta $A = 0,55$ m²

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{max} \cdot A = 54,1$ kN

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 104,2$ kN

$N_{Sd} = 54,1$ kN $< N_{Rd} = 104,2$ kN (51,9%)

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,48$ cm²

Przyjęto konstrukcyjnie **10 prętów $\phi 12$ mm** o $A_s = 11,31$ cm²

Wzdłuż boku L:

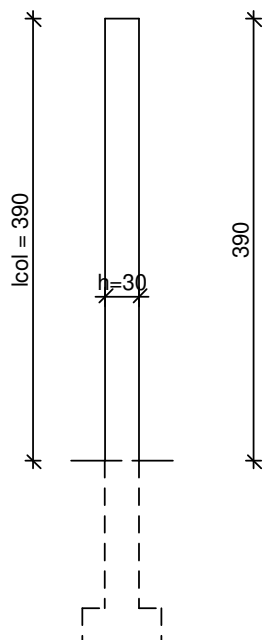
Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,72$ cm²

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów $\phi 12$ mm** o $A_s = 7,92$ cm²

2.6.1. SŁUP S-1

SZKIC SŁUPA



GEOMETRIA SŁUPA

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b = 20,0$ cm

Wysokość przekroju $h = 30,0$ cm

Wymiary słupa:

Wysokość kondygnacji $h_{kond} = 3,90$ m

Odległość od górnej powierzchni fundamentu do kondygnacji 0,00 m

Wezeł dolny:

- Fundament

→ przyjęto wysokość słupa $l_{col} = 3,90$ m

Rodzaj słupa: monolityczny

Model wyboczeniowy słupa:

Numer kondygnacji od góry: 1

W płaszczyźnie obciążenia:

- konstrukcja **przesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_x = 2,00$

Z płaszczyzny obciążenia:

- konstrukcja **przesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_y = 1,00$

OBCIĄŻENIA SŁUPA

	typ wykresu	N_{Sd} [kN]	$N_{Sd,lt}$ [kN]	$M_{1Sd,x}$ [kNm]	$M_{3Sd,x}$ [kNm]	$M_{2Sd,x}$ [kNm]
1.	prostoliniowy	57,61	57,61	24,59	--	-17,45

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości $N_o = 6,43$ kN

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

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

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,12$

Zbrojenie podłużne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Zbrojenie wzdłuż boku "b"

Średnica prętów $\phi = 16 \text{ mm}$

Zbrojenie wzdłuż boku "h"

Średnica prętów $\phi = 16 \text{ mm}$

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-IIIN (RB500)

Średnica prętów $\phi = 10 \text{ mm}$

Otulenie:

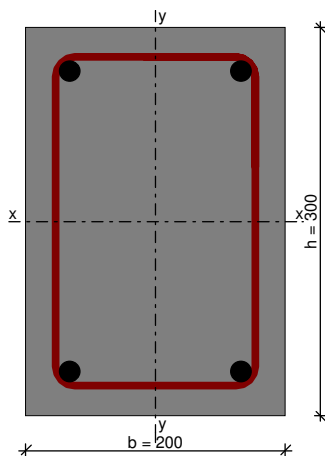
Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą **2 ϕ 16** o $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem **2 ϕ 16** o $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po **2 ϕ 16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto **4 ϕ 16** o $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,34\%$)

Warunek nośności:

- dla $N_{Sd} = 57,61 \text{ kN}$: $M_{Sd,x} = 29,78 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 47,16 \text{ kNm}$

- dla $N_{Sd} = 64,05 \text{ kN}$: $M_{Sd,x} = (-)21,77 \text{ kNm} > M_{Rd,x,odp,min} = (-)47,87 \text{ kNm}$

- dla $M_{Sd,x} = (-)21,77 \text{ kNm}$: $N_{Sd} = 64,05 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 962,34 \text{ kN}$

Strzemiona konstrukcyjne:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami podwójnymi

- poza odcinkami zakładu zbrojenia głównego $\phi 6$ co max. 200 mm

- na odcinkach zakładu zbrojenia głównego $\phi 6$ co max. 100 mm

SGU:

Momenty charakterystyczne $M_{Sk} = 20,49 \text{ kNm}$, $M_{Sk,lt} = 20,49 \text{ kNm}$

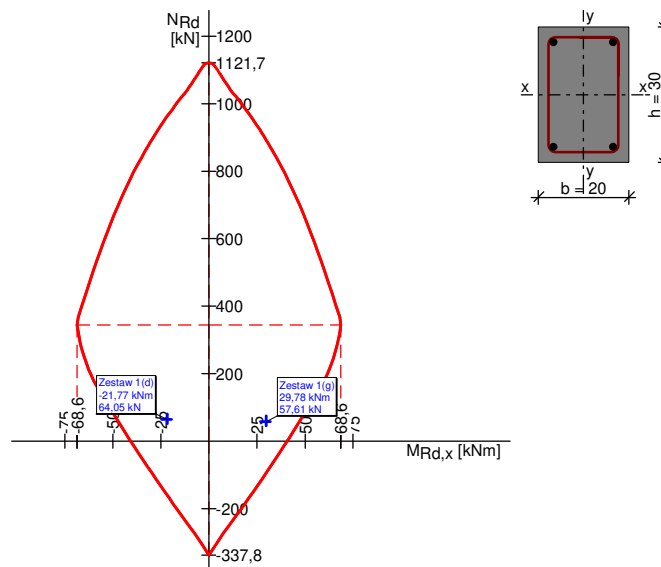
Siły charakterystyczne $N_{Sk} = 48,01 \text{ kN}$, $N_{Sk,lt} = 48,01 \text{ kN}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,126 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (42,1%)

