

Zabrze, maj 2013 **PPA/10/13**

PROJEKT PLUS ARCHITEKCI s.c. G.Tkacz, T. Borkowski

Plac Krakowski 10, 41-800 Zabrze
tel./fax +48 32 235 22 99, 271 24 32, www.projektplus.pl
NIP: 648 265 54 57, REGON: 240835434



EGZEMPLARZ NR 1

Temat:

**Przebudowa parteru wraz ze strefą wejściową
w budynku II Komisariatu Policji
w Zabrze przy ul. Dionizego Trocera 36
w ramach programu standaryzacji komend
i komisariatów policji**

TOM II CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA

| | |
|----------------------|---|
| INWESTOR: | Komenda Wojewódzka Policji w Katowicach ul. Józefa Lompy 19 40-038 Katowice |
| OBIEKT: | Budynek administracji publicznej |
| ADRES: | II Komisariat Policji ul. Dionizego Trocera 36 41-800 Zabrze |
| FAZA: | PROJEKT BUDOWLANY |
| DZIAŁKA NR: | 3159/633 |
| BRANŻA: | Konstrukcja |
| AUTORZY OPRACOWANIA: | |
| BRANŻA: | TOM II-Konstrukcja |
| PROJEKTOWAŁ: | inż. Marek Czarnecki upr. nr SLK/2866/PWOK/09 |
| SPRAWDZIŁ: | inż. Ziemowit Nowak upr. nr SLK/2560/POOK/09 |

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

NR ROZDZIAŁU TYTUŁ ROZDZIAŁU NR STRONY

| | | |
|--|--|--------|
| | Strona tytułowa | 1 |
| | Spis zawartości opracowania | 2 |
| | PROJEKT WYKONAWCZY - branża konstrukcyjna | TOM II |
| | I CZĘŚĆ OPISOWA - obliczenia i schematy statyczne przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych | 3-19 |

II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA .

I.p NAZWA RYSUNKU SKALA NR RYSUNKU

| | | | |
|---|----------------------------|-------------|-----|
| 1 | Rzut piwnicy - konstrukcja | skala 1:100 | K01 |
| 2 | Rzut parteru - konstrukcja | skala 1:100 | K02 |
| 3 | Rama „TR-01” | skala 1:100 | K03 |
| 4 | Rama „TR-02” | skala 1:100 | K04 |
| 5 | Nadproże „TB-01” | skala 1:100 | K05 |

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe stalowych elementów wsporczych

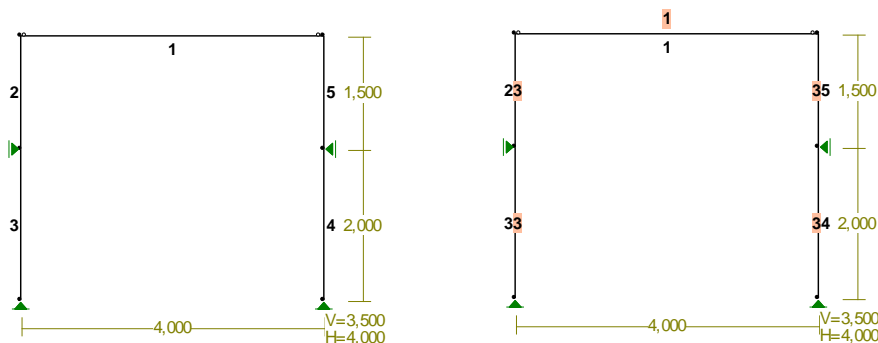
Rama typu „TR-01” (np. hol wejściowy)

Zestawienie obciążeń dla ramy TR-01

Tablica 1. Obciążenia ramy typu TR-01

| Lp | Opis obciążenia | Obc. char. kN/m | γ_f | k_d | Obc. obl. kN/m |
|------------|---|--------------------|-------------|-----------|-------------------|
| 1. | Mur z cegły (cegła budowlana wypalana z gliny, pełna) grub. 32 cm, szer. 1,20 m [(18,000kN/m ³ ·0,32m)·1,20m] | 6,91 | 1,30 | -- | 8,98 |
| Σ : | | 6,91 | 1,30 | -- | 8,98 |

NAZWA: Rama TR-01



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 | 11 | 1 | 2 | 4,000 | 0,000 | 4,000 | 1,000 | 1 2 U 180 |
| 2 | 00 | 1 | 5 | 0,000 | -1,500 | 1,500 | 1,000 | 3 U 260 |
| 3 | 00 | 5 | 3 | 0,000 | -2,000 | 2,000 | 1,000 | 3 U 260 |
| 4 | 00 | 4 | 6 | 0,000 | 2,000 | 2,000 | 1,000 | 3 U 260 |
| 5 | 00 | 6 | 2 | 0,000 | 1,500 | 1,500 | 1,000 | 3 U 260 |

