

# **EKSPERTYZA TECHNICZNA**

**dotycząca oceny stanu technicznego  
elementów konstrukcji dachów nad budynkami II Liceum Ogólnokształcącego  
wraz z propozycją rozwiązania projektowego dotyczącego naprawy**

**Obiekt:** II Liceum Ogólnokształcące w Zduńskiej Woli

**Adres:** ul. Komisji Edukacji Narodowej 6, 98-220 Zduńska Wola,

**Zamawiający:** Powiat Zduńskowski

**Autor :** mgr inż. Jarosław Snowarski  
upr. bud. LOD/1989/PWOK/12

**Zduńska Wola, 15.07.2021r.**

## **1. Podstawa opracowania**

Podstawę opracowania stanowi umowa dotycząca realizacji zamówienia publicznego pn. „Opracowanie dokumentacji projektowo-kosztorysowej przebudowy dachów budynków II LO w Zduńskiej Woli” .

Ekspertyza techniczna została opracowana przede wszystkim w oparciu o oględziny podczas wizji lokalnej oraz niezbędne pomiary. Dokumentacji archiwalnej brak.

## **2. Przedmiot, cel i zakres opracowania**

Przedmiotem niniejszej opinii jest ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych dachów pod kątem planowanej przebudowy. W zakres opracowania wchodzi propozycja rozwiązań dla stwierdzonych usterek i wad.

## **3. Ocena techniczna**

Na podstawie oględzin oraz dokonanych pomiarów stwierdzam:

### **a) Dach nad salą gimnastyczną**

Dach w konstrukcji płatwiowo-kleszczowej. Elementy drewniane w dobrym stanie technicznym nie wykazują oznak nieprawidłowej pracy konstrukcji. Należy uzupełnić brakujące miecze. Pokrycie blachą stalową na rąbek na łątach. Dostęp na poddasze poprzez wyłaz zewnętrzny na dachu. Korozja biologiczna nieznaczna. Przecieków brak.

Przeprowadzone obliczenia konstrukcyjne dla stanu istniejącego nie wykazują przekroczenia stanów granicznych nośności i użytkowania. W związku z powyższym przeprowadzono obliczenia sprawdzające dla planowanego dociążenia dachu panelami PV wraz z wykonaniem membrany wstępnego krycia jako warstwy pod nowe pokrycie z blachy. Obliczenia wykazały, że możliwa jest planowana przebudowa związana z wymianą pokrycia i dociążeniem dachu.

### **b) Dach nad łącznikiem**

Dach w konstrukcji tradycyjnej z stropodachem pełnym krytym papą termozgrzewalną stan ogólny z zewnątrz średni. Niewłaściwe spadki w okolicach przepustu. Brak oznak nieprawidłowej pracy konstrukcji.

### **c) Dach nad głównym budynkiem szkoły**

Dach w konstrukcji płatwiowo-kleszczowej. Elementy drewniane w średnim stanie technicznym wykazują oznaki nieprawidłowej pracy konstrukcji w postaci skręceń, skrzywień i odkształceń. Pokrycie blachą stalową na rąbek na łątach. Dostęp na poddasze poprzez wewnętrzną klatkę schodową. Widoczna nieznaczna korozja biologiczna elementów drewnianych. Przecieki widoczne. Należy uzupełnić brakujące miecze.

Przeprowadzone obliczenia konstrukcyjne dla stanu istniejącego wykazują przekroczenia stanów granicznych nośności i użytkowania. W związku z powyższym

zaproponowano wzmocnienie konstrukcji dla stanu istniejącego (wzmocnienie kleszczy, wymiana/wzmocnienie słupków). W przypadku chęci montażu paneli PV należy zaprojektować wzmocnienie konstrukcji z uwagi na przekroczenie nośności krokwi z jednoczesną wymianą elementów porażonych korozją biologiczną.

Wobec powyższego stwierdzam, że elementy budynku znajdują się w nienależytym stanie technicznym, w celu przywrócenia pełnej sprawności technicznej wymaga się wykonania naprawy głównej, co pozwoli wyeliminować dalszą degradację konstrukcji.

Elementy drewniane konstrukcji dachu zakwalifikowano jako zalecane i konieczne do wymiany. Układ elementów ich lokalizację oraz przekroje przedstawiono na fotografiach i w załączniku graficznym w postaci rzutu konstrukcji więźby dachowej. Elementy konieczne do wymiany należy bezwzględnie poddać wymianie, nie przewiduje się ich naprawy czy wzmocnienia. Elementy określone jako zalecane do wymiany należy zdaniem autora wymienić, jednak w przypadku analizy ekonomicznej i zasadności pozostawienia elementu, co miałyby bezpośrednio przedłożyć się na przykład na tempo prac, można wskazane elementy, po uprzednich dokładnych oględzinach określających zakres zniszczenia (również od strony płaszczyzny dachu), pozostawić. Elementy drewniane zalecane do wymiany, a finalnie pozostawione należy bezwzględnie oczyścić z porażonych obszarów, zaimpregnować oraz dokonać ich wzmocnienia np. poprzez zastosowanie obustronnych nadbitek drewnianych o przekroju równym przekrojowi elementu konstrukcyjnego.

#### d) Stan pokrycia dachowego i obróbek blacharskich

Pokrycie dachowe z blachy na rąbek rzemieślniczy w dużej mierze zdegradowane, widoczne zniszczenia powłoki malarskiej z uwagi na zużycie i oddziaływanie warunków atmosferycznych. Pokrycie ułożone bezpośrednio na łątach, w dolnej części (o mniejszym kącie nachylenia) deskowanie pełne, Widoczne nieszczelności pokrycia, korozja i miejscowe zacieki szczególnie w obrębie lukarn. Obróbki blacharskie zużyte, skorodowane. Stan techniczny kwalifikuje pokrycie dachowe do wymiany wraz z ułożeniem membrany wstępnego krycia. W ramach przyszłej przebudowy zaleca się likwidację lukarn dachowych.

#### e) Kominy

Przewody kominowe o otwartych wylotach, bez czap kominowych, bez zakończeń, nie spełniają wymogów normowych. W ramach przyszłej inwestycji kominy doprowadzić do stanu zgodnego z przepisami, zaleca się ocieplenie przewodów oraz obłożenie ich blachą.

### **UWAGA**

Nie Wyklucza się innych uszkodzeń, których nie można było zidentyfikować podczas oględzin, dotyczy to zwłaszcza zabudowanej strefy okapu. Po demontażu pokrycia możliwe jest ujawnienie się innych usterek i uszkodzeń. W przypadku wątpliwości należy dalsze czynności skonsultować z autorem niniejszej ekspertyzy.

#### **4. Wnioski i zalecenia**

W ramach inwestycji należy dokonać wymiany pokrycia dachowego z zastosowaniem membrany wstępnego krycia, bądź papy jako warstwy pod pokryciem. Dach nad budynkiem głównym wymaga wzmocnienia i wymiany elementów porażonych biologicznie jak i nadmiernie zużytych-odkształconych.

W przypadku chęci montażu paneli PV nad dachem budynku szkoły konieczne jest wzmocnienie konstrukcji np. poprzez dołożenie krokwi (zmniejszenie ich rozstawu) co zostanie ujęte w projekcie technicznym. Na chwilę obecną celem wzmocnienia konstrukcji należy wykonać przewiązki w kleszczach (5szt na parę kleszczy – rozstaw <1,0m) oraz dołożyć dodatkowe słupki podpierające płatew.

Dla napraw należy używać wyłącznie drewna konstrukcyjnego klasy min. C20 o wilgotności max 18%. Elementy drewniane zabezpieczyć przed korozją biologiczną.

#### **5. Uwagi końcowe**

Podczas robót stosować wyłącznie wyroby dopuszczone do stosowania w budownictwie zgodnie z przeznaczeniem. Zachowywać odstępów technologiczne. W trakcie prac monitorować stan konstrukcji. Ostateczny wybór co do dalszych działań naprawczych należy do Inwestora. Wszelkie podane w projekcie nazwy własne firm lub produktów nie służą wskazaniu konkretnej marki, służą jedynie wskazaniu parametrów technicznych przyjętego w projekcie produktu, dopuszcza się zastosowanie produktu innej marki pod warunkiem zachowania równoważnych (nie gorszych) parametrów techniczno-użytkowych. Wszelkie prace prowadzić po uzyskaniu stosownej zgody administracyjnej. Podczas prac należy przestrzegać ogólnych zasad bhp. Prace prowadzić należy zgodnie z zasadami wiedzy technicznej. Autor opracowania nie odpowiada za wady ukryte, których nie można było stwierdzić w czasie wizji lokalnej. Z uwagi na brak możliwości wykonania nie wyklucza się istnienia innych niż opisane w niniejszym opracowaniu wad i nieprawidłowości wykonania. Niniejsza dokumentacja może posłużyć do jednorazowego przeprowadzenia inwestycji, której dotyczy. Wszelkie kopiowanie, powielanie i dokonywanie zmian w projekcie bez zgody autora jest niedozwolone (Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych z dn. 04.02.1994r.).

