

„ RZECZOZNAWSTWO I PROJEKTOWANIE W BUDOWNICTWIE ”

Z B I G N I E W P A J A K

43-300 Bielsko-Biała ul. Skowronków 66a, tel./fax. 33 8214033, kom. 601503706

NIP: 631-122-77-72

Regon: 278262807

ZAŁĄCZNIK NR 2

SPRAWDZAJĄCE OBLICZENIA STATYCZNE

Opracował: Dr inż. Zbigniew Pająk

październik, 2015 r.

1. Normy

- [1] PN-82/B-02001. Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- [2] PN-82/B-02003. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
- [3] PN-90/B03200. Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [4] PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

2. Zestawienie obciążeń na belkę stropu odcinkowego

Tablica 1. Obciążenia

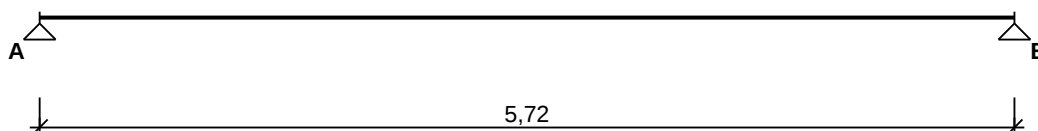
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Płytki kamionkowe grubości 7 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm szer.170 cm [0,320kN/m ² ·1,70m]	0,54	1,30	--	0,70
2.	Warstwa cementowa grub. 5 cm i szer.170 cm [21,0kN/m ³ ·0,05m·1,70m]	1,79	1,30	--	2,33
3.	Gruz ceglany z wapnem (polepa) grub. 8 cm i szer.170 cm [12,0kN/m ³ ·0,08m·1,70m]	1,63	1,30	--	2,12
4.	Cegła budowlana wypalana z gliny, pełna grub. 12 cm i szer.170 cm [18,0kN/m ³ ·0,12m·1,70m]	3,67	1,30	--	4,77
5.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm i szer.170 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m·1,70m]	0,48	1,30	--	0,62
6.	Obciążenie zmienne (sale i pomieszczenia obciążone tłumem ludzi w sposób statyczny, w muzeach, świątyniach, oraz poczekalnie i szatnie przy dużych salach.) szer.170 cm [4,0kN/m ² ·1,70m]	6,80	1,30	0,80	8,84
Σ :		14,91	1,30	--	19,38

3. Sprawdzenie nośności belek stalowych

Rozpiętość obliczeniowa:

$$l_0 = 1,05 \times 5,45 = 5,72 \text{ m}$$

SCHEMAT BELKI



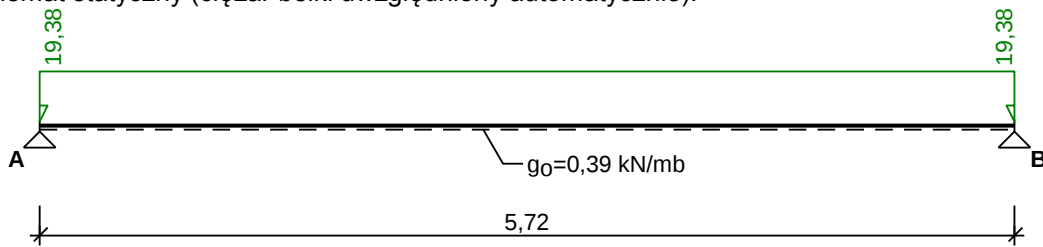
Parametry belki:

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

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,30$)

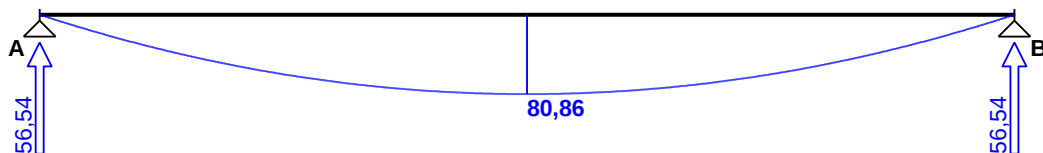
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: Przypadek 1**