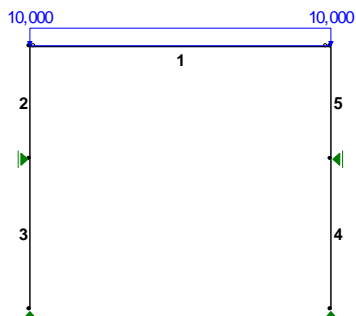
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

| Nr. | A[cm ²] | Ix[cm ⁴] | Iy[cm ⁴] | Wg[cm ³] | Wd[cm ³] | h[cm] | Materiał: |
|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|------------------|
| 1 | 56,0 | 6906 | 2700 | 300 | 300 | 18,0 | 2 St3S (X,Y,V,W) |
| 3 | 48,3 | 4820 | 317 | 48 | 134 | 9,0 | 2 St3S (X,Y,V,W) |

STAŁE MATERIAŁOWE:

| Materiał: | Moduł E: [N/mm ²] | Napręż.gr.: [N/mm ²] | AlfaT: [1/K] |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 2 St3S (X,Y,V, | 205 | 205,000 | 1,20E-05 |

OBCIĄŻENIA: Skala 1:100



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

| | | | | |
|--------|---------|------|----------|-------------------|
| Pręt: | Rodzaj: | Kąt: | P1 (Tg): | P2 (Td): |
| a [m]: | b [m]: | | | |
| Grupa: | A "" | | Zmienne | $\gamma_f = 1,00$ |
| 1 | Liniowe | 0,0 | 10,000 | 10,000 |
| 0,00 | 4,00 | | | |

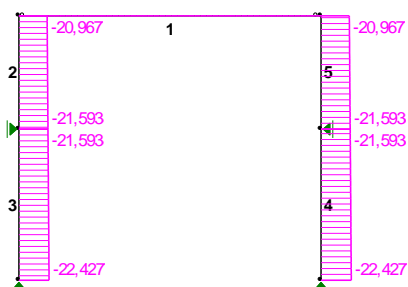
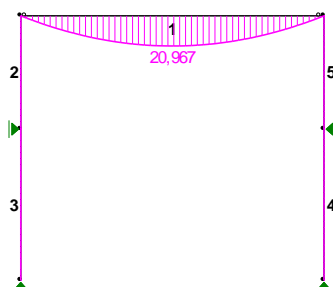
W Y N I K I Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

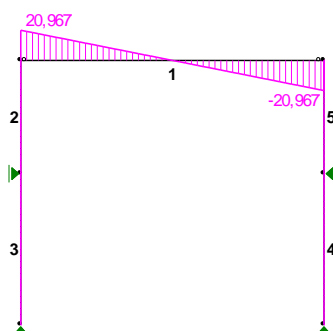
| | | | | |
|------------|---------|---|------|------|
| Ciężar wł. | | | | 1,10 |
| A - "" | Zmienne | 1 | 1,00 | 1,00 |

MOMENTY: Skala 1:100

NORMALNE: Skala 1:100



TNĄCE: Skala 1:100



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu

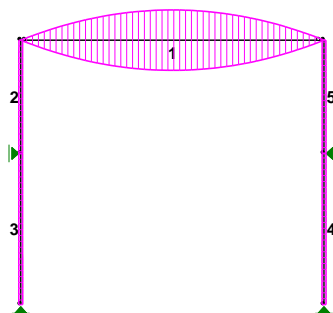
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| | | | | | |
|-------|------|--------|----------|---------|---------|
| Pręt: | x/L: | x [m]: | M [kNm]: | Q [kN]: | N [kN]: |
|-------|------|--------|----------|---------|---------|

| | | | | | |
|---|------|-------|----------------|---------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 20,967 | 0,000 |
| | 0,50 | 2,000 | 20,967* | 0,000 | 0,000 |
| | 1,00 | 4,000 | 0,000 | -20,967 | 0,000 |
| 2 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | -20,967 |
| | 1,00 | 1,500 | 0,000 | 0,000 | -21,593 |
| 3 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | -0,000 | -21,593 |
| | 1,00 | 2,000 | 0,000 | -0,000 | -22,427 |
| 4 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | -22,427 |
| | 1,00 | 2,000 | 0,000 | 0,000 | -21,593 |
| 5 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | -0,000 | -21,593 |
| | 1,00 | 1,500 | -0,000 | -0,000 | -20,967 |

* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA: Skala 1:100



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

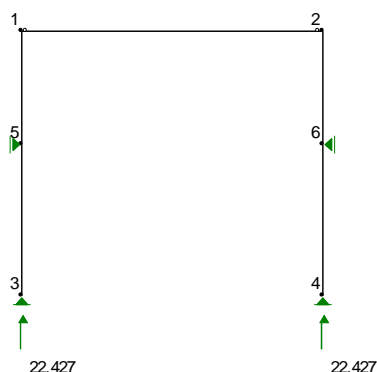
Pręt: x/L: x[m]: SigmaG: SigmaD: SigmaMax/Ro:
[MPa]

