

ZAŁĄCZNIK NR 2

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Zawartość załącznika:

1. Założenia obliczeniowe
2. Obciążenia działające na konstrukcję dachową
3. Obliczenia krokwi
4. Obliczenia płatwi
5. Obliczenia krokwi koszowej

1. Założenia obliczeniowe

Analizie statycznej poddano układ nośny tymczasowego dachu budynku określony na rysunkach. Schemat przedstawia szkic poniżej.

Obliczenia wykonano wykorzystując normy budowlane:

- PN-82/B-02001. Obciążenia budowli – Zasady ustalania wartości
- PN-82/B-02001. Obciążenia budowli - Obciążenia stałe
- PN-80/B-02003. Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne
- PN-77/B-02011/AZ1: 2009. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- PN-80/B-02010/AZ1:2006. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.
- PN-B-03150:2000. Konstrukcje drewniane - Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-90-B-03200. Konstrukcje stalowe. Konstrukcje stalowe - obliczenia statyczne i projektowanie

Założenia wyjściowe:

- drewno projektowanych konstrukcji: klasa C24
- średni rozstaw krokwi: 0,95m
- krokiew: 6x10cm
- płatew: 6x10cm
- krokiew koszowa: 6x12cm
- deskowanie ażurowe grub. 25mm (prześwit 12 cm)
- kąt nachylenia połaci dachowej: $\approx 11^\circ$
- projektowane pokrycie dachowe: plandeka ochronna PE, 90 g/m²

2. Obciążenia działające na konstrukcję dachową

Obciążenie połaci:

A. Obciążenie stałe połaci dach. przypadające na 1m² połaci:

- plandeka: 1,3x0,01 =	0,013 kN/m ²
- krokwie 6/12cm: 1,1x0,12x0,06x6,5x(0,95/1,0) =	0,049 kN/m ²
- deski 28mm (prześwit ok. 10cm): 1,3x0,70x0,028x6,5 =	0,166 kN/m ²
- kontrłaty 50/25mm: 1,1x0,05x0,025x6,5x(0,95/1,0) =	0,009 kN/m ²

Razem $g = 0,237 \approx \mathbf{0,24 \text{ kN/m}^2}$

$$g_k = 0,24/1,3 = \mathbf{0,19 \text{ kN/m}^2}$$

B. Parcie wiatru przypadające na 1m² połaci (strefa I)

$$w_k = q_k \cdot C_e \cdot C_x \cdot \beta = 0,30 \times 1,0 \times 1,8 \times C = \mathbf{0,54 \cdot C \text{ [kN/m}^2]}, \quad \gamma_f = 1,5$$

Nachylenie połaci: $\alpha \approx 11^\circ$; wariant II wg Z1-3:

Połać nawietrzna: $C_{al} = -0,90$; $C_{all} = +0,10$

Połać zawietrzna: $C_b = -0,4$

Wartości obliczeniowe ciśnienia na 1m krokwi:

$$w_{al} = 1,5 \cdot 0,54 \cdot (-0,90) = 1,5 \cdot 0,49 = \mathbf{-0,73 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_{all} = 1,5 \cdot 0,54 \cdot 0,10 = 1,5 \cdot 0,054 = \mathbf{0,08 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_b = 1,5 \cdot 0,54 \cdot (-0,4) = -1,5 \cdot 0,21 = \mathbf{-0,33 \text{ kN/m}^2}$$

C. Ciężar śniegu przypadający na 1m² rzutu poziomego połaci:

Nachylenie połaci: $\alpha \approx 11^\circ$

$$C_1 = 0,80$$

$$C_2 = 0,80$$

$$S_{k1} = Q_k \cdot C_1 = 0,70 \times 0,80 = \mathbf{0,56 \text{ kN/m}^2}$$

$$S_{k2} = Q_k \cdot C_1 = 0,70 \times 0,80 = \mathbf{0,56 \text{ kN/m}^2}$$

$$\gamma_f = 1,5$$

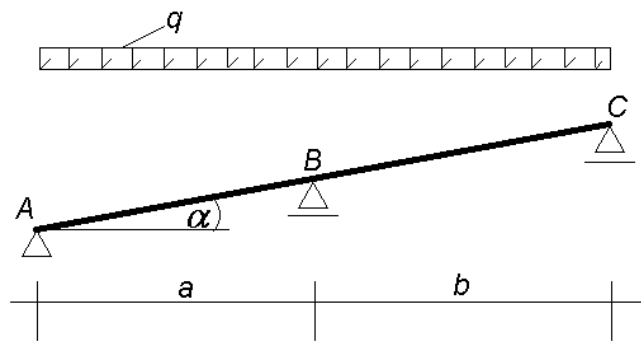
$$S_1 = 1,5 \cdot 0,56 = \mathbf{0,84 \text{ kN/m}}$$

$$S_2 = 1,5 \cdot 0,56 = \mathbf{0,84 \text{ kN/m}}$$

$$\mathbf{g_{połaci} = 0,24 + 0,08 + 0,84 = 1,16 \text{ kN/m}^2}$$

3. Obliczenia krokwi

Schemat statyczny wg szkicu A:



Szkic A. Schemat obliczeniowy krokwi

$$\alpha \approx 11^\circ$$

$$a = b = 1,90\text{m}$$

Przekrój: 6/12cm

Drewno C24

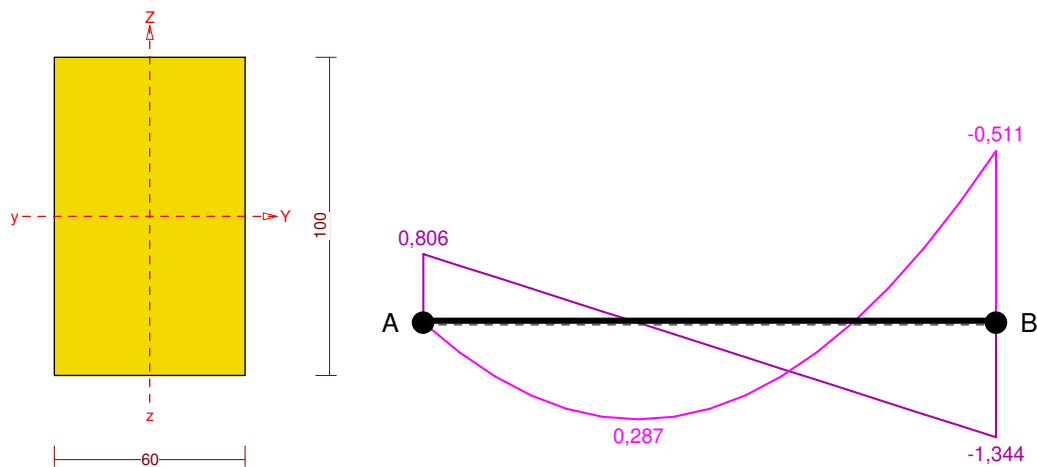
$$\text{Obciążenie połaci: } q_{\text{połaci}} = 0,24 + 0,08 + 0,84 = 1,16 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Obciążenie krokwi: } q_{\text{krokwi}} = 0,95 \times 1,16 = 1,10 \text{ kN/m}$$

Do obliczenia obciążenia przyjęto $\alpha = 0^\circ$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Zadanie:



Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 1,90\text{ m}$; $x_b = 0,00\text{ m}$, przy obciążeniach „A”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,511 / 100,00 \times 10^3 = 5,11 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a = 1,90\text{ m}$; $x_b = 0,00\text{ m}$, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{5,11}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,461 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{5,11}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,323 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,90$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „A”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,34^2 + 0,00^2} = 0,34 < 1,15 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,83$ m; $x_b=1,07$ m, przy obciążeniach „A”.

$$u_{z,fin} = -0,1 + -1,9 = 1,9 < 9,5 = u_{net,fin}$$

Reakcje podporowe:

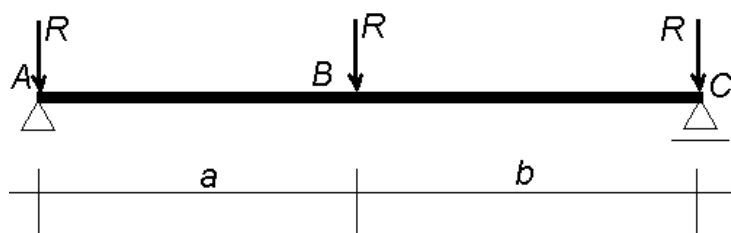
A= C= 0,79 kN

B= 2,62 kN

Warunki normowe są spełnione!

4. Obliczenia płatwi

Schemat statyczny wg szkicu B:



Szkic B. Schemat obliczeniowy płatwi

$a = b = 0,95$ m

Przekrój: 6/10 cm

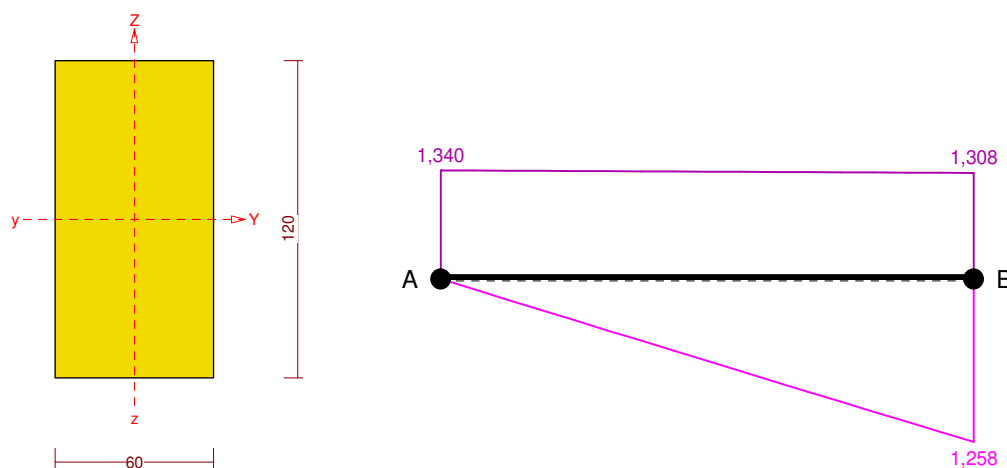
Drewno C24

Oddziaływanie krokwi (z obliczeń krokwi):