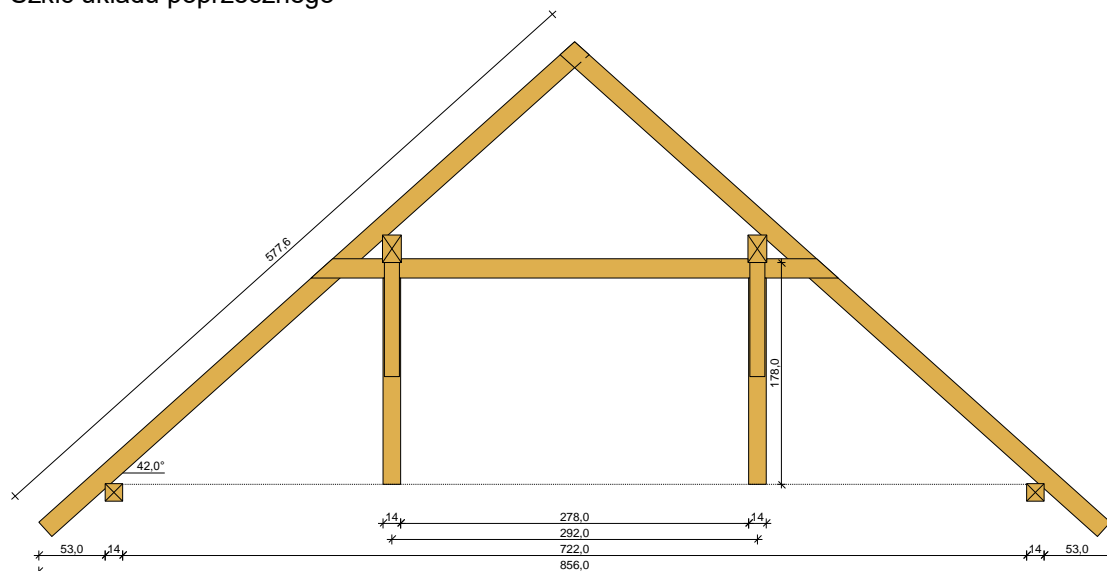


## 6. Wyniki obliczeń

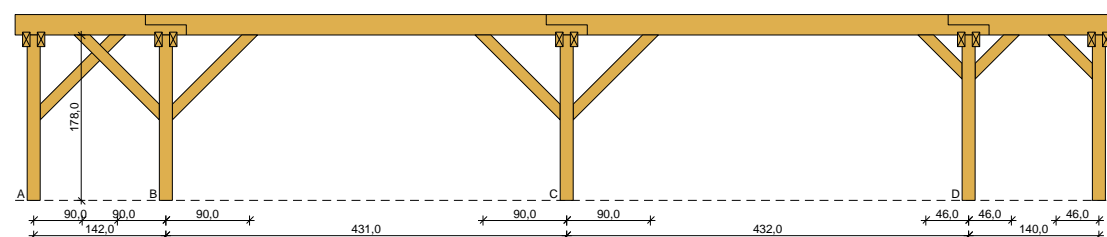
Dach nad salą gimnastyczną – stan istniejący

### DANE

Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 42,0^\circ$

Rozpiętość wierzara  $l = 8,56$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 7,22$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 2,92$  m

Rozstaw krokwi  $a = 0,86$  m

Usztywnienia boczne krokwi - brak

Płatw pośrednia złożona z czterech odcinków:

- odcinek A - B o rozpiętości  $l = 1,42$  m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,90$  m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,90$  m

- odcinek B - C o rozpiętości  $l = 4,31$  m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,90$  m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,90$  m

- odcinek C - D o rozpiętości  $l = 4,32$  m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,90$  m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,46$  m

- odcinek D - E o rozpiętości  $l = 1,40$  m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,46$  m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,46$  m

Wysokość całkowita słupów pod płatw pośrednią  $h_s = 1,78$  m

Odległość w świetle podprać murłaty  $l_m = 2,50$  m

### Dane materiałowe:

- krokiew 8/15,5cm (zacios 3 cm) z drewna C20
- płatew 15/22 cm z drewna C20
- słup 14/14 cm z drewna C20
- kleszcze 2x 8/15,5 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 8 cm z drewna C20
- murlata 14/14 cm z drewna C20

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

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

$$g_k = 0,350 \text{ kN/m}^2, \quad g_o = 0,420 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny więzara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 42,0 st., obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi):

- na połaci lewej  $s_{kl} = 0,778 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{ol} = 1,166 \text{ kN/m}^2$

- na połaci prawej  $s_{kp} = 0,518 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{op} = 0,778 \text{ kN/m}^2$

- 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 m):

- na połaci nawietrznej  $p_{kl} = 0,232 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol} = 0,348 \text{ kN/m}^2$

- na stronie zawietrznej  $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$

- ocieplenie dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_{ok} = 0,000 \text{ kN/m}^2$

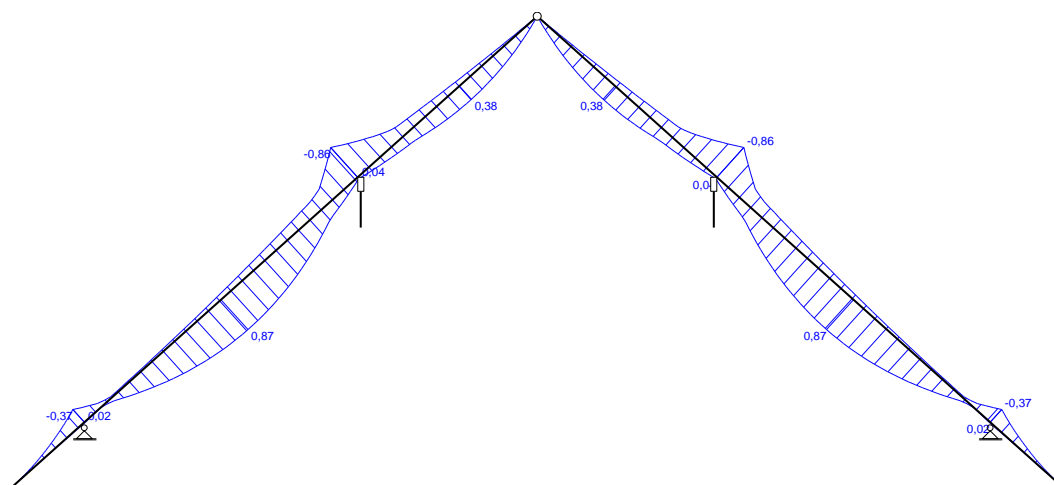
- obciążenie montażowe kleszczy  $F_k = 1,0 \text{ kN}$ ,  $F_o = 1,2 \text{ kN}$

### **Założenia obliczeniowe:**

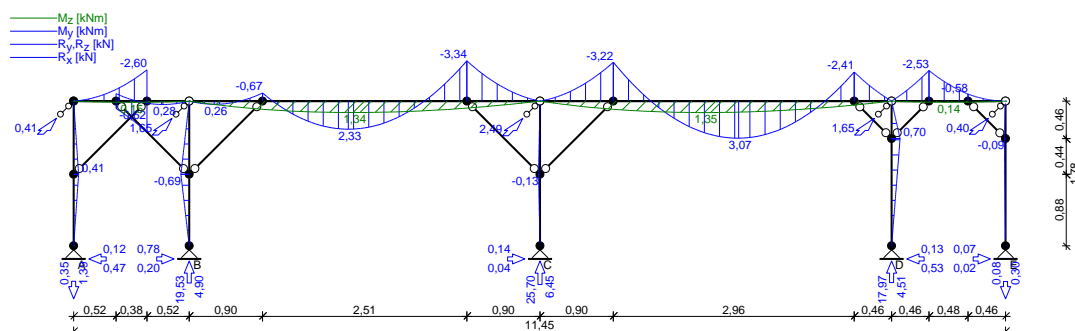
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wybozeniowej słupa:
  - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
  - w płaszczyźnie więzara  $\mu_y = 1,00$

### **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 **C20**

$$\rightarrow f_{m,k} = 20 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}, \rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

### **Krokiew 8/15,5 cm** (zacios na podporach 3 cm)

#### Smukłość

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

$$\lambda_z = 129,4 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w prześle

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

$$M_y = 0,87 \text{ kNm}, \quad N = 2,96 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,70 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,24 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,599, \quad k_{c,z} = 0,183$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,254 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,331 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

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

$$M_y = -0,86 \text{ kNm}, \quad N = 1,84 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,15 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,337 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłatą a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K14** stałe-min (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 3,98 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4952 / 200 = 24,76 \text{ mm} \quad (16,1\%)$$

#### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K14** stałe-min (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 2,36 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 807 / 200 = 8,07 \text{ mm} \quad (29,2\%)$$

### **Płatew 15/22 cm**

#### Smukłość

$$\lambda_y = 13,5 < 150$$

$$\lambda_z = 19,9 < 150$$

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 5,37 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,58 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w płatwi (odcinek C - D)

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

$$N = -13,76 \text{ kN}$$

$$M_y = -3,22 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,18 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{t,0,d} = 7,38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} = 0,42 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,66 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,354 < 1$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,324 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie (odcinek A - B)

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

$$u_{fin} = 0,43 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 1,90 \text{ mm} \quad (22,6\%)$$

### **Słup 14/14 cm**

#### Smukłość (słup D)

$$\lambda_y = 73,3 < 150$$

$$\lambda_z = 44,0 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia (słup D)

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

$$M_y = 0,70 \text{ kNm}, \quad N = 17,97 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,53 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,92 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,517, \quad k_{c,z} = 0,900$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,276 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,212 < 1$$

### **Kleszcze 2x 8/15,5 cm**

#### Smukłość

$$\lambda_y = 65,3 < 150$$

$$\lambda_z = 126,4 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 0,97 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 16,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,88 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,170 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 2,62 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2920 / 200 = 14,60 \text{ mm} \quad (18,0\%)$$

