

OBLICZENIA DO PROJEKTU KONSTRUKCJI

Poz. 1.0 nadproża stalowe

Poz. 1.1 nadproże rozpiętości $l=1.0\text{m}$

Przyjęto nadproże z 2 $\text{I} 100\text{mm}$

Poz. 1.2 nadproże rozpiętości $l=1.0\text{m}$

Przyjęto nadproże z 3 $\text{I} 100\text{mm}$

Poz. 1.3 nadproże rozpiętości $l=1.0\text{m}$

Przyjęto nadproże z 2 IPE 100mm

poz. 2.0 sprawdzenie elementów dachu w celu montażu paneli fotowoltanicznych.

Sprawdzenie dachów istniejących na potrzeby umieszczenia paneli fotowoltanicznych .

2.1 Dach wyższy - urzędu gminy

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 12,0\text{ cm}$

Wysokość $h = 26,0\text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 0,0\text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C27**

→ $f_{m,k} = 27\text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 16\text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 22\text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,8\text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11,5\text{ GPa}$,

$\rho_k = 370\text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 21,5^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 0,76\text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,90\text{ m}$

$$l_{d,x} = 5,94 \text{ m}$$
$$l_{q,x} = 0,90 \text{ m}$$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$g_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: dach jednospadowy, strefa 4, nachylenie połaci 21,5 st.):

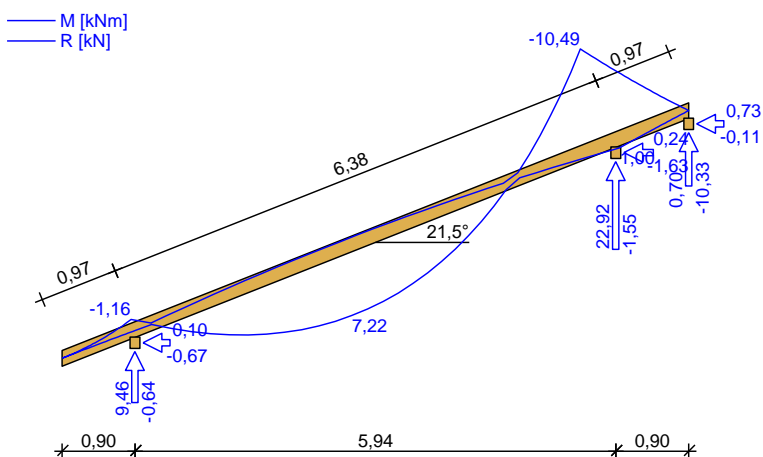
$S_k = 1,280 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru $p_k = 0,066 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru $p_k = -0,450 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,870 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej na całej krokwi; $\gamma_f = 1,30$

WYNIKI:



Zginianie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -10,49 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 7,76 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,467 < 1$$

Ugięcie (wspornik):

$$u_{fin} = (-) 6,66 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2,0 \cdot l / 200 = 9,67 \text{ mm} \quad (68,9\%)$$

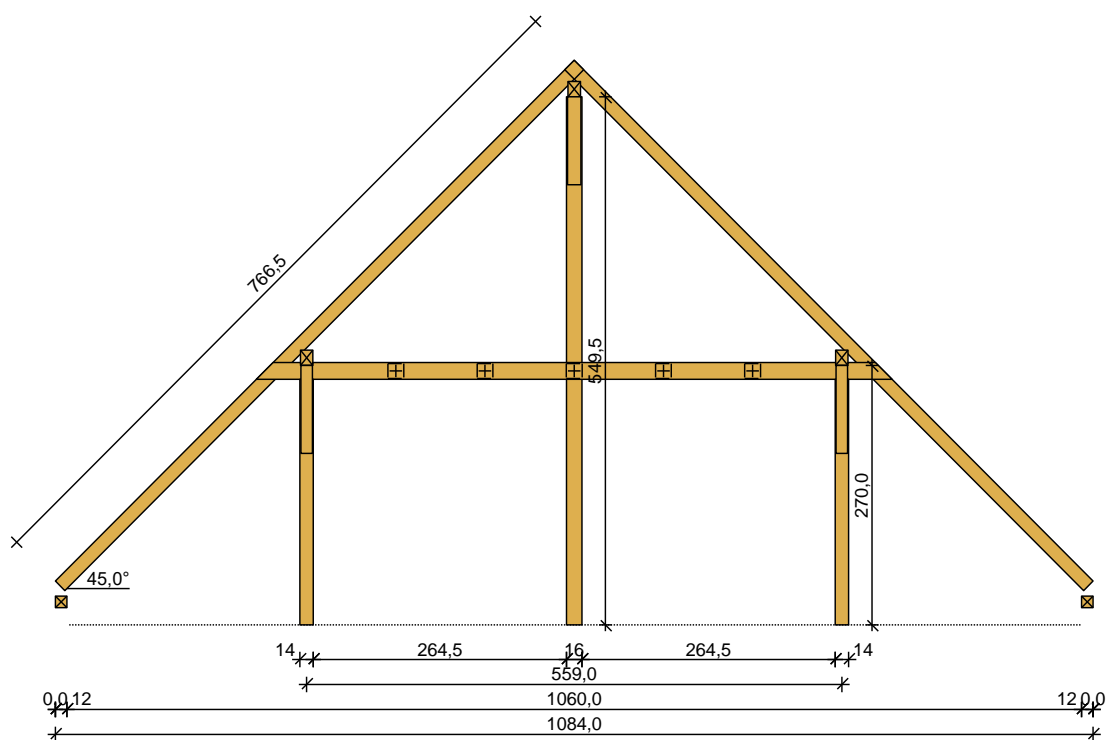
Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{fin} = 13,19 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 31,92 \text{ mm} \quad (41,3\%)$$

