

## **10. Ocena stanu technicznego budynku garażowego pod potrzeby wykonania instalacji fotowoltaicznej.**

### ▪ Fundamenty.

Obiekt jest nie podpiwniczony, posiada fundamenty kamienne na zaprawie wapiennej, glinianej. Brak widocznych odkształceń oraz osiadań fundamentu. Brak izolacji poziomej i pionowej ścian fundamentowych.

### ▪ Ściany nośne i działowe.

Ściany murowane z cegły ceramicznej na zaprawie wapiennej. Mury zewnętrzne i wewnętrzne zarówno nośne jak i działowe nie wykazują znaczących odchyśleń i pęknięć wynikających z przemieszczeń posadowienia obiektu. Pęknięcia włosowate niektórych nadproży świadczą o wypracowywaniu się konstrukcji dachowej.

### ▪ Stropy.

Stropy belkowe o konstrukcji drewniane w rozstawie ok. 100cm. Przestrzeń między belkoma ślepego pułapu wyłożona jest izolacją. Belki osadzone na ścianach ceglanych z namurnicami. Stropy nie posiadają widocznych ugięć oraz zarysowań odcinków przęsłowych oraz podporowych.

### ▪ Tynki i wyprawy wewnętrzne.

Tynki wewnętrzne wykonane jako cementowo-wapienne kat. III. W późniejszym czasie miejscowo przetarte gładziami gipsowymi. Wyprawy ścienne wykończone farbami emulsyjnymi oraz płytkami ceramicznymi w pomieszczeniach mokrych. Brak widocznych znaczących zarysowań.

Tynki zewnętrzne cementowe, nakrapiane typu „Baranek”. Na wysokości ok. 80cm od gruntu są zawilgocone w większych fragmentach odspojone i zmurszałe.

### ▪ Kominy i kanały wentylacyjne

Kanały dymowe i wentylacyjne wymurowane z cegły pełnej. Kominy miejscowo spękane poddać przeglądowi oraz ewentualnym uzupełnieniom.

### ▪ Więźba dachowa i dach.

Konstrukcja dachu wykonana jako drewniana w układzie płatwiowo - kleszczowym, w głównym układzie dwuspadowa, symetryczna o nachyleniu 45 stopni. Dach pokryty jest blachodachówką na deskowaniu ażurowym wraz z membraną paroprzepuszczalną. Stan techniczny konstrukcji drewnianej jest dostateczny. Pokrycie dachu wymienione w latach 90 – XX wieku częściowo odbarwione.

### ▪ Stolarka

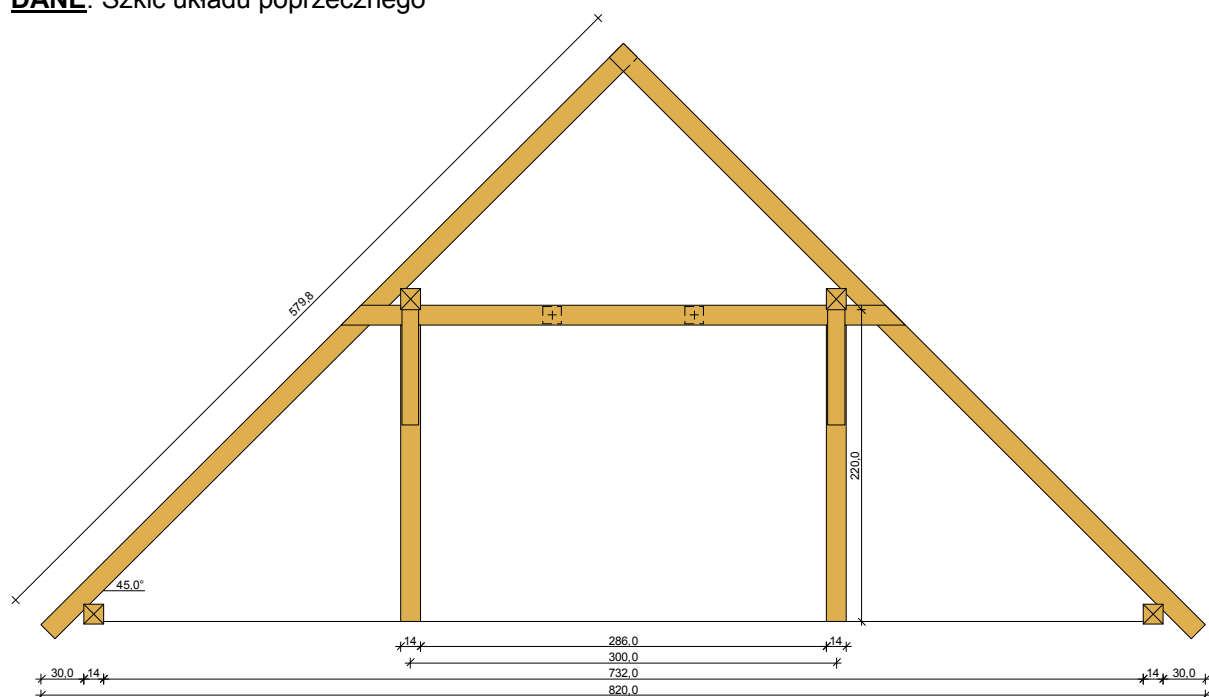
Poddawana systematycznej wymianie. Stolarka w dobrym stanie technicznym.