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

#### **Część murlaty oparta na podporach**

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 3,63 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 1,34 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 2,83 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,94 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,19 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,06 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,552 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,462 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie:

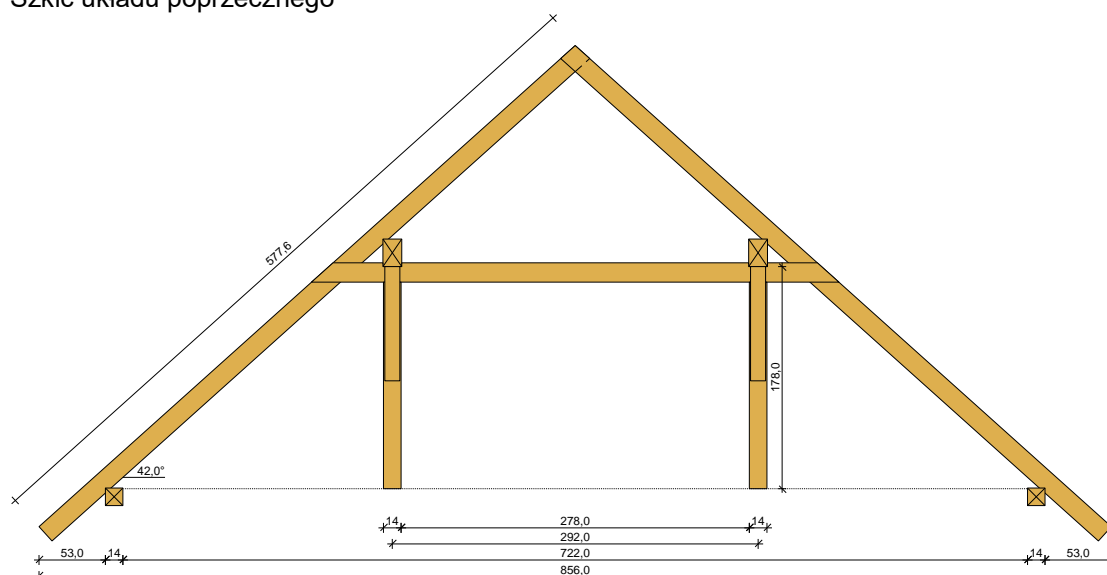
decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 6,22 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2500 / 200 = 12,50 \text{ mm} \quad (49,8\%)$$

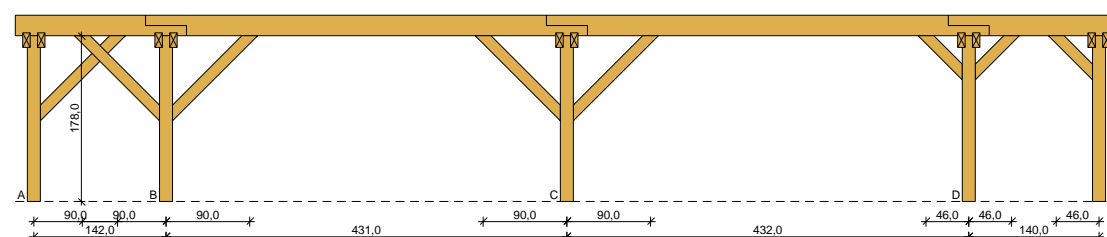
Dach nad salą gimnastyczną – stan projektowany  
(obciążenie dodatkowe w postaci paneli PV + 0,35kN/m<sup>2</sup>)

## DANE

Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 42,0^\circ$

Rozpiętość wężara  $l = 8,56$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 7,22$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 2,92$  m

Rozstaw krokwi  $a = 0,86$  m

Usztywnienia boczne krokwi - brak

Płatwę pośrednią złożoną z czterech odcinków:

- odcinek A - B o rozpiętości  $l = 1,42$  m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,90$  m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,90$  m

- odcinek B - C o rozpiętości  $l = 4,31$  m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,90$  m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,90$  m

- odcinek C - D o rozpiętości  $l = 4,32$  m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,90$  m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,46$  m

- odcinek D - E o rozpiętości  $l = 1,40$  m

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,46$  m

prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,46$  m

Wysokość całkowita słupów pod płatwą pośrednią  $h_s = 1,78$  m

Odległość w świetle podprać murłaty  $l_m = 2,50$  m

### Dane materiałowe:

- krokiew 8/15,5cm (zacios 3 cm) z drewna C20

- płatew 15/22 cm z drewna C20
- słup 14/14 cm z drewna C20
- kleszcze 2x 8/15,5 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 8 cm z drewna C20
- murlata 14/14 cm z drewna C20

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

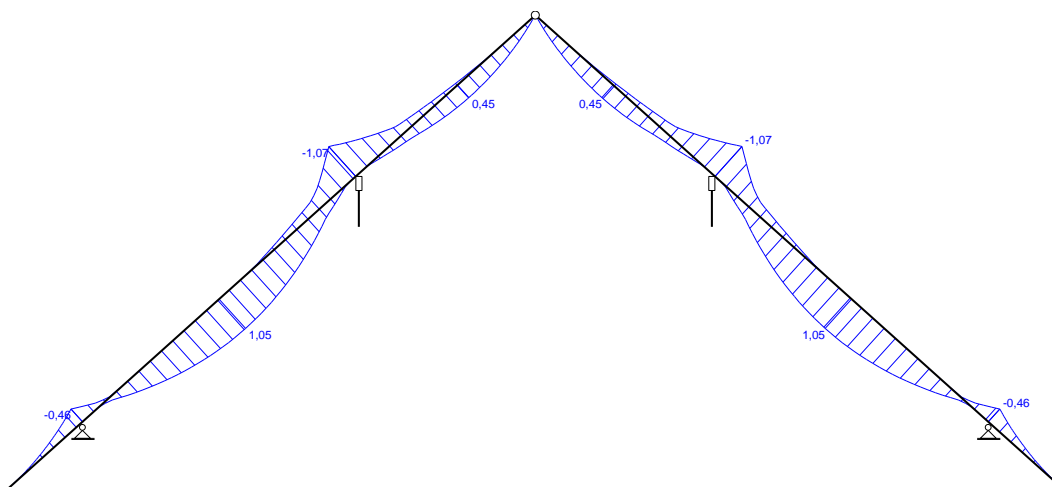
- pokrycie dachu :  $g_k = 0,700 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_o = 0,840 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połąć 42,0 st., obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi):
  - na połąć lewej  $s_{kl} = 0,778 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{ol} = 1,166 \text{ kN/m}^2$
  - na połąć prawej  $s_{kp} = 0,518 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{op} = 0,778 \text{ kN/m}^2$
  - 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 połąć nawietrznej  $p_{kl} = 0,232 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol} = 0,348 \text{ kN/m}^2$
  - na stronie zawietrznej  $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_{ok} = 0,000 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe kleszczy  $F_k = 1,0 \text{ kN}$ ,  $F_o = 1,2 \text{ kN}$

#### **Założenia obliczeniowe:**

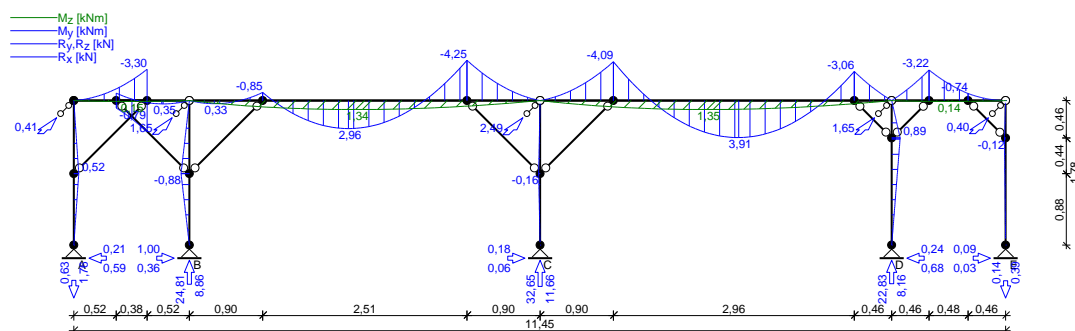
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płytwi
- współczynniki długości wybożenia słupa:
  - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
  - w płaszczyźnie więzara  $\mu_y = 1,00$

#### **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 **C20**

$$\rightarrow f_{m,k} = 20 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}, \rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$$

### **Krokiew 8/15,5 cm (zacios na podporach 3 cm)**

#### Smukłość

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

$$\lambda_z = 129,4 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

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

$$M_y = 1,05 \text{ kNm}, \quad N = 4,01 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 8,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,27 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,32 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,599, \quad k_{c,z} = 0,183$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,416 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,556 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

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

$$M_y = -1,07 \text{ kNm}, \quad N = 2,49 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 8,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,13 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,557 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K14** stałe-min (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 5,68 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4952 / 200 = 24,76 \text{ mm} \quad (22,9\%)$$

#### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K14** stałe-min (podatność)+wiatr (podatność)

$$u_{fin} = 3,43 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 807 / 200 = 8,07 \text{ mm} \quad (42,5\%)$$

### **Platew 15/22 cm**

#### Smukłość

$$\lambda_y = 13,5 < 150$$

$$\lambda_z = 19,9 < 150$$

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,82 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,58 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w płatwi (odcinek C - D)

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

$$N = -17,48 \text{ kN}$$

$$M_y = -4,09 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,18 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa}, \quad f_{t,0,d} = 5,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} = 0,53 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,38 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,570 < 1$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,507 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie (odcinek A - B)

