

## EKSPERTYZA TECHNICZNA

do projektu instalacji ogniw fotowoltaicznych

***Egz. E.***

***Obiekt:*** *Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych  
im. Stanisława Staszica*

***Adres obiektu:*** *Połczyn-Zdrój  
ul. Staszica 6  
78-320 Połczyn Zdrój*

***Nr działki:*** *184/2*

***Inwestor:*** *Starostwo Powiatowe w Świdwinie  
ul. Mieszka I 16  
78-300 Świdwin*

***Sporządził:***  
mgr inż. Przemysław Żurowski  
*upr. bud. nr ZAP/0051/POOK/04*

***Opracował:***  
mgr inż. Marcin Inglot

## SPIS TREŚCI

I.	Podstawa opracowania .....	3
II.	Postawa merytoryczna opracowania .....	3
III.	Przedmiot opracowania .....	3
IV.	Cel opracowania .....	4
V.	Podstawa formalna .....	4
VI.	Opis budynku .....	4
VII.	Analiza pracy konstrukcji .....	5
VIII.	Wnioski z obliczeń statycznych .....	5
IX.	Uwagi i zalecenia .....	6
X.	Zebranie obciążeń, obliczenia statyczne i wytrzymałościowe .....	7

## SPIS RYSUNKÓW

1.	Szkic sytuacyjny .....	-
2.	Rozmieszczenie ogniw fotowoltaicznych na dachu .....	1:100
3.	Przekrój charakterystyczny więźby dachowej .....	1:50

# **Ekspertyza budowlana**

**w sprawie oceny możliwości zamontowania instalacji ogniw fotowoltaicznych na dachu głównym budynku Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych przy ulicy Staszica 6 w Połczynie-Zdroju.**

## ***I. Podstawa opracowania.***

1. Zlecenie Inwestora;
2. Archiwalny projekt budowlany przebudowy elewacji i kolorystyki budynku szkolnego (październik 2005);
3. Archiwalny projekt rozbudowy budynku szkoły w Połczynie Zdroju (czerwiec 2010);
4. Wizja lokalna;
5. Przepisy i normy projektowe.

## ***II. Podstawa merytoryczna opracowania***

PN-82/B-02001	Obciążenie budowli. Obciążenia stałe.
PN-82/B-02003	Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia zmienne technologiczne i montażowe.
PN-80/B-02010/Az1	Obciążenia budowli. Obciążenie śniegiem.
PN-77/B-02011	Obciążenia budowli. Obciążenie wiatrem.
PN-81/B-03150	Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych. Obliczenia statyczne i projektowanie.

## ***III. Przedmiot opracowania***

Przedmiotem opracowania jest ocena nośności dachu budynku głównego Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych im. Stanisława Staszica w Połczynie Zdroju i możliwości dociążenia go instalacją ogniw fotowoltaicznych.

#### **IV. Cel opracowania.**

Celem opracowania jest analiza pracy układu konstrukcji budynku w celu ustalenia możliwości przeniesienia ciężaru instalacji ogniw fotowoltaicznych przez konstrukcję dachu, na której ta instalacja ma spoczywać.

#### **V. Podstawa formalna.**

Opracowanie wykonano na zlecenie Starostwa Powiatowego w Świdwinie.

#### **VI. Opis budynku.**

Przedmiotowy obiekt składa się z trzech połączonych budynków: głównego, od strony południowej, który jest przedmiotem opracowania, później zrealizowanych od strony północnej łącznika i sali gimnastycznej, oraz ostatniej, zrealizowanej po stronie wschodniej części socjalnej. Budynek główny, którego dotyczy opracowanie, jest w pełni podpiwniczony, posiada trzy kondygnacje naziemne oraz poddasze nieużytkowe. W całym budynku głównym wydzielono sale lekcyjne, część socjalną oraz administracyjną. Komunikacja pionowa odbywa się za pośrednictwem dwóch niezależnych klatek schodowych. Na przestrzeń poddasza prowadzą schody z trzeciego piętra. Dach części objętej opracowaniem czterospadowy ze spadkiem dachu ca. 37°.

Budynek wykonany metodą tradycyjną - murowany. Stropy żelbetowe, wylewane na mokro. Konstrukcja dachu płatwiowo-kleszczowa. Dach kryty blachą płaską łączoną na rąbki podłużne i poprzeczne, mocowaną do sztywnego deskowania. Dach nieocieplony.

Budynek przeszedł kompletny remont elewacji, wykonano kompleksową termomodernizację. Stan ogólny budynku ocenia się jako dobry. Nie stwierdzono ubytków w poszyciu dachowym, jednak widać na nim ślady zużycia. Drewno konstrukcji dachowej zaimpregnowane, nie stwierdzono uszkodzeń z tytułu żerowisk owadów. Nie stwierdzono zawilgocenia lub oznak korozji biologicznej. Nie stwierdzono obecności wykwitów na elewacji. Nie zauważono oznak nadmiernego wyężenia elementów konstrukcyjnych takich jak np. zarysowania, pęknięcia czy nadmierne ugięcie.

## ***VII. Analiza pracy konstrukcji.***

Konstrukcja dachu wykonana jako dach płatwiowo-kleszczowy ze ściankami stolcowymi prostopadłymi do płaszczyzny krokwi. Płatwie pośrednie, podparte przez zastrzały, zamocowano prostopadle do krokwi. Płatew kalenicowa podparta przez słupy potrójne. Wykonano kleszcze na trzech poziomach, na poziomie płatwi kalenicowej, płatwi pośrednich oraz murlat, jednak podczas remontu poddasza usunięto część kleszczy dolnych. Rozstaw wiązarów pełnych wynosi ca 3,8m, natomiast rozstaw krokwi 0,90m.

