

# Projekt budowlany konstrukcji Remontu dachu budynku zabytkowej szkoły.

Adres: **ul. Marii Konopnickiej 9  
06-100 Pułtusk**

Inwestor: **Zespół Szkół im B. Prusa w  
Pułtusku**

Faza projektu: **Projekt konstrukcji.**

Branża: **Konstrukcja**



mgr inż. Sławomir Pucek  
uprawnienia inżynierskie  
do projektowania i nadzoru  
specjalności konstrukcji budowlanej  
19/11/2017

Zespół projektowy:  
**mgr inż. Sławomir Pucek  
inż. Paweł Nasierowski**

**mgr inż. Sławomir Pucek**

ul. Łąkocińska 22/8  
03-320 Warszawa 0-  
601-88-47-54

Warszawa 29.10.2007

## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

*Dot: Do projektu budowlanego konstrukcji remontu dachu budynku zabytkowej szkoły przy ul. M. Konopnickiej 9 w Pułtusku.*

Zgodnie z art. 20 ust.4 Ustawy Prawo Budowlane projektant **mgr inż. Sławomir Pucek** posiadający uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej o numerze ewidencyjnym **19/007DUW** i będący członkiem Izby Budowlanej o numerze członkowskim **MAZ/BO/4024/02** oświadcza, że Projekt budowlany konstrukcji remontu dachu budynku zabytkowej szkoły zlokalizowanej przy ulicy M.Konopnickiej 9 w Pułtusku, został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

umir Pi

/Sławomir Pucek,



MAZOWIECKA OKRĘGOWA  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

## Zaświadczenie

*Pan SŁAWOMIR PUCEK*

Warszawa, 5 stycznia 2007

miejsce zamieszkania:

ŁĄKOCIŃSKA 22 M 9 03-  
320 WARSZAWA

jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa  
o numerze ewidencyjnym: *MAZ/BO/4024/02 /J* i posiada  
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej. Niniejsze  
zaświadczenie jest ważne do dnia: *31 grudnia 2007 r.*

MAZOWIECKA OKRĘGOWA IZBA  
INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
Z-ce PRZEWOOMCZĄCEGO

*mgr inż. Jerzy Kołowski*

Wrocław, dnia 7 czerwca 2000 r.



WOJEWODADOLNOŚLĄSKI

ABGP.I.U-1. 7131-467/00

## D E C Y Z J A

Na podstawie art. 104 § 1 i 2 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. Nr 9 z 1980 r., poz. 26 późn. zm.) i art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. Nr 89, poz. 414 z późn. zm.) oraz §9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 8, poz. 38),

n a d a j ę

**Panu Sławomirowi Puckowi**  
magistrowi inżynierowi budownictwa urodzonemu  
dnia 25 grudnia 1970 w Goleniowie

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**Numer ewidencyjny 19/00/DUW**

**do projektowania bez ograniczeń w**  
**specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

## U Z A S A D N I E N I E

Komisja egzaminacyjna powołana przez Wojewodę Dolnośląskiego Zarządzeniem z dnia 17 marca 1999 r. z późniejszymi zmianami stwierdziła że, Pan Sławomir Pucek posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w w/w specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. W związku z powyższym orzekam jak w sentencji.

Od niniejszej decyzji przysługuje odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego za pośrednictwem Wojewody Dolnośląskiego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji.

### Otrzymują:

1. Pan Sławomir Pucek  
ul. Świeradowska 23  
50-559 Wrocław
2. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
3. a/a



# SPIS ZAWARTOŚCI

*Do projektu budowlanego konstrukcji remontu dachu budynku zabytkowej szkoły przy ul. M. Konopnickiej 9 w Pułtusku.*

## I. Opis techniczny.

## II. Rysunki.

KOI Rzut więźby dachowej - schemat konstrukcji. 1:100

K02 Przekrój więźarów. 1:100

## III. Wyciąg z obliczeń.

## IV. Zdjęcia z inwentaryzacji.

# I. Opis techniczny

*Do projektu budowlanego konstrukcji remontu dachu budynku zabytkowej szkoły przy ul. M. Konopnickiej 9 w Pułtusku.*

## 1. Przedmiot i zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest wykonanie projektu konstrukcji remontu dachu budynku zabytkowej szkoły.

## 2. Podstawa opracowania.

Podstawą opracowania jest zlecenie Głównego projektanta firmy ARCHITRAW Grzegorz Brzeziński.

## 3. Materiały wykorzystane do opracowania.

Do projektu wykorzystano następujące opracowania.

Projekt architektury opracowany przez firmę ARCHITRAW.

Inwentaryzację budynku opracowaną przez firmę ARCHITRAW. Opinię Mykologiczną opracowaną przez Dominika Mączyńskiego. Dokumentację z wizji lokalnej przeprowadzonej 16.10.2007r.

## 4. Położenie budynku.

Budynek znajduje się W I strefie wiatrowej, W I Strefie śniegowej W I strefie ze względu na przemarzanie gruntu.

## S. Opis ogólny.

Budynek szkoły będący przedmiotem opracowania wpisany jest na listę obiektów zabytkowych pod numerem rejestru A-147 (decyzja WKZ z dnia 12.04.1962 r.).

***Wszelkie działania podejmowane na podstawie niniejszego opracowania wymagają Zgody wydanej przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.***

Budynek został wniesiony w 1732 r. przebudowany w XIX w. Jest to budynek I murowany, piętrowy, składający się z dwóch połączonych ze sobą części. Każda z nich posiada osobną konstrukcję dachu. Poddasza oznaczono literami „A”, „B” i „C” Poddasza „A”+ „B” (wiązar wysoki) - to wysoki dach pokryty dachówką, dobrze widoczny od strony ul. Konopnickiej. Poddasze „C” - to część budynku kryta blachą, z dachem o mniejszym spadku (wiązar niski).

Budynek szkoły jest budynkiem wolnostojącym, murowany, jednopiętrowy, z dwoma kondygnacjami poddasza (górną nieużytkową). Każde skrzydło budynku zbudowano na rzucie prostokąta, razem tworzą literę L.

Ściany są murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej, obustronnie tynkowane tynkami warstwowymi wapiennymi. Stropy nad parterem i nad pierwszym piętrzem na belkach drewnianych. Konstrukcja dachu, oraz stropy poddaszy drewniana.

Więźba dachowa w konstrukcji drewnianej, naprawiana, częściowo uszkodzona i częściowo z brakującymi elementami - według opinii mykologicznej. Wykonana z drewna sosnowego, w dużej partii obrabianego ręcznie.

Dach dwuspadowy w układzie płatwiowo kleszczowym.

Krycie dachu - blacha ocynkowana. Pierwotnie budynek kryty był dachówką, w trakcie późniejszych remontów zamienioną na blachę cynkowaną.

## **6. Stan techniczny budynku.**

Konstrukcja budynku jest w dobrym stanie technicznym. Wymaga drobnych prac naprawczych, wykonania zabezpieczeń istniejącej konstrukcji oraz uzupełnienie brakujących i uszkodzonych elementów dachu.

Elementy dachu należy zabezpieczyć biologicznie i p-poż.

## **7. Stan techniczny konstrukcji dachu.**

Więźba dachowa jest w wielu miejscach zniszczona przez korozję biologiczną drewna, w wielu miejscach widać ślady po brakujących elementach szczegółowo opisano ten fragment w opinii mykologicznej.

Brakujące elementy należy uzupełnić według obliczeń i rysunków.

Według obliczeń konstrukcji dachu przekroje istniejących elementów są wystarczające dla przeniesienia obciążeń dachu, oraz ciężaru pokrycia dachówką.

## **8. Wytyczne i założenia do konstrukcji dachu.**

Założono zwiększone obciążenie konstrukcji dachu pokryciem z dachówki ceramicznej ( $0.9\text{kN/m}^2$ ) oraz ociepleniem - ok. 20cm wełny mineralnej i sufitem podwieszonym - płyty G-K, lub poszycie drewniane ok. 3cm.