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

$$u_{fin} = 0,62 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 1,90 \text{ mm} \quad (32,6\%)$$

### **Słup 14/14 cm**

#### Smukłość (słup D)

$$\lambda_y = 73,3 < 150$$

$$\lambda_z = 44,0 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia (słup D)

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

$$M_y = 0,89 \text{ kNm}, \quad N = 22,83 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 8,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,95 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,16 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,517, \quad k_{c,z} = 0,900$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,468 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,359 < 1$$

### **Kleszcze 2x 8/15,5 cm**

#### Smukłość

$$\lambda_y = 65,3 < 150$$

$$\lambda_z = 126,4 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 0,97 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 16,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,88 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,170 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 2,62 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2920 / 200 = 14,60 \text{ mm} \quad (18,0\%)$$

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

##### **Część murlaty oparta na podporach**

##### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 4,59 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 1,34 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 3,59 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,94 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,84 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,06 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,671 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,546 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie:

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

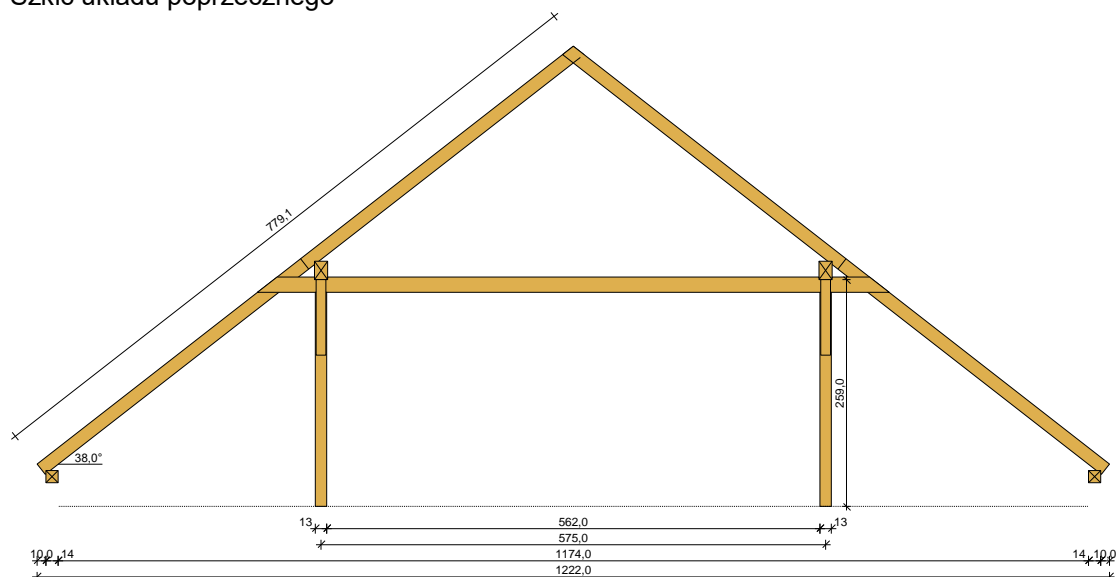
$$u_{fin} = 8,65 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2500 / 200 = 12,50 \text{ mm} \quad (69,2\%)$$



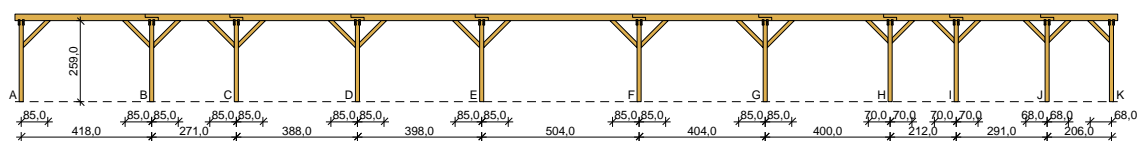
## Dach nad głównym budynkiem szkoły – stan istniejący

### DANE

Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 38,0^\circ$

Rozpiętość wierzara  $l = 12,22$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 11,74$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 5,75$  m

Rozstaw krokwi  $a = 1,09$  m

Krokwie składane na płatwiach

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi = 0,40 m

Płatw pośrednia złożona z dziesięciu odcinków:

- odcinek A - B o rozpiętości  $l = 4,18$  m  
lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek B - C o rozpiętości  $l = 2,71$  m  
lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek C - D o rozpiętości  $l = 3,88$  m  
lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek D - E o rozpiętości  $l = 3,98$  m  
lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek E - F o rozpiętości  $l = 5,04$  m  
lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek F - G o rozpiętości  $l = 4,04$  m  
lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek G - H o rozpiętości  $l = 4,00$  m  
lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,70$  m

- odcinek H - I o rozpiętości  $l = 2,12$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,70$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,70$  m
- odcinek I - J o rozpiętości  $l = 2,91$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,70$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,68$  m
- odcinek J - K o rozpiętości  $l = 2,06$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,68$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,68$  m

Wysokość całkowita słupów pod płatew pośrednią  $h_s = 2,59$  m

Odległość w świetle podprać murlaty  $l_m = 2,50$  m

#### **Dane materiałowe:**

- krokiew 7,5/15cm (zacios 3 cm) z drewna C20
- płatew 15/21 cm z drewna C20
- słup 13/13 cm z drewna C20
- kleszcze 2x 6/17,5 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 7,5 cm z drewna C20
- murlata 14/14 cm z drewna C20

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

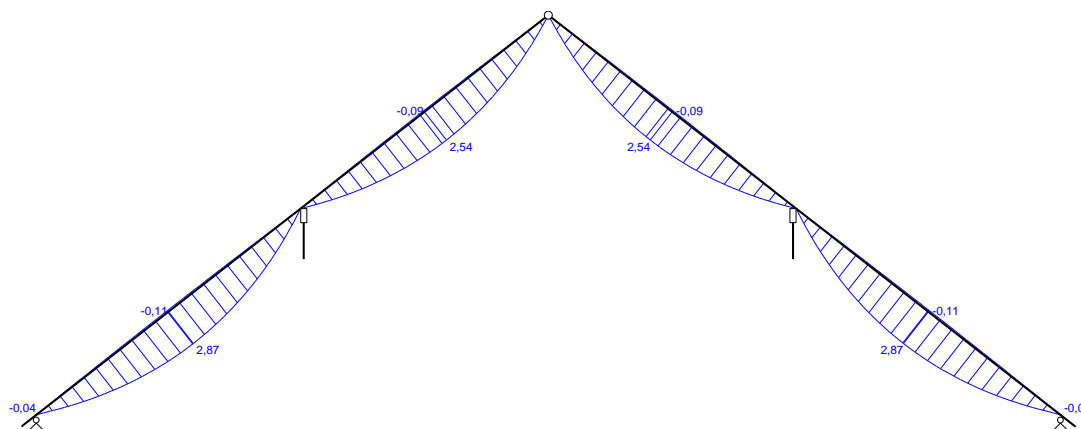
- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001: ):  
 $g_k = 0,350 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_o = 0,420 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 42,0 st., obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi):  
 - na połaci lewej  $s_{kl} = 0,778 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{ol} = 1,166 \text{ kN/m}^2$   
 - na połaci prawej  $s_{kp} = 0,518 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{op} = 0,778 \text{ kN/m}^2$   
 - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 10,0$  m):  
 - na połaci nawietrznej  $p_{kl} = 0,232 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol} = 0,348 \text{ kN/m}^2$   
 - na stronie zawietrznej  $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_{ok} = 0,000 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe kleszczy  $F_k = 1,0 \text{ kN}$ ,  $F_o = 1,2 \text{ kN}$

#### **Założenia obliczeniowe:**

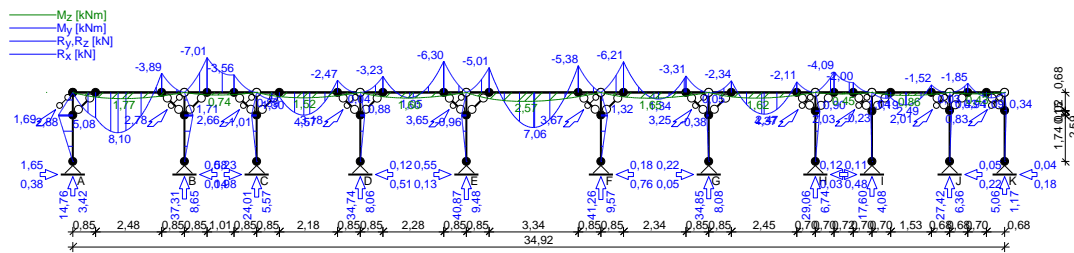
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:  
 w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie  
 w płaszczyźnie więzara  $\mu_y = 1,00$

#### **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 **C20**

→  $f_{m,k} = 20 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$

### Krokiew 7,5/15 cm (zacios na podporach 3 cm)

#### Smukłość

$$\lambda_y = 89,8 < 150$$

$$\lambda_z = 18,5 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

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

$$M_y = 2,87 \text{ kNm}, \quad N = 7,01 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,20 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,62 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,362$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,976 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,583 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze (murlacie)

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

$$M_y = -0,04 \text{ kNm}, \quad N = 8,81 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,20 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,98 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,023 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

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

$$u_{fin} = 18,46 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3890 / 200 = 19,45 \text{ mm} \quad (94,9\%)$$

#### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

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

$$u_{fin} = 3,26 \text{ mm} > u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 216 / 200 = 2,16 \text{ mm} \quad (151,1\%)$$