### **Przekroje elementów**

Krokwie	5x16cm
Płatwie pośrednie	17x22 cm
Płatew kalenicowa	17x22 cm
Kleszcze	2x5x16 cm
Murlaty	14x14 cm
Miecze	12x12 cm

## ***VIII. Wnioski z obliczeń statycznych.***

Do obliczeń statycznych przyjęto, że więźbę wykonano z drewna sosnowego najniższej klasy. Założono również usztywnienie krokwi przez istniejące drewniane poszycie dachu na kierunku prostopadłym do przekroju pracy. Ponieważ nie było możliwe określenie klasy drewna, do obliczeń statycznych przyjęto najniższą możliwą klasę drewna sosnowego. Wynikiem obliczeń statycznych określono, że **na istniejącej więźbie dachowej można umieścić dodatkowe obciążenie w postaci instalacji 123 ogniwo fotowoltaicznych na jednej z połaci.** W załączeniu umieszczono schemat dopuszczalnego rozłożenia ogniwo fotowoltaicznych.

## **IX. Uwagi i zalecenia**

Powyższe opracowanie nie zdejmuje z Inspektora Nadzoru obowiązku kontrolowania prowadzenia prac i poprawności ich wykonania. Jako osoba posiadająca uprawnienia do pełnienia samodzielnych funkcji w budownictwie zobligowany jest do obserwacji prowadzonych prac, a w wyniku wystąpienia niepokojących oznak wstrzymania robót, z uwagi na inne czynniki, które nie mogły zostać przewidziane w opracowaniu a mogą wpłynąć na bezpieczeństwo robót i eksploataowania budynku.

Sporządził:  
mgr inż. Przemysław Żurowski

Opracował:  
mgr inż. Marcin Inglot

*Opracowanie objęte jest prawem autorskim. Wszelkie kopiowanie, powielanie i dokonywanie zmian w opracowaniu jest niedozwolone.  
Ważność opracowania ustala się na jeden rok czyli do 25.11.2014 r.*

---

EKSPERTYZA BUDOWLANA w sprawie oceny możliwości instalacji ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku głównego  
Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych im. St. Staszica w Połczynie-Zdroju  
Obiekt: Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych im. St. Staszica, ul. Staszica 6, 78-320 Połczyn-Zdrój  
Sporządził: mgr inż. Przemysław Żurowski, nr UPR. ZAP/0051/POOK/04  
Opracował: mgr inż. Marcin Inglot

Kołobrzeg-Budzistowo, listopad 2013 r.

## X. Zebranie obciążeń i obliczenia statyczne

### 1. Zebranie obciążeń

Ciężar powierzchni dachu:

	grubość [m]	ciężar [kN/m <sup>3</sup> ]	qk [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$	qd [kN/m <sup>2</sup> ]
blacha pokrycia	-	-	0,06	1,20	0,07
deskowanie	0,022	5,5	0,12	1,20	0,14
ciężar instalacji ogniów	-	-	0,20	1,20	0,24
		suma	0,38		0,45

Obciążenie dachu śniegiem:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

$\mu_i$  – wsp. kształtu dachu

$C_e$  – wsp. ekspozycji

$C_t$  – wsp. termiczny

$s_k$  - wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu

$\mu_i = 0,92$  - dach dwuspadowy, kąt pochylenia połaci 37%

$C_e = 1,0$  - nie występuje znaczące przenoszenie śniegu

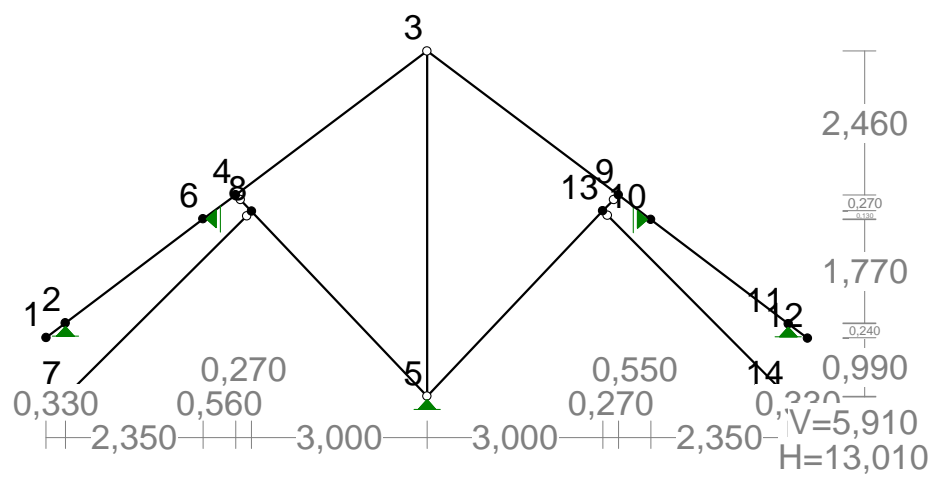
$C_t = 1,0$  - stropodach wentylowany, nie zachodzi konieczność

