

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA  
KONSTRUKCYJNA  
Głęboka termomodernizacja kompleksu  
Gminnego Zespołu Szkół w Michałowie.  
Montaż elektrowni fotowoltaicznej o mocy  
20kW**

Branża: KONSTRUKCYJNA

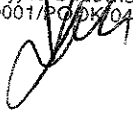
Nr ew. działek: 918, 919, 920, 921, 927, 931, 932, 933, 934, 935, 936,

Inwestor: Gminny Zespół Szkół w Michałowie  
Ul. Sienkiewicza 31  
16-050 Michałowo

Obiekt: Gminny Zespół Szkół w Michałowie  
Ul. Sienkiewicza 31  
16-050 Michałowo

Projektant: mgr inż. Dariusz Kiluk  
Upr. PDL/0001/POOK/04

*mgr inż. Dariusz Kiluk*  
upr. bud. do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjnej-budowlanej  
PDL/0001/POOK/04



Białystok 26.10.2015r

---

**ZAWARTOŚĆ**  
**PROJEKTU KONSTRUKCYJNEGO WYKONAWCZEGO**

1. Opis techniczny

2. Obliczenia statyczne

3. Rysunki:

-Elewacja płd. - wsch., rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych.... rys. nr K-01

-Rzut więźby dachowej..... rys. nr K-02

-Przekrój A-A, B-B.....rys. nr K-03

## **OPIS TECHNICZNY**

do części projektu konstrukcyjnego montażu elektrowni fotowoltaicznej na dachu budynku Gminnego Zespołu Szkół w Michałowie,  
16-050 Michałowo, ul. Sienkiewicza 31

### **I. CZĘŚĆ OGÓLNA**

#### **1. Podstawa opracowania**

- inwentaryzacja budowlana części obiektu w zakresie niezbędnym do wykonania opracowania
- Audyt energetyczny budynku wykonany przez ARCH-EKO Projekt Jolanta Kotowska w lipcu 2013r.
- Projekt instalacji elektrycznych
- Wytyczne producenta systemów mocowań urządzeń – Remor.

#### **2. Spis norm i przepisów prawnych**

- PN-82/B-02000: Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości,
- PN-82/B-02001: Obciążenia budowli. Obciążenia stałe,
- PN-B/06200:2002 Konstrukcje stalowe budowlane. Warunki wykonania i odbioru. Wymagania podstawowe,
- PN-82/B-02003: Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe,
- PN-80/B-02010: Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem,
- PN-77/B-02011: Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem,
- PN-90/B-03200: Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie,
- PN-B-03264: 2002: Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie,
- Dz. U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- Dz. U. z 2003 r. Nr 33, poz. 270: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 lutego 2003 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- Dz. U. z 2004 r. Nr 109, poz. 1156: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,

### **II. OPIS KONSTRUKCJI**

#### **1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt konstrukcyjny montażu instalacji fotowoltaicznej na dachu istniejącego budynku.

Budynek na którym ma zostać wykonana instalacja fotowoltaiczna jest obiektem czterokondygnacyjnym, wykonany w technologii wielkoblokowej.

Wykonano obliczenia statyczne sprawdzające nośność istniejącej więźby dachowej. Zgodnie z wynikami obliczeń zaprojektowano wzmocnienie polegające na ustawieniu dwóch dodatkowych rzędów płatwi opartych na słupkach drewnianych, które stanowią dodatkowe podparcia dla krokwi dachowych.

## **2. Montaż ogniw fotowoltaicznych**

Projektowane zestawy ogniw fotowoltaicznych zamontować przy pomocy gotowych systemów mocowań np. firmy REMOR SA – dostosowanych do istniejącego pokrycia dachu.

## **3. Zabezpieczenie konstrukcji drewnianej**

Zabezpieczenie antykorozyjne elementów drewnianych wykonać poprzez zaimpregnowanie preparatami owado i grzybobójczymi np. SOLTOX, INTOX S oraz ogniochronnymi np. OGNIOCHRON, FOBOS, FIRESTOP.

## **4. Użytkowanie instalacji**

Właściciel budynku posiadający zestaw solarny jest zobowiązany do jego odśnieżania, czyszczenia, oraz użytkowania zgodnie z przeznaczeniem.