### ▪ Elewacje.

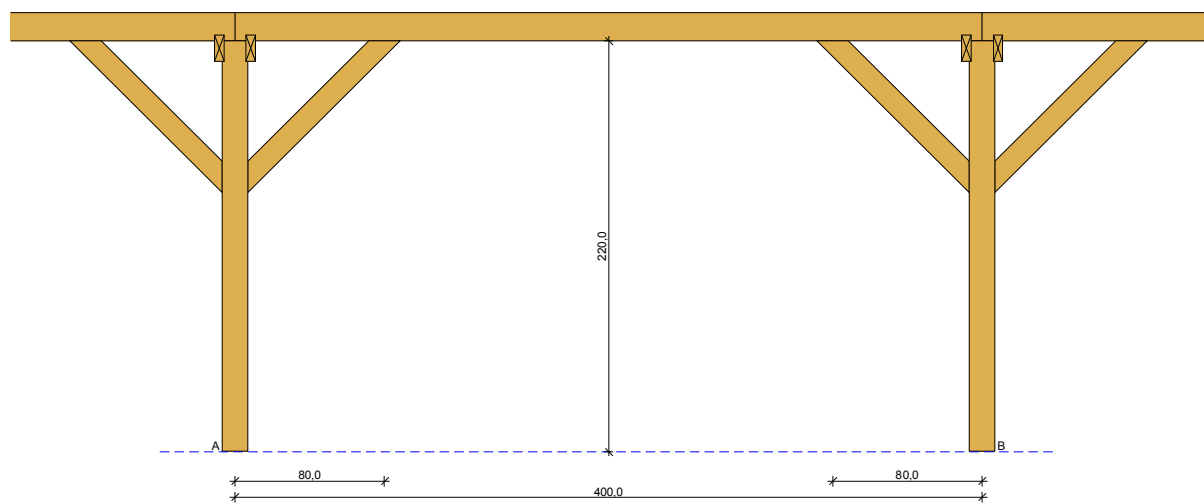
Ceglana, spoinowana poddana renowacji. Stan techniczny dobry

**Sprawdzenie wytrzymałości więźby dachowej przy dodatkowym obciążeniu połaci wynikające z zamontowania paneli fotowoltaicznych. Całość sprawdzono w układzie ogólnym.**

**DANE:** Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



**Geometria ustroju:**

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

Rozpiętość wiażara  $l = 8,20$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 7,32$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 3,00$  m

Rozstaw krokwi  $a = 1,00$  m

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi  $= 0,50$  m

Płatw pośrednia o długości osiowej między słupami  $l = 4,00$  m

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mL} = 0,80$  m

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mP} = 0,80$  m

Wysokość całkowita słupów pod płatw pośrednią  $h_s = 2,20$  m

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

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

### Dane materiałowe:

- krokiew 12/14cm (zacios 3 cm) z drewna C24
- płatew 14/15 cm z drewna C24
- słup 14/14 cm z drewna C24
- kleszcze 2x 5/14 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 12 cm, z przewiązkami co 100 cm z drewna C24
- murlata 14/14 cm z drewna C24

### Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

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

$$g_k = 0,250 \text{ kN/m}^2, \quad g_o = 0,300 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny więzara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połąć 45,0 st.):

$$\text{- na połąć lewej} \quad s_{kl} = 0,540 \text{ kN/m}^2, \quad s_{ol} = 0,810 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- na połąć prawej} \quad s_{kp} = 0,360 \text{ kN/m}^2, \quad s_{op} = 0,540 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale

- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 7,0$  m):

$$\text{- na połąć nawietrznej} \quad p_{kl} = 0,218 \text{ kN/m}^2, \quad p_{ol} = 0,327 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- na stronie zawietrznej} \quad p_{kp} = -0,184 \text{ kN/m}^2, \quad p_{op} = -0,275 \text{ kN/m}^2$$

- ocieplenie na całej długości krokwi  
paneli fotowoltaicznych  $g_{kk} = 0,300 \text{ kN/m}^2, \quad g_{ok} = 0,360 \text{ kN/m}^2$  / użytkowe od

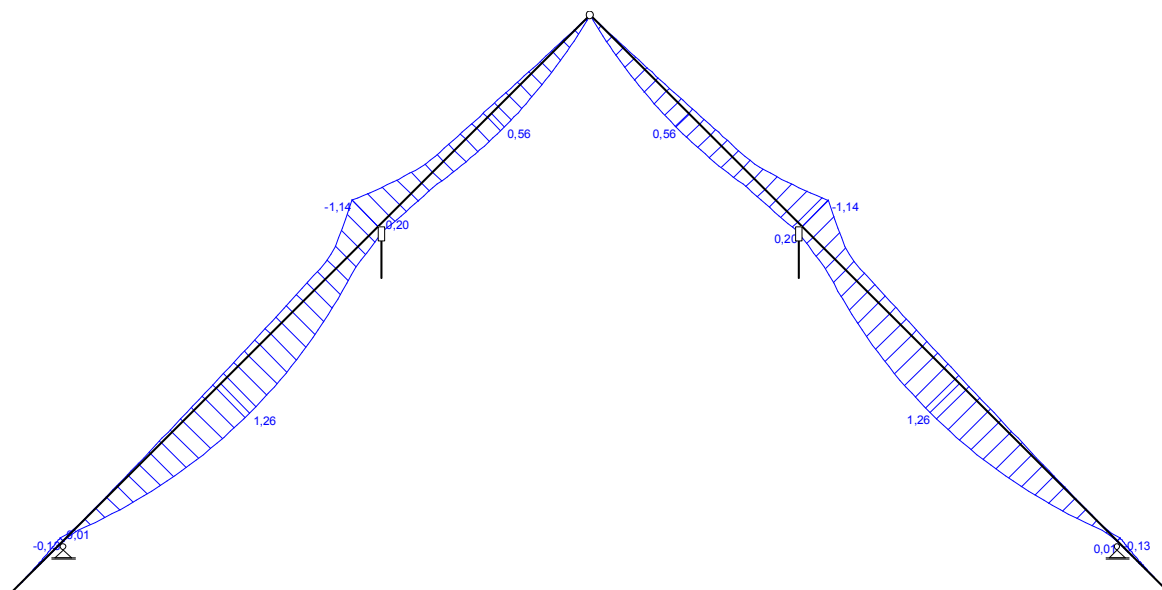
- obciążenie montażowe kleszczy  $F_k = 1,0 \text{ kN}, \quad F_o = 1,2 \text{ kN}$

