

Stadium:	<b>OPINIA TECHNICZNA MOŻLIWOŚCI MONTAŻU PANELI FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU BUDYNKU</b>		
Inwestor:	<b>URZĄD MIASTA KUDOWA-ZDRÓJ ul. Zdrojowa 24, 57-350 Kudowa-Zdrój</b>		
Obiekt-temat:	<b>Budynek Zespołu Szkół Publicznych im. Jana Pawła II ul. Szkolna 8, 57-350 Kudowa-Zdrój</b>		
Opracował:	<b>mgr inż. Piotr Rajca</b>	NBGP.V 7342/3/75/98 DOŚ/BO/1648/01	<b>mgr inż. Piotr Rajca</b> Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr ewid.: NBGP.V-7342/3/75/98 DOŚ/BO/1648/01

WOJEWODA WALBRZYSKI  
NBGP.V-7342/3/75/98

Wałbrzych, dnia 14.12.1998 r.

## DECYZJA

Na podstawie art.13 ust.1 pkt 1 i 2, art.14 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. Nr 89, poz. 414 z późn. zm.), § 9 ust.1 Rozporządzenia Ministra Gospodarki Przemysłu i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 8, poz. 38) oraz art. 104 kodeksu postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz. U. z 1980 r. Nr 9, poz. 26 z późn. zm.), po przeprowadzeniu postępowania kwalifikacyjnego i złożeniu egzaminu z wynikiem pozytywnym

## n a d a j ę

Panu PIOTROWI RAJCY  
magister inżynier budownictwa

ur. dnia 14 czerwca 1972 r. w Ostrowie Wielkopolskim

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BUDOWLANYMI W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ BEZ OGRANICZEŃ

Na podstawie art. 107 § 4 kpa odstępuje się od uzasadnienia decyzji, gdyż uwzględnia ona w całości interes strony.

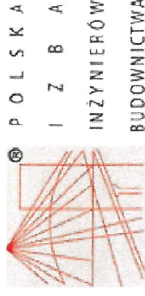
Od niniejszej decyzji służy prawo wniesienia odwołania do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego za pośrednictwem Wojewody Wałbrzyskiego w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan mgr inż. Piotr Rajca  
ul. Dubois 1/24  
58-304 Wałbrzych
2. Główny Inspektor Nadzoru  
Budowlanego
3. a/a



**Z URZĘDOWY**  
mgr inż. **INTRODUB HACH**  
DIREKTOR WYDZIAŁU  
NADZORU BUDOWLANEGO  
100 PODATEK PRZETWIERDZENIA



Zaświadczenie  
o numerze weryfikacyjnym:  
DOŚ-Z2H-NJF-W27 \*

Pan Piotr Rajca o numerze ewidencyjnym DOŚ/BO/1648/01  
adres zamieszkania ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice  
jest członkiem Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2020-01-01 do 2020-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-12-16 roku przez:

Janusz Szczepański, Przewodniczący Rady Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.pilib.org.pl](http://www.pilib.org.pl) lub kontaktując się z Biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

## SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	2
1.1. Dane ewidencyjne.....	2
1.2. Przedmiot opracowania .....	2
1.3. Cel i zakres opracowania .....	2
1.4. Podstawa wykonania opracowania.....	2
2. OPIS I OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI DACHU I POKRYCIA DACHOWEGO .....	3
3. ZAŁOŻENIA I OBLICZENIA NOŚNOŚCI ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH DACHU.....	3
3.1. ZASTOSOWANE NORMY I NORMATYWY TECHNICZNE DO OBLICZEŃ .....	4
3.2. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ KONSTRUKCJI .....	4
3.3. OBLICZENIE NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI WIEŻBY DACHOWEJ.....	5
4. WNIOSKI I ZALECENIA.....	16
5. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA – STAN NA DZIEŃ 12.05.2020r.....	17

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Dane ewidencyjne**

Zleceniodawca: Urząd Miasta Kudowa-Zdrój  
ul. Zdrojowa 24, 57-350 Kudowa-Zdrój

Obiekt: Budynek Zespołu Szkół Publicznych  
im. Jana Pawła II  
ul. Szkolna 8, 57-350 Kudowa-Zdrój

### **1.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest opinia techniczna dotycząca możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku Zespołu Szkół Publicznych im. Jana Pawła II przy ul. Szkolnej 8 w Kudowie-Zdroju, a w szczególności:

- ocena stanu technicznego konstrukcji więźby dachowej,
- obliczenia nośności konstrukcji dachowej przy planowanym obciążeniu dachu panelami fotowoltaicznymi

### **1.3. Cel i zakres opracowania**

Celem opracowania jest określenie stanu technicznego oraz sprawdzenie nośności istniejącej konstrukcji więźby dachowej przy planowanym obciążeniu dachu panelami fotowoltaicznymi.

Ocena techniczna określa czy po zamontowaniu na dachu paneli fotowoltaicznych przekroje elementów istniejącej konstrukcji więźby dachowej są wystarczające do przeniesienia dodatkowych obciążeń, oraz wskazuje ewentualne rozwiązania konstrukcyjne mające na celu zapewnienie odpowiedniej nośności dachu oraz dalsze, bezpieczne użytkowanie obiektu.

Zakres opracowania obejmuje:

- ogólny opis techniczny,
- obliczenia konstrukcji więźby dachowej
- opracowanie wniosków i zaleceń oraz określenie ewentualnego koniecznego zakresu prac, które należy wykonać w celu zapewnienia odpowiedniej nośności dachu i dalszej właściwej eksploatacji budynku

### **1.4. Podstawa wykonania opracowania**

Podstawą opracowania jest:

- Zlecenie Urzędu Miasta Kudowa-Zdrój
- Wizja lokalna oraz pomiar elementów konstrukcyjnych dachu w dniu 12.05.2020r.,
- Dokumentacja techniczna budynku z Urzędu Miasta Kudowa-Zdrój
- Dokumentacja fotograficzna,
- Aktualnie obowiązujące normy i przepisy.