2 St3S (X,Y,V,W)

| | | | | | |
|---|------|-------|---------|--------|---------------|
| 1 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | 0,50 | 2,000 | -69,890 | 69,890 | 0,341* |
| | 1,00 | 4,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2 | 0,00 | 0,000 | -4,341 | -4,341 | 0,021 |
| | 1,00 | 1,500 | -4,471 | -4,471 | 0,022* |
| 3 | 0,00 | 0,000 | -4,471 | -4,471 | 0,022 |
| | 1,00 | 2,000 | -4,643 | -4,643 | 0,023* |
| 4 | 0,00 | 0,000 | -4,643 | -4,643 | 0,023* |
| | 1,00 | 2,000 | -4,471 | -4,471 | 0,022 |
| 5 | 0,00 | 0,000 | -4,471 | -4,471 | 0,022* |
| | 1,00 | 1,500 | -4,341 | -4,341 | 0,021 |

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:100



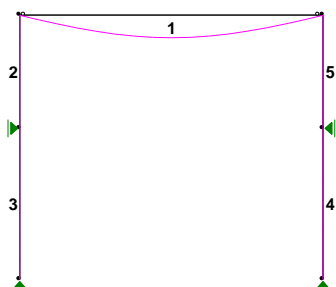
REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Węzeł: | H [kN]: | V [kN]: | Wypadkowa [kN]: | M [kNm]: |
|--------|---------|---------|-----------------|----------|
| 3 | 0,000 | 22,427 | 22,427 | |
| 4 | -0,000 | 22,427 | 22,427 | |
| 5 | -0,000 | 0,000 | 0,000 | |
| 6 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | |

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Węzeł: | Ux [m]: | Uy [m]: | Wypadkowe [m]: | Fi [rad] ([deg]): |
|--------|----------|----------|----------------|--------------------|
| 1 | -0,00000 | -0,00008 | 0,00008 | -0,00000 (-0,000) |
| 2 | 0,00000 | -0,00008 | 0,00008 | 0,00000 (0,000) |
| 3 | -0,00000 | -0,00000 | 0,00000 | 0,00000 (0,000) |
| 4 | 0,00000 | -0,00000 | 0,00000 | -0,00000 (-0,000) |
| 5 | -0,00000 | -0,00004 | 0,00004 | -0,00000 (-0,000) |
| 6 | 0,00000 | -0,00004 | 0,00004 | 0,00000 (0,000) |

PRZEMIESZCZENIA: Skala 1:100



DEFORMACJE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | Wa [m]: | Wb [m]: | F1a [deg]: | F1b [deg]: | f [m]: | L/f: |
|-------|---------|---------|------------|------------|--------|-------|
| 1 | -0,0001 | -0,0001 | -0,289 | 0,289 | 0,0063 | 633,6 |
| 2 | -0,0000 | -0,0000 | -0,000 | -0,000 | 0,0000 | +Inf |
| 3 | -0,0000 | -0,0000 | -0,000 | 0,000 | 0,0000 | +Inf |

| | | | | | | |
|---|---------|---------|--------|-------|--------|------|
| 4 | -0,0000 | -0,0000 | -0,000 | 0,000 | 0,0000 | +Inf |
| 5 | -0,0000 | -0,0000 | 0,000 | 0,000 | 0,0000 | +Inf |

Pręt nr 1

Zadanie: Rama TR-01

Przekrój: 2 U 180

Wymiary przekroju:

U 180 h=180,0 s=70,0 g=8,0 t=11,0 r=11,0 ex=19,2.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=6905,8 J_y=2700,0 A=56,00 i_x=11,1 i_y=6,9.

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość f_d=215 MPa dla g=11,0.

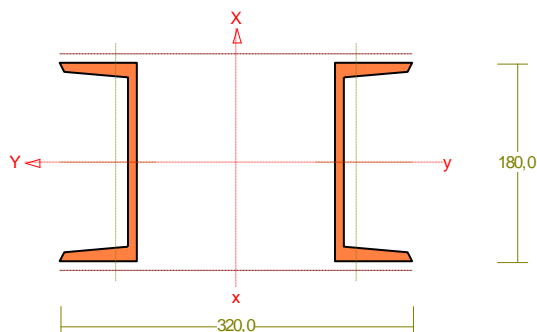
Siły przekrojowe:

x_a = 2,000; x_b = 2,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

N = 0,000 kN, M_y = 20,967 kNm, V_x = 0,000 kN.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 69,9 MPa σ_c = -69,9 MPa.



Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości b = 100,0 mm i grubości g = 6,0 mm w odstępach l₁ = 500,0 mm, wykonanymi ze stali St3S (X,Y,V,W).

