

OBLICZENIA STATYCZNE

1. Dach. stropodach.
Strop WPS.

Tablica 1. ZESTAWIENIA OBCIĄŻEŃ

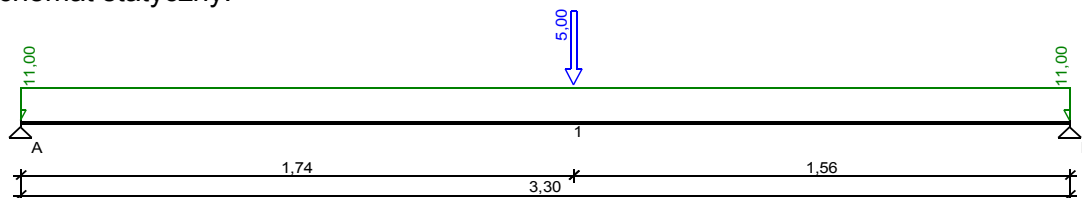
Tablica 1. stropodach

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie śniegiem połaci dachu dwupołaciowego wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.3 (strefa 1, $A=300$ m n.p.m. $\rightarrow sk = 0,700$ kN/m ² , nachylenie połaci 5,0 st. $\rightarrow 0,8$) [0,720kN/m ²]	0,72	1,50	0,00	1,08
2.	Papa na deskowaniu posypana żwirkiem, pojedynczo [0,350kN/m ²]	0,35	1,30	--	0,45
3.	Warstwa cementowa grub. 6 cm [21,0kN/m ³ ·0,06m]	1,26	1,20	--	1,51
4.	Beton keramzytowy, niezbrojony, niezagęszczony grub. 12 cm [17,0kN/m ³ ·0,12m] ze spadkiem	2,04	1,30	--	2,65
5.	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, niezbrojony, zagęszczony grub. 12 cm [24,0kN/m ³ ·0,12m]	2,88	1,30	--	3,74
Σ :		7,25	1,30	--	9,44

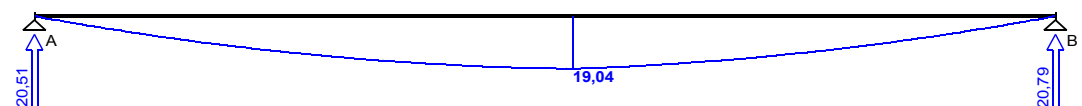
Przyjęto ciężar ANTEN $Q=5$ KN./1belkę stropu.
Anteny opierać na belkach stalowych stropu WPS.

1.1. Belka stropowa stropu WPS. Belka stropodachu

Schemat statyczny:

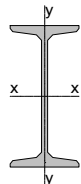


Momenty zginające [kNm]:



- brak stężeń bocznych na długości belki;
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;

Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : **I 180**

stal: **St3**

$W_x = 161$ cm³, $J_x = 1450$ cm⁴, $A_v = 12,4$ cm², $m = 21,9$ kg/m

zginanie : klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,080$) $M_R = 37,37 \text{ kNm}$
 ścinanie : klasa przekroju 1 $V_R = 154,88 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,632$
 Moment maksymalny $M_{\max} = 19,04 \text{ kNm}$
 $M_{\max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,807 < 1$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 20,79 \text{ kN}$
 $V_{\max} / V_R = 0,134 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

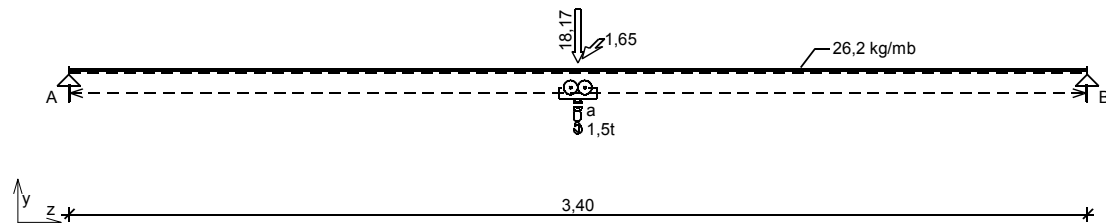
$V_{\max} = 20,79 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 92,93 \text{ kN}$
 → warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,15$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 9,43 \text{ mm}$
 Ugięcie maksymalne $f_{\max} = 6,06 \text{ mm}$
 $f_{\max} = 6,06 \text{ mm} < f_{gr} = 9,43 \text{ mm}$