## 2. OPIS I OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI DACHU I POKRYCIA DACHOWEGO

Budynek Zespołu Szkół Publicznych im. Jana Pawła II przy ul. Szkolna 8 w Kudowie-Zdroju jest obiektem trzykondygnacyjnym z poddaszem nieużytkowym.

Dach obiektu czterospadowy, o konstrukcji drewnianej płatwiowo-kleszczowej z pokryciem z blachodachówki. Pod pokryciem dachowym ułożona membrana paroprzepuszczalna. Konstrukcja dachowa bez docieplenia.

Istniejąca konstrukcja dachowa sucha, bez śladów korozji biologicznej. Elementy konstrukcji więźby dachowej zabezpieczone środkami antykorozyjnymi i grzybobójczymi. Na podstawie oględzin stwierdzono ogólny stan techniczny elementów konstrukcyjnych więźby dachowej jako dobry.

## 3. ZAŁOŻENIA I OBLICZENIA NOŚNOŚCI ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH DACHU

Zakłada się montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku Zespołu Szkół Publicznych im. Jana Pawła II przy ul. Szkolna 8 w Kudowie-Zdroju. Wymiary jednego modułu to  $\sim 1,70\text{m} \times \sim 1,00\text{m} \times \sim 0,05\text{m}$ , waga  $19,0\text{kg}$ . Do obliczeń przyjęto obciążenie dachu panelami fotowoltaicznymi o ciężarze  $0,19\text{kN/m}^2$ . W obliczeniach przewidziano montaż paneli fotowoltaicznych rozmieszczonych na całej powierzchni dachu, skierowanych w stronę południową. Montaż instalacji będzie odbywał się przy użyciu systemowych elementów konstrukcji wsporczej, mocowanych bezpośrednio do elementów konstrukcyjnych dachu. Należy zastosować taki typ konstrukcji wsporczej paneli, który zapewni równomierny rozkład obciążeń na powierzchnię dachu.



### 3.1. ZASTOSOWANE NORMY I NORMATYWY TECHNICZNE DO OBLICZEŃ

- PN-82/B-02000 – Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
- PN-82/B-02001 – Obciążenia stałe.
- PN-80/B-02010 – Obciążenia śniegiem.
- PN-77/B-02011 – Obciążenia wiatrem.
- PN-87/B-03002 – Konstrukcje murowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-03150:2000 – Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie

### 3.2. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ KONSTRUKCJI

#### - OBCIĄŻENIA.

1. OBCIĄŻENIA STAŁE – wg PN-82/B-02001.
2. OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM wg PN-80/B-02010:  
Obciążenie charakterystyczne śniegiem w pierwszej strefie (Kudowa-Zdrój) przy wysokości  $H \approx 400$  m n.p.m. wynosi  $Q_k = 1,40$  kN/m<sup>2</sup>.
3. OBCIĄŻENIA WIATREM  
Obciążenie charakterystyczne wiatrem w trzeciej strefie (Kudowa-Zdrój) przy wysokości  $H \approx 400$  m n.p.m. wynosi  $q_k = 320$  Pa.
4. OBCIĄŻENIA PANELAMI FOTOWOLTAICZNYMI  
Obciążenie charakterystyczne – panel fotowoltaiczny 1m<sup>2</sup> - waga 19kg  
Przyjęto obciążenie na całej długości krokwi - 0,19kN/m

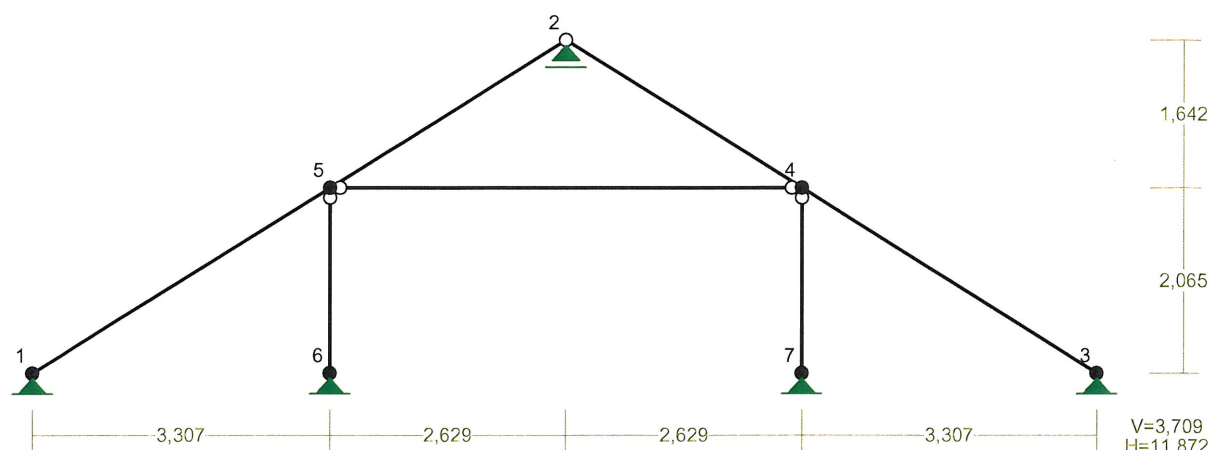
#### DANE WYJŚCIOWE

1. Kąt pochylenia dachu - 32°
2. Przekroje elementów konstrukcyjnych:
  - krokiew szer. / wys. – 9,0cm / 15,5cm
  - płatew szer. / wys. – 14,0cm / 18,0cm
  - kleszcze szer. / wys. – 8,0cm / 15,5cm
  - słupki szer. / wys. – 15,5cm / 15,5cm
3. Rozstaw osiowy krokwi co 95cm
4. Drzewo konstrukcyjne klasy C24