### Płatew 15/21 cm

#### Smukłość

$$\lambda_y = 18,0 < 150$$

$$\lambda_z = 25,2 < 150$$

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 8,79 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,81 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w płatwi (odcinek F - G)

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

$$N = -22,02 \text{ kN}$$

$$M_y = -6,21 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,45 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{t,0,d} = 7,38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} = 0,70 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,63 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,656 < 1$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,564 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie (odcinek A - B)

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

$$u_{fin} = 9,24 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 12,40 \text{ mm} \quad (74,5\%)$$

### Słup 13/13 cm

#### Smukłość (słup J)

$$\lambda_y = 114,5 < 150$$

$$\lambda_z = 69,0 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia (słup B)

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

$$M_y = 1,71 \text{ kNm},$$

$$N = 37,31 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa},$$

$$f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,67 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{c,0,d} = 2,21 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,255, \quad k_{c,z} = 0,569$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,119 > 1 \quad (!!!)$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,711 < 1$$

### Kleszcze 2x 6/17,5 cm

#### Smukłość

$$\lambda_y = 113,8 < 150$$

$$\lambda_z = 332,0 > 150 \quad (!!!)$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 2,03 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 16,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,14 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,363 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 18,98 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5750 / 200 = 28,75 \text{ mm} \quad (66,0\%)$$

### Murlata 14/14 cm

#### Część murlaty oparta na podporach

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 3,51 \text{ kN/m}$$

$$q_{y,max} = 1,66 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 2,74 \text{ kNm},$$

$$M_z = 1,17 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa},$$

$$f_{m,z,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,00 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{m,z,d} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,563 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,488 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie:

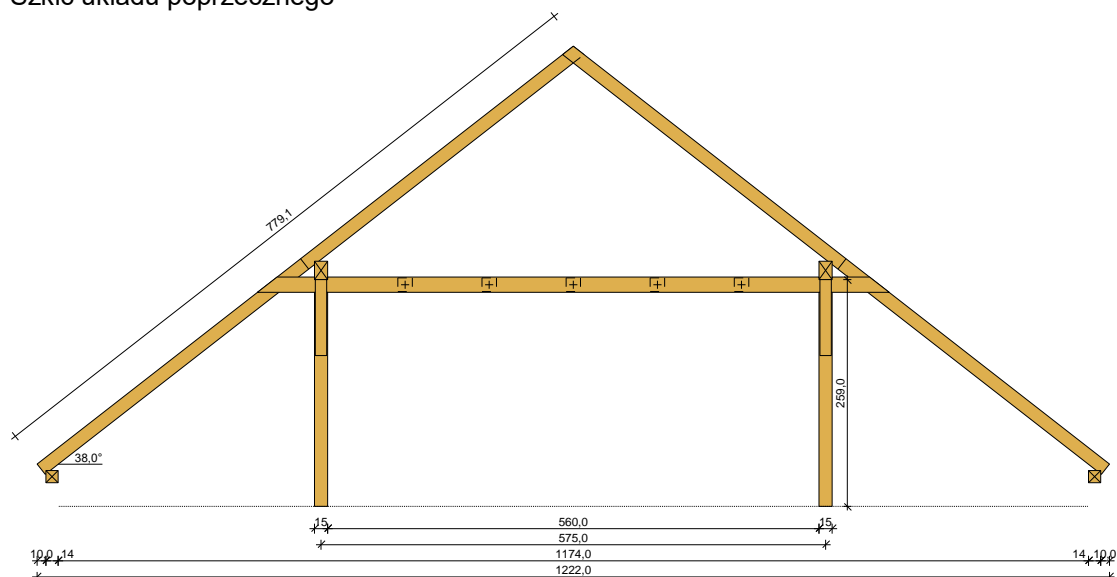
decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 5,95 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2500 / 200 = 12,50 \text{ mm} \quad (47,6\%)$$

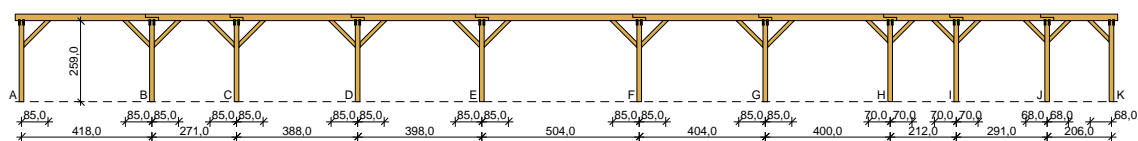
Dach nad głównym budynkiem szkoły – stan istniejący po wzmocnieniu kleszczy, wymianie słupków

## DANE

Szkic układu poprzecznego



Szkic układu podłużnego - płatwi pośredniej



### Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 38,0^\circ$

Rozpiętość wiażara  $l = 12,22$  m

Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 11,74$  m

Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 5,75$  m

Rozstaw krokwi  $a = 1,09$  m

Krokwie składane na płatwiach

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi = 0,40 m

Płatwę pośrednią złożoną z dziesięciu odcinków:

- odcinek A - B o rozpiętości  $l = 4,18$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek B - C o rozpiętości  $l = 2,71$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek C - D o rozpiętości  $l = 3,88$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek D - E o rozpiętości  $l = 3,98$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek E - F o rozpiętości  $l = 5,04$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek F - G o rozpiętości  $l = 4,04$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,85$  m
- odcinek G - H o rozpiętości  $l = 4,00$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,85$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,70$  m

- odcinek H - I o rozpiętości  $l = 2,12$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,70$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,70$  m
- odcinek I - J o rozpiętości  $l = 2,91$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,70$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,68$  m
- odcinek J - K o rozpiętości  $l = 2,06$  m  
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mL} = 0,68$  m  
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem  $a_{mP} = 0,68$  m

Wysokość całkowita słupów pod płatew pośrednią  $h_s = 2,59$  m

Odległość w świetle podprać murłaty  $l_m = 2,50$  m

### **Dane materiałowe:**

- krokiew 7,5/15cm (zacios 3 cm) z drewna C20
- płatew 15/21 cm z drewna C20
- słup 15/15 cm z drewna C20
- kleszcze 2x 6/17,5 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 7,5 cm, z przewiązkami co 96 cm z drewna C20
- murłata 14/14 cm z drewna C20

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

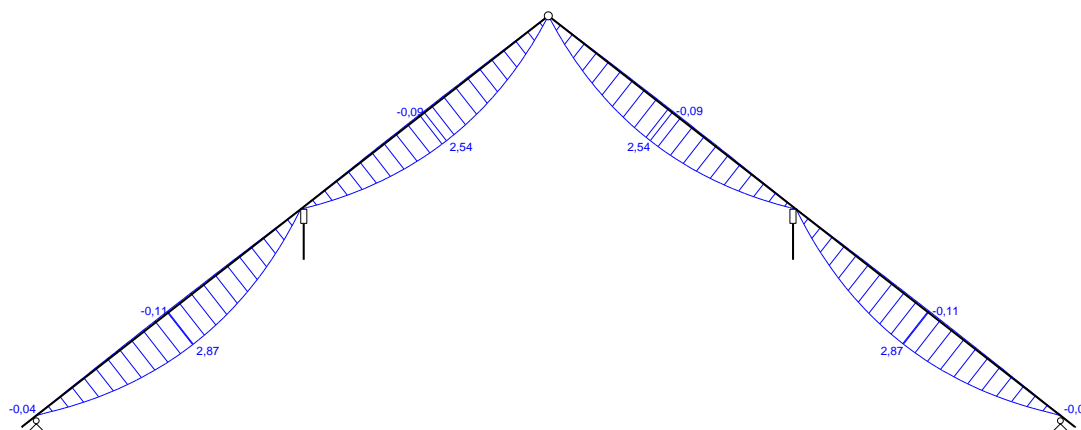
- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001: ):  
 $g_k = 0,350 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_o = 0,420 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 42,0 st., obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi):  
 - na połaci lewej  $s_{kl} = 0,778 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{ol} = 1,166 \text{ kN/m}^2$   
 - na połaci prawej  $s_{kp} = 0,518 \text{ kN/m}^2$ ,  $s_{op} = 0,778 \text{ kN/m}^2$   
 - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku  $z = 10,0$  m):  
 - na połaci nawietrznej  $p_{kl} = 0,232 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{ol} = 0,348 \text{ kN/m}^2$   
 - na stronie zawietrznej  $p_{kp} = -0,216 \text{ kN/m}^2$ ,  $p_{op} = -0,324 \text{ kN/m}^2$
- ocieplenie dolnego odcinka krokwi  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$ ,  $g_{ok} = 0,000 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe kleszczy  $F_k = 1,0 \text{ kN}$ ,  $F_o = 1,2 \text{ kN}$

### **Założenia obliczeniowe:**

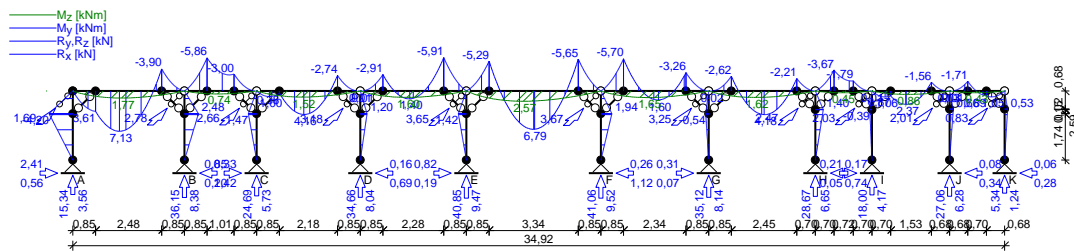
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:  
 w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie  
 w płaszczyźnie więzara  $\mu_y = 1,00$