Uwaga:

Dodatkowo należy przeanalizować wpływ ścinania oraz przemieszczenie słupa

WYKRES INTERAKCJI M-N



Wartości ekstremalne wykresu M-N:

$M_{Rd,x,max} = 68,60 \text{ kNm}$; $N_{Rd,odp} = 344,27 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,min} = -68,60 \text{ kNm}$; $N_{Rd,odp} = 344,27 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,odp} = 0,00 \text{ kNm}$; $N_{Rd,max} = 1121,70 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,odp} = 0,00 \text{ kNm}$; $N_{Rd,min} = -337,78 \text{ kN}$

2.6.2. RYGIEL DACHOWY

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 7 Belka_7

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.90 L = 6.07 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 $(1+2)*1.35+3*1.50+5*1.28$

MATERIAŁ: STAL

$f_d = 215.00 \text{ MPa}$

$E = 205000.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 270

$h = 27.0 \text{ cm}$

$b = 13.5 \text{ cm}$

$t_w = 0.7 \text{ cm}$

$t_f = 1.0 \text{ cm}$

$A_y = 27.54 \text{ cm}^2$

$I_y = 5790.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely} = 428.89 \text{ cm}^3$

$A_z = 17.82 \text{ cm}^2$

$I_z = 420.00 \text{ cm}^4$

$W_{elz} = 62.22 \text{ cm}^3$

$A_x = 45.90 \text{ cm}^2$

$I_x = 16.40 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 2.97 kN My = -30.89 kN*m Mz = -0.03 kN*m Vy = 0.38 kN
Nrc = 986.85 kN Mr_y = 92.21 kN*m Mr_z = 13.38 kN*m Vr_y = 343.42 kN
 Mr_{y_v} = 92.21 kN*m Mr_{z_v} = 13.38 kN*m Vz = -33.49 kN
KLASA PRZEKROJU = 1 By*M_ymax = -30.89 kN*m Bz*M_zmax = -0.03 kN*m Vr_z = 222.22 kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00 La_L = 1.02 Nw = 1205.09 kN fi L = 0.74
Ld = 6.71 m Nz = 3068.99 kN Mcr = 116.93 kN*m

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

Ly = 6.71 m Lambda_y = 0.07
Lwy = 0.64 m Ncr_y = 285031.20 kN
Lambda_y = 5.71 fi_y = 1.00



względem osi Z:

Lz = 6.71 m Lambda_z = 0.65
Lwz = 1.66 m Ncr_z = 3068.99 kN
Lambda_z = 55.01 fi_z = 0.87

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(fi \cdot Nrc) + By \cdot M_{y\max}/(fi \cdot L \cdot Mr_y) + Bz \cdot M_{z\max}/Mr_z = 0.00 + 0.45 + 0.00 = 0.46 < 1.00$ - Delta z = 1.00 (58)
 $V_y/V_{ry} = 0.00 < 1.00$ $V_z/V_{rz} = 0.15 < 1.00$ (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

u_y = 0.0 cm < u_y max = L/250.00 = 2.7 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB5 sgu (1+2+3+5)*1.00

u_z = 0.4 cm < u_z max = L/250.00 = 2.7 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB5 sgu (1+2+3+5)*1.00



Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!

2.6.3. PŁATEW

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 20 płatwie_20

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L = 4.15 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 (1+2)*1.35+3*1.50+5*1.28

MATERIAŁ: STAL

f_d = 215.00 MPa

E = 205000.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: C 140

h=14.0 cm

b=6.0 cm

tw=0.7 cm

tf=1.0 cm

A_y=12.00 cm²

I_y=605.00 cm⁴

W_{ely}=86.43 cm³

A_z=9.80 cm²

I_z=62.70 cm⁴

W_{elz}=14.75 cm³

A_x=20.40 cm²

I_x=5.68 cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = -0.00 kN

N_{rt} = 438.60 kN

My = -8.33 kN*m

Mr_y = 18.58 kN*m

Mz = 1.01 kN*m

Mr_z = 3.17 kN*m

Vy = -1.31 kN

Vr_{y_n} = 149.64 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

$M_{ry_v} = 18.58 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{rz_v} = 3.17 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_z = -10.76 \text{ kN}$
		$V_{rz_n} = 122.21 \text{ kN}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$	$La_L = 0.20$	$N_w = 5388.07 \text{ kN}$	$f_i L = 1.00$
$L_d = 0.50 \text{ m}$	$N_z = 5074.36 \text{ kN}$	$M_{cr} = 635.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$	

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:



względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} + M_y/(f_i L \cdot M_{ry}) + M_z/M_{rz} = 0.00 + 0.45 + 0.32 = 0.77 < 1.00 \quad (54)$
 $V_y/V_{ry_n} = 0.01 < 1.00 \quad V_z/V_{rz_n} = 0.09 < 1.00 \quad (56)$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.2 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/250.00 = 1.7 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB5 sgu $(1+2+3+5) \cdot 1.00$

$u_z = 0.4 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/250.00 = 1.7 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB5 sgu $(1+2+3+5) \cdot 1.00$



Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!