### 3.3. OBLICZENIE NOŚNOŚCI KONSTRUKCJI WIĘŻBY DACHOWEJ

#### Schemat statyczny

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	5	3,307	2,067
2	5,936	3,709	6	3,307	0,001
3	11,872	0,000	7	8,565	0,000
4	8,565	2,066			

PODPORY: Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt: [m/kN]	Dx(Do*):	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
2	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
3	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
6	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
7	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

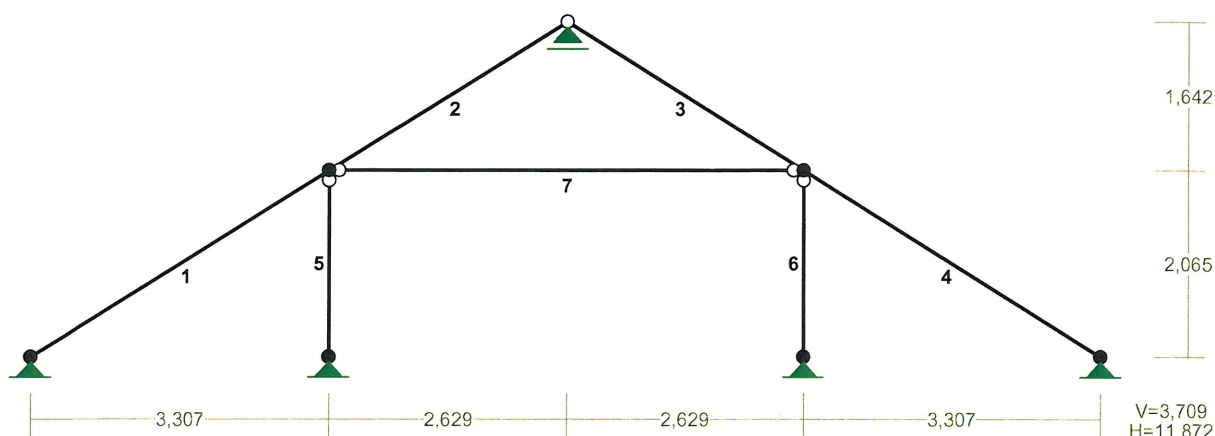
OSIADANIA:

Węzeł: Kąt: Wx(Wo\*)[m]: Wy[m]: Flo[grad]:

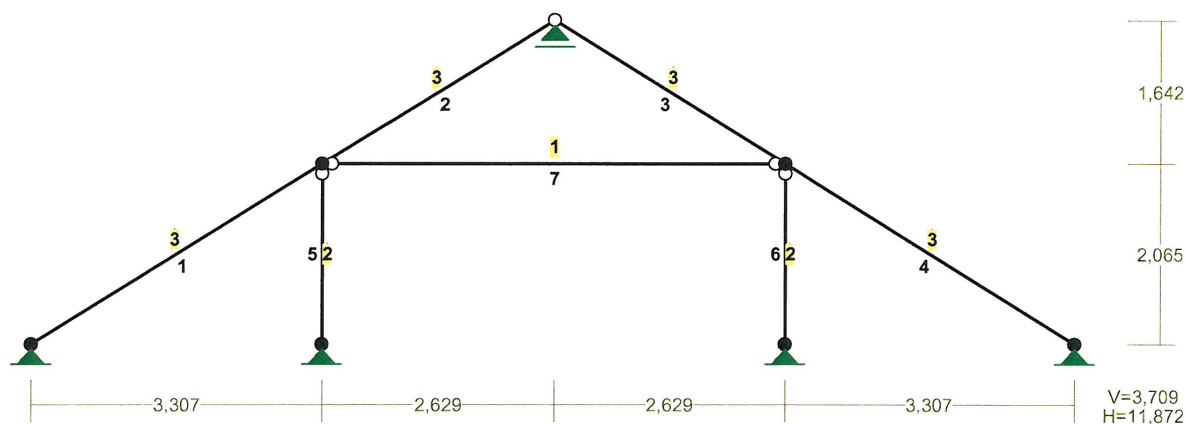
Brak Osiadań



# PRĘTY:



# PRZEKROJE PRĘTÓW:



# PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	5	3,307	2,067	3,900	1,000	3 B 15,5x9,0
2	01	5	2	2,629	1,642	3,100	1,000	3 B 15,5x9,0
3	10	2	4	2,629	-1,643	3,100	1,000	3 B 15,5x9,0
4	00	4	3	3,307	-2,066	3,899	1,000	3 B 15,5x9,0
5	10	5	6	0,000	-2,066	2,066	1,000	2 B 15,5x15,5
6	10	4	7	0,000	-2,066	2,066	1,000	2 B 15,5x15,5
7	11	5	4	5,258	-0,001	5,258	1,000	1 B 15,5x8,0