Założono maksymalny rozstaw krokwi na 120cm - w rzeczywistości przeważnie nie przekracza on 90cm.

## **9. Obliczenia dachu.**

Wykonano model prętowy dla konstrukcji dachu istniejącego i dachu z naniesionymi zmianami.

W wyniku obliczeń można stwierdzić, że istniejąca konstrukcja dachu jest wystarczająca dla przeniesienia zakładanych obciążeń.

W obliczeniach pokazano wyniki dla krokwi w rozstawie 120cm.

Krokwie założono o przekroju 12x16cm

Płatwie 15x15cm

Słupki 15x15cm

Jętki 2x7x15cm z przewiązkami co 100cm.

## **10. Zmiany konstrukcji dachu.**

Konstrukcja dachu nie ulega żadnym zmianą. Należy uzupełnić brakujące elementy, oraz wymienić elementy uszkodzone mechanicznie i biologicznie. Lokalizacja elementów uszkodzonych - na schemacie konstrukcji oraz w opinii mykologicznej. Wymienić należy również elementy których uszkodzenia zauważone zostaną podczas prac budowlanych.

Dodatkowo należy wykonać przewiązki jętek w rozstawie ok. 100 cm łączone za pomocą gwoździ - 4szt.

## **11. Zabezpieczenie antykorozyjne.**

Fragmety istniejącej konstrukcji jak i nowe elementy należy zabezpieczyć przed wilgocią i przed korozją biologiczną.

Zabezpieczenie antykorozyjne wykonać według opinii mykologicznej.

## **12. Uwagi końcowe.**

Wszystkie materiały, instalowane maszyny i urządzenia muszą posiadać odpowiednie certyfikaty i atesty dopuszczenia do stosowania na rynku polskim od odpowiednich instytucji - zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Wszystkie zmiany, uzupełnienia i odstępstwa od projektu dokonywane w toku robót muszą być uzgodnione z autorem projektu konstrukcji.

Projekt konstrukcji należy rozpatrywać łącznie z projektem architektury, projektami branżowymi i opinią mykologiczną. W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek niezgodności pomiędzy projektami należy się skonsultować z projektantami odpowiednich branż.

Wszystkie wymiary sprawdzić w naturze i uwzględnić je podczas budowy.

Wszystkie materiały, instalowane maszyny i urządzenia muszą posiadać odpowiednie certyfikaty i atesty dopuszczenia do stosowania na rynku polskim od odpowiednich instytucji - zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Materiały podane w opracowaniu należy traktować jako przykładowe. Można zastosować inne po uprzednim potwierdzeniu ich właściwości (takie same jak w projekcie) przez dostawcę lub producenta.



Kierownik budowy jest zobowiązany do potwierdzenia wykonania robót zgodnie z projektem lub uzgodnionymi zmianami.

Wszelkie prace na terenie obiektu zabytkowego należy prowadzić pod nadzorem konserwatora zabytków.

Wszelkie prace należy prowadzić pod nadzorem osób uprawnionych oraz zgodnie z dokumentacją techniczną i sztuką budowlaną obowiązującymi normami , wymogami technicznymi oraz „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” : Tom I „Budownictwo ogólne”. Prace te mogą być wykonywane tylko na obszarze objętym pozwoleniem na budowę, a po zakończeniu teren budowy należy doprowadzić do należytego stanu i porządku.

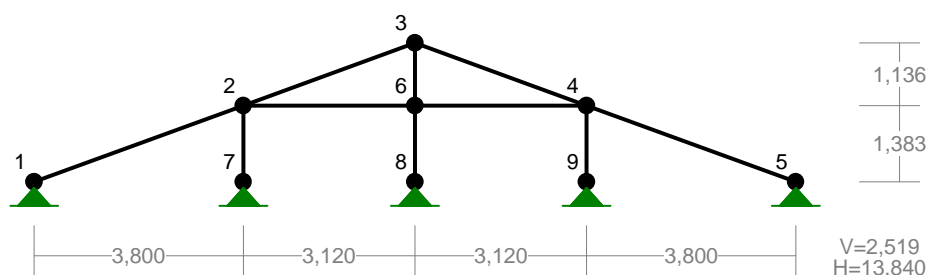
W przypadku wystąpienia nieprzewidzianych utrudnień w stosunku do projektu należy porozumieć się z projektantem.



# III. Wyciąg z obliczeń

## 1. Obliczenie konstrukcji dachu niskiego – części oficyny.

WEZŁY:



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	6	6,920	1,383
2	3,800	1,383	7	3,800	0,000
3	6,920	2,519	8	6,920	0,000
4	10,040	1,383	9	10,040	0,000
5	13,840	0,000			

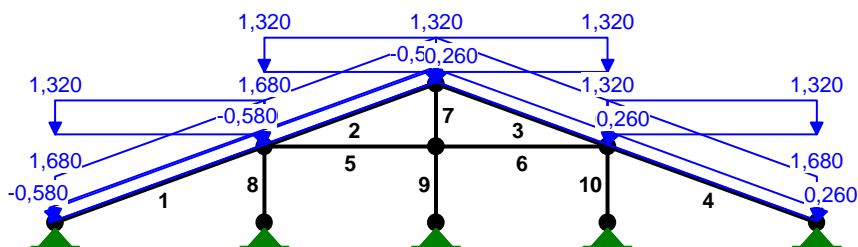
PRĘTY UKŁADU:

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	3,800	1,383	4,044	1,000	2 B 16,0x12,0
2	00	2	3	3,120	1,136	3,320	1,000	2 B 16,0x12,0
3	00	3	4	3,120	-1,136	3,320	1,000	2 B 16,0x12,0
4	00	4	5	3,800	-1,383	4,044	1,000	2 B 16,0x12,0
5	00	2	6	3,120	0,000	3,120	1,000	1 IIIIa 15x26
6	00	6	4	3,120	0,000	3,120	1,000	1 IIIIa 15x26
7	00	6	3	0,000	1,136	1,136	1,000	3 B 15,0x15,0
8	00	2	7	0,000	-1,383	1,383	1,000	3 B 15,0x15,0
9	00	6	8	0,000	-1,383	1,383	1,000	3 B 15,0x15,0
10	00	4	9	0,000	-1,383	1,383	1,000	3 B 15,0x15,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	210,0	19810	3937	525	525	15,0	45 Drewno C24
2	192,0	4096	2304	512	512	16,0	45 Drewno C24
3	225,0	4219	4219	563	563	15,0	45 Drewno C24

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-----						
Grupa:	A ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	1,680	1,680	0,00	4,04
2	Liniowe	0,0	1,680	1,680	0,00	3,32
3	Liniowe	0,0	1,680	1,680	0,00	3,32
4	Liniowe	0,0	1,680	1,680	0,00	4,04
Grupa:	S ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,320	1,320	0,00	4,04
2	Liniowe-Y	0,0	1,320	1,320	0,00	3,32
3	Liniowe-Y	0,0	1,320	1,320	0,00	3,32
4	Liniowe-Y	0,0	1,320	1,320	0,00	4,04
Grupa:	V ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
3	Liniowe	-20,0	0,260	0,260	0,00	3,32
4	Liniowe	-20,0	0,260	0,260	0,00	4,04
Grupa:	W ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	20,0	0,070	0,070	0,00	4,04
2	Liniowe	20,0	0,070	0,070	0,00	3,32
Grupa:	X ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	20,0	-0,580	-0,580	0,00	4,04
2	Liniowe	20,0	-0,580	-0,580	0,00	3,32
-----						

=====

**W Y N I K I**

**Teoria I-go rzędu**

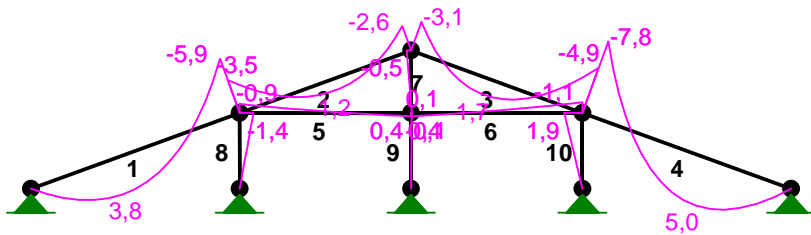
=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