**UWAGA: wszystkie prace budowlane należy wykonać zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych" tom I. Budownictwo Ogólne oraz warunkami BHP jakie obowiązują w budownictwie.**

Opracował: Dariusz Kiluk

*mgr inż. Dariusz Kiluk*  
upr. bud. do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności  
konstruktynno-budowlanej  
POL/0001/POOK/04

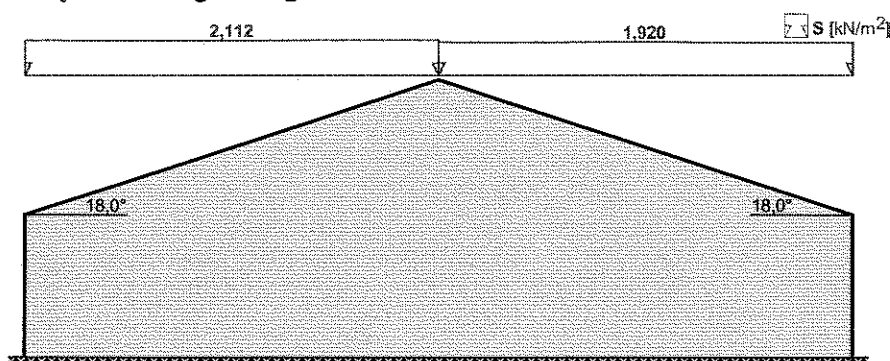


# OBLICZENIA STATYCZNE

do projektu konstrukcyjnego montażu elektrowni fotowoltaicznej na dachu  
Gminnego Zespołu Szkół w Michałowie, ul. Sienkiewicza 31

## 1. Zestawienia obciążeń do obliczeń statycznych

### Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1



- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
  - strefa obciążenia śniegiem 4 →  $Q_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$

#### Łańc bardziej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci  $\alpha = 18,0^\circ$

$$C_2 = 0,8 + 0,4 \cdot (\alpha - 15^\circ) / 15^\circ = 0,8 + 0,4 \cdot (18,0^\circ - 15^\circ) / 15^\circ = 0,880$$

#### Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 1,600 \cdot 0,880 = 1,408 \text{ kN/m}^2$$

#### Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 1,408 \cdot 1,5 = 2,112 \text{ kN/m}^2$$

#### Łańc mniej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu:

nachylenie połaci  $\alpha = 18,0^\circ$

$$C_1 = 0,8$$

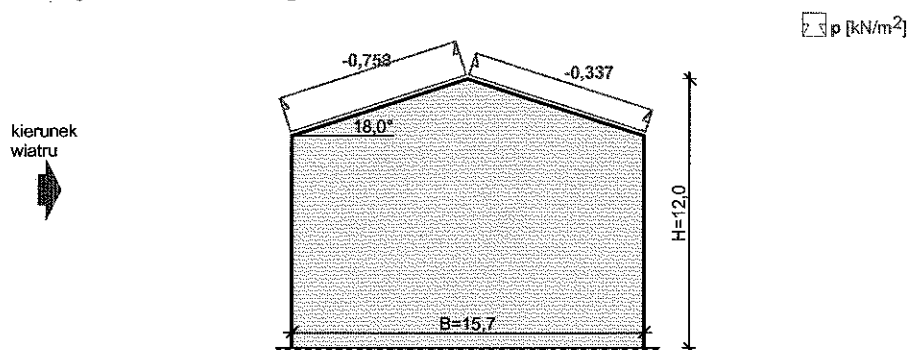
#### Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 1,600 \cdot 0,800 = 1,280 \text{ kN/m}^2$$

#### Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 1,280 \cdot 1,5 = 1,920 \text{ kN/m}^2$$

### Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-3



- Budynek o wymiarach: B = 15,7 m, L = 29,7 m, H = 12,0 m
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci  $\alpha = 18,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
  - strefa obciążenia wiatrem I; H = 300 m n.p.m.  $\rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$
  - $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
  - rodzaj terenu: A; z = H = 12,0 m  $\rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 12,0 = 1,04$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
  - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
  - budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

#### Połączenie zewnętrzne:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
  - $C_z = -0,9$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
  - $C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$

#### Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,04 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,505 \text{ kN/m}^2$$

#### Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,505) \cdot 1,5 = -0,758 \text{ kN/m}^2$$

#### Połączenie wewnętrzne:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
  - $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
  - $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$

#### Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,04 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,225 \text{ kN/m}^2$$

#### Obciążenie obliczeniowe:

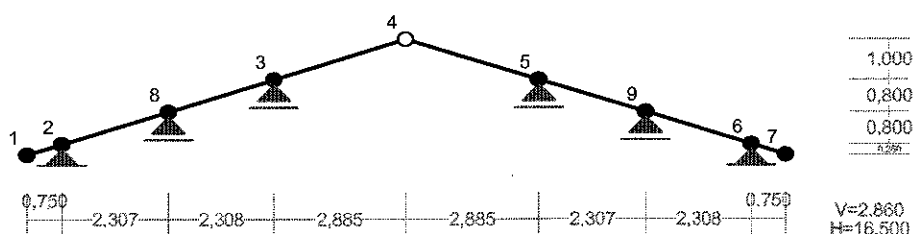
$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,225) \cdot 1,5 = -0,337 \text{ kN/m}^2$$

Tablica 3. Dach - obciążenia stałe – stan istniejący

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Blacha stalowa, cynkowa lub miedziana o grubości 0,55 mm [0,350kN/m <sup>2</sup> ]	0,35	1,30	--	0,45
2.	Kontrłaty [0,010kN/m <sup>2</sup> ]	0,01	1,30	--	0,01
3.	Łaty [0,070kN/m <sup>2</sup> ]	0,07	1,30	--	0,09
4.	Folia [0,005kN/m <sup>2</sup> ]	0,01	1,20	--	0,01
5.	Ciężar własny krokwi [0,120kN/m <sup>2</sup> ]	0,12	1,20	--	0,14
		$\Sigma:$	1,28	--	0,71

## 2. Konstrukcja dachu

WĘZŁY:



**WĘZŁY:**

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	6	15,750	0,260
2	0,750	0,260	7	16,500	0,000
3	5,365	1,860	8	3,057	1,060
4	8,250	2,860	9	13,442	1,060
5	11,135	1,860			

**PODPORY:**

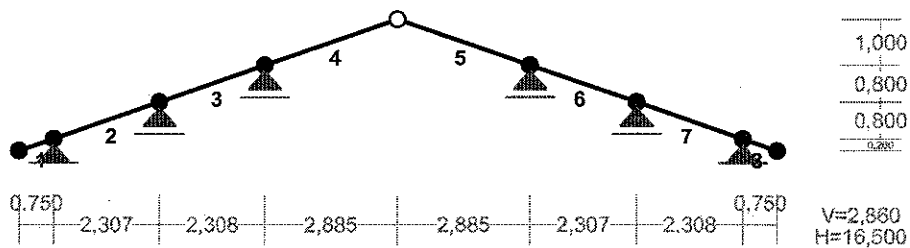
Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*) [ m / k N ]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
3	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
5	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
6	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
8	przesuwna	0,0	0,000E+00*		
9	przesuwna	0,0	0,000E+00*		

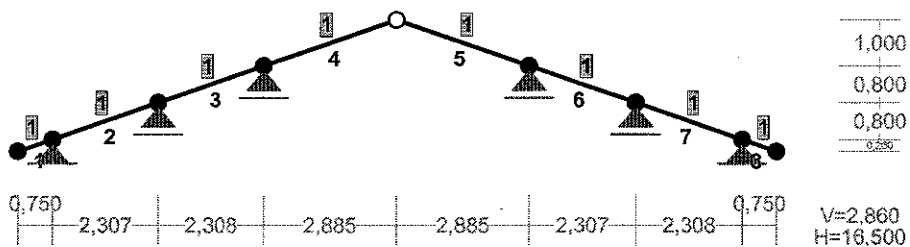
**OSIADANIA:**

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*) [m]:	Wy[m]:	FTo[grad]:
Brak Osiedań				