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 500,0 / 20,2 = 24,75$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi φ_p = 1,000. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 24,75 / 84,00 = 0,295 \Rightarrow \varphi_1 = 0,958.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

$$\text{dla zginana względem osi Y: } \psi_y = 1,000$$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 4000,0 / 111,0 = 36,02$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \cdot m / 2 = \sqrt{36,02^2 + 24,75^2} = 43,71$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_0} = \frac{43,71}{84,00} \times \sqrt{0,958} = 0,509$$

Nośność przewiązek:

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

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 V = 1,2 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 56,00 \times 215 \times 10^{-1} = 14,448 \text{ kN}$$

Przyjęto Q = 14,448 kN

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n (m-1) a} = \frac{14,448 \times 500,0}{2 \times (2-1) \times 218,4} = 16,538 \text{ kN}$$

$$M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{14,448 \times 0,5}{2 \times 2} = 1,806 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 100,0 \times 6,0 \times 215 \times 10^{-3} = 67,338 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 6,0 \times 100,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 2,150 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 16,538 < 67,338 = V_R \quad M_Q = 1,806 < 2,150 = M_R$$

Naprężenia:

$x_a = 2,000$; $x_b = 2,000$.

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 69,9 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -69,9 \text{ MPa}$.

Naprężenia:

$$\text{- normalne:} \quad \sigma = 0,0 \quad \Delta\sigma = 69,9 \text{ MPa} \quad \psi_{ot} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{et} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 69,9 = 69,9 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 4,000$$

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

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 4,000$$

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

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 6905,8}{4,000^2} 10^{-2} = 8732,679 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2700,0}{4,000^2} 10^{-2} = 3414,266 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 2,000$; $x_b = 2,000$.

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 300,0 \times 215 \times 10^{-3} = 64,500 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{20,967}{64,500} = 0,325 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

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

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_V f_d = 0,58 \times 1,000 \times 28,8 \times 215 \times 10^{-1} = 359,136 \text{ kN}$$

$$V_O = 0,3 V_R = 107,741 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 20,967 < 359,136 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 2,000$; $x_b = 2,000$.

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,000 < 107,741 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 64,500 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{20,967}{64,500} = 0,325 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

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

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

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 0,0$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 210,1 \times 8,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 361,394 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 361,394 = P_{R,W}$$

Złożony stan środka

$x_a = 2,000$; $x_b = 2,000$.

Siły przekrojowe przypadające na środek i nośności środka:

| | | | | |
|-------|-----------|----------|-------------|-----|
| N_w | $= 0,000$ | N_{Rw} | $= 233,842$ | kN |
| M_w | $= 1,301$ | M_{Rw} | $= 5,299$ | kNm |
| V | $= 0,000$ | V_R | $= 359,136$ | kN |
| P | $= 0,000$ | P_{Rc} | $= 361,394$ | kN |

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\varphi_p = 1,000$.

Warunek nośności środka:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \varphi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R} \right)^2 =$$
$$\left(\frac{0,000}{233,842} + \frac{1,301}{5,299} + \frac{0,000}{361,394} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{0,000}{233,842} + \frac{1,301}{5,299} \right) \frac{0,000}{361,394} + \left(\frac{0,000}{359,136} \right)^2 = 0,060 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 6,3 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 4000 / 250 = 16,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 6,3 < 16,0 = a_{\text{gr}}$$

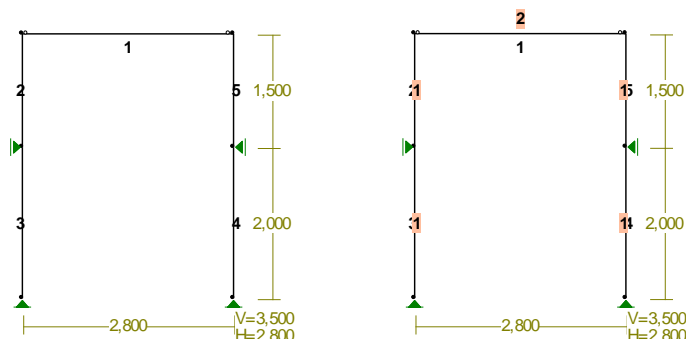
Rama typu „TR-02” (np. przejście do korytarza)

Zestawienie obciążeń dla ramy TR-01

Tablica 2. Obciążenia ramy typu TR-02

| Lp | Opis obciążenia | Obc. char. kN/m | γ_f | k_d | Obc. obl. kN/m |
|----|--|--------------------|------------|-------|-------------------|
| 1. | Obciążenie zmienne (sale i pomieszczenia obciążone tłumem ludzi w sposób statyczny, w muzeach, świątyniach, oraz poczekalnie i szatnie przy dużych salach.) szer.300 cm [4,0kN/m ² ·3,00m] | 12,00 | 1,30 | 0,80 | 15,60 |
| 2. | Płytki kamionkowe grubości 7 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm szer.300 cm [0,320kN/m ² ·3,00m] | 0,96 | 1,30 | -- | 1,25 |
| 3. | Warstwa cementowa grub. 6 cm i szer.300 cm [21,0kN/m ³ ·0,06m·3,00m] | 3,78 | 1,30 | -- | 4,91 |
| 4. | Piaski grube i średnie, mało wilgotne, zagęszczane grub. 4 cm i szer.300 cm [18,0kN/m ³ ·0,04m·3,00m] | 2,16 | 1,30 | -- | 2,81 |
| 5. | Mur z cegły (cegła budowlana wypalana z gliny, pełna) grub. 12,5 cm i szer.300 cm [18,000kN/m ³ ·0,125m·3,00m] | 6,75 | 1,30 | -- | 8,78 |
| 6. | Warstwa cementowo-wapienna na siatce metalowej grub. 2,3 cm i szer.300 cm [22,0kN/m ³ ·0,023m·3,00m] | 1,52 | 1,30 | -- | 1,98 |
| 7. | Mur z cegły (cegła budowlana wypalana z gliny, pełna) grub. 32 cm, szer. 1,20 m [(18,000kN/m ³ ·0,32m)·1,20m] | 6,91 | 1,30 | -- | 8,98 |
| Σ: | | 34,08 | 1,30 | -- | 44,30 |