2.1 Dach części niższej

DANE

Szkic układu poprzecznego



Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 45,0^\circ$

Rozpiętość wierzara $l = 10,84 \text{ m}$

Rozstaw podpór w świetle murłat $l_s = 10,60 \text{ m}$

Rozstaw osiowy płatwi $l_{gx} = 5,59 \text{ m}$

Rozstaw krokwi $a = 0,80 \text{ m}$

Usztywnienia boczne krokwi - brak

Płatew pośrednia o długości osiowej między słupami $l = 4,50 \text{ m}$

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mL} = 0,90 \text{ m}$

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mP} = 0,90 \text{ m}$

Płatew kalenicowa o długości osiowej między słupami $l = 3,80 \text{ m}$

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mL} = 0,90 \text{ m}$

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami $a_{mP} = 0,90 \text{ m}$

Wysokość całkowita słupów pod płatew pośrednią $h_s = 2,70 \text{ m}$

Wysokość całkowita słupów pod płatew kalenicową $h_s = 5,50 \text{ m}$

Rozstaw podparć poziomych murłaty $l_{mo} = 2,50 \text{ m}$

Wysięg wspornika murłaty $l_{mw} = 1,00 \text{ m}$

Dane materiałowe:

- krokiew 11/14cm (zacios 3 cm) z drewna C27
- płatew 13/16 cm z drewna C27
- płatew kalenicowa 13/16 cm z drewna C27
- słup 14/14 cm z drewna C27
- słup kalenicowy 16/14 cm z drewna C27
- kleszcze 2x 6,3/17,5 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 11 cm, z przewiązkami co 94 cm z drewna C27
- murłata 12/12 cm z drewna C27

Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001:):

$$g_k = 0,047 \text{ kN/m}^2, \quad g_o = 0,056 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa

4, nachylenie połaci 45,0 st.):

- na połaci lewej $s_{kl} = 0,960 \text{ kN/m}^2$, $s_{ol} = 1,440 \text{ kN/m}^2$
- na połaci prawej $s_{kp} = 0,640 \text{ kN/m}^2$, $s_{op} = 0,960 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 10,0 \text{ m}$):