**PRĘTY:**



**PRZEKROJE PRĘTÓW:**



**PRĘTY UKŁADU:**

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

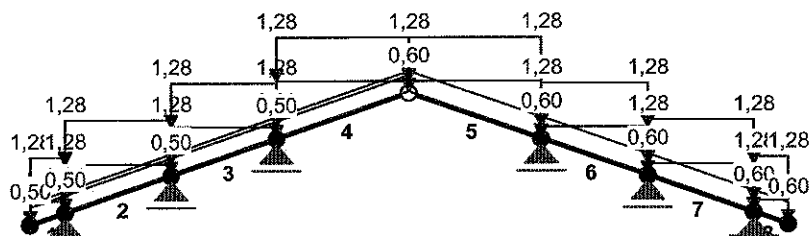
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,750	0,260	0,794	1,000	1 Krokwie
2	00	2	8	2,307	0,800	2,442	1,000	1 Krokwie
3	00	8	3	2,308	0,800	2,443	1,000	1 Krokwie
4	01	3	4	2,885	1,000	3,053	1,000	1 Krokwie
5	10	4	5	2,885	-1,000	3,053	1,000	1 Krokwie
6	00	5	9	2,307	-0,800	2,442	1,000	1 Krokwie
7	00	9	6	2,308	-0,800	2,443	1,000	1 Krokwie
8	00	6	7	0,750	-0,260	0,794	1,000	1 Krokwie

**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	160,0	3413	1333	427	427	16,0	45 Drewno C24

**STAŁE MATERIAŁOWE:**

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napreż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
45 Drewno C24	11000	24,000	5,00E-06

**OBCIĄŻENIA:****OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "Śnieg"				Zmienne	γf= 1,50	
1	Liniowe-Y	0,0	1,28	1,28	0,00	0,79
2	Liniowe-Y	0,0	1,28	1,28	0,00	2,44
3	Liniowe-Y	0,0	1,28	1,28	0,00	2,44
4	Liniowe-Y	0,0	1,28	1,28	0,00	3,05
5	Liniowe-Y	0,0	1,28	1,28	0,00	3,05
6	Liniowe-Y	0,0	1,28	1,28	0,00	2,44
7	Liniowe-Y	0,0	1,28	1,28	0,00	2,44
8	Liniowe-Y	0,0	1,28	1,28	0,00	0,79
Grupa: B "Pokrycie"				Stałe	γf= 1,20	
1	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	0,79



2	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	2,44
3	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	2,44
4	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	3,05
5	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	3,05
6	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	2,44
7	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	2,44
8	Liniowe	0,0	0,60	0,60	0,00	0,79

Grupa: C "Panele"

1	Liniowe	0,0	0,50	0,50	0,00	0,79
2	Liniowe	0,0	0,50	0,50	0,00	2,44
3	Liniowe	0,0	0,50	0,50	0,00	2,44
4	Liniowe	0,0	0,50	0,50	0,00	3,05

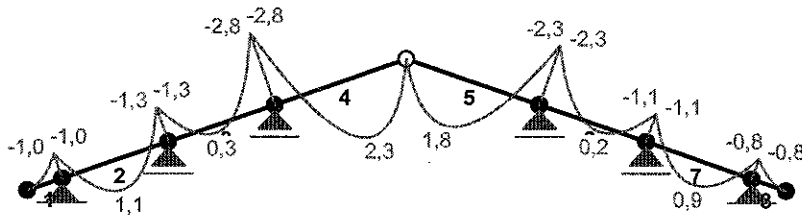
Stałe  $\gamma_f = 1,20$

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

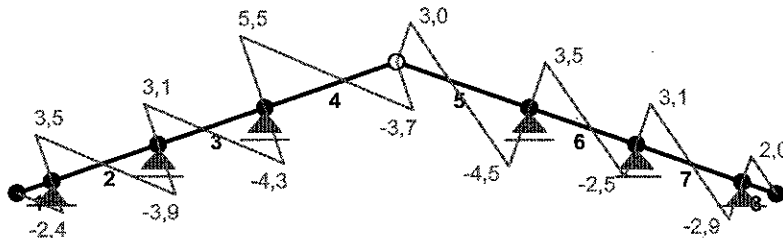
**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - "Śnieg"	Zmienne 1	1,00	1,50
B - "Pokrycie"	Stałe		1,20
C - "Panele"	Stałe		1,20