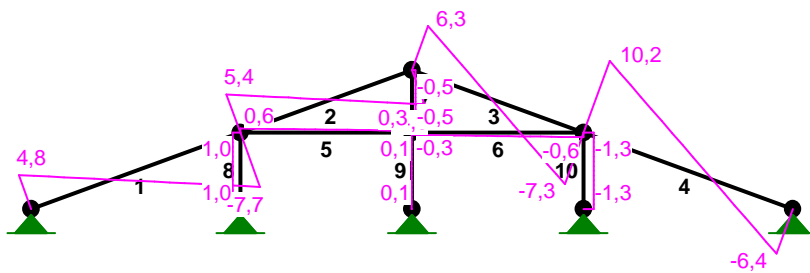
Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
-----			
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1	1,30

S - ""	Zmienne	1	1,00	1,40
V - ""	Zmienne	1	1,00	1,30
W - ""	Zmienne	1	1,00	1,30
X - ""	Zmienne	1	1,00	1,30

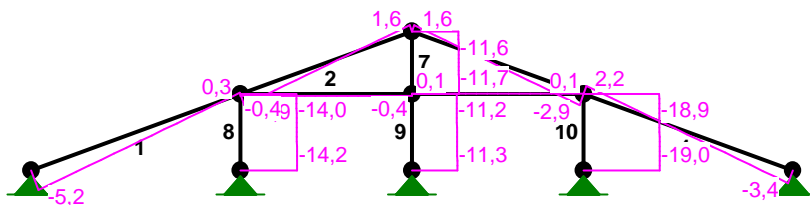
MOMENTY :



TNĄCE :



NORMALNE :



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASVWX **Relacja obc.!**

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,0	4,8	-5,2
	0,38	1,548	<b>3,8*</b>	0,0	-3,1
	1,00	4,044	-5,9	-7,7	0,3
2	0,00	0,000	-3,5	5,4	-2,9
	0,53	1,751	<b>1,2*</b>	-0,0	-0,5
	1,00	3,320	-2,6	-4,9	1,6
3	0,00	0,000	-3,1	6,3	1,6
	0,46	1,530	<b>1,7*</b>	0,0	-0,5
	1,00	3,320	-4,9	-7,3	-2,9
4	0,00	0,000	-7,8	10,2	2,2
	0,62	2,496	<b>5,0*</b>	-0,0	-1,3
	1,00	4,044	-0,0	-6,4	-3,4

5	0,00 1,00	0,000 3,120	-0,9 0,4	0,6 0,3	-0,4 -0,4
6	0,00 1,00	0,000 3,120	0,4 -1,1	-0,3 -0,6	0,1 0,1
7	0,00 1,00	0,000 1,136	0,1 -0,5	-0,5 -0,5	-11,7 -11,6
8	0,00 1,00	0,000 1,383	-1,4 0,0	1,0 1,0	-14,0 -14,2
9	0,00 1,00	0,000 1,383	-0,1 0,0	0,1 0,1	-11,2 -11,3
10	0,00 1,00	0,000 1,383	1,9 -0,0	-1,3 -1,3	-18,9 -19,0

\* = Wartości ekstremalne

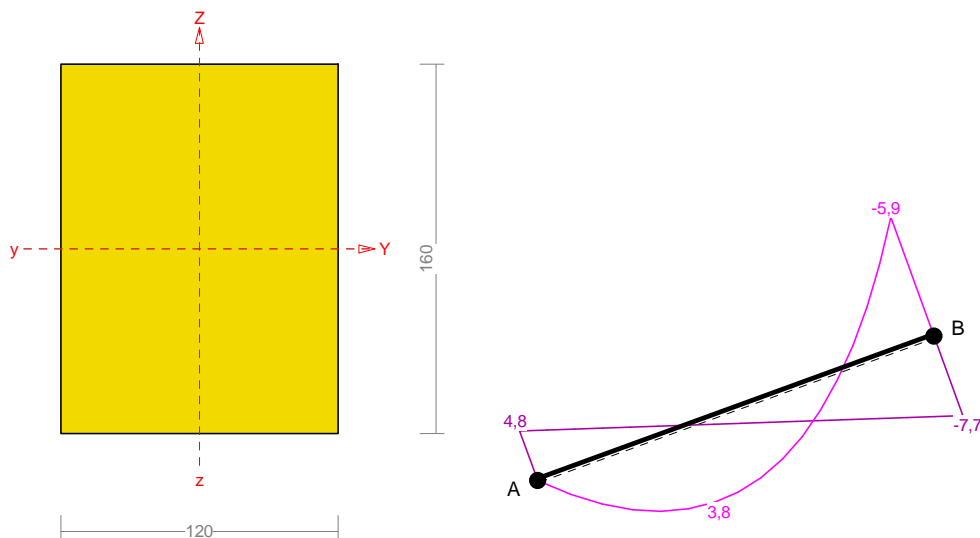
#### REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASVWX **Relacja obc.!**

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	3,3	6,3	7,1	
5	-1,0	7,2	7,2	
7	-1,0	14,2	14,2	
8	-0,1	11,3	11,3	
9	1,3	19,0	19,0	

### Pręt nr 1



### Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Nośność na ściskanie:

**Wyniki dla  $x_a=2,02$  m;  $x_b=2,02$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,5 / 192,00 \times 10 = 0,1 < 2,25 = 0,232 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=2,02$  m;  $x_b=2,02$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,655 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{6,7}{11,08} = 0,622 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,232 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{6,7}{11,08} = 0,478 < 1$$

Nośność na zginanie:

**Wyniki dla  $x_a=2,02$  m;  $x_b=2,02$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Warunek stateczności:**

$$\sigma_{m,d} = M / W = 3,4 / 512,00 \times 10^3 = 6,7 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

**Nośność dla  $x_a=2,02$  m;  $x_b=2,02$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{6,7}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,6 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{6,7}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,4 < 1$$

**Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=2,02$  m;  $x_b=2,02$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1^2}{9,69^2} + \frac{6,7}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,6 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{6,7}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,4 < 1$$

Nośność na ścinanie:

**Wyniki dla  $x_a=2,02$  m;  $x_b=2,02$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Warunek nośności**

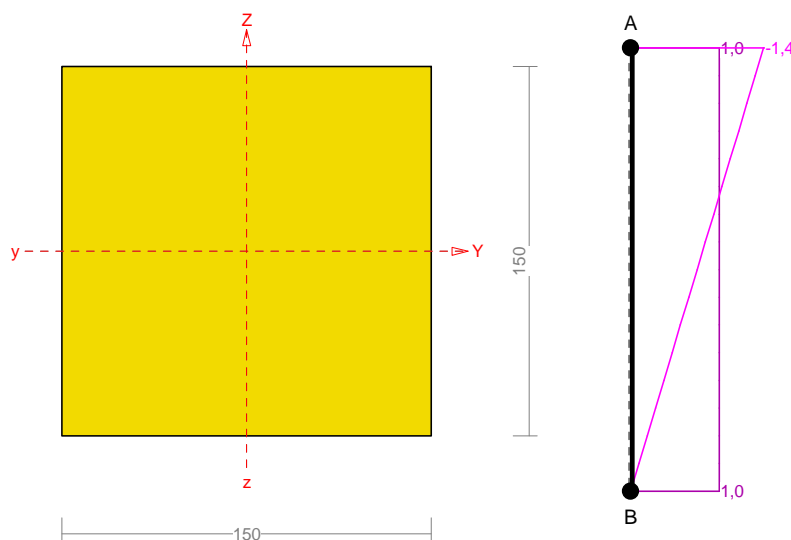
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,0^2} = 0,1 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

**Wyniki dla  $x_a=2,02$  m;  $x_b=2,02$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

$$u_{z,fin} = -0,4 + -12,4 = 12,8 < 27,0 = u_{net,fin}$$

## Pręt nr 8



Sprawdzenie nośności pręta nr 8

Nośność na ściskanie:

**Wyniki dla  $x_a=0,69$  m;  $x_b=0,69$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Nośność na ściskanie:**

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 14,1 / 225,00 \times 10 = 0,6 < 9,58 = 0,988 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=0,69$  m;  $x_b=0,69$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,6}{1,014 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{1,3}{11,08} = 0,178 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,6}{0,988 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,3}{11,08} = 0,145 < 1$$

Nośność na zginanie:

**Wyniki dla  $x_a=0,69$  m;  $x_b=0,69$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Warunek stateczności:**

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,7 / 562,50 \times 10^3 = 1,3 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

**Nośność dla  $x_a=0,69$  m;  $x_b=0,69$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

**Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,69$  m;  $x_b=0,69$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,6^2}{9,69^2} + \frac{1,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,6^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{1,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

Nośność na ścinanie:

**Wyniki dla  $x_a=0,69$  m;  $x_b=0,69$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Warunek nośności**

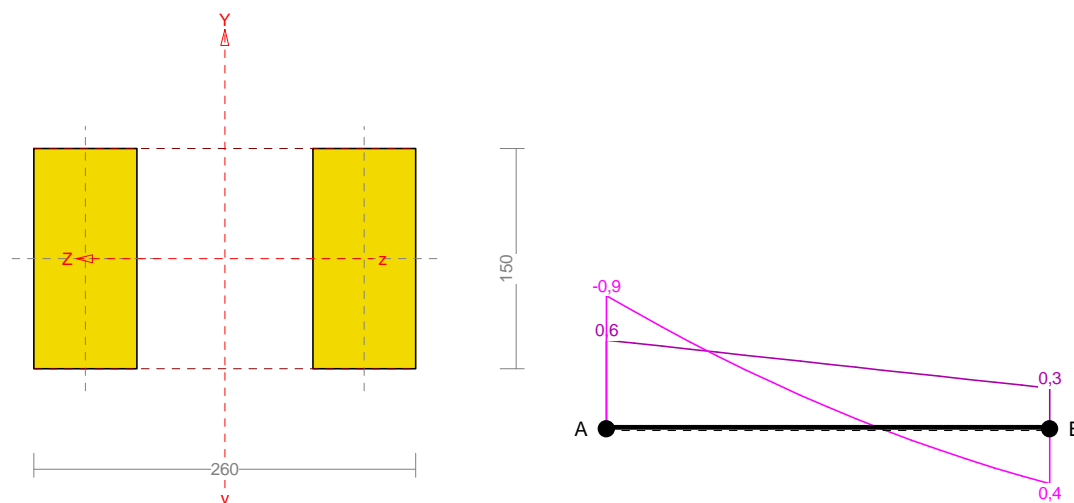
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,0^2} = 0,1 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

**Wyniki dla  $x_a=0,69$  m;  $x_b=0,69$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

$$u_{z,fin} = 0,0 + 0,5 = 0,5 < 9,2 = u_{net,fin}$$

## Pręt nr 5



## Sprawdzenie nośności pręta nr 5

Nośność na ściskanie:

**Wyniki dla  $x_a=1,56$  m;  $x_b=1,56$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,4 / 210,00 \times 10 = 0,0 < 5,64 = 0,582 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=1,56$  m;  $x_b=1,56$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,582 \times 9,69} + 1,0 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,004 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,943 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 1,0 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,002 < 1$$

Nośność na zginanie:

**Wyniki dla  $x_a=1,56$  m;  $x_b=1,56$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:**

$$\sigma_i = 0,0 < 9,7 = f_{c,0,d}$$

**Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:**

$$\sigma_i = 0,0 < 6,46 = f_{c,0,t}$$

**Nośność dla  $x_a=1,56$  m;  $x_b=1,56$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{11,08} + 1,0 \times \frac{0,3}{11,08} = 0,0 < 1$$

**Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=1,56$  m;  $x_b=1,56$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{9,69^2} + \frac{0,0}{11,08} + 1,0 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,0 < 1$$

Nośność na ścinanie:

**Wyniki dla  $x_a=1,56$  m;  $x_b=1,56$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

$$\sqrt{\tau^2 + \tau'^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,0^2} = 0,0 < 1,15 = f_{v,d}$$

Nośność przewiązek:

**Wyniki dla  $x_a=1,56$  m;  $x_b=1,56$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci gwoździ długości 154 mm o średnicy 7,0 mm.**

Stan graniczny użytkowania:

**Wyniki dla  $x_a=1,56$  m;  $x_b=1,56$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

$$u_{y,fin} = -0,1 + 0,5 = 0,4 < 20,8 = u_{net,fin}$$

**Przyjęto następujące przekroje**

**Krokwie**

**12x16cm**

**Słupki**

**15x15cm**

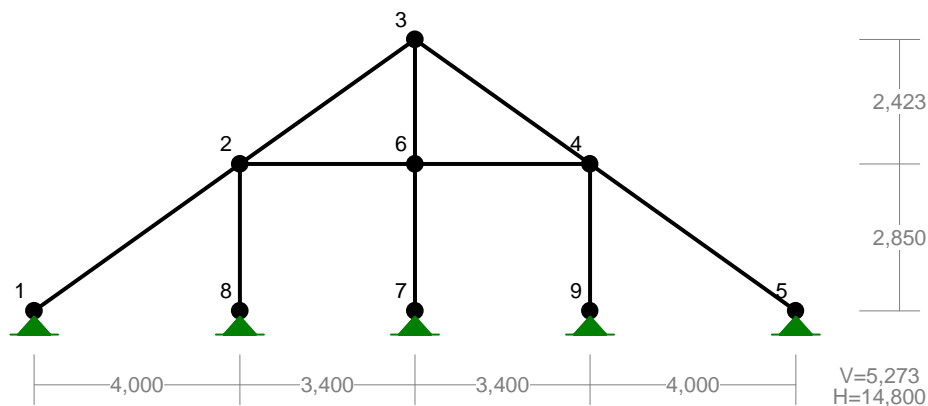
**Jętki**

**2x 7x15cm**



## 2. Obliczenie konstrukcji dachu wysokiego - części frontowej.

WEZŁY:



WEZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	6	7,400	2,850
2	4,000	2,850	7	7,400	0,000
3	7,400	5,273	8	4,000	0,000
4	10,800	2,850	9	10,800	0,000
5	14,800	0,000			

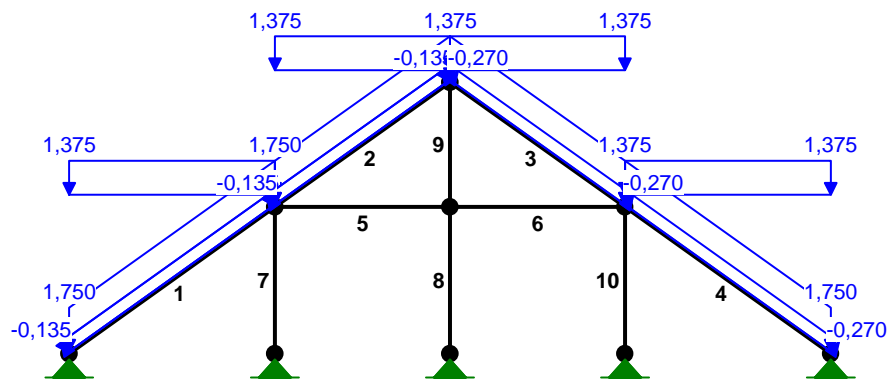
PRĘTY UKŁADU:

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	4,000	2,850	4,911	1,000	2 B 16,0x12,0
2	00	2	3	3,400	2,423	4,175	1,000	2 B 16,0x12,0
3	00	3	4	3,400	-2,423	4,175	1,000	2 B 16,0x12,0
4	00	4	5	4,000	-2,850	4,911	1,000	2 B 16,0x12,0
5	00	2	6	3,400	0,000	3,400	1,000	1 IIIa 15x26
6	00	6	4	3,400	0,000	3,400	1,000	1 IIIa 15x26
7	00	2	8	0,000	-2,850	2,850	1,000	4 B 15,0x15,0
8	00	6	7	0,000	-2,850	2,850	1,000	4 B 15,0x15,0
9	00	3	6	0,000	-2,423	2,423	1,000	4 B 15,0x15,0
10	00	4	9	0,000	-2,850	2,850	1,000	4 B 15,0x15,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	210,0	19810	3937	525	525	15,0	45 Drewno C24
2	192,0	4096	2304	512	512	16,0	45 Drewno C24
4	225,0	4219	4219	563	563	15,0	45 Drewno C24

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-----						
Grupa:	A ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,20$	
1	Liniowe	0,0	1,750	1,750	0,00	4,91
2	Liniowe	0,0	1,750	1,750	0,00	4,18
3	Liniowe	0,0	1,750	1,750	0,00	4,18
4	Liniowe	0,0	1,750	1,750	0,00	4,91
Grupa:	S ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,375	1,375	0,00	4,91
2	Liniowe-Y	0,0	1,375	1,375	0,00	4,18
3	Liniowe-Y	0,0	1,375	1,375	0,00	4,18
4	Liniowe-Y	0,0	1,375	1,375	0,00	4,91
Grupa:	V ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
3	Liniowe	-35,5	-0,270	-0,270	0,00	4,18
4	Liniowe	-35,5	-0,270	-0,270	0,00	4,91
Grupa:	W ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	35,5	0,270	0,270	0,00	4,91
2	Liniowe	35,5	0,270	0,270	0,00	4,18
Grupa:	X ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	35,5	-0,135	-0,135	0,00	4,91
2	Liniowe	35,5	-0,135	-0,135	0,00	4,18

=====

**W Y N I K I**  
**Teoria I-go rzędu**

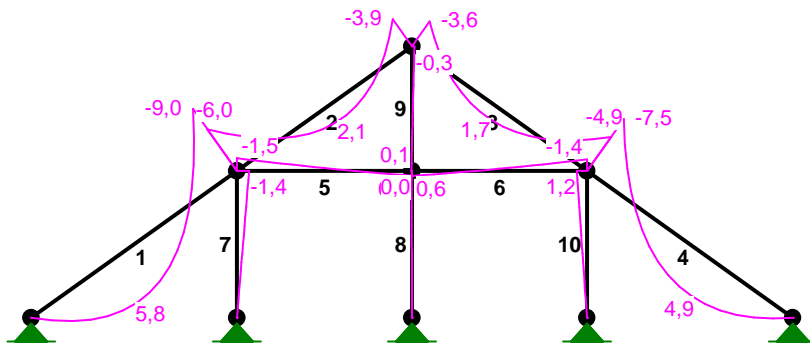
=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

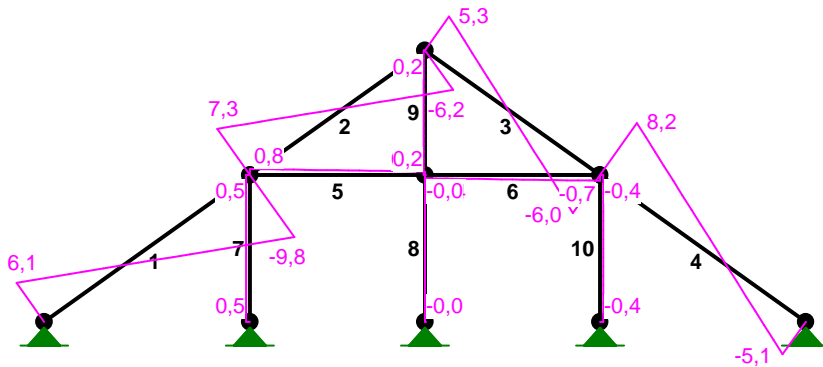
Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
-----			
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1	1,00
S - ""	Zmienne	1	1,00
V - ""	Zmienne	1	1,00
W - ""	Zmienne	1	1,00
X - ""	Zmienne	1	1,00

-----

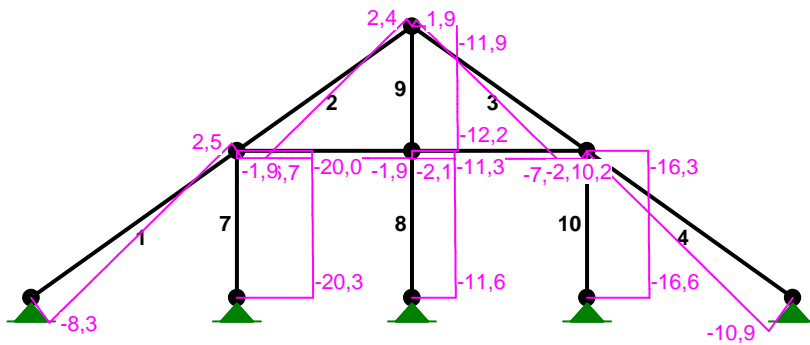
**MOMENTY:**



TNĄCE :



NORMALNE :



**SIŁY PRZEKROJOWE:**

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASVWX **Relacja obc.!**

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,0	6,1	-8,3

	0,39	1,899	<b>5,8*</b>	-0,0	-4,1
	1,00	4,911	-9,0	-9,8	2,5
2	0,00	0,000	-6,0	7,3	-6,7
	0,54	2,251	<b>2,1*</b>	-0,0	-1,8
	1,00	4,175	-3,9	-6,2	2,4
3	0,00	0,000	-3,6	5,3	1,9
	0,47	1,973	<b>1,7*</b>	-0,0	-2,4
	1,00	4,175	-4,9	-6,0	-7,2
4	0,00	0,000	-7,5	8,2	-0,2
	0,61	3,012	<b>4,9*</b>	0,0	-6,7
	1,00	4,911	0,0	-5,1	-10,9
5	0,00	0,000	-1,5	0,8	-1,9
	1,00	3,400	0,6	0,4	-1,9
6	0,00	0,000	0,6	-0,4	-2,1
	1,00	3,400	-1,4	-0,7	-2,1
7	0,00	0,000	-1,4	0,5	-20,0
	1,00	2,850	0,0	0,5	-20,3
8	0,00	0,000	0,0	-0,0	-11,3
	1,00	2,850	0,0	-0,0	-11,6
9	0,00	0,000	-0,3	0,2	-11,9
	1,00	2,423	0,1	0,2	-12,2
10	0,00	0,000	1,2	-0,4	-16,3
	1,00	2,850	-0,0	-0,4	-16,6

\* = Wartości ekstremalne

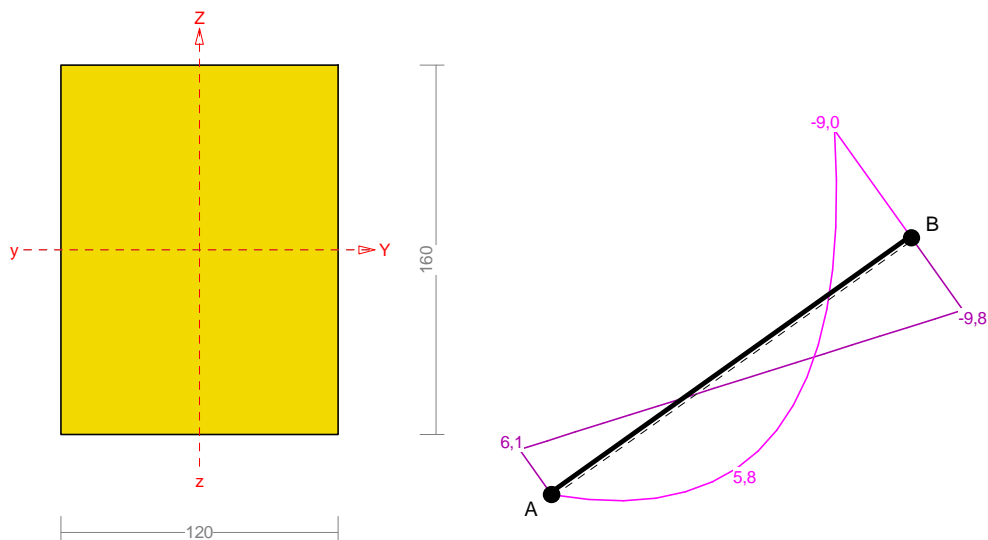
#### REAKCJE PODPOROWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ASVWX **Relacja obc.!**

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	3,2	9,8	10,3	
5	-5,9	10,5	12,0	
7	0,0	11,6	11,6	
8	-0,5	20,3	20,3	
9	0,4	16,6	16,6	

#### Pręt nr 1



Przekrój: 2 „B 16,0x12,0”

Wymiary przekroju:

$$h=160,0 \text{ mm} \quad b=120,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=4096,0; \quad J_{zg}=2304,0 \text{ cm}^4; \quad A=192,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,6; \quad i_z=3,5 \text{ cm}; \quad W_y=512,0; \quad W_z=384,0 \text{ cm}^3.$$

**Własności techniczne drewna:**

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

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

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

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

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=2,46 \text{ m}$ ;  $x_b=2,46 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”.

