

**„PROJEKT BUDOWLANY REMONTU DACHU BUDYNKU MIESZKALNEGO  
POŁOŻONEGO W TOSZKU PRZY UL. STRZELECKIEJ 23”**

**EKSPERTYZA O STANIE TECHNICZNYM  
BUDYNKU**

Inwestor: Gmina Toszek ,  
44-180 Toszek ul. Bolesława Chrobrego 2

Lokalizacja: Toszek ul. Strzelecka 23 działka nr 191/11  
obr. 0014.Toszek  
Jedn. ew.: 240507\_4, Toszek - Miasto

Jednostka projektowa: *Maxi-Projekt Pracownia Projektowa*  
ul. F. Waxmana 3/12 Chorzów

Opracował : mgr inż. Piotr Chowaniak  
upr. nr 199/92 spec. konstr.

Chorzów wrzesień 2015r

## **Ekspertyza techniczna**

### **I Opis techniczny**

**1 Dane ogólne**

**2 Obiekt**

**3 Lokalizacja**

**4 Cel i zakres opracowania**

**5 Opis istniejącego budynku**

**6 Ocena stanu technicznego**

**7 Zakres wymiany i wzmocnienia istniejącej konstrukcji drewnianej dachu**

**8 Sposób wzmocnienia elementów konstrukcyjnych**

**9 Wpływ zwiększonego obciążenia pokrycia dachówką na fundamenty budynku**

**10 Wnioski i zalecenia**

### **II Obliczenia statyczne istniejącej konstrukcji**

### **III Obliczenia statyczne do projektowanego wzmocnienia konstrukcji**

### **IV Dokumentacja fotograficzna**

# **Ekspertyza techniczna**

## **I Opis techniczny**

### **1 Dane ogólne**

- Umowa z Inwestorem
- Wypis i wyrys z Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego
- Wizja lokalna przeprowadzona we wrześniu 2015r
- Dokumentacja fotograficzna własna
- Inwentaryzacja
- Zalecenia konserwatorskie z dnia 23 września 2015r
- Przepisy i normy właściwe dla tematu opracowania

### **2 Obiekt**

Przedmiotem ekspertyzy jest istniejący budynek mieszkalny, wielorodzinny położony w Toszku przy ul Strzeleckiej 23.

Budynek dwukondygnacyjny, podpiwniczony z poddaszem nieużytkowym.

Inwestor: Gmina Toszek 44-180 Toszek; ul. Bolesława Chrobrego 2

Przedmiotowy budynek objęty jest indywidualną ochroną konserwatorską wynikającą z wpisu do rejestru zabytków Decyzją Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków nr A/337/60 z dnia 10.03.1960 r. Datowany na 1 poł. XIX wieku, pierwotnie funkcjonował jako dwór dolny.

### **3 Lokalizacja**

Toszek ul. Strzelecka 23 dz.nr 191/11 obr. 0014.Toszek Jedn. ew.: 240507\_4, Toszek – Miasto.

### **4 Cel i zakres opracowania**

Celem niniejszego opracowania jest ocena stanu technicznego konstrukcji dachu w związku z jego remontem oraz ze zmianą pokrycia dachu z papy na deskowaniu na pokrycie dachówką karpiówką w koronkę.

Zakres opracowania obejmuje ocenę elementów konstrukcyjnych dachu, obliczenia statyczne oraz wpływ zwiększonego obciążenia na elementy konstrukcyjne budynku.

Zakres nie obejmuje oceny stanu technicznego elementów konstrukcyjnych innych niż dachu.

### **5 Opis istniejącego budynku**

Budynek murowany, dwukondygnacyjny, podpiwniczony, z poddaszem nieużytkowym dostępnym z klatki schodowej.

Obecnie budynek jest zamieszkały.

Wymiary zewnętrzne budynku:

-szerokość: 15,0m

-długość: 33,72m

Wysokość: od 12,0m do 16,0m

Dach czterospadowy o kątach nachylenia 27° i 44°, konstrukcja dachu drewniana płatwiowo krokwiowa oparta na słupach drewnianych z zastrzałami i mieczami a następnie na tramach i belkach. Dach kryty papą na deskowaniu.

## **6 Ocena stanu technicznego**

Pokrycie dachu z papy na deskowaniu w złym stanie technicznym. Dach przecieka, połacie zapadnięte, widoczne znaczne ugięcia pokrycia.