1.2. Belka elektrowciągu.

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Charakterystyka wciągnika a (producent: a)

- udźwig: $Q = 1,5 \text{ T}$
- grupa nałożenia pracy: A1
- masa własna: $m = 2,0 \text{ kg}$
- napęd elektryczny
- dwie pary kół (jeden zestaw)

Zasięg pracy od 0,00 m od lewego końca belki do 0,00 m od prawego końca belki

Siły oddziaływania wciągnika wg PN-86/B-02005:

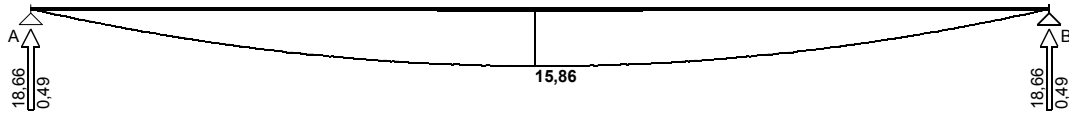
- współczynnik obciążenia $\gamma_f = 1,10$
- siła pionowa
 współczynnik dynamiczny $\beta = 1,10$
 $P_{V,k} = (m+Q) \cdot \beta = 16,52 \text{ kN}$, $P_V = P_{V,k} \cdot \gamma_f = 18,17 \text{ kN}$
- siła pozioma prostopadła do toru:
 $P_{Hp,k} = 0,1 \cdot Q = 1,50 \text{ kN}$, $P_{Hp} = P_{Hp,k} \cdot \gamma_f = 1,65 \text{ kN}$
- siła pozioma równoległa do toru, od wciągnika:
 $H_{r,k} = 0,12 \cdot (m+Q) = 1,80 \text{ kN}$, $H_r = H_{r,k} \cdot \gamma_f = 1,98 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

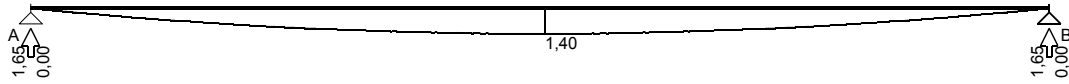
- brak stężeń bocznych na długości belki;
- średni współczynnik obciążenia dla obciążeń stałych $\gamma_f = 1,10$

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Momenty zginające M_x [kNm]:

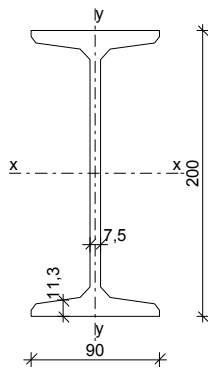


Momenty zginające M_y [kNm]:



WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : **I 200**

stal: **St3**

$A = 33,4 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 20,3 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 15,0 \text{ cm}^2$, $t_f = 11,3 \text{ mm}$, $m = 26,2 \text{ kg/m}$

$J_x = 2140 \text{ cm}^4$, $J_y = 117 \text{ cm}^4$

$W_{x,g} = 214 \text{ cm}^3$, $W_{x,d} = 214 \text{ cm}^3$, $W_{y,g} = 26,0 \text{ cm}^3$, $W_{y,d} = 26,0 \text{ cm}^3$

$J_\omega = 10400 \text{ cm}^6$, $J_T = 14,6 \text{ cm}^4$, $\omega_g = 42,6 \text{ cm}^2$, $\omega_d = 42,6 \text{ cm}^2$

Nośności obliczeniowe przekroju:

zginanie : dla $M_x \rightarrow$ klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,000$) $M_{Rx} = 46,01 \text{ kNm}$

dla $M_y \rightarrow$ klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,000$) $M_{Ry} = 5,59 \text{ kNm}$