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,741 \times 4,911 = 3,639 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 4,911 = 4,911 \text{ m}$$

Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 3,639 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 4,911 \text{ m}$$

Współczynniki wybocheniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,639 / 0,0462 = 78,80$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 4,911 / 0,0346 = 141,78$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (78,80)^2 = 11,76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (141,78)^2 = 3,63 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 11,76} = 1,336$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 3,63} = 2,404$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,336 - 0,5) + (1,336)^2] = 1,476$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (2,404 - 0,5) + (2,404)^2] = 3,580$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,476 + \sqrt{1,476^2 - 1,336^2}) = 0,475$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (3,580 + \sqrt{3,580^2 - 2,404^2}) = 0,160$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 192,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,9 / 192,00 \times 10 = 0,2 < 1,55 = 0,160 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=2,46 \text{ m}$ ;  $x_b=2,46 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{0,475 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{10,3}{11,08} = 0,964 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{0,160 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{10,3}{11,08} = 0,749 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=2,46 \text{ m}$ ;  $x_b=2,46 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”.

**Długość obliczeniowa dla pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:**

$$l_d = 1,00 \times 4911 + 160 + 160 = 5231 \text{ mm}$$

$$\lambda_{\text{rel,m}} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{5231 \times 160 \times 11,08}{3,142 \times 120^2 \times 7400}} \times \sqrt[4]{\frac{11000}{690}} = 0,333$$

**Wartość współczynnika zwężenia:**

$$\text{dla } \lambda_{\text{rel,m}} \leq 0,75 \quad k_{\text{crit}} = 1$$

**Warunek stateczności:**

$$\sigma_{m,d} = M / W = 5,3 / 512,00 \times 10^3 = 10,3 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

**Nośność dla  $x_a=2,46$  m;  $x_b=2,46$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{10,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,9 = 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{10,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,7 < 1$$

**Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=2,46$  m;  $x_b=2,46$  m, przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2^2}{9,69^2} + \frac{10,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,9 = 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{10,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,7 < 1$$

Nośność na ścinanie:

**Wyniki dla  $x_a=2,46$  m;  $x_b=2,46$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:**

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 1,8 / 192,0 \times 10 = 0,1 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 192,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

**Przyjęto  $k_v = 1,000$ .**

**Warunek nośności**

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

Stan graniczny użytkowania:

**Wyniki dla  $x_a=2,46$  m;  $x_b=2,46$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

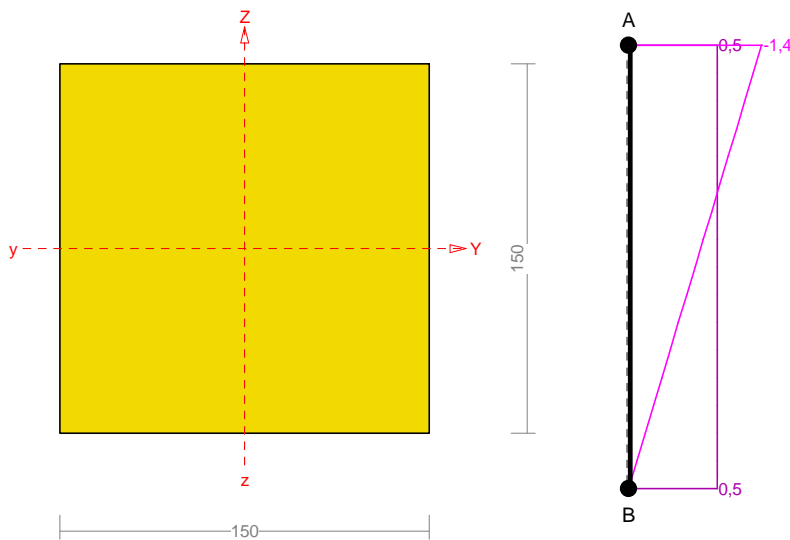
**Ugięcia graniczne**

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 32,7 \text{ mm}$$

**Ugięcie całkowite:**

$$u_{z,\text{fin}} = -0,7 + -30,1 = 30,8 < 32,7 = u_{\text{net,fin}}$$

**Pręt nr 7**



#### Przekrój: 4 „B 15,0x15,0”

Wymiary przekroju:

$$h=150,0 \text{ mm} \quad b=150,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=4218,8; \quad J_{zg}=4218,8 \text{ cm}^4; \quad A=225,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,3; \quad i_z=4,3 \text{ cm}; \quad W_y=562,5; \quad W_z=562,5 \text{ cm}^3.$$

#### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

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

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

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

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 7

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=1,43 \text{ m}$ ;  $x_b=1,43 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”.

- długość wyboyczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,779 \times 2,850 = 2,220 \text{ m}$$

- długość wyboyczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,850 = 2,850 \text{ m}$$

Długości wyboyczeniowe dla wyboyczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 2,220 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 2,850 \text{ m}$$

Współczynniki wyboyczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,220 / 0,0433 = 51,27$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,850 / 0,0433 = 65,82$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (51,27)^2 = 27,78 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (65,82)^2 = 16,86 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/27,78} = 0,869$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/16,86} = 1,116$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,869 - 0,5) + (0,869)^2] = 0,915$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,116 - 0,5) + (1,116)^2] = 1,184$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,915 + \sqrt{0,915^2 - 0,869^2}) = 0,834$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (1,184 + \sqrt{1,184^2 - 1,116^2}) = 0,633$$

**Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 225,00 \text{ cm}^2$ .**

**Nośność na ściskanie:**

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 20,1 / 225,00 \times 10 = 0,9 < 6,13 = 0,633 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=1,43 \text{ m}$ ;  $x_b=1,43 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,9}{0,834 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{1,3}{11,08} = 0,224 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,9}{0,633 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{1,3}{11,08} = 0,225 < 1$$

Nośność na zginanie:

**Wyniki dla  $x_a=1,43 \text{ m}$ ;  $x_b=1,43 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Długość obliczeniowa dla pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:**

$$l_d = 1,00 \times 2850 + 150 + 150 = 3150 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{3150 \times 150 \times 11,08}{3,142 \times 150^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{4 \times 11000}{690}} = 0,200$$

**Wartość współczynnika zwiczenia:**

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

**Warunek stateczności:**

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,7 / 562,50 \times 10^3 = 1,3 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

**Nośność dla  $x_a=1,43 \text{ m}$ ;  $x_b=1,43 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

**Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=1,43 \text{ m}$ ;  $x_b=1,43 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,9^2}{9,69^2} + \frac{1,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,9^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{1,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

Nośność na ścinanie:

**Wyniki dla  $x_a=1,43 \text{ m}$ ;  $x_b=1,43 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Naprężenia tnące z uwzględnieniem redukcji sił poprzecznych przy podporach:**

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 0,5 / 225,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,0 / 225,0 \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

**Przyjęto  $k_v = 1,000$ .**

**Warunek nośności**

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

Stan graniczny użytkowania:

**Wyniki dla  $x_a=1,43 \text{ m}$ ;  $x_b=1,43 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Ugięcia graniczne**

$$u_{net,fin} = l / 150 = 19,0 \text{ mm}$$

**Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):**



$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2850)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2850)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („ASVWX”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: *Stałe (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny)*.

