

Obliczenia statyczne

Założenia do obliczeń statycznych , obciążenia , schematy statyczne, podstawowe wyniki obliczeń :

1. Założenia od obliczeń.

Obciążenia do obliczeń przyjęto zgodnie z normami:

- PN-82/B-02000 – Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.– PN-82/B-02001 – Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- PN-82/B-02003 – Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.
- PN-80/B-02010 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- PN-77/B-02011 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

Stany graniczne nośności i użytkowania elementów konstrukcyjnych sprawdzono zgodnie z normami:

- elementów drewnianych wg normy PN-B-03150:2000 – Konstrukcje drewniane.

Obliczenia statyczne i projektowanie.

- elementów żelbetowych wg normy PN-B-03264:2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone.

Obliczenia statyczne i projektowanie.

- elementów murowych wg normy PN-B-03002:2007 – Konstrukcje murowe.

Projektowanie i obliczanie.

- elementów stalowych wg normy PN-90/B-03200 – Konstrukcje stalowe.

Obliczenia statyczne i projektowanie .

- fundamentów wg normy PN-81/B-03020 – Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Przy sprawdzaniu stanów granicznych nośności i użytkowania elementów konstrukcyjnych kombinacje obciążeń przyjęto zgodnie z normą PN-82/B-02000.

2. Zebranie obciążeń

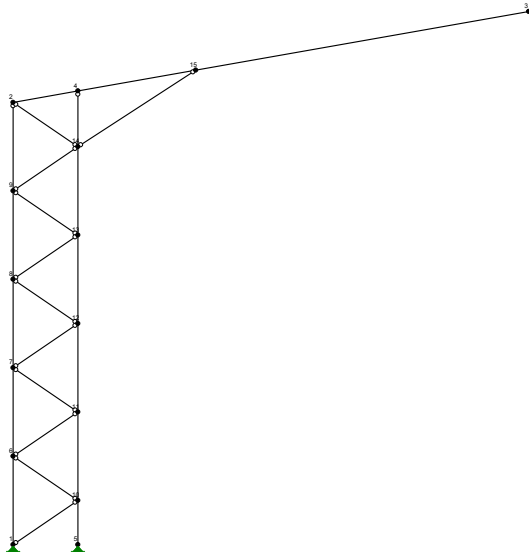
Zebranie obciążeń na konstrukcję dachową:

Rodzaj obciążenia	g_k	γ	g [kN/m ²]
Ciężar własny pokrycia dachu	0,8	1,35	1,08
Śnieg – strefa 2 $S=\mu*C_e*C_i*s_k$ $S=0,8*1,0*1,0*0,9$	0,72	1,5	1,08
Wiatr – strefa I $P_k=g_k*C_e*C*\beta$ Połaciek nawietrzna W1 - $F_w=0,30*1,0*0,5*1,8$ Połaciek zawietrzna W1 - $F_w=0,30*1,0*(-0,4)*1,8$ Połaciek nawietrzna W2 - $F_w=0,30*1,0*1,7*1,8$ Połaciek zawietrzna W2 - $F_w=0,30*1,0*(-0,4)*1,8$	0,27 -0,216 -0,918 -0,216	1,5	0,405 -0,324 1,377 -0,324

3. Konstrukcja zadaszenia nad trybunami:

Zaprojektowano konstrukcję wsporcza zadaszenia trybun jako stalową składającą się z słupa kratownicowego oraz rygla wspornikowego w rozstawie wiązarów głównych co 2,1m

Schemat statyczny



▪ Rygiel górny RK 100x100x4mm

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABC**

$M_x = 9,575$ kNm, $V_y = 8,345$ kN, $N = -0,921$ kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = 204,9$ MPa $\sigma_c = -206,1$ MPa.