ściananie : dla $V_y \rightarrow$ klasa przekroju 1 $V_{Ry} = 187,05 \text{ kN}$

dla $V_x \rightarrow$ klasa przekroju 1 $V_{Rx} = 253,64 \text{ kN}$

rozciąganie : $N_{Rt} = 718,10 \text{ kN}$

skręcanie : $B_{R\omega} = 0,52 \text{ kNm}^2$

Nośność na dwukierunkowe zginanie

przekrój $z=1,68 \text{ m}$ (wciągnik a w położeniu 1,68 m)

współczynnik zwężenia $\varphi_L = 0,872$

momenty maksymalne $M_{x,max} = 15,86 \text{ kNm}$, $M_{y,max} = 1,40 \text{ kNm}$

siła osiowa $N_t = H_r = 1,98 \text{ kN}$

(54) $N_t / N_{Rt} + M_{x,max} / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + M_{y,max} / M_{Ry} = 0,003 + 0,395 + 0,251 = 0,649 < 1$

Dwukierunkowe zginanie z uwzględnieniem wpływu skręcania

przekrój $z=1,68 \text{ m}$ (wciągnik a w położeniu 1,68 m)

momenty obliczeniowe $M_x = 15,86 \text{ kNm}$, $M_y = 1,40 \text{ kNm}$

moment skręcający $M_T = 0,15 \text{ kNm}$

bimoment maksymalny $B = 0,03 \text{ kNm}^2$

- naprężenia w pasie górnym

(Z5-5) $M_x / W_{x,g} + M_y / W_{y,g} + B \cdot \omega_g / I_\omega = 74,11 + 53,94 + 12,82 = 140,86 \text{ MPa} < f_d = 215 \text{ MPa}$

- naprężenia w pasie dolnym

(Z5-6) $M_x / W_{x,d} + M_y / W_{y,d} + B \cdot \omega_d / I_\omega = 74,11 + 53,937 + 12,82 = 140,86 \text{ MPa} < f_d = 215$

MPa

Zginanie globalne i lokalne pasa dolnegoprzekrój $z=1,68$ m (wciągnik a w położeniu 1,68 m)moment obliczeniowy $M_x = 15,86$ kNmsiła skupiona przekazywana przez parę kół $P = 18,17/2 = 9,09$ kN

- naprężenia w pasie dolnym

$$^{(Z5-7)} M_x / W_{x,d} + 1,4 \cdot P / t_f^2 = 74,11 + 99,61 = 173,72 \text{ MPa} < f_d = 215 \text{ MPa}$$

Zginanie lokalne pasa dolnego na końcu belkisiła skupiona przekazywana przez parę kół $P = 18,17/2 = 9,09$ kN

- naprężenia w pasie dolnym

$$2 \cdot [1,4 \cdot P / t_f^2] = 199,22 \text{ MPa} < f_d = 215 \text{ MPa}$$

Nośność na ścinanieprzekrój $z=0,00$ m (wciągnik a w położeniu 0,03 m)maksymalna siła poprzeczna $V_{y,max} = 18,48$ kN

$$^{(53)} V_{y,max} / V_{Ry} = 0,099 < 1$$

przekrój $z=3,37$ m (wciągnik a w położeniu 3,37 m)Siła obliczeniowa $V_{x,max} = |-1,63|$ kN

$$^{(53)} V_{x,max} / V_{Rx} = 0,006 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{y,max} = 18,48 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_{Ry} = 112,23 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

$$V_{x,max} = |-1,63| \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_{Rx} = 152,18 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Ugięcie pionowe:

- ugięcie maksymalne

$$\text{przekrój } z=1,71 \text{ m (wciągnik a w położeniu 1,72 m)} \rightarrow f_{ky,max} = 3,19 \text{ mm}$$

- ugięcie graniczne $f_{y,gr} = l_o / 400 = 8,50$ mm

$$f_{ky,max} = 3,19 \text{ mm} < f_{y,gr} = 8,50 \text{ mm}$$

Ugięcie poziome:

- ugięcie maksymalne

$$\text{przekrój } z=1,69 \text{ m (wciągnik a w położeniu 1,68 m)} \rightarrow f_{kx,max} = 5,12 \text{ mm}$$