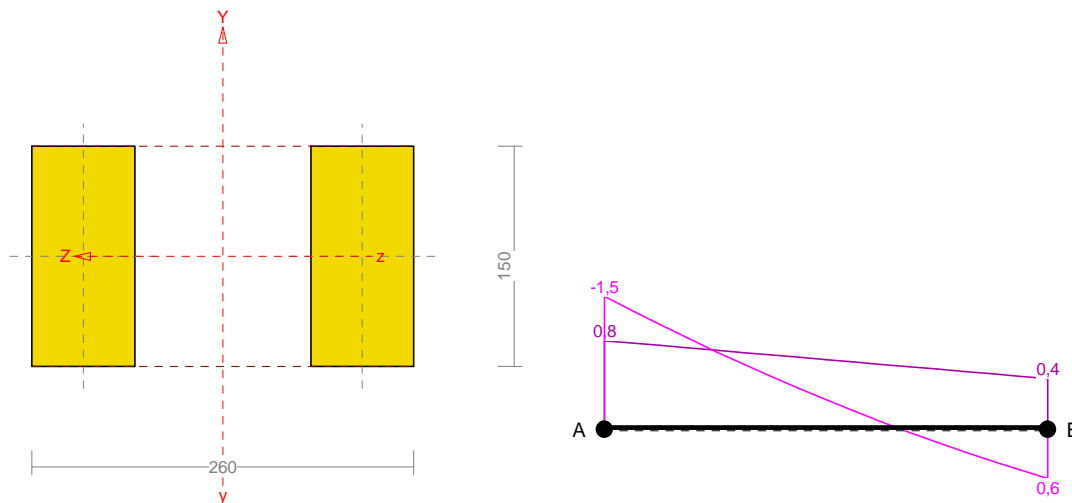
$$u_{z,fin} = u_{z,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 1,2 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2850)^2](1 + 0,60) = 2,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_{y,inst} [1 + 19,2 (h/L)^2](1+k_{def}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (150,0/2850)^2](1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 + 2,1 = 2,1 < 19,0 = u_{net,fin}$$

## Pręt nr 5



### Przekrój: 1 „Illa 15x26”

Wymiary przekroju:

$$h=150,0 \text{ mm} \quad b=260,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{yg}=19810,0; \quad J_{zg}=3937,5 \text{ cm}^4; \quad A=210,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=9,7; \quad i_z=4,3 \text{ cm}; \quad W_y=1523,8; \quad W_z=525,0 \text{ cm}^3.$$

### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24**.

$$f_{m,k} = 24,00$$

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

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

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

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Sprawdzenie nośności pręta nr 5

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000.

Charakterystyka zastępcza przekroju:

**Moment bezwładności względem osi prostopadłej do przewiązek:**

$$I_{tot} = b [(2h + a)^3 - a^3] / 12 = 15,0 \times [(2 \times 7,0 + 12,0)^3 - 12,0^3] / 12 = 19810,0 \text{ cm}^4$$

Nośność na ściskanie:

**Wyniki dla  $x_a=1,70 \text{ m}$ ;  $x_b=1,70 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”.**

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,581 \times 3,400 = 1,975 \text{ m}$$

- długość wybocheniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 3,400 = 3,400 \text{ m}$$

**Długości wybocheniowe dla wybochenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:**

$$l_{c,y} = 3,400 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 1,975 \text{ m}$$

**Współczynniki wybocheniowe:**

$$\lambda_y = l_{c,y} / \sqrt{I_{tot,y} / A_{tot}} = 340,0 / \sqrt{19810,0 / 210,00} = 35,0$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / \sqrt{I_{tot,z} / A_{tot}} = 197,5 / \sqrt{3937,5 / 210,00} = 45,6$$

$$\lambda_1 = \sqrt{12} l_1 / h = 3,464 \times 68,0 / 7,0 = 33,7$$

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \eta \lambda_1^2 n / 2} = \sqrt{35,0^2 + 4,0 \times 33,7^2 \times 2 / 2} = 75,9$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_{ef,y}^2 = 9,87 \times 7400 / (75,86)^2 = 12,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_{ef,z}^2 = 9,87 \times 7400 / (45,62)^2 = 35,09 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21 / 12,69} = 1,286$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21 / 35,09} = 0,774$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,286 - 0,5) + (1,286)^2] = 1,406$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,774 - 0,5) + (0,774)^2] = 0,827$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,406 + \sqrt{1,406^2 - 1,286^2}) = 0,507$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,827 + \sqrt{0,827^2 - 0,774^2}) = 0,895$$

**Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 210,00 \text{ cm}^2$ .**

**Nośność na ściskanie:**

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,9 / 210,00 \times 10 = 0,1 < 4,91 = 0,507 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=1,70 \text{ m}$ ;  $x_b=1,70 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,507 \times 9,69} + 1,0 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,019 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,895 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 1,0 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,011 < 1$$

Nośność na zginanie:

**Wyniki dla  $x_a=1,70 \text{ m}$ ;  $x_b=1,70 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:**

$$\sigma_i = \gamma' a' M' / I'_{ef} = 1,000 \times 0,0 \times 0,3 / 3937,5 \times 10^3 = 0,0 < 9,7 = f_{c,0,d}$$

**Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:**

$$\sigma_i = \gamma' a' M' / I'_{ef} = 1,000 \times 0,0 \times 0,3 / 3937,5 \times 10^3 = 0,0 < 6,46 = f_{c,0,t}$$

**Nośność dla  $x_a=1,70 \text{ m}$ ;  $x_b=1,70 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{11,08} + 1,0 \times \frac{0,6}{11,08} = 0,1 < 1$$

**Nośność ze ścisaniem dla  $x_a=1,70 \text{ m}$ ;  $x_b=1,70 \text{ m}$ , przy obciążeniach „ASVWX”:**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1^2}{9,69^2} + \frac{0,0}{11,08} + 1,0 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,0 < 1$$

Nośność na ścinanie:

**Wyniki dla  $x_a=1,70$  m;  $x_b=1,70$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Naprężenia tnące dla ścinania w płaszczyźnie równoległej do przewiązek:**

$$\tau = 1,5 V / (n b h) = 1,5 \times 0,0 / (2 \times 15,0 \times 7,0) \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

**Naprężenia tnące dla ścinania w płaszczyźnie prostopadłej do przewiązek:**

$$\tau' = 1,5 V' / (n b h) = 1,5 \times 0,6 / (2 \times 15,0 \times 7,0) \times 10 = 0,0 \text{ MPa}$$

Nośność na ścinanie:

$$\sqrt{\tau^2 + \tau'^2} = \sqrt{0,0^2 + 0,0^2} = 0,0 < 1,15 = f_{v,d}$$

Nośność przewiązek:

**Wyniki dla  $x_a=1,70$  m;  $x_b=1,70$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci gwoździ długości 154 mm o średnicy 7,0 mm.**

Stan graniczny użytkowania:

**Wyniki dla  $x_a=1,70$  m;  $x_b=1,70$  m, przy obciążeniach „ASVWX”.**

**Ugięcia graniczne**

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 22,7 \text{ mm}$$

**Ugięcia od obciążeń stałych (ciężar własny + „”):**

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = -0,1 \times (1 + 0,60) = -0,1 \text{ mm}$$

**Ugięcia od obciążeń zmiennych („ASVWX”):**

**Klasa trwania obciążeń zmiennych: *Stale (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny)*.**

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,9 \times (1 + 0,60) = 1,4 \text{ mm}$$