Na poddaszu widoczne ślady przecieków spowodowane uszkodzeniami pokrycia dachu oraz obróbek blacharskich a także nadmiernymi ugięciami więźby dachowej.

Krokwie, płatwie, słupy, zastrzały, podwaliny w złym stanie technicznym.

Ogólny stan techniczny elementów szkieletu nośnego jest zły, a nawet w niektórych fragmentach awaryjny. Drewno jest wyjąłowione, rozwarstwione i spękanе podłużnie. W szczególnie awaryjnym stanie są belki podwalinowe, w znacznym stopniu uległy korozji biologicznej na skutek zawilgocenia. W stanie awaryjnym są także niektóre węzły połączeń. W stanie awarii są także krokwie koszowe.

Wszystkie elementy skorodowane, zmurszałe należy wymienić na nowe.

## **7 Zakres wymiany i wzmocnienia istniejącej konstrukcji drewnianej dachu**

W związku ze zmianą pokrycia dachu nastąpi wzrost obciążenia.

Wykonano obliczenia sprawdzające istniejącą konstrukcję i obciążenia od dachu pokrytego dachówką karpiówką. Z analizy obliczeń wynika, że krokwie, płatwie i słupy są za słabe i należy zwiększyć ich przekroje.

Nowe elementy wykonać o przekroju:

Krokwie- 12x22cm

Płatwie- 16x21cm

Słupy- 15x20cm

Elementy konstrukcyjne w dobrym stanie należy wzmocnić.

Szacunkowy stopień wymiany konstrukcji:

1. Belki, tramy (B1) - 90% do wymiany
2. Słupy, miecze, zastrzały, płatwie, jętki - 60% do wymiany, pozostałe do wzmocnienia
3. Krokwie 50% do wymiany i 50% do wzmocnienia
4. Deskowanie pełne 100% do wymiany

## 8 Sposób wzmocnienia elementów konstrukcyjnych

Krokwie:

Wzmocnienie krokwi należy wykonać poprzez nabicie na krokwie z góry desek gr. 6cm i szerokości krokwi czyli 14cm za pomocą gwoździ.

Płatwie:

Wykonać należy wzmocnienie poprzez wykonanie dodatkowej nakładki od dołu płatowi grubości 50 mm.

Słupy:

Słupy wzmocnić z dwóch stron deskami grubości 25 mm, z nakładkami w węzłach zastrzałowych.

Belki – tramy.

Ze względu na bardzo zaawansowana korozję biologiczną należy wymienić belki na nowe.

## 9 Wpływ zwiększonego obciążenia pokrycia dachówką na fundamenty budynku

Wzrost obciążenia od dachówki wynosi:

$$P=0,75\text{kN/m}^2$$

Ława zewnętrzna:

-obciążenie od ściany zewnętrznej na 1mb ławy

$$12,0\text{m} \times 0,6\text{m} \times 16\text{k/m}^3 = 115,2\text{kN}$$

-obciążenie od stropu na 1mb ławy

$$8\text{kN/m}^2 \times 4,0\text{m} \times 3 = 96,0\text{kN}$$

Razem obciążenie na ławę wynosi- 212,2kN

Wzrost obciążenia na 1mb ławy:

$$0,75\text{kN/m}^2 \times 4\text{m} = 3\text{kN}$$

Wzrost procentowy na ławy fundamentowe

$$3\text{kN} : 212,2\text{kN} = 0,014 \text{ tj. } 1,4\%$$

Ława wewnętrzna:

-obciążenie od ściany wewnętrznej na 1mb ławy

$$12,0\text{m} \times 0,5\text{m} \times 16\text{k/m}^3 = 96,0\text{kN}$$

-obciążenie od stropu na 1mb ławy

$$8\text{kN/m}^2 \times 5,0\text{m} \times 3 = 120,0\text{kN}$$

Razem obciążenie na ławę wynosi- 216,0kN

Wzrost obciążenia na 1mb ławy wewnętrznej:

$$0,75\text{kN/m}^2 \times 5\text{m} = 3,75\text{kN}$$

Wzrost procentowy na ławy fundamentowe

$3,75\text{kN}:216,0\text{kN}=0,017$  tj. 1,7%

**Wzrost obciążeń na fundamenty jest nieznaczny,  
nie przekracza 2%, i nie spowoduje utraty stateczności fundamentów.**

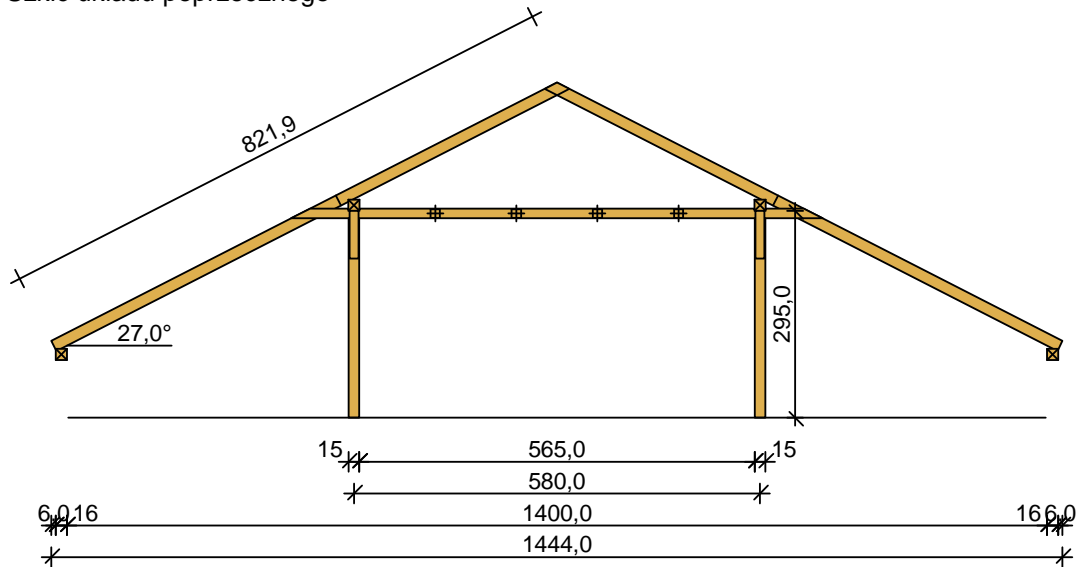
## **10 Wnioski i zalecenia:**

1. Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego konstrukcji dachu budynku stan techniczny poszczególnych elementów jest zróżnicowany, a stopień zużycia technicznego szacuje się na 70 - 90 %.
2. Wszystkie elementy zmerszałe o dużym stopniu korozji biologicznej należy wymienić na nowe o zwiększonym przekroju, pozostałe elementy wzmocnić.
3. **Konstrukcja drewniana dachu nie jest w stanie przenieść bez wzmocnienia, obciążeń normowych związanych ze zwiększonym obciążeniem od pokrycia dachówką.**
4. Najgroźniejsze dla bezpieczeństwa konstrukcji jest silna korozja biologiczna i wzdłużne pęknięcia powodujące zmniejszenie wytrzymałości ze względu na stan nośności i użytkowania konstrukcji.
5. Konstrukcja dachu jako całość wymaga wzmocnienia.
6. Podczas przeprowadzonych szczegółowych oględzinach zwrócono uwagę na połączenia poszczególnych elementów. Stwierdzono, że połączenia te z upływem lat i pod zmieniającym się w czasie obciążeniem zostały poluzowane.
7. Wszystkie połączenia należy wzmocnić i usztywnić.
8. Oparcie konstrukcji dachu na istniejącym stropie należy wykonać w miejscach istniejących oparć. Niedopuszczalne jest opieranie słupów, tramów bezpośrednio na belkach stropowych.
9. Zaleca się, aby przy wykonywaniu remontu dachu wszystkie pęknięcia dokładnie oczyścić, zaimpregnować środkiem grzybobójczym i ognioochronnym np. **FOBOS M4** oraz szczeliny wypełnić masą do drewna.
10. Całość konstrukcji po oczyszczeniu i ociosaniu należy zaimpregnować środkiem grzybobójczym i ognioochronnym np. **FOBOS M4**.
11. Zgodnie z podanymi zaleceniami należy opracować projekt budowlano-wykonawczy remontu dachu.