### **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 **C20**

→  $f_{m,k} = 20 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 12 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 19 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,2 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 9,5 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 330 \text{ kg/m}^3$

### Krokiew 7,5/15 cm (zacios na podporach 3 cm)

#### Smukłość

$$\lambda_y = 89,8 < 150$$

$$\lambda_z = 18,5 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

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

$$M_y = 2,87 \text{ kNm}, \quad N = 7,01 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,20 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,62 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,362$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,976 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,583 < 1$$

#### Maksymalne siły i naprężenia na podporze (murlacie)

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

$$M_y = -0,04 \text{ kNm}, \quad N = 8,81 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,20 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,98 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,023 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

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

$$u_{fin} = 18,46 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3890 / 200 = 19,45 \text{ mm} \quad (94,9\%)$$

#### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

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

$$u_{fin} = 3,26 \text{ mm} > u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 216 / 200 = 2,16 \text{ mm} \quad (151,1\%) \text{ – dotyczy wspornika}$$

### Płatew 15/21 cm

#### Smukłość

$$\lambda_y = 18,0 < 150$$

$$\lambda_z = 25,2 < 150$$

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 8,79 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,81 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w płatwi (odcinek F - G)

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

$$N = -20,93 \text{ kN}$$

$$M_y = -5,70 \text{ kNm}, \quad M_z = 1,45 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{t,0,d} = 7,38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} = 0,66 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,17 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,615 < 1$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,533 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie (odcinek A - B)

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

$$u_{fin} = 7,84 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 12,40 \text{ mm} \quad (63,2\%)$$

### Słup 15/15 cm

#### Smukłość (słup J)

$$\lambda_y = 99,2 < 150$$

$$\lambda_z = 59,8 < 150$$

#### Maksymalne siły i naprężenia (słup A)

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

$$M_y = -4,20 \text{ kNm},$$

$$N = 15,34 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa},$$

$$f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,47 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,68 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,333, \quad k_{c,z} = 0,698$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,782 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,690 < 1$$

**Kleszcze 2x 6/17,5 cm** o prześwicie gałęzi 7,5 cm, z przewiązkami co 96 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 113,8 < 150$$

$$\lambda_z = 138,0 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 2,03 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 16,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,32 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,196 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 11,20 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5750 / 200 = 28,75 \text{ mm} \quad (39,0\%)$$

**Murlata 14/14 cm**

**Część murlaty oparta na podporach**

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 3,51 \text{ kN/m}$$

$$q_{y,max} = 1,66 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 2,74 \text{ kNm},$$

$$M_z = 1,17 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa},$$

$$f_{m,z,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,00 \text{ MPa},$$

$$\sigma_{m,z,d} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,563 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,488 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{fin} = 5,95 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2500 / 200 = 12,50 \text{ mm} \quad (47,6\%)$$



## 7. Dokumentacja fotograficzna



Fot. 1 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 2 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 3 Krokiew korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 4 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 5 Płatew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 6 Płatew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 7 Słupek korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 8 Zastrzał korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu





Fot. 9 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 10 Murlata korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 11 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 12 Krokiew korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu





Fot. 13 Zastrzał korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 14 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 15 Zastrzał korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 16 Zastrzał korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 17 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 18 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 19 Krokiew korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 20 Zastrzał korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 21 Zastrzał korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 22 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 23 Słupek korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 24 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 25 Słupek korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 26 Słupek korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu





Fot. 27 Słupek korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 28 Belka pod zastrzałem korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 29 Zastrzał korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 30 Słupek korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 31 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 32 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 33 Krokiew nadbitka korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 34 Krokiew korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu





Fot. 35 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 36 Płatew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 37 Krokiew odkształcenie – konieczne wzmocnienie elementu



Fot. 38 Zastrzał korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 39 Krokiew wraz z nadbitką, murlata korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 40 Krokiew korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu





Fot. 41 Krokiew korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 42 Miecz korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 43 Krokiew wraz z nadbitką korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 44 Krokiew korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu





Fot. 45 Zastrzał korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 46 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 47 Murlata korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu



Fot. 48 Murlata korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 49 Słupiek korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 50 Krokiew korozja biologiczna – konieczna wymiana elementu





Fot. 51 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 52 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 53 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 54 Krokiew koszowa korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 55 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 56 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 57 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 58 Krokiew korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu





Fot. 59 Słupek korozja biologiczna – zalecana wymiana elementu



Fot. 60 Widok dachu nad budynkiem szkoły





Fot. 61 Widok dachu nad salą gimnastyczną



Fot. 62 Widok dachu łącznika



Fot. 63 Widok ogólny dachów



Fot. 64 Dach nad salą gimnastyczną – brakujące miecze





Fot. 65 Dach nad salą gimnastyczną – brakujące miecze



Fot. 66 Dach nad budynkiem szkoły – odkształcone kleszcze, niewłaściwe przejścia instalacyjne



Fot. 67 Widok ogólny dachu nad salą gimnastyczną i dachu nad łącznikiem – nieprawidłowe ukształtowanie w okolicy odpływu



Fot. 68 Widok przecieków – dach nad budynkiem głównym

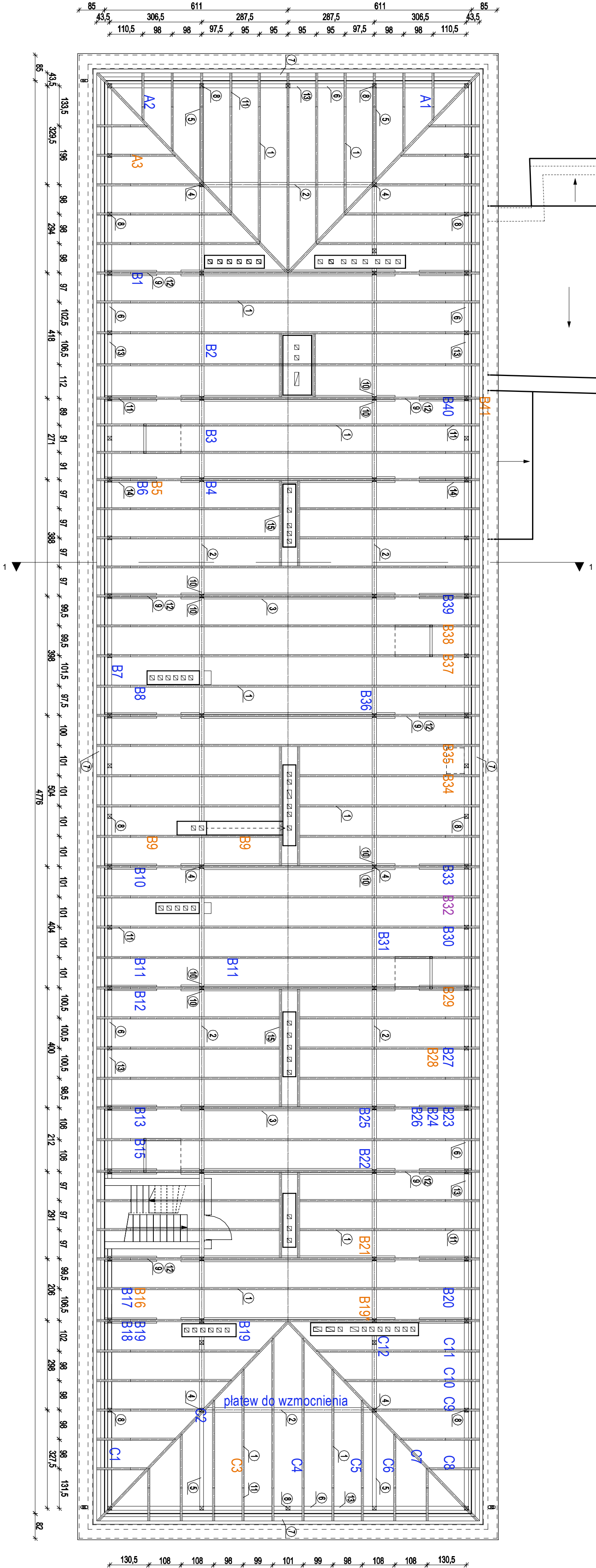
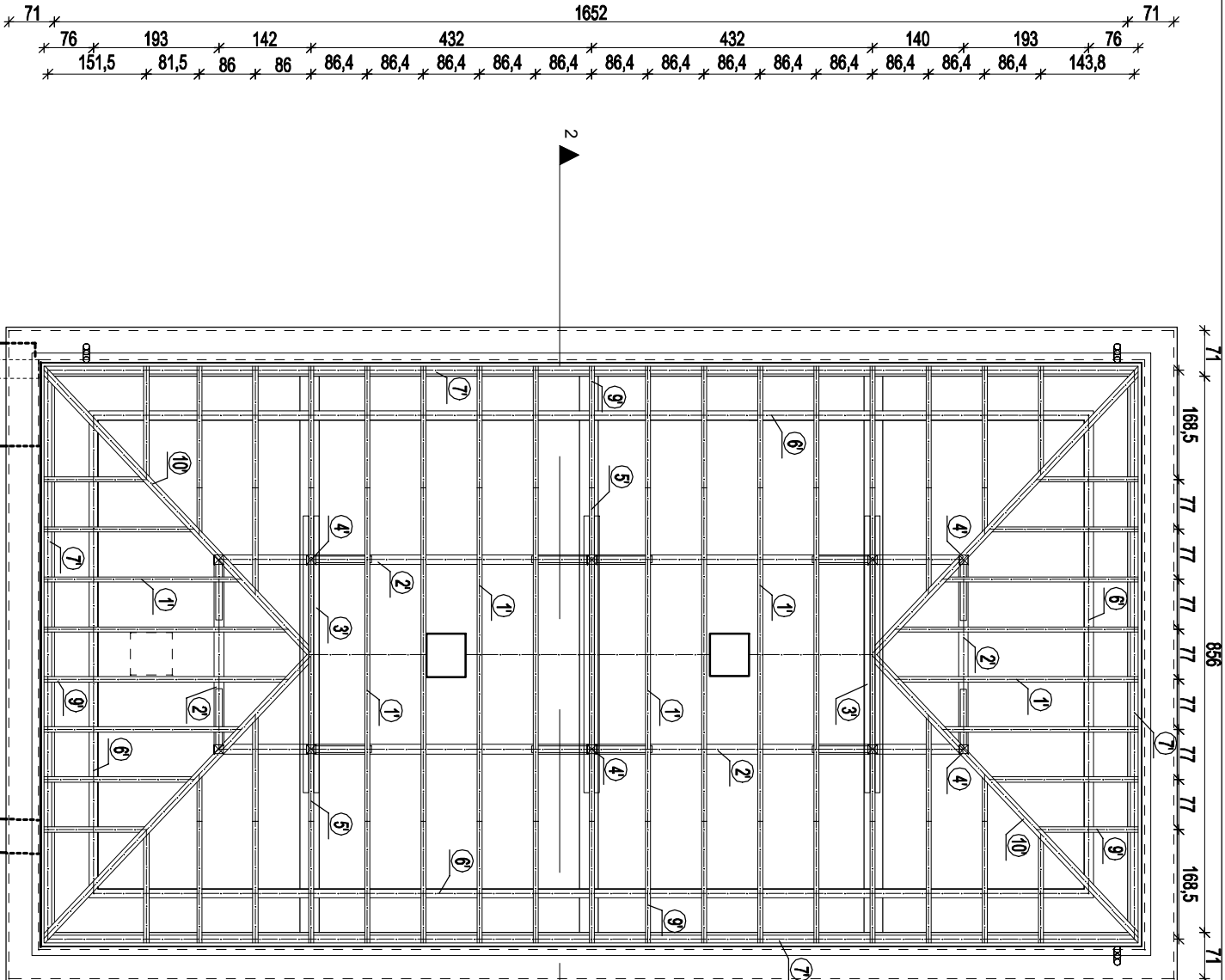