NAZWA: Rama TR-02



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 | 11 | 1 | 2 | 2,800 | 0,000 | 2,800 | 1,000 | 2 2 U 180 |
| 2 | 00 | 1 | 5 | 0,000 | -1,500 | 1,500 | 1,000 | 1 U 180 |
| 3 | 00 | 5 | 3 | 0,000 | -2,000 | 2,000 | 1,000 | 1 U 180 |
| 4 | 00 | 4 | 6 | 0,000 | 2,000 | 2,000 | 1,000 | 1 U 180 |
| 5 | 00 | 6 | 2 | 0,000 | 1,500 | 1,500 | 1,000 | 1 U 180 |

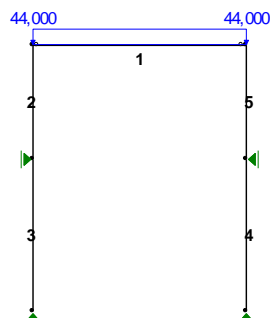
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

| Nr. | A[cm ²] | Ix[cm ⁴] | Iy[cm ⁴] | Wg[cm ³] | Wd[cm ³] | h[cm] | Materiał: |
|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|-----------|
|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|-----------|

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-----|-----|------|---|----------------|
| 1 | 28,0 | 1350 | 114 | 150 | 150 | 18,0 | 2 | St3S (X,Y,V,W) |
| 2 | 56,0 | 6906 | 2700 | 300 | 300 | 18,0 | 2 | St3S (X,Y,V,W) |

STAŁE MATERIAŁOWE:

| Materiał: | Moduł E: [N/mm ²] | Napręż.gr.: [N/mm ²] | AlfaT: [1/K] |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 2 St3S (X,Y,V, | 205 | 205,000 | 1,20E-05 |



OBCIĄŻENIA: Skala 1:100

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a [m]:
b [m]:

| Grupa: | A | "" | Zmienne | $\gamma_f = 1,00$ |
|--------|--------|-----|---------|-------------------|
| 1 | Linowe | 0,0 | 44,000 | 44,000 |
| 2,80 | | | | 0,00 |

W Y N I K I

Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

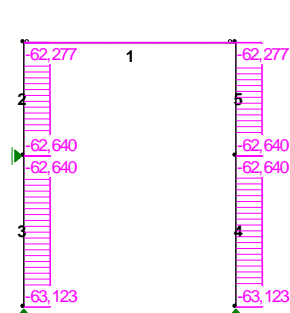
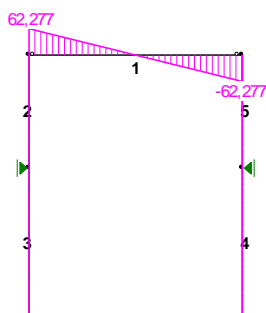
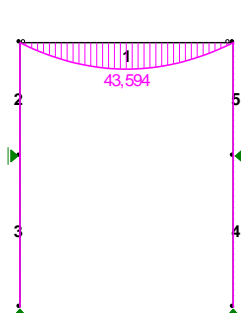
Grupa: Znaczenie: ψ_d : γ_f :

| Ciężar wł. | A | "" | Zmienne | 1 | 1,00 | 1,00 |
|------------|---|----|---------|---|------|------|
| | | | | | | |

MOMENTY:

TNĄCE:

NORMALNE

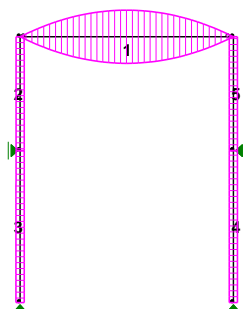


SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | x/L: | x[m]: | M[kNm]: | Q[kN]: | N[kN]: |
|-------|------|-------|----------------|---------|---------|
| 1 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 62,277 | 0,000 |
| | 0,50 | 1,400 | 43,594* | 0,000 | 0,000 |
| | 1,00 | 2,800 | 0,000 | -62,277 | 0,000 |
| 2 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | -62,277 |
| | 1,00 | 1,500 | 0,000 | 0,000 | -62,640 |
| 3 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | -0,000 | -62,640 |
| | 1,00 | 2,000 | -0,000 | -0,000 | -63,123 |
| 4 | 0,00 | 0,000 | -0,000 | -0,000 | -63,123 |
| | 1,00 | 2,000 | -0,000 | -0,000 | -62,640 |
| 5 | 0,00 | 0,000 | -0,000 | -0,000 | -62,640 |
| | 1,00 | 1,500 | -0,000 | -0,000 | -62,277 |