$s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$  obniżenia obciążenia z powodu topnienia śniegu

$$s = 0,92 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

**Obliczenia statyczne więźby dachowej**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	1,010	8	3,510	3,170
2	0,330	1,260	9	9,780	3,450
3	6,510	5,910	10	10,330	3,030
4	3,240	3,450	11	12,680	1,250
5	6,510	0,010	12	13,010	1,000
6	2,680	3,040	13	9,510	3,180
7	0,330	0,010	14	12,680	0,000

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx(Do*): [ m / k N ]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
2	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
5	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
6	przesuwna	90,0	0,000E+00*		
7	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
10	przesuwna	-90,0	0,000E+00*		
11	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	
14	stała	0,0	0,000E+00	0,000E+00	

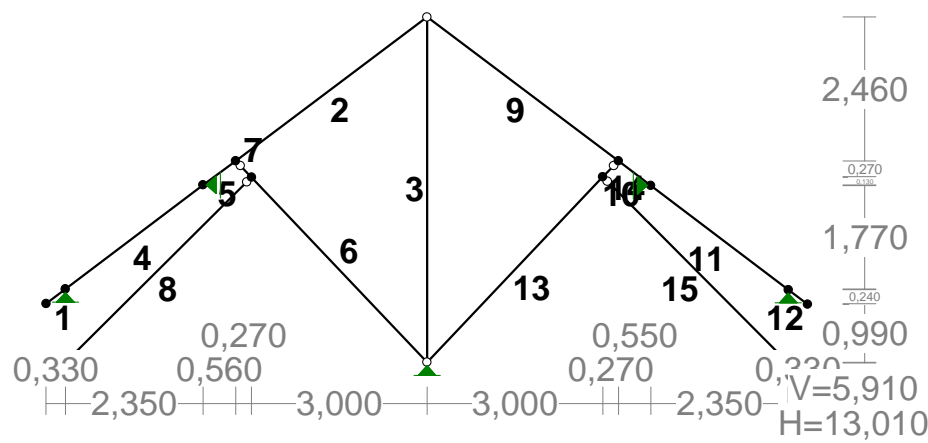
OSIADANIA:

Węzeł:	Kąt:	Wx(Wo*) [m]:	Wy[m]:	FIo[grad]:
B r a k O s i a d a ń				

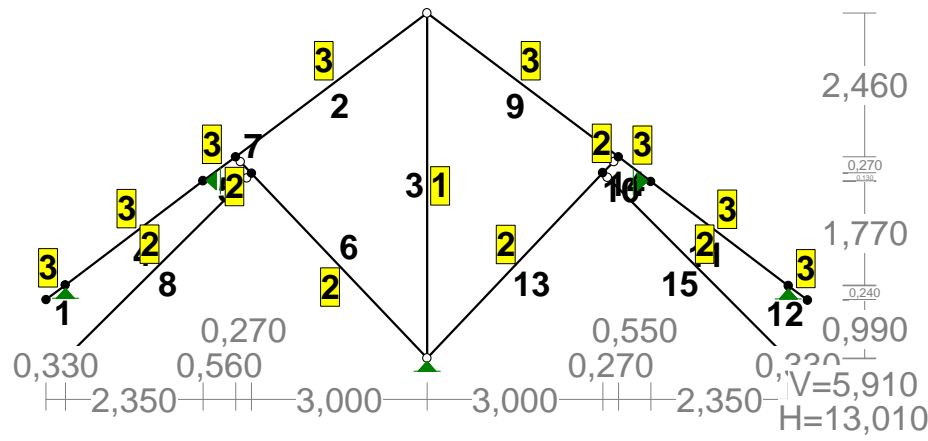


# **Obliczenia statyczne więźby dachowej** przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,330	0,250	0,414	1,000	3 B 160x50
2	01	4	3	3,270	2,460	4,092	1,000	3 B 160x50

**Obliczenia statyczne więźby dachowej**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

3	11	3	5	0,000	-5,900	5,900	1,000	1 B 140x140
4	00	2	6	2,350	1,780	2,948	1,000	3 B 160x50
5	00	6	4	0,560	0,410	0,694	1,000	3 B 160x50
6	10	5	8	-3,000	3,160	4,357	1,000	2 B 140x140
7	01	8	4	-0,270	0,280	0,389	1,000	2 B 140x140
8	01	7	8	3,180	3,160	4,483	1,000	2 B 140x140
9	10	3	9	3,270	-2,460	4,092	1,000	3 B 160x50
10	00	9	10	0,550	-0,420	0,692	1,000	3 B 160x50
11	00	10	11	2,350	-1,780	2,948	1,000	3 B 160x50
12	00	11	12	0,330	-0,250	0,414	1,000	3 B 160x50
13	10	5	13	3,000	3,170	4,365	1,000	2 B 140x140
14	01	13	9	0,270	0,270	0,382	1,000	2 B 140x140
15	10	13	14	3,170	-3,180	4,490	1,000	2 B 140x140

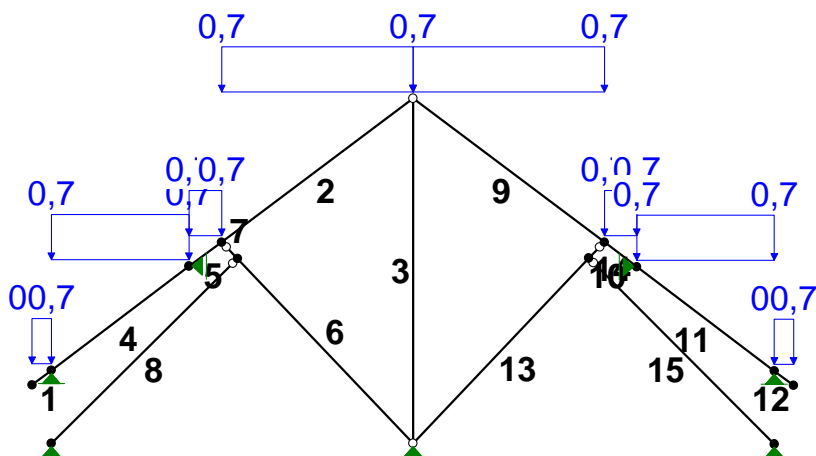
**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