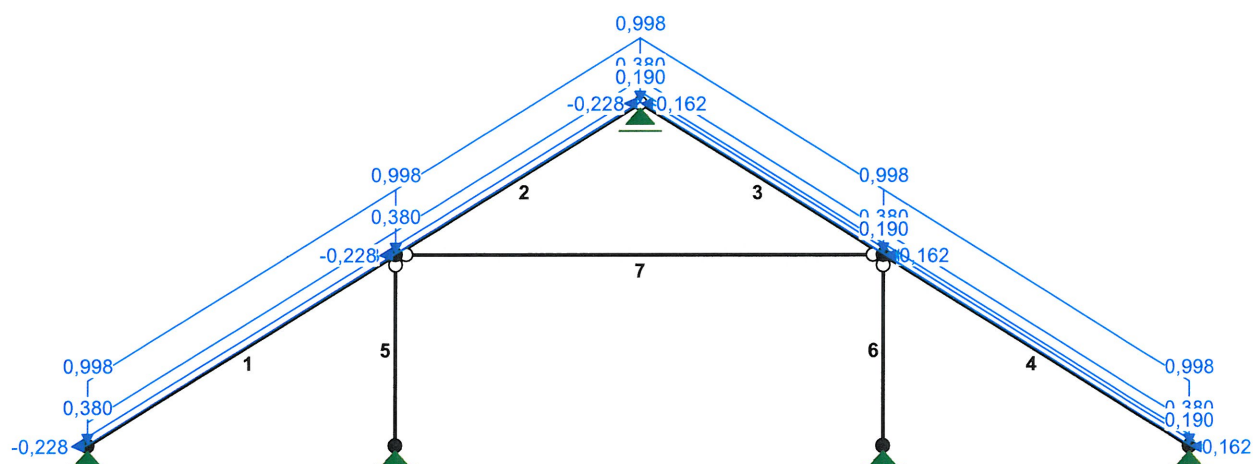
### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>g</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>d</sub> [cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	124,0	2483	661	320	320	15,5 71	Drewno C24
2	240,3	4810	4810	621	621	15,5 71	Drewno C24
3	139,5	2793	942	360	360	15,5 71	Drewno C24

### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
71 Drewno C24	11	24,000	5,00E-06

### OBCIĄŻENIA:



### OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

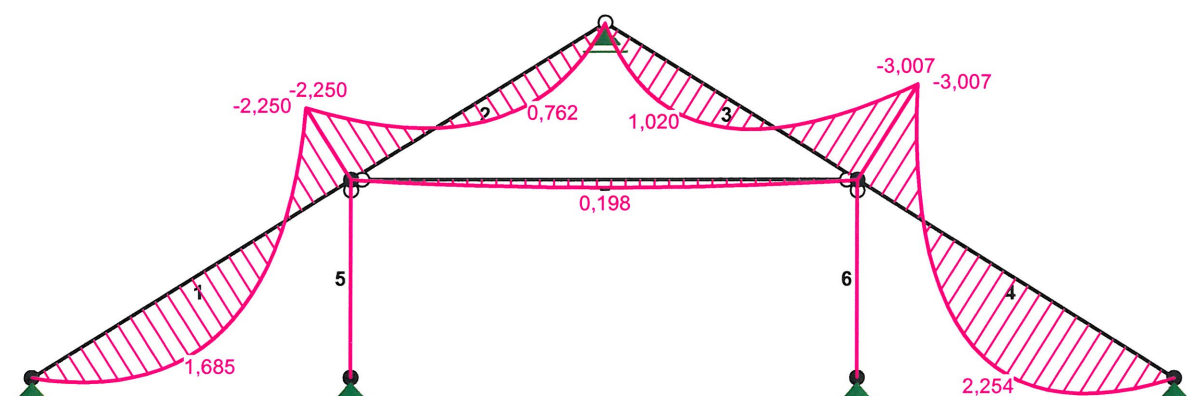
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""			Zmienne γf= 1,30			
1	Liniowe 0,0	0,998	0,998	0,00	3,90	
	0.1.1. Śnieg p=1,050*0,950					
1	Liniowe 0,0	0,380	0,380	0,00	3,90	
	0.3.1. Dach bez dociepleni					
1	Liniowe 90,0	-0,228	-0,228	0,00	3,90	
	0.2.1. Wiat p=-0,240*0,950					
2	Liniowe 0,0	0,998	0,998	0,00	3,10	
	0.1.1. Śnieg p=1,050*0,950					
2	Liniowe 0,0	0,380	0,380	0,00	3,10	
	0.3.1. Dach bez dociepleni					
2	Liniowe 90,0	-0,228	-0,228	0,00	3,10	
	0.2.1. Wiat p=-0,240*0,950					

3	Liniowe	0,0	0,998	0,998	0,00	3,10
0.1.1. Śnieg $p=1,050*0,950$						
3	Liniowe	0,0	0,380	0,380	0,00	3,10
0.3.1. Dach bez dociepleni						
3	Liniowe	0,0	0,190	0,190	0,00	3,10
3	Liniowe	-90,0	0,162	0,162	0,00	3,10
0.2.2. Wiat $p=0,170*0,950$						
4	Liniowe	0,0	0,998	0,998	0,00	3,90
0.1.1. Śnieg $p=1,050*0,950$						
4	Liniowe	0,0	0,380	0,380	0,00	3,90
0.3.1. Dach bez dociepleni						
4	Liniowe	-90,0	0,162	0,162	0,00	3,90
0.2.2. Wiat $p=0,170*0,950$						
4	Liniowe	0,0	0,190	0,190	0,00	3,90