- ugięcie graniczne $f_{x,gr} = l_o / 600 = 5,67$ mm

$$f_{kx,max} = 5,12 \text{ mm} < f_{x,gr} = 5,67 \text{ mm}$$

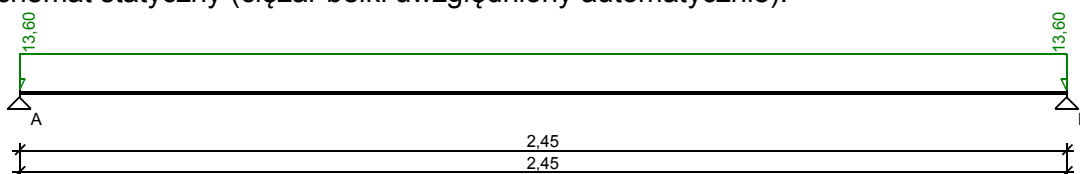
UWAGA: Należy dodatkowo przeanalizować konieczność sprawdzania nośności belki ze względu na zmęczenie.

2. klatka schodowa**ZESTAWIENIA OBCIĄŻEŃ****Tablica 2. klatka schodowa**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne użytkowe klatki schodowej (budowle o obciążeniu technologicznym pomieszczeń ustalonym indywidualnie) [5,0kN/m ²]	5,00	1,30	0,35	6,50
Σ :		5,00	1,30	--	6,50

2.1. Belka podestowa

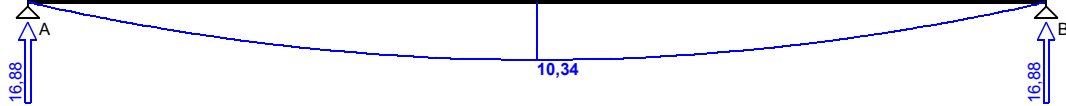
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



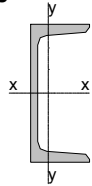
Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g = 0,18 \text{ kN/m}$)

Przekrój	x [m]	q_i [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	13,60	0,00	0,00
B.	2,45	13,60	--	0,00	0,00

Momenty zginające [kNm]:



- brak stężeń bocznych na długości belki;
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;

Wymiarowanie wg PN-90/B-03200Przekrój : **C 140**stal: **St3**

$$W_x = 86,4 \text{ cm}^3, J_x = 605 \text{ cm}^4, A_v = 9,80 \text{ cm}^2, m = 16,0 \text{ kg/m}$$

zginanie : klasa przekroju 1

$$M_R = 13,93 \text{ kNm}$$

ściananie : klasa przekroju 1

$$V_R = 122,21 \text{ kN}$$

Nośność na zginanie

$$\text{Współczynnik zwirzenia } \varphi_L = 0,792$$

$$\text{Moment maksymalny } M_{\max} = 10,34 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,937 < 1$$

Nośność na ściananie

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{\max} = 16,88 \text{ kN}$$

$$V_{\max} / V_R = 0,138 < 1$$

Nośność na zginanie ze ściananiem

$$V_{\max} = 16,88 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 36,66 \text{ kN}$$

→ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,15$)

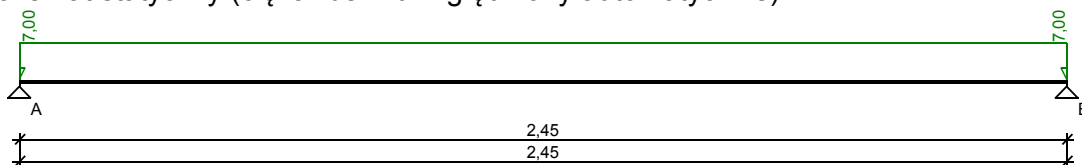
$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = I_o / 350 = 7,00 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie maksymalne } f_{\max} = 4,53 \text{ mm}$$

$$f_{\max} = 4,53 \text{ mm} < f_{gr} = 7,00 \text{ mm}$$

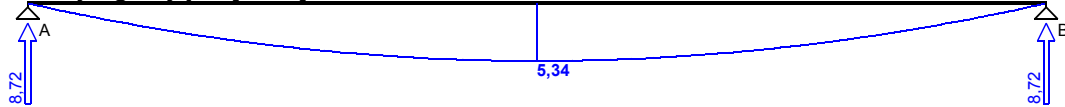
2.2. Belka podestowa skrajna

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

Tablica obciążeń obliczeniowych (dodatkowo ciężar belki $g = 0,12 \text{ kN/m}$)