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	196,0	3201	3201	457	457	14,0	24 Sosna K21
2	196,0	3201	3201	457	457	14,0	24 Sosna K21
3	80,0	1707	167	213	213	16,0	24 Sosna K21

**STAŁE MATERIAŁOWE:**

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
24 Sosna K21	8000	6,500	5,00E-06

**OBCIĄŻENIA:**

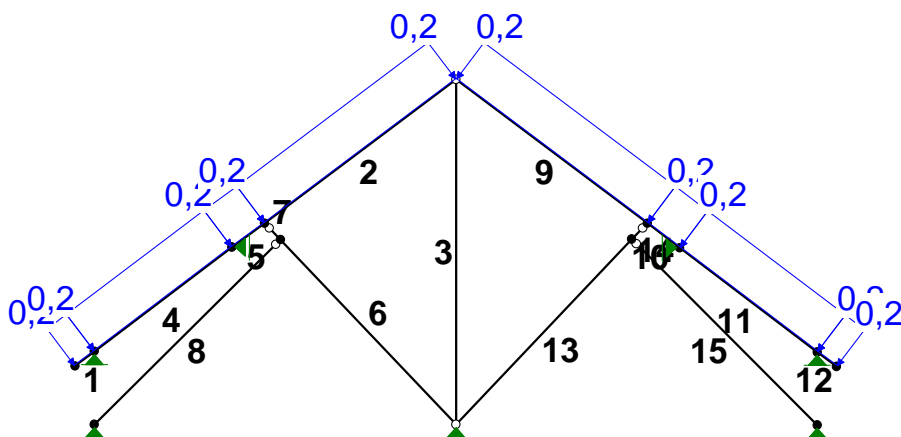


**OBCIĄŻENIA:** ( [kN] , [kNm] , [kN/m] )

# **Obliczenia statyczne więźby dachowej** przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: B "					Zmienne	$\gamma_f = 1,40$
1	Linowe-Y	0,0	0,66	0,66	0,00	0,41
2	Linowe-Y	0,0	0,66	0,66	0,00	4,09
4	Linowe-Y	0,0	0,66	0,66	0,00	2,95
5	Linowe-Y	0,0	0,66	0,66	0,00	0,69
9	Linowe-Y	0,0	0,66	0,66	0,00	4,09
10	Linowe-Y	0,0	0,66	0,66	0,00	0,69
11	Linowe-Y	0,0	0,66	0,66	0,00	2,95
12	Linowe-Y	0,0	0,66	0,66	0,00	0,41

OBCIĄŻENIA:

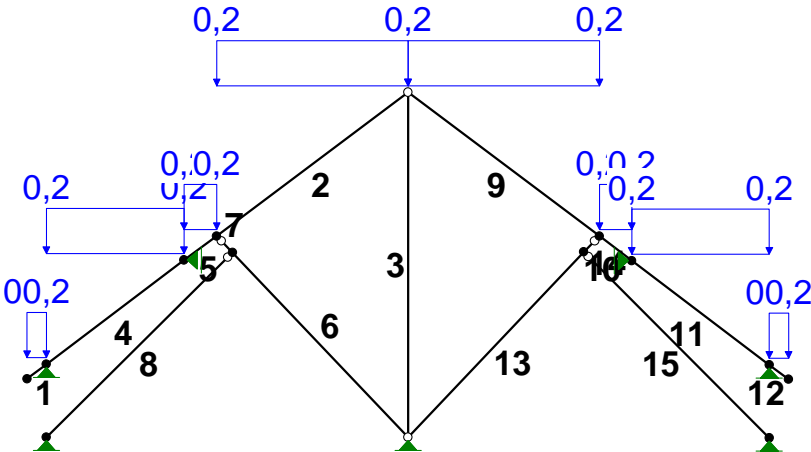


OBCIĄŻENIA: ([kN] , [kNm] , [kN/m] )

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: C "					Zmienne	$\gamma_f = 1,20$
1	Linowe	37,2	0,20	0,20	0,00	0,41
2	Linowe	37,2	0,20	0,20	0,00	4,09
4	Linowe	37,2	0,20	0,20	0,00	2,95
5	Linowe	37,2	0,20	0,20	0,00	0,69
9	Linowe	-37,2	0,20	0,20	0,00	4,09
10	Linowe	-37,2	0,20	0,20	0,00	0,69
11	Linowe	-37,2	0,20	0,20	0,00	2,95
12	Linowe	-37,2	0,20	0,20	0,00	0,41

OBCIĄŻENIA:

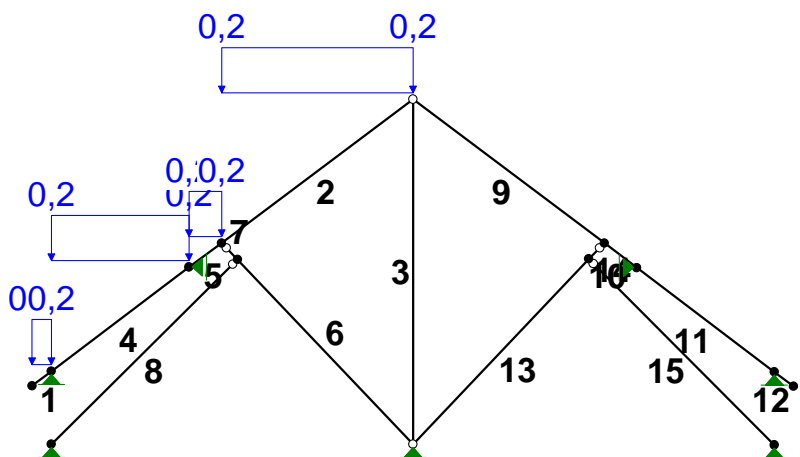
# **Obliczenia statyczne więźby dachowej** przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi



OBCIĄŻENIA: ( [kN] , [kNm] , [kN/m] )						
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-----						
Grupa:	D	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	0,41
2	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	4,09
4	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	2,95
5	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	0,69
9	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	4,09
10	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	0,69
11	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	2,95
12	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	0,41
-----						

OBCIĄŻENIA:

**Obliczenia statyczne więźby dachowej**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi



OBCIĄŻENIA: ( [kN] , [kNm] , [kN/m] )						
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	E	" "		Zmienne	$\gamma_f = 1,00$	
1	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	0,41
2	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	4,09
4	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	2,95
5	Linowe-Y	0,0	0,20	0,20	0,00	0,69

=====

**W Y N I K I**

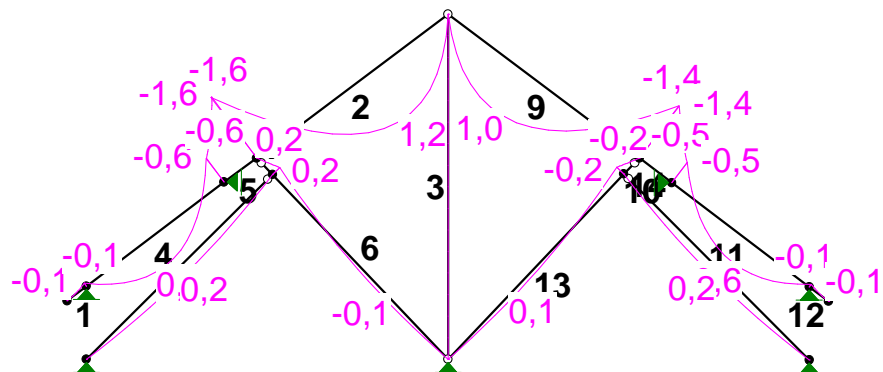
**Teoria I-go rzędu**

=====

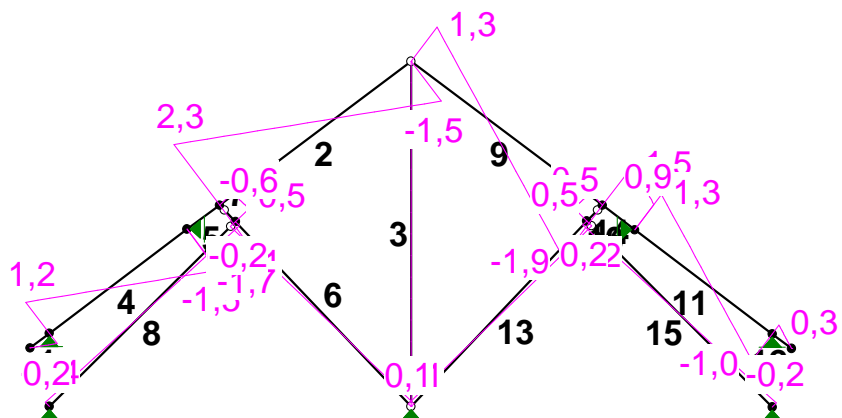
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:				
Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :	
Ciężar wł.			1,00	
B - " "	Zmienne	1	1,00	1,40
C - " "	Zmienne	1	1,00	1,20
D - " "	Zmienne	1	1,00	1,00
E - " "	Zmienne	1	1,00	1,00

MOMENTY:

**Obliczenia statyczne więźby dachowej**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

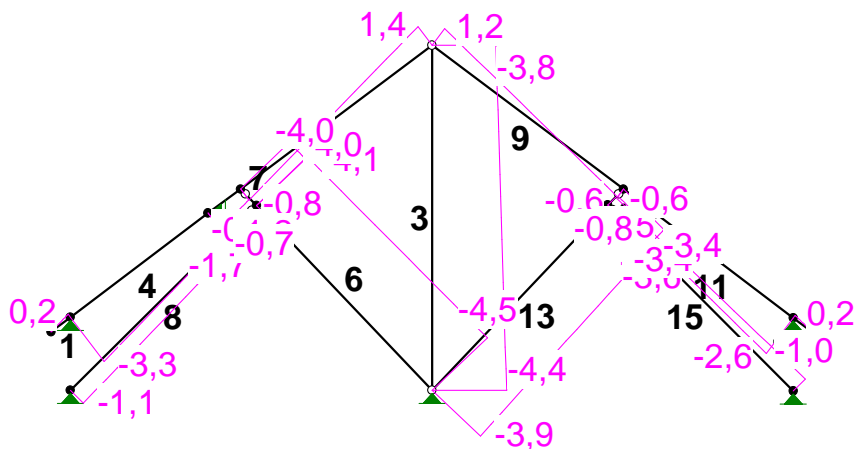


TNĄCE :