**Ugięcia całkowite:**

$$u_{y,\text{fin}} = -0,1 + 1,4 = 1,2 < 22,7 = u_{\text{net,fin}}$$

**Przyjęto następujące przekroje**

**Krokwie**

**12x16cm**

**Słupki**

**15x15cm**

**Jętki**

**2x 7x15cm**

## **Dokumentacja fotograficzna:**

- fot. 1. widok ogólny konstrukcji więźby na poddaszu „A”
- fot.2. krokiew nr 1a - miejscowe zawilgocenia drewna
- fot.3. wtórnie dodane kleszcze
- fot.4. poddasze „B” - zagrzybienie łąty przy kominie (obok krokwi nr 31 a)
- fot.5. widok ogólny poddasza - na pierwszym planie nieużywane sprzęty szkolne
- fot.6. zacieki i lokalne zagrzybienie przy wyłazie dachowym
- fot.7. przecieki przez poszycie - zamknięte łąty koło krokwi 29a
- fot.8. krokiew 28a-27a - zamknięte miejscowo łąty i płatew
- fot.9. j.w. widok ogólny
- fot. 10. miejscowe zagrzybienie łąt przy wyłazie dachowym krokiew 19a
- fot. 11. zacieki na łątach pomiędzy krokwiami nr 13a-15a
- fot. 12. zacieki na krokwi nr 14a
- fot. 13. miejscowe zacieki - krokiew nr 11a
- fot. 14. lokalne zagrzybienie deski przy kominie pod masztem anteny
- fot. 15. poddasze „C” - uszkodzenia wojenne - krokiew nr 3-4
- fot.16. j.w. płatew przy krokwi nr 13
- fot,17. j.w. krokiew 20a-21a (prowizoryczne naprawy konstrukcji)
- fot. 18. zaciek na krokwi przy kominie
- fot.19. ogólny widok poddasza „C” (część od ul. Konopnickiej)
- fot.20. lokalne zagrzybienie i zacieki na łątach dachowych - przy kominie
- fot.21. ogólny widok fragmentu dachu pokrytego dachówką, od str. ul. Konopnickiej, widoczne pofalowania połaci (uszkodzenia łąt dachowych?).
- fot.22. daleko posunięta korozja tynków na kominie przy ścianie szczytowej pld-wsch. (stwarza zagrożenie dla przechodniów!)



01



02



03



04



05



06



08





09



10



11



12



13



14



AC



AG





17



18



19



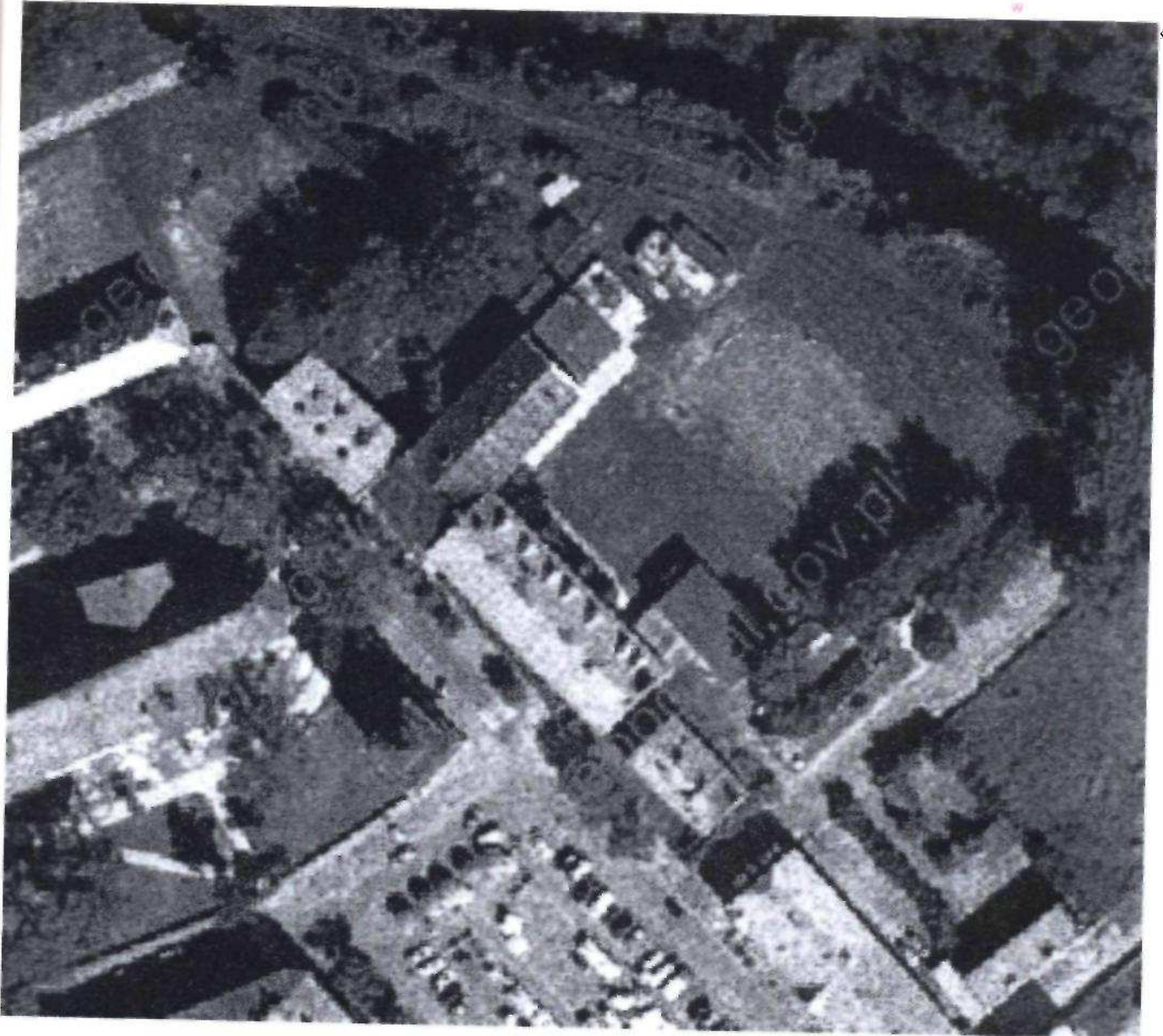
20



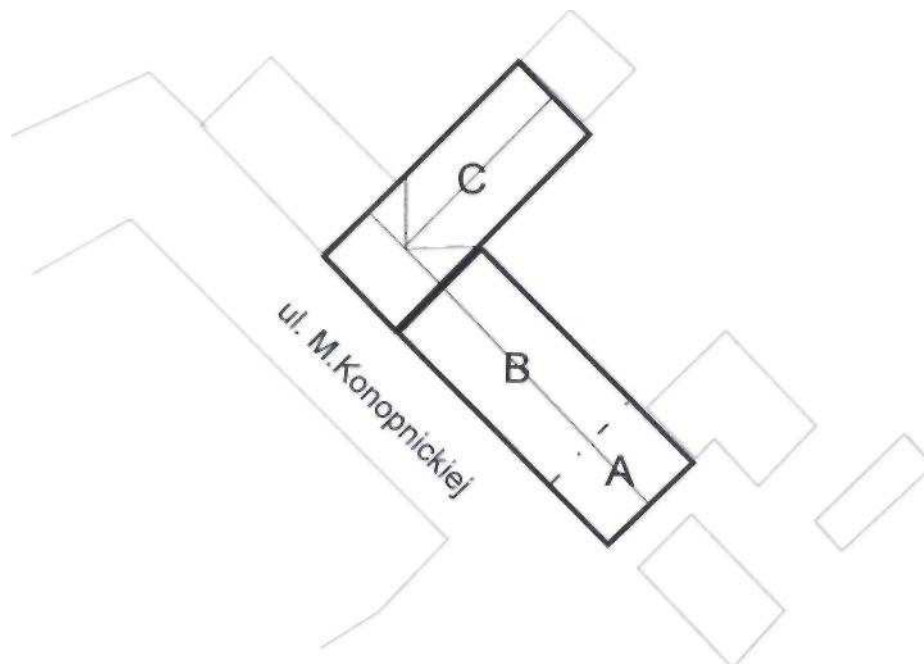
21



22







idynku Szkoły  
aka oraz  
nia poddaszy