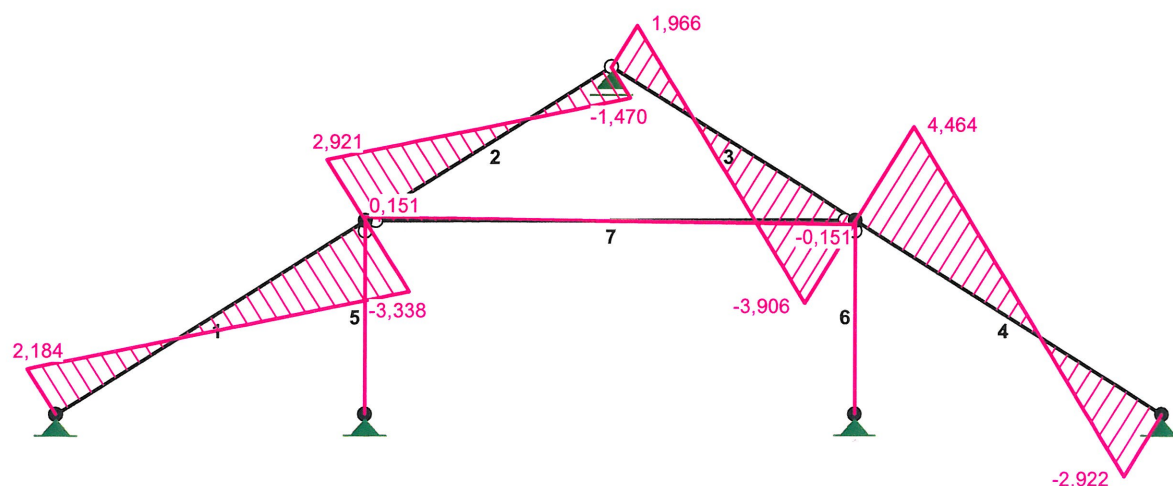
## W Y N I K I

### Teoria I-go rzędu

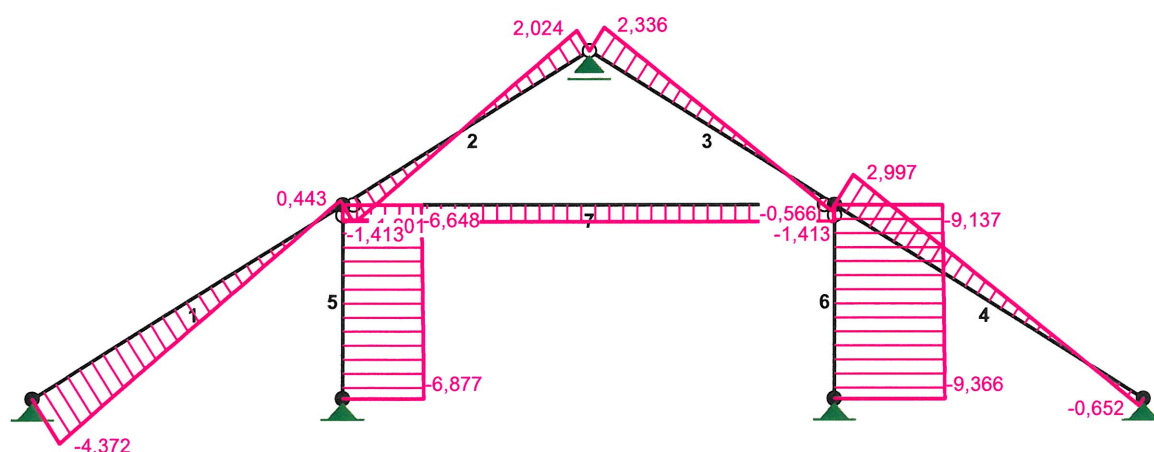
MOMENTY:



TNĄCE:



NORMALNE:

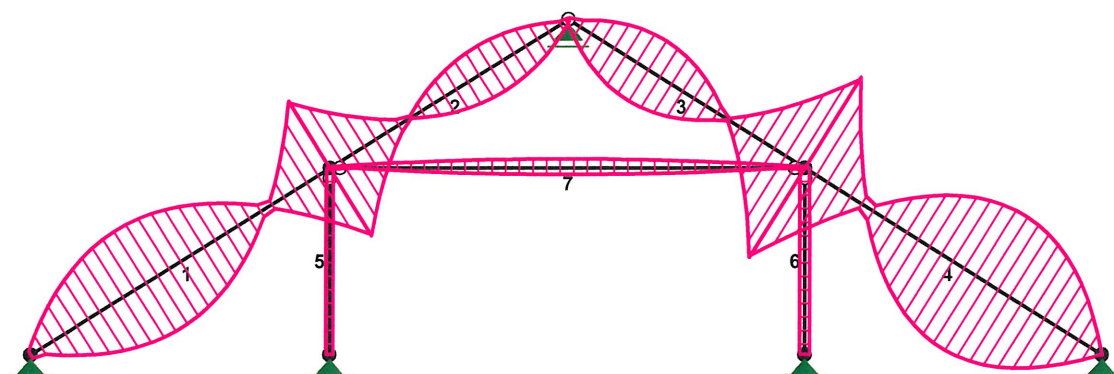


**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,000	2,184	-4,372
	0,39	1,539	<b>1,685*</b>	0,006	-2,472
	1,00	3,900	-2,250	-3,338	0,443
2	0,00	0,000	-2,250	2,921	-1,801
	0,66	2,058	<b>0,762*</b>	0,005	0,739
	1,00	3,100	0,000	-1,470	2,024
3	0,00	0,000	0,000	1,966	2,336
	0,34	1,041	<b>1,020*</b>	-0,007	1,361
	1,00	3,100	-3,007	-3,906	-0,566
4	0,00	0,000	-3,007	4,464	2,997
	0,61	2,361	<b>2,254*</b>	-0,008	0,787
	1,00	3,899	-0,000	-2,922	-0,652
5	0,00	0,000	0,000	-0,000	-6,648
	1,00	2,066	-0,000	-0,000	-6,877
6	0,00	0,000	0,000	0,000	-9,137
	1,00	2,066	0,000	0,000	-9,366
7	0,00	0,000	0,000	0,151	-1,413
	0,50	2,629	<b>0,198*</b>	0,000	-1,413
	0,17	0,904	0,113	0,099	<b>-1,413*</b>
	0,88	4,621	0,084	-0,114	<b>-1,413*</b>
	1,00	5,258	0,000	-0,151	-1,413