NORMALNE :

**Obliczenia statyczne więźby dachowej**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi



**SIŁY PRZESKROJOWE:** T.I rzędu  
Obciążenia char.: Ciężar wł.+BCDE

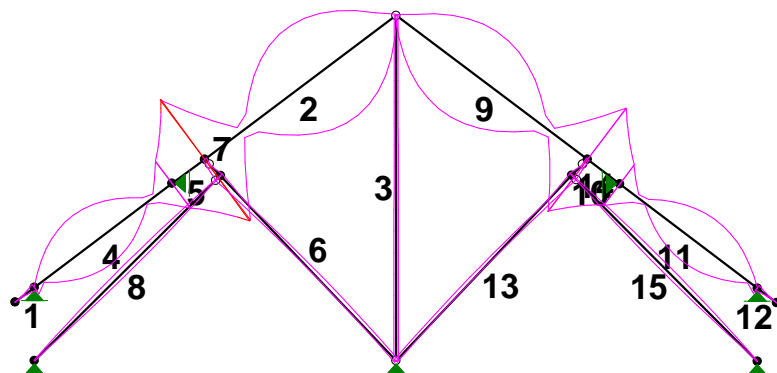
Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,0	0,0	-0,0
	0,01	0,003	<b>-0,0*</b>	-0,0	0,0
	1,00	0,414	-0,1	-0,4	0,2
2	0,00	0,000	-1,6	2,3	-0,8
	0,61	2,478	<b>1,2*</b>	-0,0	0,5
	1,00	4,092	-0,0	-1,5	1,4
3	0,00	0,000	0,0	0,0	-3,8
	1,00	5,900	0,0	0,0	-4,4
4	0,00	0,000	-0,1	1,2	-3,3
	0,43	1,278	<b>0,7*</b>	-0,0	-2,6
	0,43	1,267	<b>0,7*</b>	0,0	-2,6
	1,00	2,948	-0,6	-1,5	-1,7
5	0,00	0,000	-0,6	-1,1	-1,2
	1,00	0,694	-1,6	-1,7	-0,8
6	0,00	0,000	0,0	-0,1	-4,5
	0,36	1,549	<b>-0,1*</b>	0,0	-4,4
	0,35	1,515	<b>-0,1*</b>	-0,0	-4,4
	1,00	4,357	0,2	0,2	-4,1
7	0,00	0,000	0,2	-0,6	-4,0
	1,00	0,389	0,0	-0,5	-4,0
8	0,00	0,000	0,0	0,2	-1,1
	0,50	2,242	<b>0,2*</b>	0,0	-0,9
	1,00	4,483	0,0	-0,2	-0,7
9	0,00	0,000	0,0	1,3	1,2
	0,39	1,614	<b>1,0*</b>	0,0	0,5
	1,00	4,092	-1,4	-1,9	-0,6

**Obliczenia statyczne więźby dachowej**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

10	0,00	0,000	-1,4	1,5	-0,5
	1,00	0,692	-0,5	0,9	-0,8
11	0,00	0,000	-0,5	1,3	-1,3
	0,57	1,681	<b>0,6*</b>	-0,0	-2,1
	1,00	2,948	-0,1	-1,0	-2,6
12	0,00	0,000	-0,1	0,3	0,2
	0,99	0,409	<b>-0,0*</b>	0,0	0,0
	1,00	0,414	0,0	0,0	-0,0
13	0,00	0,000	0,0	0,1	-3,9
	0,36	1,551	<b>0,1*</b>	0,0	-3,8
	0,36	1,568	<b>0,1*</b>	-0,0	-3,8
	1,00	4,365	-0,2	-0,2	-3,6
14	0,00	0,000	-0,2	0,5	-3,4
	1,00	0,382	-0,0	0,5	-3,4
15	0,00	0,000	0,0	0,2	-0,6
	0,50	2,245	<b>0,2*</b>	0,0	-0,8
	1,00	4,490	0,0	-0,2	-1,0

\* = Wartości ekstremalne

NAPRĘŻENIA:



**NAPRĘŻENIA:** T.I rzędu  
Obciążenia char.: Ciężar wł.+BCDE

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

**24 Sosna K21**

1	0,00	0,000	0,0	-0,0	0,000
	1,00	0,414	0,4	-0,3	<b>0,060*</b>



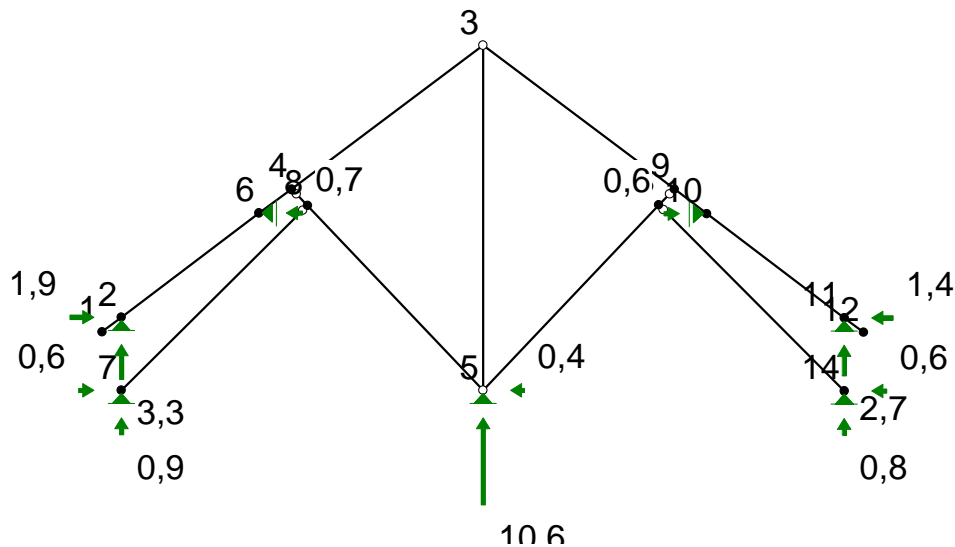
**Obliczenia statyczne więźby dachowej**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