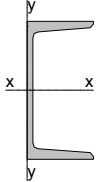
Przekrój	x [m]	q_i [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	7,00	0,00	0,00
B.	2,45	7,00	--	0,00	0,00

Momenty zginające [kNm]:



- brak stężeń bocznych na długości belki;
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;

Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : **I 120**

stal: **St3**

$W_x = 54,7 \text{ cm}^3$, $J_x = 328 \text{ cm}^4$, $A_v = 6,12 \text{ cm}^2$, $m = 11,1 \text{ kg/m}$

zginanie : klasa przekroju 1

$M_R = 12,72 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1

$V_R = 76,32 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,666$

Moment maksymalny $M_{\max} = 5,34 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,631 < 1$$

Nośność na ściananie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 8,72 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,114 < 1$$

Nośność na zginanie ze ściananiem

$V_{\max} = 8,72 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 22,89 \text{ kN}$

→ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,15$)

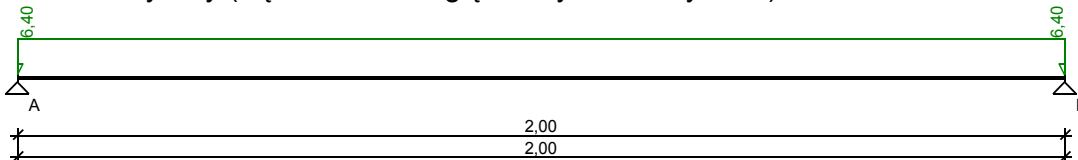
Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 7,00 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{\max} = 4,32 \text{ mm}$

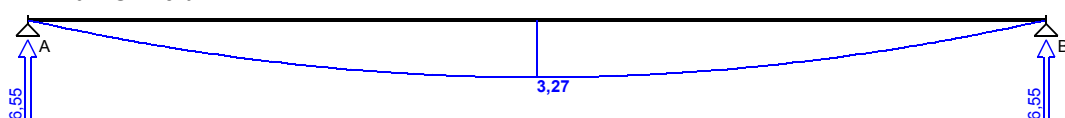
$$f_{\max} = 4,32 \text{ mm} < f_{gr} = 7,00 \text{ mm}$$

2.3. Belka policzkowa

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

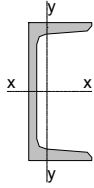


Momenty zginające [kNm]:



- brak stężeń bocznych na długości belki;
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;

Wymiarowanie wg PN-90/B-03200



Przekrój : **C 120**

stal: **St3**

$W_x = 60,7 \text{ cm}^3$, $J_x = 364 \text{ cm}^4$, $A_v = 8,40 \text{ cm}^2$, $m = 13,4 \text{ kg/m}$

zginanie : klasa przekroju 1

$M_R = 9,79 \text{ kNm}$

ściananie : klasa przekroju 1

$V_R = 104,75 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,854$

Moment maksymalny $M_{\max} = 3,27 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / \varphi_L \cdot M_R = 0,391 < 1$$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 6,55 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,063 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 6,55 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 31,42 \text{ kN}$

→ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania ($\gamma_f = 1,15$)

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 5,71 \text{ mm}$

Ugięcie maksymalne $f_{\max} = 1,59 \text{ mm}$

$$f_{\max} = 1,59 \text{ mm} < f_{gr} = 5,71 \text{ mm}$$

przyjęto konstrukcyjnie

SPORZĄDZIŁ:

mgr inż. Maciej Seweryński

specjalność konstrukcyjno - budowlana

§2ust.1pkt1 §13ust.1pkt2 Nr. Ew.104/87/Gw.