* = Wartości ekstremalne

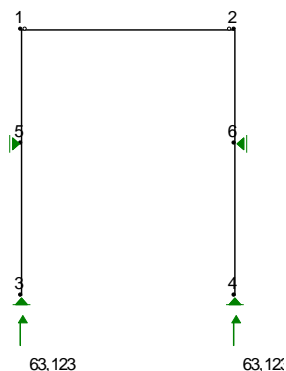
NAPRĘŻENIA: Skala 1:100



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | x/L: | x[m]: | SigmaG: | SigmaD: | SigmaMax/Ro: |
|-------------------------|------|-------|----------|---------|---------------|
| [MPa] | | | | | |
| 2 St3S (x,y,v,w) | | | | | |
| 1 | 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | 0,50 | 1,400 | -145,313 | 145,313 | 0,709* |
| | 1,00 | 2,800 | -0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2 | 0,00 | 0,000 | -22,242 | -22,242 | 0,108 |
| | 1,00 | 1,500 | -22,371 | -22,371 | 0,109* |
| 3 | 0,00 | 0,000 | -22,371 | -22,371 | 0,109 |
| | 1,00 | 2,000 | -22,544 | -22,544 | 0,110* |
| 4 | 0,00 | 0,000 | -22,544 | -22,544 | 0,110* |
| | 1,00 | 2,000 | -22,371 | -22,371 | 0,109 |
| 5 | 0,00 | 0,000 | -22,371 | -22,371 | 0,109* |
| | 1,00 | 1,500 | -22,242 | -22,242 | 0,108 |

REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:100



REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

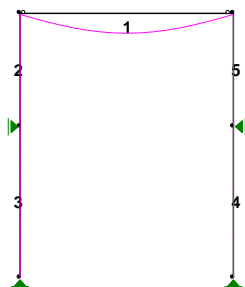
| Węzeł: | H [kN]: | V [kN]: | Wypadkowa [kN]: | M [kNm]: |
|--------|---------|---------|-----------------|----------|
| 3 | 0,000 | 63,123 | 63,123 | |
| 4 | 0,000 | 63,123 | 63,123 | |
| 5 | -0,000 | 0,000 | 0,000 | |
| 6 | 0,000 | -0,000 | 0,000 | |

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Węzeł: | Ux [m]: | Uy [m]: | Wypadkowe [m]: | Fi [rad] ([deg]): |
|--------|----------|----------|----------------|--------------------|
| 1 | 0,00000 | -0,00038 | 0,00038 | -0,00000 (-0,000) |
| 2 | 0,00000 | -0,00038 | 0,00038 | -0,00000 (-0,000) |
| 3 | -0,00000 | -0,00000 | 0,00000 | 0,00000 (0,000) |
| 4 | -0,00000 | -0,00000 | 0,00000 | 0,00000 (0,000) |
| 5 | -0,00000 | -0,00022 | 0,00022 | -0,00000 (-0,000) |
| 6 | 0,00000 | -0,00022 | 0,00022 | -0,00000 (-0,000) |

PRZEMIESZCZENIA: Skala 1:100



DEFORMACJE: T.I rzędu

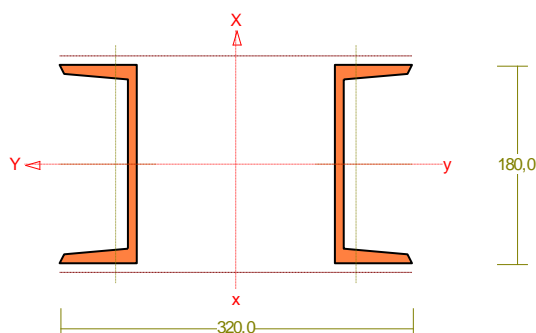
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

| Pręt: | Wa [m]: | Wb [m]: | Fia [deg]: | Fib [deg]: | f [m]: | L/f: |
|-------|---------|---------|------------|------------|--------|----------|
| 1 | -0,0004 | -0,0004 | -0,421 | 0,421 | 0,0064 | 435,3 |
| 2 | 0,0000 | -0,0000 | -0,000 | -0,000 | 0,0000 | 9,33E+18 |
| 3 | -0,0000 | 0,0000 | -0,000 | 0,000 | 0,0000 | 7,00E+18 |
| 4 | 0,0000 | -0,0000 | 0,000 | -0,000 | 0,0000 | 1,07E+19 |
| 5 | -0,0000 | -0,0000 | -0,000 | -0,000 | 0,0000 | 4,15E+18 |

Pręt nr 1

Zadanie: Rama TR-02

Przekrój: 2 U 180



Wymiary przekroju:

U 180 h=180,0 s=70,0 g=8,0 t=11,0 r=11,0 ex=19,2.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J_{xg}=6905,8 J_{yg}=2700,0 A=56,00 i_x=11,1 i_y=6,9.

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość **f_d=215 MPa** dla **g=11,0**.