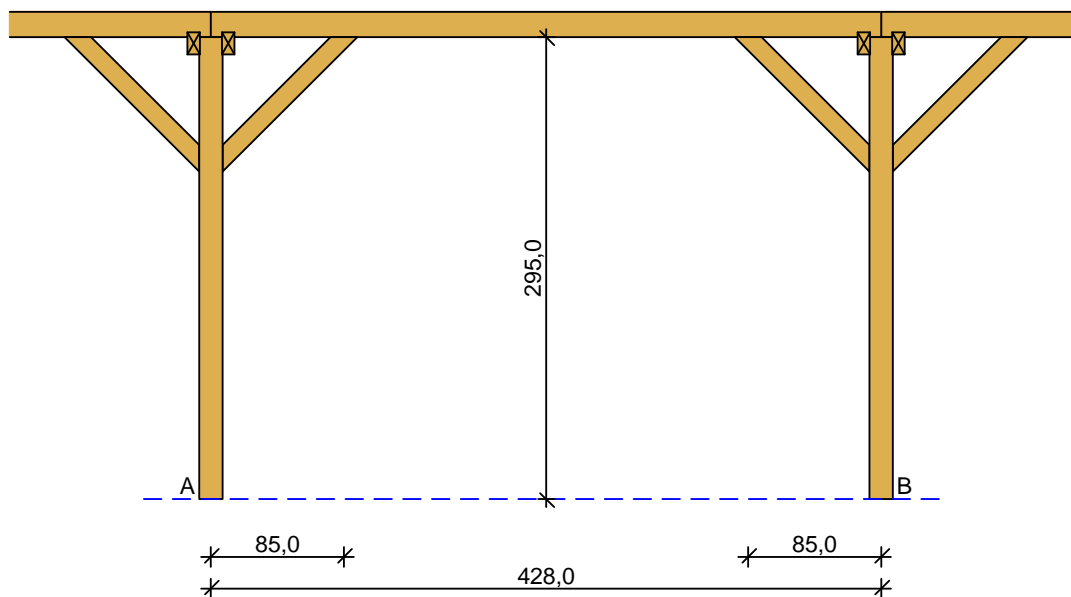
## II. OBLICZENIA ISTNIEJĄCEJ KONSTRUKCJI DACHU

### DANE

Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 27,0^\circ$

Rozpiętość więzara  $l = 14,44$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 14,00$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 5,80$  m

Rozstaw krokwi  $a = 0,85$  m

Krokwie składane na płatwiach

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Płatw pośrednia o długości osiowej między słupami  $l = 4,28$  m

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mL} = 0,85$  m

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mP} = 0,85$  m

Wysokość całkowita słupów pod płatw pośrednią  $h_s = 2,95$  m

Rozstaw podparć poziomych murłat  $l_{m0} = 2,50$  m

**Dane materiałowe:**

- krokiew 14/16cm (zacios 3 cm) z drewna C24
- płatew 16/16 cm z drewna C24
- słup 15/15 cm z drewna C24
- kleszcze 2x 8/14 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 14 cm, z przewiązkami co 88 cm z drewna C24
- murlata 16/16 cm z drewna C24

**Obciążenia** (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

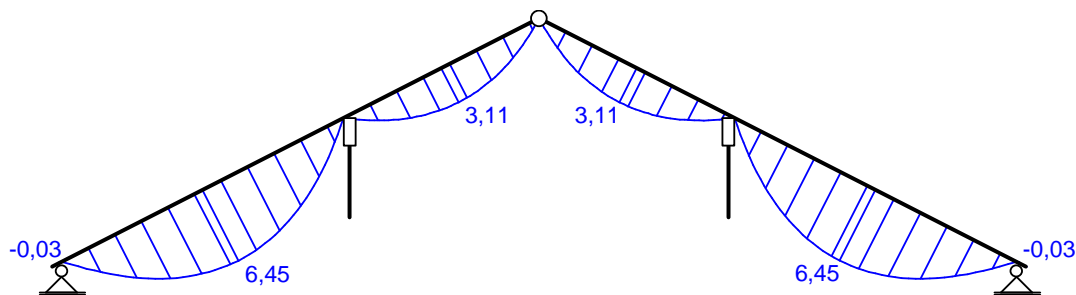
- pokrycie dachu :  $g_k = 1,100 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_o = 1,320 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połąć 27,0 st.):
  - na połąć lewej  $s_{kl} = 1,008 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{ol} = 1,512 \text{ kN/m}^2$
  - na połąć prawej  $s_{kp} = 0,720 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{op} = 1,080 \text{ kN/m}^2$
  - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotwałe
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 10,0 \text{ m}$ ):
  - na połąć nawietrznej  $p_{kl} = 0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol} = 0,324 \text{ kN/m}^2$
  - na stronie zawietrznej  $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie na całej długości krokwi  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_{ok} = 0,000 \text{ kN/m}^2$
- dodatkowe obciążenie stałe płatwi  $q_{kp} = 0,200 \text{ kN/m}$ ,  $q_{op} = 0,240 \text{ kN/m}$
- 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 uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:
  - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
  - w płaszczyźnie więzara  $\mu_y = 1,00$