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = A f_d = 15,2 \times 215 \times 10^{-1} = 326,800 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wybocheniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{326,800 / 182,796} = 1,544 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,387$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{326,800 / 895,217} = 0,698 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,899$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{326,800 / 93325,411} = 0,068 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,999$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,387$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{0,921}{0,387 \times 326,800} = 0,007 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 46,6 \times 215 \times 10^{-3} = 10,019 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,921}{326,800} + \frac{9,575}{1,000 \times 10,019} = 0,958 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 9,575 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,387 \times 1,544^2 \frac{1,000 \times 9,575}{10,019} \times \frac{0,921}{326,800} = 0,003$$

$$\Delta_x = 0,003 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,921}{0,387 \times 326,800} + \frac{1,000 \times 9,575}{1,000 \times 10,019} = 0,963 < 0,997 = 1 - 0,003$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{0,921}{0,899 \times 326,800} + \frac{1,000 \times 9,575}{1,000 \times 10,019} = 0,959 < 1,000 = 1 - 0,000$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,8 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 2295 / 250 = 9,2 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,8 < 9,2 = a_{\text{gr}}$$

▪ Słupy RK 60x60x4mm

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABC**

$$M_x = 0,477 \text{ kNm}, \quad V_y = -0,768 \text{ kN}, \quad N = -52,511 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -28,4 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -90,7 \text{ MPa}$.

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{189,630 / 7165,744} = 0,188 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,999$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{189,630 / 2579,668} = 0,313 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,995$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{189,630 / 54866,331} = 0,068 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,999$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,995$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{52,556}{0,995 \times 189,630} = 0,279 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 15,3 \times 215 \times 10^{-3} = 3,290 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla $\bar{\lambda}_L = 0,000$ wynosi $\varphi_L = 1,000$
 Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{52,511}{189,630} + \frac{0,477}{1,000 \times 3,290} = 0,422 < 1$$

Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego:

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 0,477 \text{ kNm} \quad \beta_x = 0,565$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,999 \times 0,188^2 \frac{0,565 \times 0,477}{3,290} \times \frac{52,556}{189,630} = 0,001$$

$$\Delta_x = 0,001 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{52,556}{0,999 \times 189,630} + \frac{0,565 \times 0,477}{1,000 \times 3,290} = 0,359 < 0,999 = 1 - 0,001$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{52,556}{0,995 \times 189,630} + \frac{0,565 \times 0,477}{1,000 \times 3,290} = 0,360 < 1,000 = 1 - 0,000$$

▪ Krzyżulce RK 40x40x2mm

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: ABC

$$M_x = 0,001 \text{ kNm}, \quad V_y = -0,000 \text{ kN}, \quad N = -54,475 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach: $\sigma_t = -128,6 \text{ MPa}$ $\sigma_c = -129,0 \text{ MPa}$.

Nośność przekroju na ściskanie:

$$N_{RC} = A f_d = 4,2 \times 215 \times 10^{-1} = 90,945 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{90,945 / 689,167} = 0,420 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,985$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{90,945 / 689,167} = 0,420 \Rightarrow \text{Tab.11 a} \Rightarrow \varphi = 0,985$$

$$\text{- dla } N_z \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_z} = 1,15 \times \sqrt{90,945 / 26384,290} = 0,068 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,999$$

Przyjęto: $\varphi = \varphi_{\min} = 0,985$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{54,480}{0,985 \times 90,945} = 0,608 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 4,8 \times 215 \times 10^{-3} = 1,038 \text{ kNm}$$

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

Warunek nośności:

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{54,475}{90,945} + \frac{0,001}{1,000 \times 1,038} = 0,600 < 1$$

4. Fundamenty.

STOPY ŻELBETOWE 60x120cm h=90cm

Stopy fundamentowa zaprojektowano z betonu B 25 o $f_{cd} = 10,7$ MPa i zbrojone prętami $\varnothing 10$ mm co 12cm obwodowo w postaci kosza zbrojącego co 12cm ze stali AIIIIN o $f_{yd} = 420$ MPa.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

$$N_r = 55,70 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 520,80 = 421,84 \text{ kN}.$$

.....
(sporządził)