## **8. Rysunki**

Rys. I-1      Rzut więzby – inwentaryzacja

Rys. I-2      Przekrój 1-1

Rys. I-3      Przekrój 2-2



WYKAZISTNIEJĄCYCH ELEMENTÓW WIĘŻBY  
DACHOWEJ I NAJ BUDYNKU SZKOŁY:

- 1) krzywe - 8 x 15,5cm  
2) płatwie - 15 x 22cm  
3) kleszcze - 2 x 6 x 15,5cm  
4) słupki - 14 x 14cm  
5) belka podwalnikowa - 14 x 14cm  
6) płatwie dachowe - 14 x 14cm  
7) murława - 12 x 12cm  
8) młotki - 8 x 15,5cm  
9) nakładki - 8 x 15,5cm  
10) kleszcze koszone - 11,5 x 14cm

WYKAZISTNIEJĄCYCH ELEMENTÓW WIĘŻBY  
DACHOWEJ I NAJ BUDYNKU SZKOŁY:

- 1) krzywe - 15 x 15cm  
2) płatwie - 15 x 22cm  
3) kleszcze - 2 x 6 x 17,5cm  
4) słupki - 13 x 13cm  
5) belka podwalnikowa - 13 x 14cm  
6) płatwie dachowe - 14 x 14cm  
7) murława - 14 x 14cm  
8) słupki - 14 x 14cm  
9) żurawie - 12 x 12cm  
10) młotki - 10 x 12cm  
11) nakładki - 13 x 12,5cm  
12) belka podwalnikowa - 14 x 14cm  
13) belka podwalnikowa - 2 x 5 x 15cm  
14) kleszcze - 7,5 x 15cm  
15) wymiary - 7,5 x 15cm

OPIS LOKALIZACJI I OZNAČENIA DOKUMENTACJI ZDJEĆOWEJ:

Na rzucie oznaczono miejsca usytuowanych elementów wraz z opisem odnośnym się bezpośrednio do dokumentacji zdjęciowej.  
Elementy zdefiniowano wg stopnia usytuowania i podziału na 3 grupy:

- A1, B1, C1 - elementy zamocowane do wymiany  
A3, B5, C3 - elementy konieczne do wymiany  
B32 - elementy do wzmacnienia

Proszę zwrócić uwagę na wyznaczenie elementów do wzmacnienia wg opisu.

**SOPEC KON**  
Inżynieria i Budownictwo

Projekty i Nadzory Budowlane  
mgr inż. Jarosław Słowicki

www.sopeckon.pl  
tel. 785-88-23-37  
e-mail: biuro@sopeckon.pl

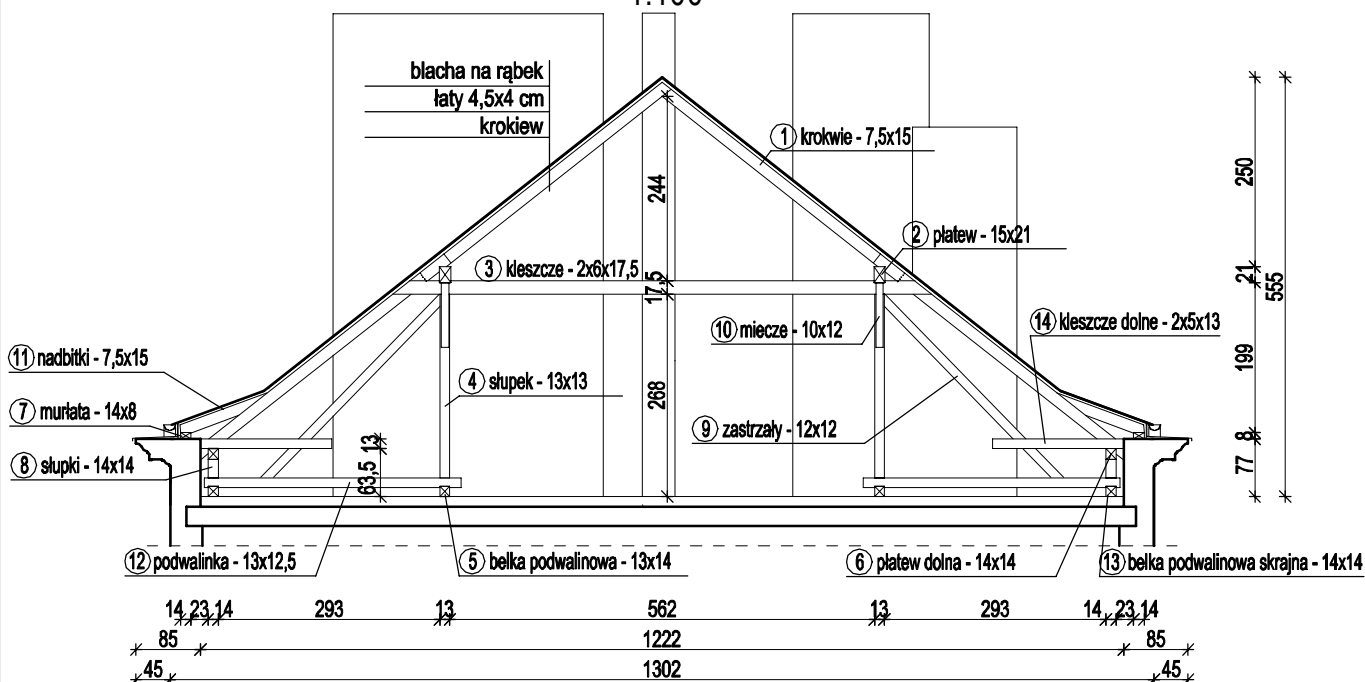
Nazwa inwestycji	Załącznik Wzrost, ul. Komitet Edukacji Narodowej 6	Strona	1.100
Nazwa obiektu	Przebudowa wejścia sanitarnych w celu dostosowania ich do potrzeb osób niepełnosprawnych oraz przebudowa dachu	Strona	1.100
Stanowisko projektanta	RZUT WIĘŻBY - INWENTARYZACJA	Data	07.2021
Projektant	mgr inż. Jarosław Słowicki	Podpis	
Wzrost	100/166/166/172		