Siły przekrojowe:

x_a = 1,400; x_b = 1,400.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: A

N = 0,000 kN,

M_y = 43,594 kNm,

V_x = 0,000 kN.

Naprężenia w skrajnych włóknach: σ_t = 145,3 MPa σ_c = -145,3 MPa.

Połączenie gałęzi:

Przyjęto, że gałęzie połączone są przewiązkami o szerokości b = 100,0 mm i grubości g = 6,0 mm w odstępach l₁ = 500,0 mm, wykonanymi ze stali St3S (X,Y,V,W).

Smukłość gałęzi:

$$\lambda_v = \lambda_1 = l_1 / i_1 = 500,0 / 20,2 = 24,75$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Współczynniki redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi φ_p = 1,000. Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = \lambda_1 / \lambda_p = 24,75 / 84,00 = 0,295 \Rightarrow \phi_1 = 0,958.$$

W związku z tym współczynniki redukcji nośności wynoszą:

- dla zginania względem osi Y: ψ_y = 1,000

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X

$$\lambda = l_{wx} / i_x = 2800,0 / 111,0 = 25,21$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \cdot m / 2 = \sqrt{25,21^2 + 24,75^2} = 35,33$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_0} = \frac{35,33}{84,00} \times \sqrt{0,958} = 0,412$$

Nośność przewiązek:

x_a = 0,000; x_b = 2,800.

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 V = 1,2 \times 0,000 = 0,000 \text{ kN}$$

$$Q \geq 0,012 A f_d = 0,012 \times 56,00 \times 215 \times 10^{-1} = 14,448 \text{ kN}$$

Przyjęto Q = 14,448 kN

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n (m - 1) a} = \frac{14,448 \times 500,0}{2 \times (2 - 1) \times 218,4} = 16,538 \text{ kN}$$

$$M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{14,448 \times 0,5}{2 \times 2} = 1,806 \text{ kNm}$$

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 100,0 \times 6,0 \times 215 \times 10^{-3} = 67,338 \text{ kN}$$

$$M_R = W f_d = 6,0 \times 100,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 2,150 \text{ kNm}$$

$$V_Q = 16,538 < 67,338 = V_R \quad M_Q = 1,806 < 2,150 = M_R$$

Naprężenia:

$$x_a = 1,400; \quad x_b = 1,400.$$

$$\text{Naprężenia w skrajnych włóknach: } \sigma_t = 145,3 \text{ MPa} \quad \sigma_c = -145,3 \text{ MPa}.$$

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = 0,0 \quad \Delta \sigma = 145,3 \text{ MPa} \quad \psi_{ot} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{et} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta \sigma = 0,0 / 1,000 + 145,3 = 145,3 < 215 \text{ MPa}$$

Długości wybočeníowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,800$$

$$l_w = 1,000 \times 2,800 = 2,800 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,800$$

$$l_w = 1,000 \times 2,800 = 2,800 \text{ m}$$

Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 6905,8}{2,800^2} 10^{-2} = 17821,795 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2700,0}{2,800^2} 10^{-2} = 6967,890 \text{ kN}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$x_a = 1,400; \quad x_b = 1,400.$$

- względem osi Y

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 300,0 \times 215 \times 10^{-3} = 64,500 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{43,594}{64,500} = 0,676 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 2,800.$$

- wzdłuż osi X

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 28,8 \times 215 \times 10^{-1} = 359,136 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 \quad V_R = 107,741 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi X:

$$V = 62,277 < 359,136 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$x_a = 1,400; \quad x_b = 1,400.$$

- dla zginania względem osi Y: $V_x = 0,000 < 107,741 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 64,500 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_y}{M_{Ry,V}} = \frac{43,594}{64,500} = 0,676 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$; $x_b = 2,800$.

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

Naprężenia ściskające w środku wynoszą $\sigma_c = 0,0$ MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,w} = c_o t_w \eta_c f_d = 210,1 \times 8,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 361,394 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,000 < 361,394 = P_{R,w}$$

Złożony stan środka

$x_a = 1,400$; $x_b = 1,400$.

Siły przekrojowe przypadające na środek i nośności środka:

| | | | | |
|-------|-----------|----------|-------------|--------------|
| N_w | $= 0,000$ | N_{Rw} | $= 233,842$ | kN |
| M_w | $= 2,705$ | M_{Rw} | $= 5,299$ | kNm |
| V | $= 0,000$ | V_R | $= 359,136$ | kN |
| P | $= 0,000$ | P_{Rc} | $= 359,499$ | kN |

Współczynnik niestateczności ścianki wynosi: $\varphi_p = 1,000$.