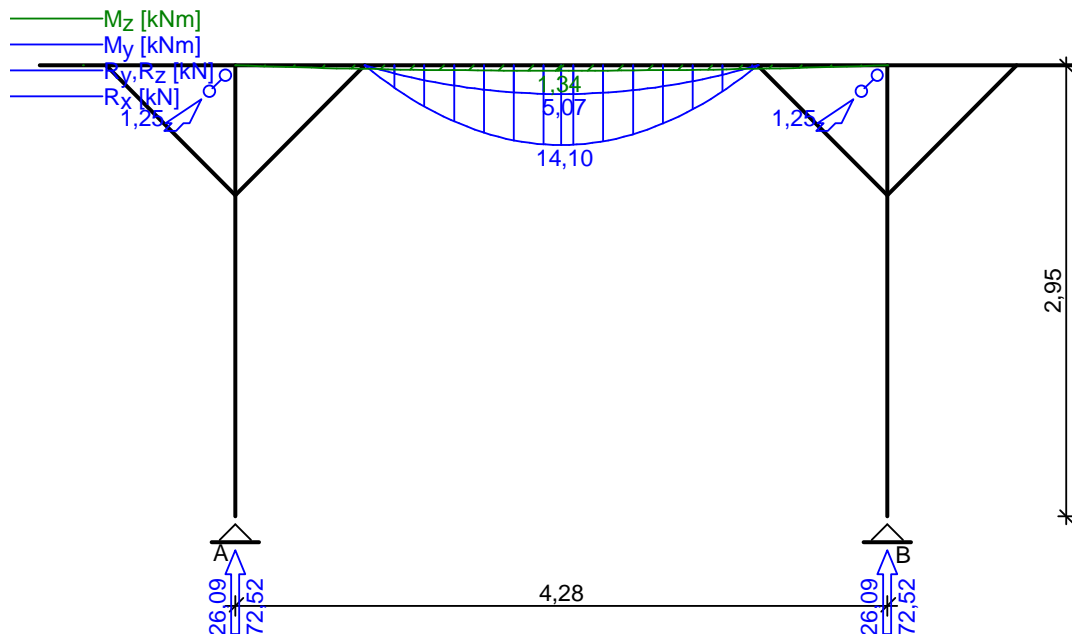
**WYNIKI**

Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwiednia 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 14/16 cm** (zacios na podporach 3 cm)

Smukłość

$$\lambda_y = 101,6 < 150$$

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

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

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

$$M_y = 6,45 \text{ kNm}, \quad N = 11,92 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 10,80 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,53 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,302$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 1,157 > 1 \quad (!!!)$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,685 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (murlacie)

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

$$M_y = -0,03 \text{ kNm}, \quad N = 14,43 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,07 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,79 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,013 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

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

$$u_{fin} = 29,59 \text{ mm} > u_{net,fin} = l / 200 = 4691 / 200 = 23,46 \text{ mm} \quad (126,2\%) \quad (!!!)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

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

$$u_{fin} = 3,17 \text{ mm} > u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 157 / 200 = 1,57 \text{ mm} \quad (201,5\%) \quad (!!!)$$

**Płatew 16/16 cm**

Smukłość

$$\lambda_y = 18,4 < 150$$

$$\lambda_z = 18,4 < 150$$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 16,94 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 0,58 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

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

$$M_y = 14,10 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,20 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 20,65 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 1,976 > 1 \quad (!!!)$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 1,464 > 1 \quad (!!!)$$