# WIDOK 1-1 (WIAZAR PEŁNY)

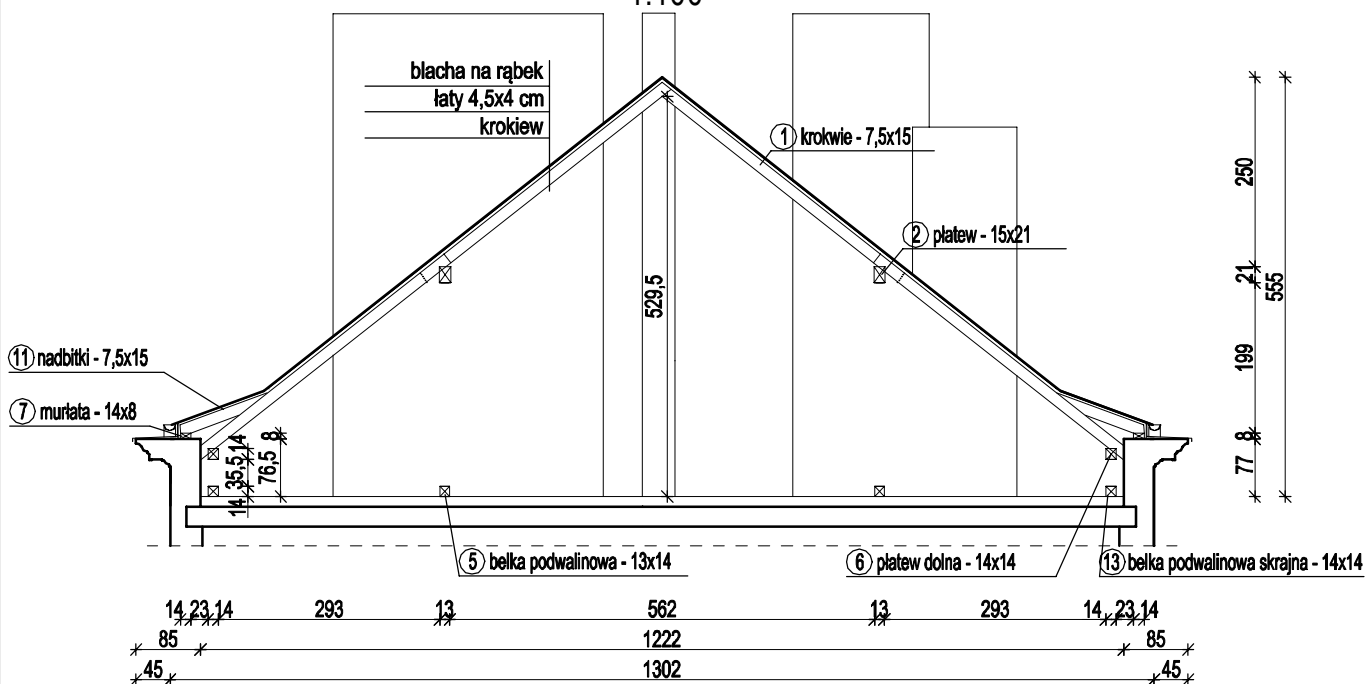
1:100

WIDOK WIĘŻBY -  
INWENTARYZACJA  
1:100



# WIDOK 1-1 (WIAZAR PUSTY)

1:100



## WYKAZ ISTNIEJĄCYCH ELEMENTÓW WIĘŻBY DACHOWEJ NAD BUDYNKIEM SZKOŁY:

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1) krokiew - 7,5 x 15cm          | 9) zastrzały - 12 x 12cm                  |
| 2) płatew - 15 x 21cm            | 10) miecze - 10 x 12cm                    |
| 3) kleszcze - 2 x 6 x 17,5cm     | 11) nadbitki - 7,5 x 15cm                 |
| 4) słupek - 13 x 13cm            | 12) podwalinka - 13 x 12,5cm              |
| 5) belka podwalinowa - 13 x 14cm | 13) belka podwalinowa skrajna - 14 x 14cm |
| 6) płatew dolna - 14 x 14cm      | 14) kleszcze dolne - 2 x 5 x 13cm         |
| 7) murłata - 14 x 8cm            | 15) wymiany - 7,5 x 15cm                  |
| 8) słupki - 14 x 14cm            |   |

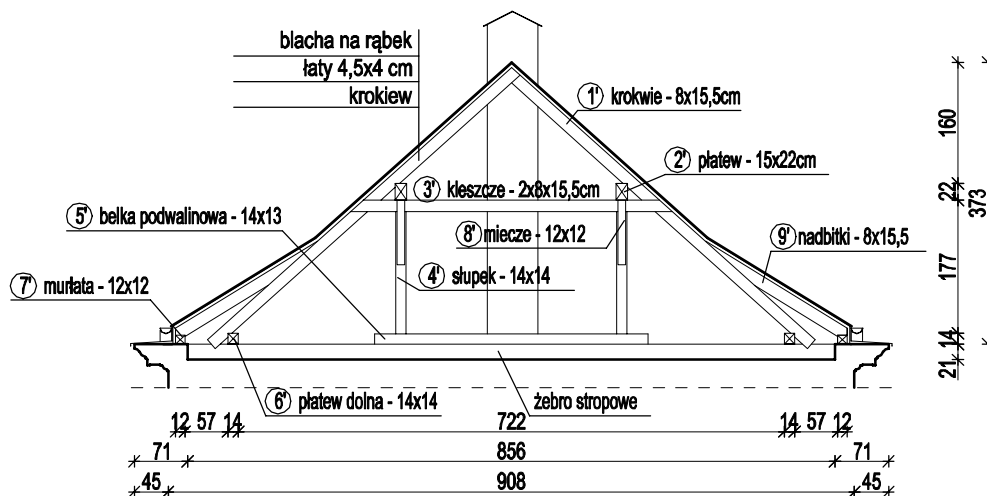
## UWAGA:

Krokwie łączone nad płatwią.

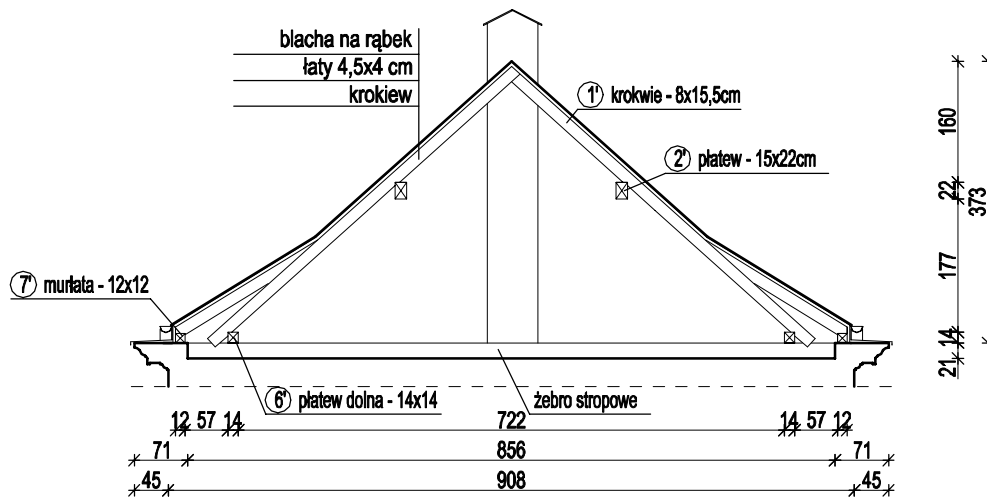
 <div>speckon specjaliści w konstrukcjach</div>		Projekty i Nadzory Budowlane mgr inż. Jarosław Snowarski tel. 795-88-29-37 www.speckon.pl e-mail: biuro@speckon.pl	
Nazwa obiektu:	Przebudowa węzłów sanitarnych w celu dostosowania ich do potrzeb osób niepełnosprawnych oraz przebudowa dachu		
Adres inwestycji:	Zduńska Wola, ul. Komisji Edukacji Narodowej 6 dz. nr ewid. 340/4, obr. 6		Nr rys: <b>I-2.</b>
Tytuł rys:	<b>WIDOK WIĘŻBY - INWENTARYZACJA</b>		Skala: 1:100
Stadium projektu:	Ekspertyza techniczna		Data: 07.2021
Branża:	Projektant:	Nr upr:	Podpis:
KONSTRUKCJA	mgr inż. Jarosław Snowarski	LOD/1989/PWOK/12	

WIDOK WIĘŻBY -  
INWENTARYZACJA  
1:100

WIDOK 2-2  
(WIĄZAR PEŁNY)  
1:100



WIDOK 2-2  
(WIĄZAR PUSTY)  
1:100



WYKAZ ISTNIEJĄCYCH ELEMENTÓW WIĘŻBY  
DACHOWEJ NAD BUDYNKIEM SALI GIMNASTYCZNEJ:

- ① krokwie - 8 x 15,5cm
- ② płatw - 15 x 22cm
- ③ kleszcze - 2 x 8 x 15,5cm
- ④ słupek - 14 x 14cm
- ⑤ belka podwalinowa - 14 x 13cm
- ⑥ płatw dolna - 14 x 14cm
- ⑦ murłata - 12 x 12cm
- ⑧ miecze - 12 x 12cm
- ⑨ nadbitki - 8 x 15,5cm
- ⑩ krokiew koszowa - 11,5 x 14cm



speckon

specjaliści w konstrukcjach

Projekty i Nadzory Budowlane

mgr inż. Jarosław Snowarski

tel. 795-88-29-37

www.speckon.pl

e-mail: biuro@speckon.pl

Nazwa obiektu:	Przebudowa węzłów sanitarnych w celu dostosowania ich do potrzeb osób niepełnosprawnych oraz przebudowa dachu		
Adres inwestycji:	Zduńska Wola, ul. Komisji Edukacji Narodowej 6 dz. nr ewid. 340/4, obr. 6	Nr rys:	I-3.
Tytuł rys:	WIDOK WIĘŻBY - INWENTARYZACJA		Skala: 1:100
Stadium projektu:	Ekspertyza techniczna		Data: 07.2021
Branża:	Projektant:	Nr upr:	Podpis:
KONSTRUKCJA	mgr inż. Jarosław Snowarski	LOD/1989/PWOK/12	