R = 2,62 kN

Pręt nr 1

Zadanie:



Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,95$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „A”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,258 / 144,00 \times 10^3 = \mathbf{8,73} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,95$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{8,73}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,788} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{8,73}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,552} < \mathbf{1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=0,95$ m, przy obciążeniach „A”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,28^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,28} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

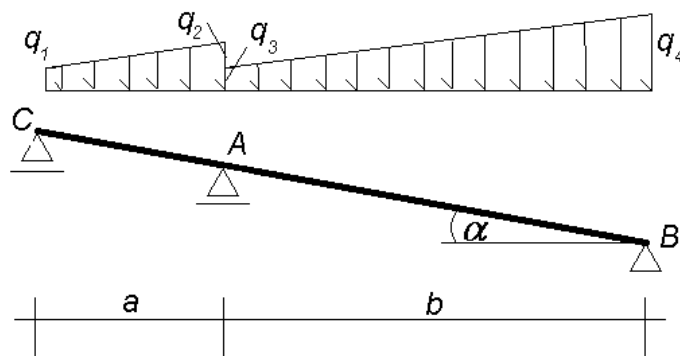
Wyniki dla $x_a=0,95$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „A”.

$$u_{z,fin} = -0,1 + -5,3 = \mathbf{5,4} < \mathbf{7,6} = u_{net,fin} \text{ [mm]}$$

Warunki normowe są spełnione!

5. Obliczenia krokwi koszowej

Schemat statyczny wg szkicu C (wartości obciążenia przybliżone):



Szkic C. Schemat obliczeniowy płatwi

- $\alpha \approx 10^\circ$ - do obliczeń obciążenia przyjęto $\alpha = 0^\circ$
- $a = 1,0$ m
- $b = 2,6$ m
- Przekrój: 6/10 cm
- Drewno C24
- Oddziaływanie krokwi:
Obciążenie połaci: $q_{połaci} = 0,24 + 0,08 + 0,84 = \mathbf{1,16}$ kN/m²
 $q_1 = 0,5 \times q_{połaci} = 0,5 \times 1,16 = \mathbf{0,58}$ kN/m

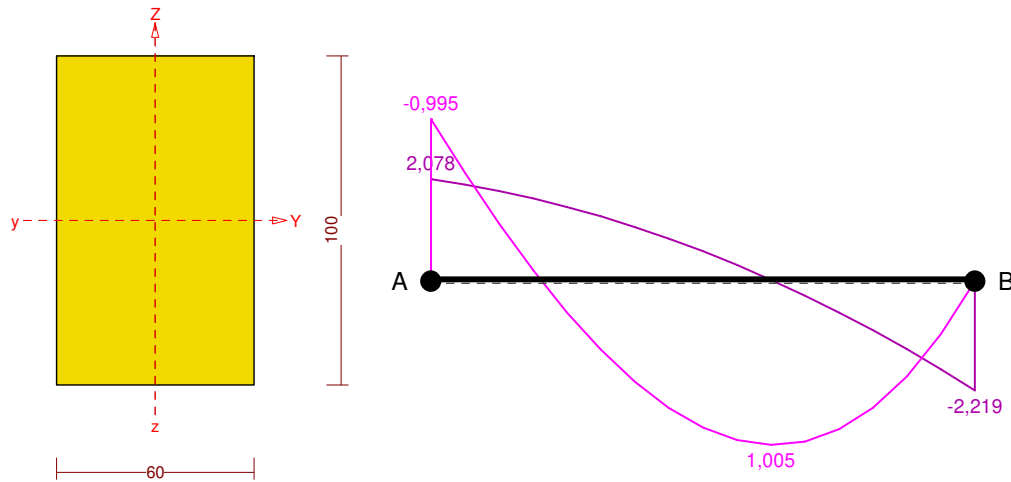
$$q_2 = 1,5 \times q_{\text{połaci}} = 1,5 \times 1,16 = 1,74 \text{ kN/m}$$

$$q_3 = 0,5 \times q_{\text{połaci}} = 0,5 \times 1,16 = 0,58 \text{ kN/m}$$

$$q_4 = 2,3 \times q_{\text{połaci}} = 2,3 \times 1,16 = 2,67 \text{ kN/m}$$

Pręt nr 2 (B-C)

Zadanie: Krok_kosz



Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,63$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „A”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,005 / 100,00 \times 10^3 = 10,05 < 11,08 = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,63$ m; $x_b=0,98$ m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{10,05}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = 0,907 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{10,05}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = 0,635 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,60$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „A”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,55^2 + 0,00^2} = 0,55 < 1,15 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,46$ m; $x_b=1,14$ m, przy obciążeniach „A” ($u_{gr} = L/150$).

$$u_{z,fin} = -0,2 + -12,9 = 13,1 < 17,3 = u_{\text{net,fin}}$$

Warunki normowe są spełnione!

Opracował: dr inż. G.Cyrok