Maksymalne ugięcie

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

$$u_{fin} = 17,21 \text{ mm} > u_{net,fin} = l / 200 = 12,90 \text{ mm} \quad (133,4\%) \quad (!!!)$$

### **Słup 15/15 cm**

Smukłość (słup A)

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

$$\lambda_z = 68,1 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

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

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 72,52 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 3,22 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,257, \quad k_{c,z} = 0,601$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 1,296 > 1 \quad (!!!)$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,553 < 1$$

**Kleszcze 2x 8/14 cm** o prześwicie gałęzi 14 cm, z przewiązkami co 88 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 143,5 < 150$$

$$\lambda_z = 112,9 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 2,10 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 4,01 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,197 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 15,17 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5800 / 200 = 29,00 \text{ mm} \quad (52,3\%)$$

### **Murłata 16/16 cm**

**Część murłaty leżąca na ścianie**

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 7,60 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 1,19 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_z = 0,80 \text{ kNm}$$

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

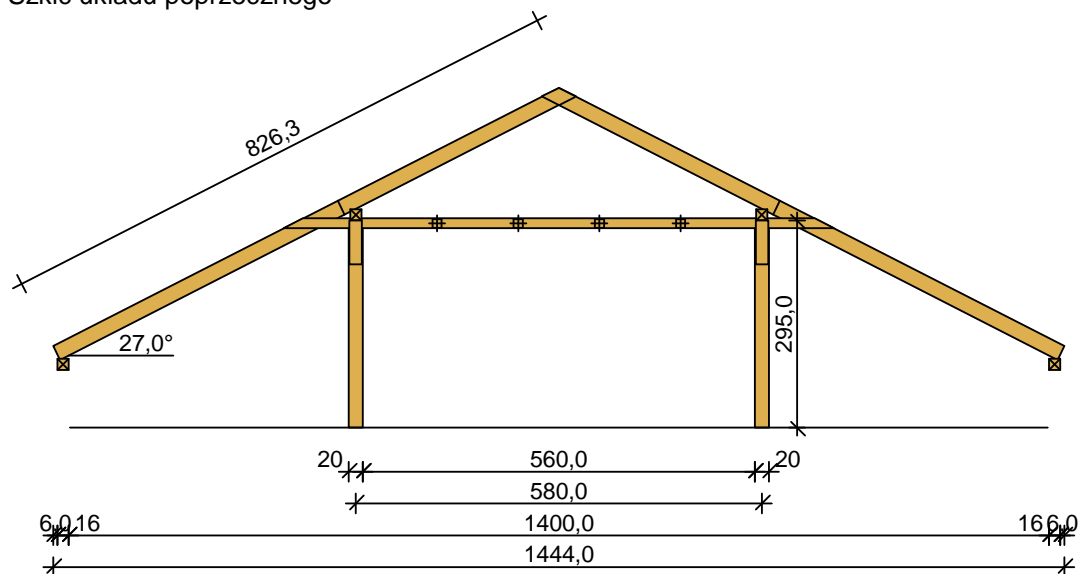
$$\sigma_{m,z,d} = 1,17 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,070 < 1$$