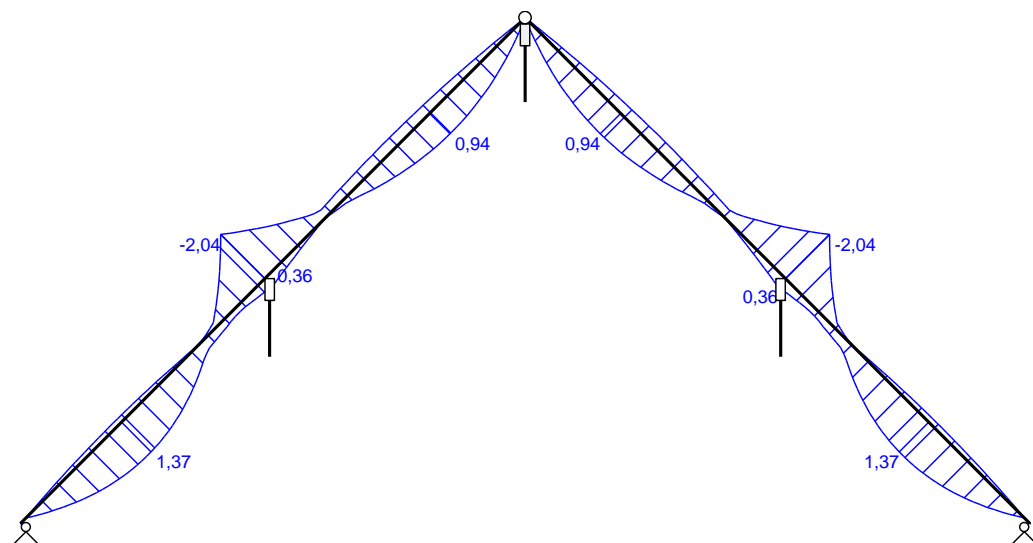
- na połaci nawietrznej $p_{kl} = 0,257 \text{ kN/m}^2$, $p_{ol} = 0,385 \text{ kN/m}^2$
- na stronie zawietrznej $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$, $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie dolnego odcinka krokwi (ocieplenie dachu):
 $g_{kk} = 0,670 \text{ kN/m}^2$, $g_{ok} = 0,804 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe kleszczy $F_k = 1,0 \text{ kN}$, $F_o = 1,2 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi nie uwzględniono wpływu podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:
w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
w płaszczyźnie wiązara $\mu_y = 1,00$

WYNIKI

Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatwi pośredniej:

Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatwi kalenicowej:

WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C27**

→ $f_{m,k} = 27 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 16 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 22 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,8 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11,5 \text{ GPa}$,
 $\rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$

Krokiew 11/14 cm (zacios na podporach 3 cm)

Smukłość

$$\lambda_y = 97,8 < 150$$

$$\lambda_z = 124,5 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr

$$M_y = 1,37 \text{ kNm}, \quad N = 4,28 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,82 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,321, \quad k_{c,z} = 0,204$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,392 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,440 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr

$$M_y = -2,04 \text{ kNm}, \quad N = 2,85 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,20 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,24 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,554 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 5,45 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3627 / 200 = 18,14 \text{ mm} \quad (30,0\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,46 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 85 / 200 = 0,85 \text{ mm} \quad (54,2\%)$$

Płatew 13/16 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 17,3 < 150$$

$$\lambda_z = 21,3 < 150$$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,89 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 1,03 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-parcie

$$M_y = 6,28 \text{ kNm}, \quad M_z = 2,35 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 11,31 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 5,21 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,901 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,790 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 7,99 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 13,50 \text{ mm} \quad (59,2\%)$$

Płatew kalenicowa 13/16 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 17,3 < 150$$

$$\lambda_z = 21,3 < 150$$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 3,65 \text{ kN/m} \quad q_{z,min} = -0,29 \text{ kN/m (odrywanie)}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr

$$M_y = 1,83 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,29 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,198 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,139 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 1,28 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 10,00 \text{ mm} \quad (12,8\%)$$

Słup 14/14 cm

Smukłość (słup A)

$$\lambda_y = 104,7 < 150$$

$$\lambda_z = 66,8 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-parcie

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 30,99 \text{ kN}$$

$$f_{c,0,d} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,58 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,283, \quad k_{c,z} = 0,616$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,412 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,190 < 1$$

Słup kalenicowy 16/14 cm

Smukłość (słup A)

$$\lambda_z = 119,0 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr-parcie

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 13,88 \text{ kN}$$

$$f_{c,0,d} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,62 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,056, \quad k_{c,z} = 0,223$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,818 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,206 < 1$$

Kleszcze 2x 6,3/17,5 cm o prześwicie gałęzi 11 cm, z przewiązkami co 94 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 110,7 < 150$$

$$\lambda_z = 120,4 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+montażowe

$$M_y = 2,02 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 22,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,14 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,138 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+montażowe

$$u_{fin} = 8,45 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5590 / 200 = 27,95 \text{ mm} \quad (30,2\%)$$

Murlata 12/12 cm

Część murlaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 3,39 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 2,09 \text{ kN/m}$$

$$q_{z,min} = -0,24 \text{ kN/m} \text{ (odrywanie)}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+wiatr

$$M_z = 1,39 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 18,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 4,84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,259 < 1$$

Część wspornikowa murlaty

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 3,39 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 2,09 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K5** stałe-max+wiatr+0,90·śnieg

$$M_y = 1,63 \text{ kNm}, \quad M_z = -1,04 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,65 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 3,62 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,492 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,456 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 2,21 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 1000 / 200 = 10,00 \text{ mm} \quad (22,1\%)$$

opracował :

mgr inż. Mariusz Tomczuk