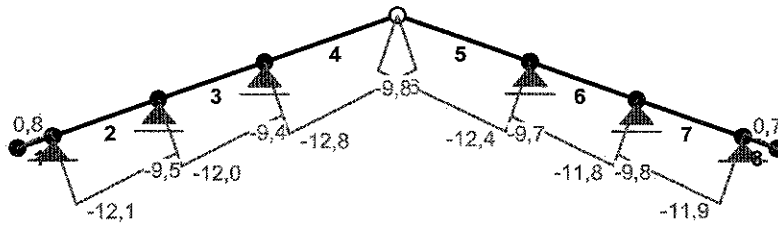
**MOMENTY:**



**TNĄCE:**



NORMALNE:

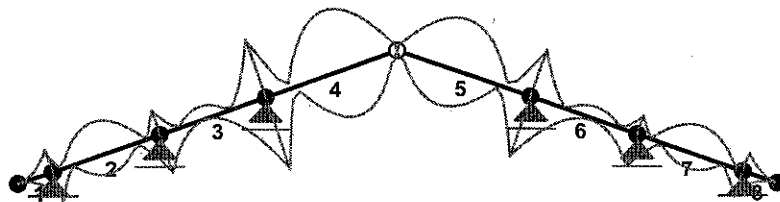


**SILY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,0	-0,0	-0,0
	1,00	0,794	-1,0	-2,4	0,8
2	0,00	0,000	-1,0	3,5	-12,1
	0,48	1,173	<b>1,1*</b>	-0,0	-10,9
	1,00	2,442	-1,3	-3,9	-9,5
3	0,00	0,000	-1,3	3,1	-12,0
	0,42	1,021	<b>0,3*</b>	0,0	-10,9
	1,00	2,443	-2,8	-4,3	-9,4
4	0,00	0,000	-2,8	5,5	-12,8
	0,60	1,825	<b>2,3*</b>	0,0	-10,9
	1,00	3,053	0,0	-3,7	-9,6
5	0,00	0,000	0,0	3,0	-9,8
	0,40	1,229	<b>1,8*</b>	-0,0	-10,9
	1,00	3,053	-2,3	-4,5	-12,4
6	0,00	0,000	-2,3	3,5	-9,7
	0,58	1,421	<b>0,2*</b>	0,0	-10,9
	1,00	2,442	-1,1	-2,5	-11,8
7	0,00	0,000	-1,1	3,1	-9,8
	0,52	1,269	<b>0,9*</b>	0,0	-10,9
	1,00	2,443	-0,8	-2,9	-11,9
8	0,00	0,000	-0,8	2,0	0,7
	1,00	0,794	0,0	0,0	0,0

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



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

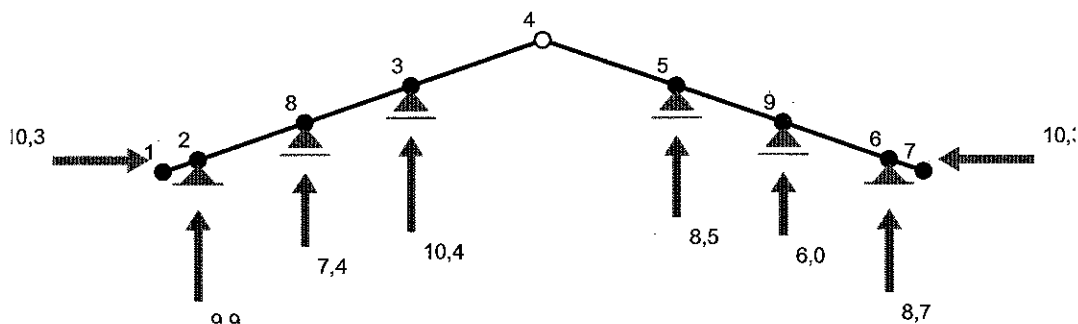
Pręt: x/L: x[m]: SigmaG: SigmaD: SigmaMax/Ro:  
 [MPa]