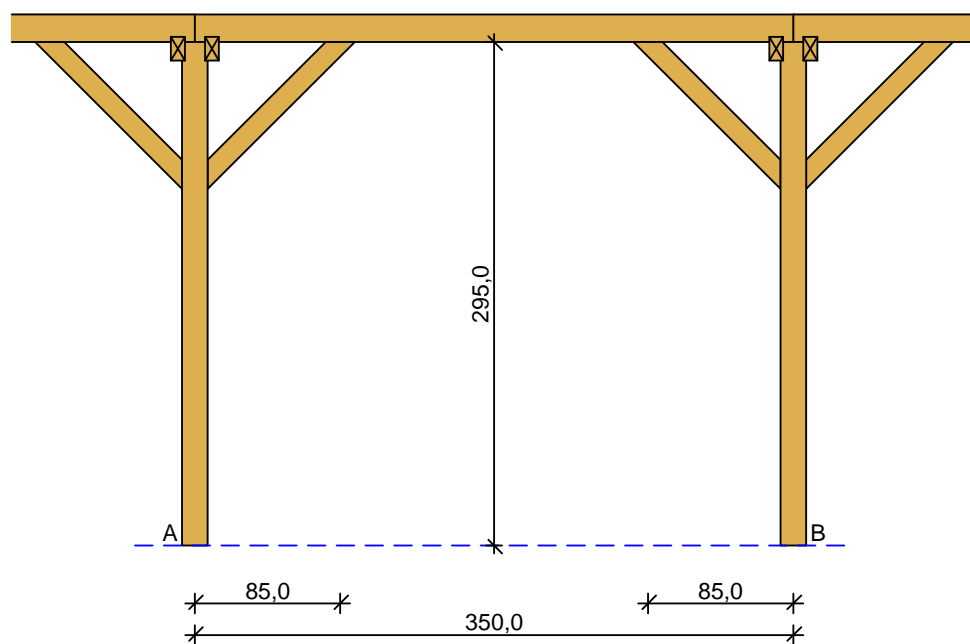
### III. OBLICZENIA DO PROJEKTOWANEGO WZMOCNIENIA DACHU

#### DANE

Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



#### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 27,0^\circ$

Rozpiętość więzara  $l = 14,44$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 14,00$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 5,80$  m

Rozstaw krokwi  $a = 0,85$  m

Krokwie składane na płatwiach

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Płatw pośrednia o długości osiowej między słupami  $l = 3,50$  m

- lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mL} = 0,85$  m

- prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mP} = 0,85$  m

Wysokość całkowita słupów pod płatw pośrednią  $h_s = 2,95$  m

Rozstaw podparć poziomych murłaty  $l_{m0} = 2,50$  m

**Dane materiałowe:**

- krokiew 12/22cm (zacios 3 cm) z drewna C24
- płatew 16/16 cm z drewna C24
- słup 20/15 cm z drewna C24
- kleszcze 2x 8/14 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 12 cm, z przewiązkami co 116 cm z drewna C24
- murlata 16/16 cm z drewna C24

**Obciążenia** (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

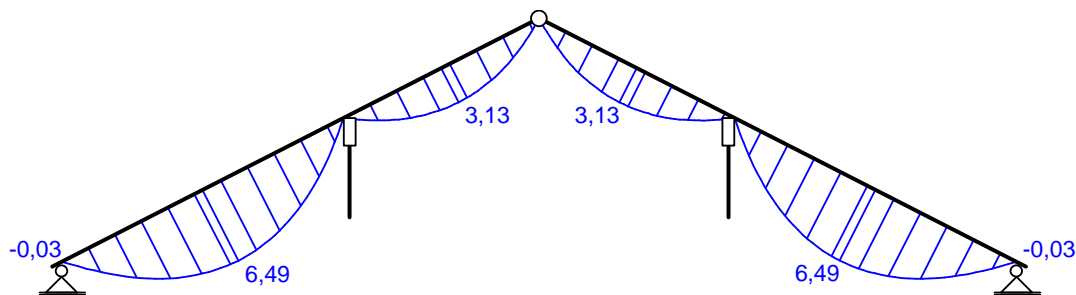
- pokrycie dachu :  $g_k = 1,100 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_o = 1,320 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połąć 27,0 st.):
  - na połąć lewej  $s_{kl} = 1,008 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{ol} = 1,512 \text{ kN/m}^2$
  - na połąć prawej  $s_{kp} = 0,720 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{op} = 1,080 \text{ kN/m}^2$
  - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotwałe
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 10,0 \text{ m}$ ):
  - na połąć nawietrznej  $p_{kl} = 0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol} = 0,324 \text{ kN/m}^2$
  - na stronie zawietrznej  $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie na całej długości krokwi  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_{ok} = 0,000 \text{ kN/m}^2$
- dodatkowe obciążenie stałe płatwi  $q_{kp} = 0,200 \text{ kN/m}$ ,  $q_{op} = 0,240 \text{ kN/m}$
- obciążenie montażowe kleszczy  $F_k = 1,0 \text{ kN}$ ,  $F_o = 1,2 \text{ kN}$