Momenty zginające [kNm]:



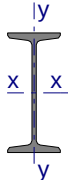
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- belka zabezpieczona przed zwichrzeniem;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **I 240**

$$A_v = 20,9 \text{ cm}^2, \quad m = 36,2 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 4250 \text{ cm}^4, \quad J_y = 221 \text{ cm}^4, \quad J_w = 28500 \text{ cm}^6, \quad J_T = 27,2 \text{ cm}^4, \quad W_x = 354 \text{ cm}^3$$

Stal: **St0**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,079$) $M_R = 66,85 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 211,93 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,86 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = 80,86 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 1,210 > 1 \quad (!!!)$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 5,72 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -56,54 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,267 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)56,54 \text{ kN} < V_0 = 0,6 \cdot V_R = 127,16 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,86 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 24,42 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_0 / 250 = 22,88 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 24,42 \text{ mm} > f_{gr} = 22,88 \text{ mm} \quad (106,7\%)$$

(!!!)

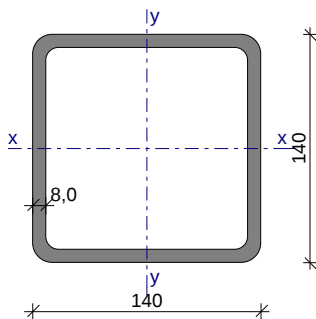
3. Przyjęcie przekroju słupa stalowego

Reakcja na słup:

$$N = (19,38/1,70) \times (5,72 \times 6,95 \times 0,25) = 113,30 \text{ kN}$$

Element 1

Rura kwadratowa walcowana 140x140x8,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Wymiary przekroju

$h = 140 \text{ mm}$, $t = 8,0 \text{ mm}$

$r_i = 8,0 \text{ mm}$, $r_o = 12,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 41,60 \text{ cm}^2$, $A_v = 21,12 \text{ cm}^2$

$J = 1195 \text{ cm}^4$

$W = 171,0 \text{ cm}^3$

$i = 5,360 \text{ cm}$

$J_T = 1892 \text{ cm}^4$, $W_T = 249,3 \text{ cm}^3$

$A_L = 0,539 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 16,55 \text{ m}^2/\text{m}$

$U/A = 129,7 \text{ m}^{-1}$, $m = 32,60 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 894,4 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 894,4 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie gięte względem osi x-x

$l_{ex} = 3,00 \text{ m}$, $\lambda_x = 56,0$, $N_{cr,x} = 2686 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,666$ wg "a" $\rightarrow \varphi_x = 0,914$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 817,5 \text{ kN}$

• wyboczenie gięte względem osi y-y

$l_{ey} = 3,00 \text{ m}$, $\lambda_y = 56,0$, $N_{cr,y} = 2686 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 0,666$ wg "a" $\rightarrow \varphi_y = 0,914$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 817,5 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_R = 40,89 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_p = 1,112$)

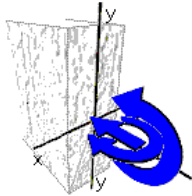
- ustalenie współczynnika zwichrzenia
element o przekroju rurowym $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_R = 263,4 \text{ kN}$ (klasa: 1 , $\varphi_{pv} = 1,000$)

Obciążenie elementu

$N = 113,3 \text{ kN}$, $M_x = 11,30 \text{ kNm}$, $M_y = 11,30 \text{ kNm}$



Warunki nośności elementu

(57) $\Delta_x = 0,018$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

(58) $N / (\varphi_x \cdot N_{Rd}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_x = 0,139 + 0,276 + 0,276 + 0,018 = 0,709 < 1$

(57) $\Delta_y = 0,018$; założono $\beta_x = 1,0$ i $\beta_y = 1,0$

(58) $N / (\varphi_y \cdot N_{Rd}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \beta_y \cdot M_y / M_{Ry} + \Delta_y = 0,139 + 0,276 + 0,276 + 0,018 = 0,709 < 1$