**45 Drewno C24**

1	0,00	0,000	-0,0	-0,0	0,000
	1,00	0,794	2,3	-2,2	<b>0,095*</b>
2	0,00	0,000	1,5	-3,0	0,125
	1,00	2,442	2,5	-3,7	<b>0,154*</b>
3	0,00	0,000	2,4	-3,9	0,161
	1,00	2,443	5,9	-7,1	<b>0,296*</b>
4	0,00	0,000	5,7	-7,3	<b>0,305*</b>
	1,00	3,053	-0,6	-0,6	0,025
5	0,00	0,000	-0,6	-0,6	0,026
	1,00	3,053	4,6	-6,1	<b>0,255*</b>
6	0,00	0,000	4,7	-5,9	<b>0,248*</b>
	1,00	2,442	1,8	-3,2	0,135
7	0,00	0,000	1,9	-3,1	<b>0,130*</b>
	1,00	2,443	1,1	-2,6	0,107
8	0,00	0,000	1,9	-1,8	<b>0,078*</b>
	1,00	0,794	-0,0	0,0	0,000

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:



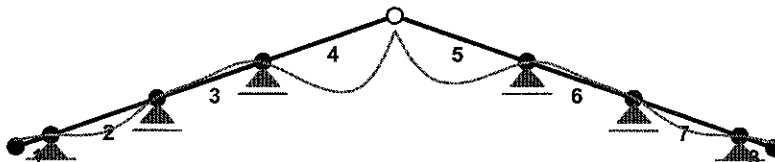
**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
2	10,3	9,9	14,2	
3	0,0	10,4	10,4	
5	0,0	8,5	8,5	
6	-10,3	8,7	13,5	
8	-0,0	7,4	7,4	
9	-0,0	6,0	6,0	

**PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:** T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+ABC

Węzeł:	Ux [m]:	Uy [m]:	Wypadkowe [m]:	Fi [rad] ([deg]):
1	-0,00023	0,00065	0,00069	-0,00069 ( -0,040)
2	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00137 ( -0,078)
3	-0,00032	-0,00000	0,00032	-0,00254 ( -0,146)
4	-0,00000	-0,00150	0,00150	
5	0,00032	-0,00000	0,00032	0,00210 ( 0,121)
6	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00112 ( 0,064)
7	0,00019	0,00053	0,00056	0,00057 ( 0,033)
8	-0,00016	-0,00000	0,00016	0,00101 ( 0,058)
9	0,00016	-0,00000	0,00016	-0,00084 ( -0,048)

PRZEMIESZCZENIA:



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

Pręt:	Wa [m]:	Wb [m]:	F1a [deg]:	F1b [deg]:	f [m]:	L/f:
1	0,0007	0,0000	-0,040	-0,078	0,0001	12582,2
2	-0,0000	0,0001	-0,078	0,058	0,0015	1658,4
3	0,0001	0,0001	0,058	-0,146	0,0006	4269,7
4	0,0001	-0,0014	-0,146	0,304	0,0049	623,5
5	-0,0014	0,0001	-0,240	0,121	0,0040	772,8
6	0,0001	0,0001	0,121	-0,048	0,0005	5072,9
7	0,0001	0,0000	-0,048	0,064	0,0012	2026,3
8	-0,0000	0,0006	0,064	0,033	0,0001	15476,8

*mgr inż. Dariusz Kiluk*  
 upr. bud. do projektowania  
 bez ograniczeń w specjalności  
 konstrukcyjno-budowlanej  
 PDL/0001/PBCK/04

ORIENTACYJNY WYKAZ DREWNA  
WIEŻBY DACHOWEJ

Nr	Ilość	Przekrój				Długość	Długość ogólna	Objętość
	[szt]	[cm]	x	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm]	[m]	[m <sup>3</sup> ]
Słup								
1.	26	12	x	12	144,00	200,00	52,0	0,7488
Płatwie								
2.	1	8	x	12	96,00	5800,00	58,0	0,5568
3.	1	12	x	14	168,00	5800,00	58,0	0,9744
Miecze								
4.	38	10	x	10	100,00	170,00	64,6	0,6460
Kleszcze								
5.	52	8	x	20	160,00	270,00	140,4	2,2464
							SUMA [m <sup>3</sup> ]:	5,17