**Założenia obliczeniowe:**

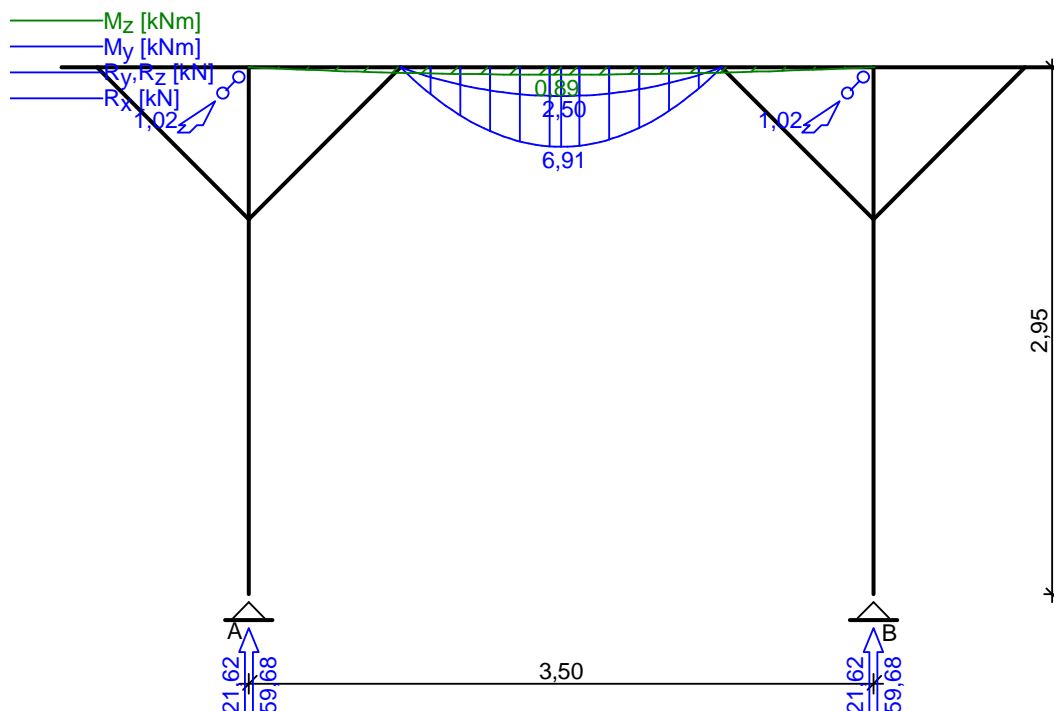
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:
  - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
  - w płaszczyźnie więzara  $\mu_y = 1,00$

**WYNIKI**

Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwiednia 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 12/22 cm** (zacios na podporach 3 cm)

Smukłość

$$\lambda_y = 73,9 < 150$$

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

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

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

$$M_y = 6,49 \text{ kNm},$$

$$N = 12,01 \text{ kN}$$

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

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

$$\sigma_{m,y,d} = 6,71 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,45 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,529$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,694 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,426 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (murlacie)

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

$$M_y = -0,03 \text{ kNm},$$

$$N = 14,54 \text{ kN}$$

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

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,04 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,64 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,008 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

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

$$u_{fin} = 13,40 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4691 / 200 = 23,46 \text{ mm} \quad (57,1\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

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

$$u_{fin} = 1,43 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 157 / 200 = 1,57 \text{ mm} \quad (91,2\%)$$

**Płatew 16/16 cm**

Smukłość

$$\lambda_y = 18,4 < 150$$

$$\lambda_z = 18,4 < 150$$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 17,05 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,58 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

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

$$M_y = 6,91 \text{ kNm},$$

$$M_z = 0,81 \text{ kNm}$$

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

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

$$\sigma_{m,y,d} = 10,12 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,988 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,746 < 1$$

Maksymalne ugięcie

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

$$u_{fin} = 4,08 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 9,00 \text{ mm} \quad (45,3\%)$$

### **Słup 20/15 cm**

Smukłość (słup A)

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

$$\lambda_z = 51,1 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

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

$$M_y = 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 59,68 \text{ kN}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,99 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,257, \quad k_{c,z} = 0,836$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,800 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,246 < 1$$

**Kleszcze 2x 8/14 cm** o prześwicie gałęzi 12 cm, z przewiązkami co 116 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 143,5 < 150$$

$$\lambda_z = 115,3 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 2,10 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,y,d} = 4,01 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,197 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 15,17 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5800 / 200 = 29,00 \text{ mm} \quad (52,3\%)$$

### **Murłata 16/16 cm**

**Część murłaty leżąca na ścianie**

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 7,65 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 1,19 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_z = 0,80 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{m,z,d} = 1,17 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,070 < 1$$