### Założenia obliczeniowe:

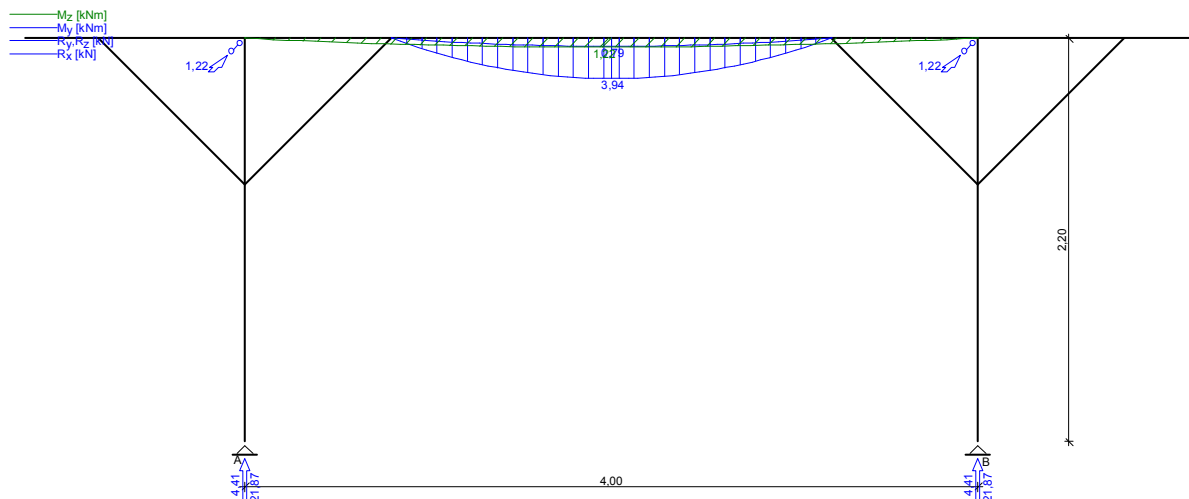
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- dach w obiekcie starym, remontowanym (zwiększenie ugięć granicznych o 50%)
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:
  - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
  - w płaszczyźnie więzara  $\mu_y = 1,00$

### WYNIKI

Obwódźnia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwódźnia momentów w układzie podłużnym - płatwi pośredniej:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

**Krokiew 12/14 cm** (zacios na podporach 3 cm)

Smukłość

$$\lambda_y = 78,0 < 150$$

$$\lambda_z = 14,4 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K10** stałe-max (podatność)+śnieg (podatność)+0,90·wiatr (podatność)

$$M_y = 1,25 \text{ kNm}, \quad N = 2,77 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,20 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,17 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,483$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,324 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,202 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

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

$$M_y = -1,14 \text{ kNm}, \quad N = 1,74 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,70 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,13 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,425 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 5,38 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 5275 / 200 = 39,56 \text{ mm} \quad (13,6\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 2,23 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot 2 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 2 \cdot 523 / 200 = 7,85 \text{ mm} \quad (28,4\%)$$

**Płatew 14/15 cm**

Smukłość

$$\lambda_y = 23,1 < 150$$

$$\lambda_z = 24,7 < 150$$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 5,47 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,61 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

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

$$M_y = 3,94 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,10 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,50 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,819 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,676 < 1$$

Maksymalne ugięcie

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

$$u_{fin} = 5,57 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 18,00 \text{ mm} \quad (30,9\%)$$

### **Słup 14/14 cm**

Smukłość (słup A)

$$\lambda_y = 83,1 < 150$$

$$\lambda_z = 54,4 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

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

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 21,87 \text{ kN}$$

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,12 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,433, \quad k_{c,z} = 0,793$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,266 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,145 < 1$$

**Kleszcze 2x 5/14 cm** o prześwicie gałęzi 12 cm, z przewiązkami co 100 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 74,2 < 150$$

$$\lambda_z = 142,9 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 0,96 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 20,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,145 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 2,60 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 3000 / 200 = 22,50 \text{ mm} \quad (11,6\%)$$

### **Murlata 14/14 cm**

**Część murlaty leżąca na ścianie**

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 2,70 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 1,34 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_z = 0,90 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,z,d} = 1,96 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,118 < 1$$

### **Część wspornikowa murlaty**

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 2,70 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 1,34 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 1,31 \text{ kNm}, \quad M_z = -0,67 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,87 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,47 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,264 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,235 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 1,01 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot 2 \cdot l / 200 = 1,5 \cdot 2 \cdot 1000 / 200 = 15,00 \text{ mm} \quad (6,7\%)$$

**STAN TECHNICZNY OBIEKTU NIE ZAGRAŻAJĄCA BEZPIECZEŃSTWU  
ZDROWIU I UŻYTKOWANIU. ZEZWALA NA WYKONACIE DODATKOWEGO  
OBCIĄŻENIA PANELAMI FOTOWOLTAICZNYMI JEDNAKŻE PRZED  
MONTAŻEM NALEŻY SPRAWDZIĆ PUNKTY MONTAŻOWE KONSOLI  
PODKONSTRUKCJI ORAZ ELEMENTY GŁÓWNE WIĘŻBY: KROKIEW  
DACHOWE**