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



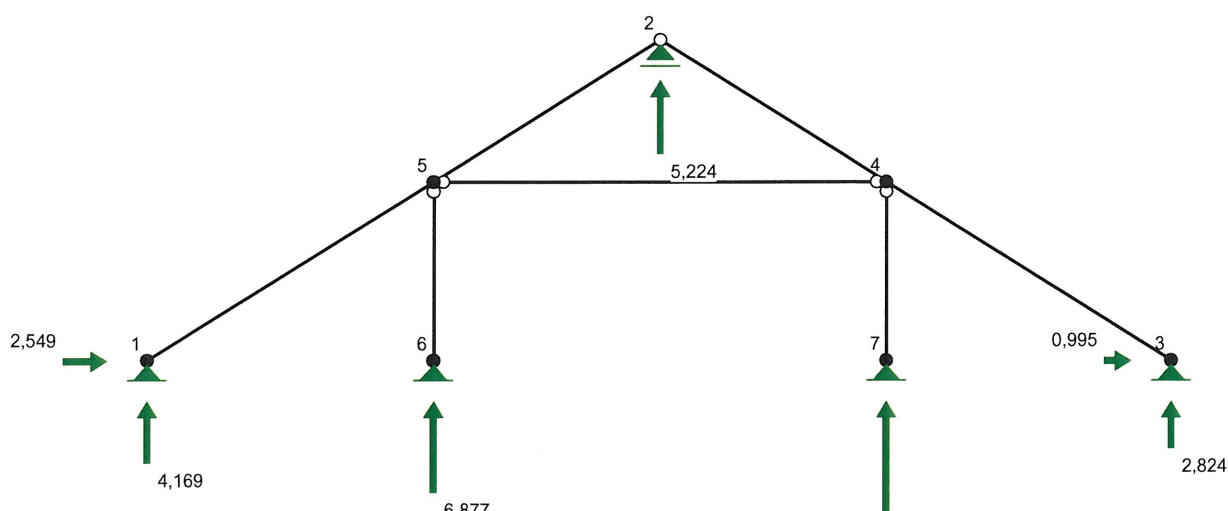
**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	x/L:	x[m]: [MPa]	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
<b>71 Drewno C24</b>					
1	0,00	0,000	-0,313	-0,313	0,013
	1,00	3,900	6,274	-6,211	<b>0,261*</b>
2	0,00	0,000	6,113	-6,372	<b>0,265*</b>
	1,00	3,100	0,145	0,145	0,006
3	0,00	0,000	0,167	0,167	0,007
	1,00	3,100	8,302	-8,384	<b>0,349*</b>
4	0,00	0,000	8,558	-8,128	<b>0,357*</b>
	1,00	3,899	-0,047	-0,047	0,002
5	0,00	0,000	-0,277	-0,277	0,012
	1,00	2,066	-0,286	-0,286	<b>0,012*</b>
6	0,00	0,000	-0,380	-0,380	0,016
	1,00	2,066	-0,390	-0,390	<b>0,016*</b>
7	0,00	0,000	-0,114	-0,114	0,005
	0,50	2,629	-0,732	0,504	<b>0,031*</b>
	1,00	5,258	-0,114	-0,114	0,005

\* = Wartości ekstremalne



# REAKCJE PODPOROWE:



## REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

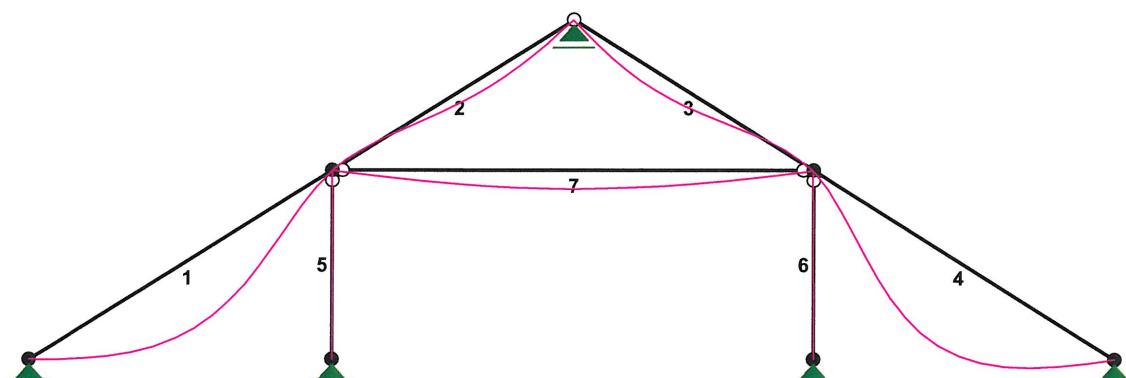
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	2,549	4,169	4,887	
2	-0,000	5,224	5,224	
3	0,995	2,824	2,994	
6	0,000	6,877	6,877	
7	0,000	9,366	9,366	

## PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad]([deg]):
1	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00664 ( -0,380)
2	-0,00006	-0,00000	0,00006	
3	-0,00000	-0,00000	0,00000	0,00890 ( 0,510)
4	-0,00008	-0,00007	0,00011	-0,00248 ( -0,142)
5	-0,00003	-0,00005	0,00006	0,00186 ( 0,107)
6	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00001 ( 0,001)
7	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00004 ( 0,002)