Warunek nośności środka:

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \varphi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left(\frac{0,000}{233,842} + \frac{2,705}{5,299} + \frac{0,000}{359,499} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{0,000}{233,842} + \frac{2,705}{5,299} \right) \frac{0,000}{359,499} + \left(\frac{0,000}{359,136} \right)^2 = 0,261 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

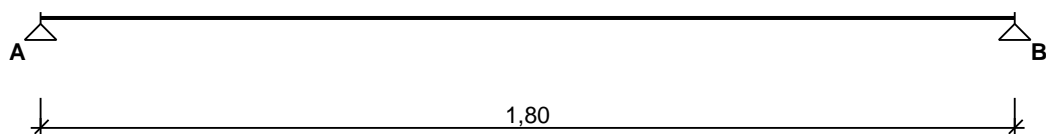
$$a_{\max} = 6,4 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2800 / 250 = 11,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 6,4 < 11,2 = a_{\text{gr}}$$

Nadproże typu „TB-01” (nadproża drzwiowe)

Zestawienie obciążeń SCHEMAT BELKI



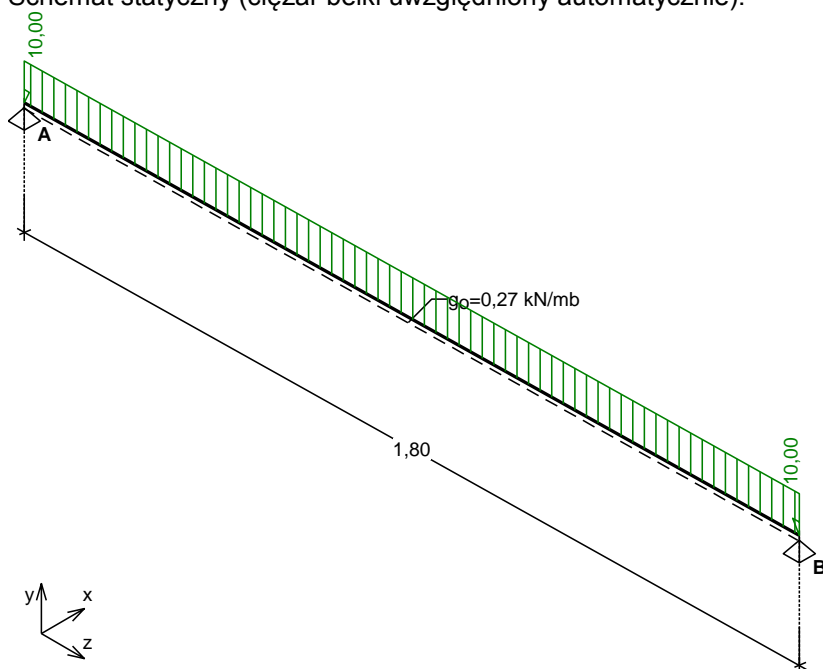
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,15$)

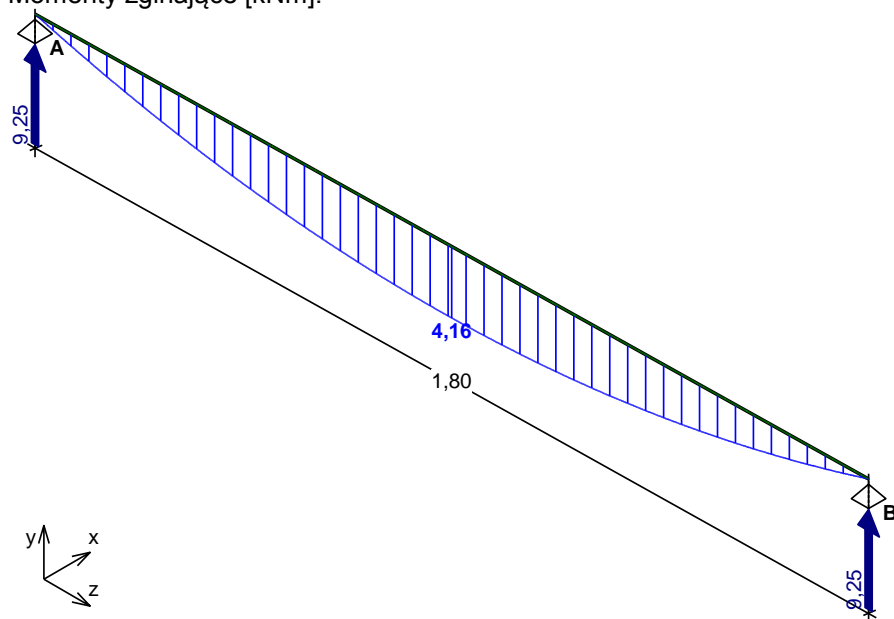
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



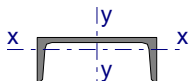
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **C 200**

$$A_v = 17,3 \text{ cm}^2, \quad m = 25,3 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 148 \text{ cm}^4, \quad J_y = 1910 \text{ cm}^4, \quad J_{\omega} = 9400 \text{ cm}^6, \quad J_T = 12,5 \text{ cm}^4, \quad W_x = 27,0 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 5,80 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 215,11 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 0,90 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,888$

Moment maksymalny $M_{\max} = 4,16 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,717 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 1,80 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -9,25 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,043 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)9,25 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 64,53 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 0,90 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 4,03 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 5,14 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 4,03 \text{ mm} < f_{gr} = 5,14 \text{ mm} \quad (78,3\%)$$