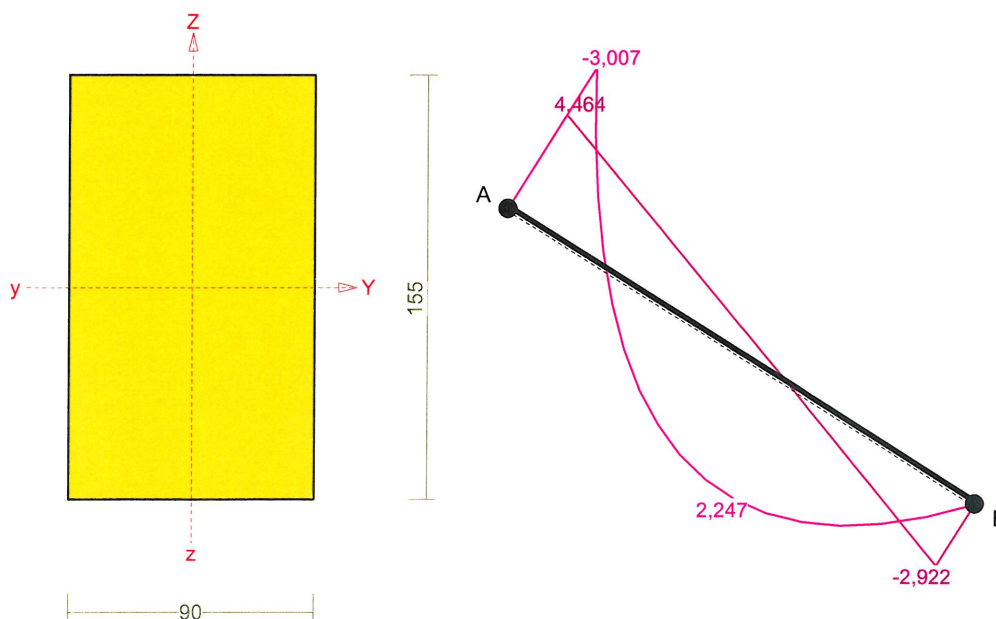
PRZEMIESZCZENIA:



**DEFORMACJE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	F1a[deg]:	F1b[deg]:	f[m]:	L/f:
1	-0,0000	-0,0000	-0,380	0,107	0,0071	552,7
2	-0,0000	0,0000	0,107	0,112	0,0014	2293,1
3	-0,0000	-0,0001	-0,150	-0,142	0,0018	1710,3
4	-0,0001	0,0000	-0,142	0,510	0,0094	413,1
5	-0,0000	-0,0000	0,001	0,001	0,0000	+Inf
6	-0,0001	0,0000	0,002	0,002	0,0000	+Inf
7	-0,0001	-0,0001	-0,073	0,073	0,0021	2518,4

**OBLICZENIE PRZEKROJU - Krokiew 9x15,5cm**



### Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=2792,9$ ;  $J_z=941,6 \text{ cm}^4$ ;  $A=139,50 \text{ cm}^2$ ;  $i_y=4,5$ ;  $i_z=2,6 \text{ cm}$ ;  $W_y=360,4$ ;  $W_z=209,3 \text{ cm}^3$ .

### 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 krokwi

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=3,90 \text{ m}$ , przy obciążeniach „A”.

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 139,50 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 2,997 / 139,50 \times 10 = \mathbf{0,215} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=3,90 \text{ m}$ ;  $x_b=0,00 \text{ m}$ , przy obciążeniach „A”.

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

$$l_c = \mu l = 0,824 \times 3,899 = 3,213 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 0,900 = 0,900 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 3,213 \text{ m};$$

$$l_{c,z} = 0,900 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 3,213 / 0,0447 = 71,81$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 0,900 / 0,0260 = 34,64$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (71,81)^2 = 14,16 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (34,64)^2 = 60,86 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/14,16} = 1,218$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/60,86} = 0,587$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,218 - 0,5) + (1,218)^2] = 1,313$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,587 - 0,5) + (0,587)^2] = 0,681$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,313 + \sqrt{1,313^2 - 1,218^2}) = 0,554$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (0,681 + \sqrt{0,681^2 - 0,587^2}) = 0,974$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 139,50 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,652 / 139,50 \times 10 = \mathbf{0,047} < \mathbf{5,37} = 0,554 \times 9,69 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=3,41 \text{ m}$ ;  $x_b=0,49 \text{ m}$ , przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,014}{0,554 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,08} + \frac{3,327}{11,08} = \mathbf{0,303} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,014}{0,974 \times 9,69} + \frac{0,000}{11,08} + 0,7 \times \frac{3,327}{11,08} = \mathbf{0,212} < \mathbf{1}$$

**Nośność na zginanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=3,90 \text{ m}$ , przy obciążeniach „A”.

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

$$l_d = 1,00 \times 3899 + 155 + 155 = 4209 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4209 \times 155 \times 11,08}{3,142 \times 90^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,391$$

Wartość współczynnika zwiczenia:

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

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 3,007 / 360,38 \times 10^3 = \mathbf{8,343} < \mathbf{11,077} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=0,00 \text{ m}$ ;  $x_b=3,90 \text{ m}$ , przy obciążeniach „A”:



$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,215}{6,46} + \frac{8,343}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,08} = \mathbf{0,786 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,215}{6,46} + 0,7 \times \frac{8,343}{11,08} + \frac{0,000}{11,08} = \mathbf{0,560 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=3,41$  m;  $x_b=0,49$  m, przy obciążeniach „A”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,014^2}{9,69^2} + \frac{3,327}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,08} = \mathbf{0,300 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,014^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{3,327}{11,08} + \frac{0,000}{11,08} = \mathbf{0,210 < 1}$$

### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,90$  m, przy obciążeniach „A”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 4,464 / 139,500 \times 10 = 0,480 \text{ MPa}$$

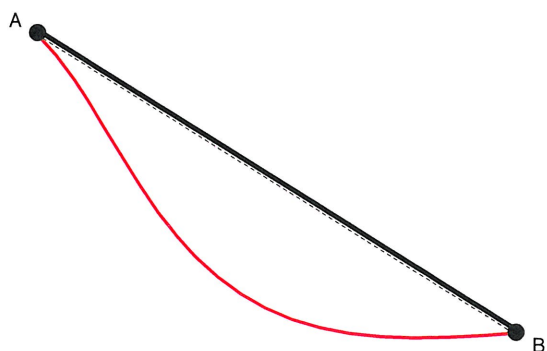
$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 139,500 \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,480^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,480 < 1,154} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

### Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla  $x_a=2,19$  m;  $x_b=1,71$  m, przy obciążeniach „A” liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 26,0 \text{ mm}$$

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

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} (1 + k_{\text{def}}) = -0,2 \times (1 + 0,60) = -0,4 \text{ mm}$$

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

Ugięcia od obciążeń zmiennych („A”):

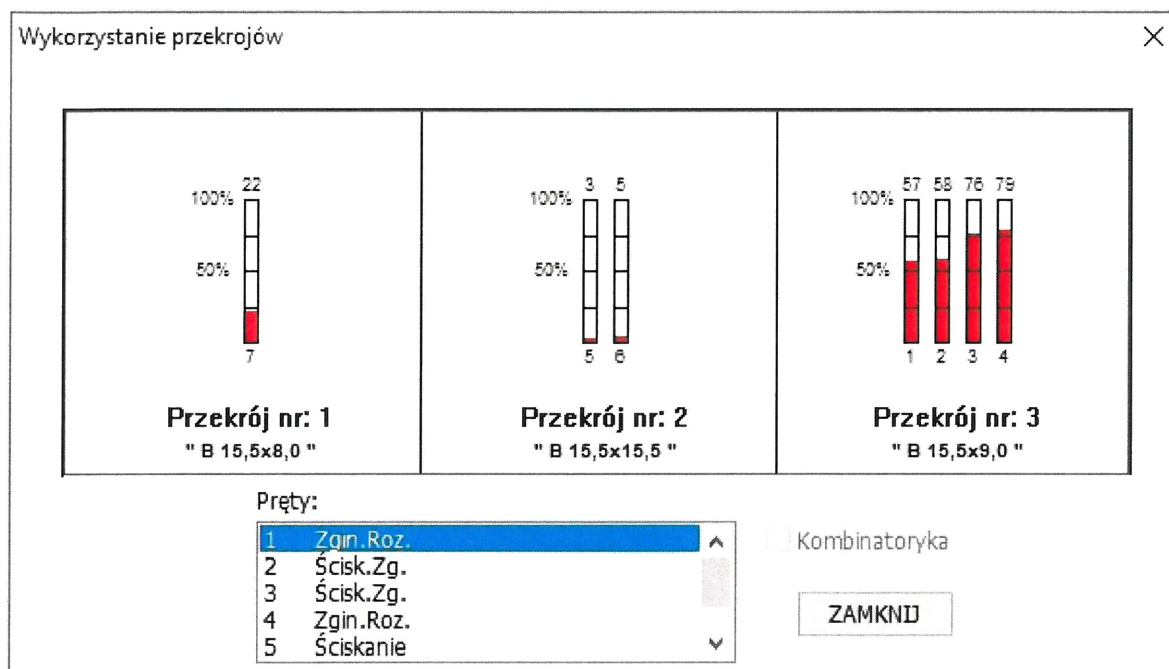
Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stałe** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,fin} = u_{z,inst} (1 + k_{def}) = -7,1 \times (1 + 0,60) = -11,3 \text{ mm}$$

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

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,4 + -11,3 = \mathbf{11,7} < \mathbf{26,0} = u_{net,fin}$$



#### 4. WNIOSKI I ZALECENIA

- Na podstawie przeprowadzonych oględzin i dokonanej oceny stanu technicznego konstrukcji więźby dachowej i pokrycia dachowego stwierdza się że stan techniczny dachu, ścian nośnych zewnętrznych i wewnętrznych jest dobry
- Po przeprowadzeniu analizy wybranych elementów konstrukcyjnych budynku na które działać będą dodatkowe obciążenia wynikające z planowanego montażu paneli fotowoltaicznych, stwierdza się że dopuszczalna nośność elementów konstrukcyjnych dachu nie zostanie przekroczona. Stopień wykorzystania nośności elementów konstrukcyjnych – krokwi wynosi max 79%.
- Nie stwierdzono nadmiernych ugięć wynikających z niewłaściwej pracy i przeciążenia dachu
- Stwierdza się możliwość realizacji inwestycji obejmującej montaż paneli fotowoltaicznych na dachu budynku Zespołu Szkół Publicznych im. Jana Pawła II przy ul. Szkolnej 8 w Kudowie-Zdroju

mgr inż. Piotr Rajca  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
7342/3/75/98  
DOS/BO/1646/01



- Przyjęte obciążenie panelami fotowoltaicznymi –  $19\text{kg/m}^2$ . W przypadku montażu paneli o znacznie większej masie należy dokonać odpowiednich obliczeń sprawdzających

## 5. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA – STAN NA DZIEŃ 12.05.2020r

### *Elewacja frontowa:*





***Konstrukcja więźby dachowej:***







**mgr inż. Piotr Rajca**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid.: N.BGP.V-7342/3/75/98  
DOS/BO/1648/01