2	0,00	0,000	7,4	-7,6	<b>1,166*</b>
	1,00	4,092	0,2	0,2	0,026
3	0,00	0,000	-0,2	-0,2	0,029
	1,00	5,900	-0,2	-0,2	<b>0,034*</b>
4	0,00	0,000	-0,0	-0,8	0,119
	0,43	1,267	-3,4	2,8	<b>0,524*</b>
	1,00	2,948	2,7	-3,1	0,479
5	0,00	0,000	2,8	-3,0	0,469
	1,00	0,694	7,4	-7,6	<b>1,166*</b>
6	0,00	0,000	-0,2	-0,2	0,035
	1,00	4,357	-0,7	0,2	<b>0,103*</b>
7	0,00	0,000	-0,7	0,3	<b>0,102*</b>
	1,00	0,389	-0,2	-0,2	0,031
8	0,00	0,000	-0,1	-0,1	0,008
	0,50	2,224	-0,5	0,4	<b>0,072*</b>
	1,00	4,483	-0,0	-0,0	0,006
9	0,00	0,000	0,2	0,2	0,023
	1,00	4,092	6,4	-6,5	<b>1,000*</b>
10	0,00	0,000	6,4	-6,5	<b>0,999*</b>
	1,00	0,692	2,4	-2,6	0,402
11	0,00	0,000	2,3	-2,7	0,412
	0,57	1,693	-2,9	2,4	<b>0,447*</b>
	1,00	2,948	-0,0	-0,6	0,099
12	0,00	0,000	0,3	-0,3	<b>0,052*</b>
	1,00	0,414	-0,0	0,0	0,000
13	0,00	0,000	-0,2	-0,2	0,031
	1,00	4,365	0,3	-0,6	<b>0,095*</b>
14	0,00	0,000	0,3	-0,6	<b>0,094*</b>
	1,00	0,382	-0,2	-0,2	0,026
15	0,00	0,000	-0,0	-0,0	0,005
	0,50	2,263	-0,5	0,4	<b>0,071*</b>
	1,00	4,490	-0,1	-0,1	0,008

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE:

**Obliczenia statyczne więźby dachowej**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi



**REAKCJE PODPOROWE:** T.I rzędu  
Obciążenia char.: Ciężar wł.+BCDE

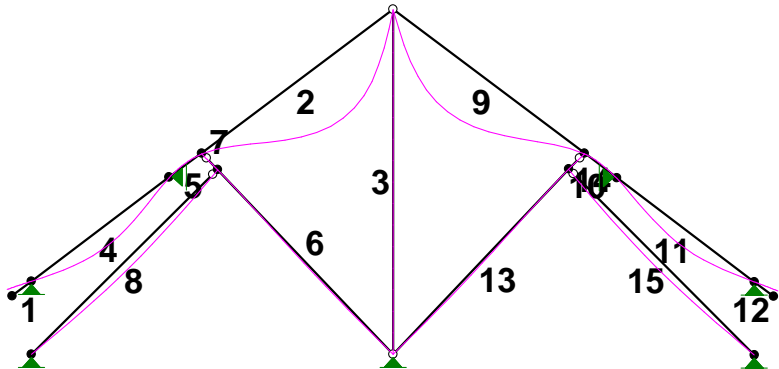
Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
2	1,9	3,3	3,8	
5	-0,4	10,6	10,7	
6	-0,7	0,0	0,7	
7	0,6	0,9	1,1	
10	0,6	0,0	0,6	
11	-1,4	2,7	3,1	
14	-0,6	0,8	1,0	

**PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:** T.I rzędu  
Obciążenia char.: Ciężar wł.+BCDE

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Fi[rad]([deg]):
1	-0,00108	0,00142	0,00178	-0,00429 ( -0,246)
2	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00437 ( -0,250)
3	-0,00002	-0,00015	0,00015	
4	-0,00001	-0,00019	0,00019	-0,00313 ( -0,179)
5	0,00000	-0,00000	0,00000	
6	0,00000	-0,00019	0,00019	0,00231 ( 0,133)
7	-0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00115 ( -0,066)
8	0,00007	-0,00010	0,00012	0,00020 ( 0,011)
9	0,00000	-0,00016	0,00016	0,00270 ( 0,155)
10	-0,00000	-0,00015	0,00015	-0,00198 ( -0,113)
11	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00374 ( 0,214)
12	0,00092	0,00122	0,00153	0,00368 ( 0,211)
13	-0,00006	-0,00009	0,00011	-0,00014 ( -0,008)
14	0,00000	-0,00000	0,00000	0,00114 ( 0,066)

PRZEMIESZCZENIA:

# **Obliczenia statyczne więźby dachowej** przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi



DEFORMACJE: T.I rzędu  
 Obciążenia char.: Ciężar wł.+BCDE

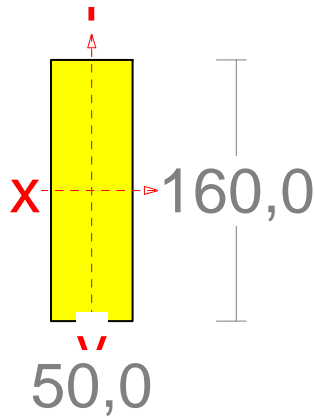
Pręt:	Wa[m]:	Wb[m]:	FIIa[deg]:	FIIb[deg]:	f[m]:	L/f:
1	0,0018	-0,0000	-0,246	-0,250	0,0000	107588,1
2	-0,0001	-0,0001	-0,179	0,637	0,0124	330,1
3	-0,0000	-0,0000	0,000	0,000	0,0000	2,13E+17
4	-0,0000	-0,0002	-0,250	0,133	0,0038	779,8
5	-0,0002	-0,0001	0,133	-0,179	0,0005	1478,4
6	0,0000	0,0000	0,023	0,011	0,0004	10293,1
7	0,0000	0,0001	0,011	0,020	0,0000	49469,2
8	-0,0000	-0,0001	-0,066	0,063	0,0016	2854,9
9	-0,0001	-0,0001	-0,547	0,155	0,0107	383,8
10	-0,0001	-0,0001	0,155	-0,113	0,0004	1720,0
11	-0,0001	0,0000	-0,113	0,214	0,0032	909,3
12	-0,0000	0,0015	0,214	0,211	0,0000	125082,3
13	-0,0000	-0,0000	-0,025	-0,008	0,0005	9397,4
14	-0,0000	-0,0001	-0,008	-0,017	0,0000	52775,3
15	-0,0001	0,0000	-0,063	0,066	0,0016	2854,9

**Sprawdzenie nośności krokwi**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

**Pręt nr 2**

Zadanie: staszica 6

Przekrój: 3 "B 160x50"



Wymiary przekroju:

$h=160,0$   $s=50,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_x=1706,7$   $J_y=166,7$   $A=80,00$   $i_x=4,6$   $i_y=1,4$ .

**Własności techniczne drewna:**

Czas działania obciążeń: **Normalny**.

Klasa warunków wilgotnościowych: **1 - Wilg.<80% i > 60% (< 7 dni)**.

$$m_1 = 1,00 \quad k_1 = 1,00$$

Przyjęto normalne warunki użytkowania konstrukcji.

$$m_2 = 1,00 \quad k_2 = 1,00$$

Wstępne wygięcie elementu przyjęto poniżej 1/250.

$$m_4 = 1,00$$

Cechy drewna:

**24 Sosna K21**

$$R_{dm} = 10,00 \text{ MPa}$$

$$R_{dt} = 6,50 \text{ MPa}$$

$$R_{dc} = 9,50 \text{ MPa}, \quad R_{dc90} = 3,50 \text{ MPa}$$

$$R_{dv} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$E_m = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_m = 500 \text{ MPa}$$

$$m_3 = 1,00, \quad m = 1,00$$

$$m_3 = 1,00, \quad m = 1,00$$

**Siły przekrojowe:**

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 4,092.$$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **BCDE**

$$M_x = 2,0 \text{ kNm}, \quad V_y = 2,8 \text{ kN}, \quad N = -1,0 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 9,1 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -9,3 \text{ MPa}$ .

**Długości wyboczeniowe pręta:**

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg zasad mechaniki:

$$\chi_1 = 0,181 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \chi_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,734 \quad \text{dla } l_o = 4,092$$

$$l_c = 0,734 \times 4,092 = 3,004 \text{ m}$$

### **Sprawdzenie nośności krokwi**

przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 0,100 \\ l_c = 1,000 \times 0,100 = 0,100 \text{ m}$$

#### **Nośność elementów rozciąganych:**

$$x_a = 2,558; \quad x_b = 1,535.$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = 0,7 \text{ kN.}$$

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = -1,5;$$

$$\text{Pole powierzchni przekroju:} \quad A = 80,0; \quad A_n = 80,0 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Wskaźniki wytrzymałości:} \quad W_x = 213,3; \\ W_{xn} = 213,3;$$

Nośność przekroju na rozciąganie:

$$\sigma_t = \frac{N}{A_n} + \frac{M_x}{W_{xn}} \frac{R_{dt}}{R_{dm}} = \frac{0,7}{80,0} \times 10 + \frac{1,5}{213,3} \frac{6,5}{10,0} \times 10^3 \\ = 4,6 < 6,5 = 6,5 \times 1,00 = R_{dt} \text{ m}$$

#### **Nośność na zginanie:**

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 4,092.$$

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = 2,0;$$

$$\text{Wskaźniki wytrzymałości:} \quad W_x = 213,3; \\ W_{xn} = 213,3;$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$\sigma_m = \frac{M_x}{W_{xn}} = \frac{2,0}{213,3} \times 10^3 = 9,2 < 10,0 = 10,0 \times 1,00 = R_{dm} \text{ m}$$

#### **Nośność przekroju na ściskanie:**

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 4,092.$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = -1,0 \text{ kN.}$$

$$\text{Pole powierzchni przekroju:} \quad A = 80,0; \quad A_n = 80,0; \quad A_d = 80,0 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Momenty bezwładności:} \quad I_x = 1706,7; \quad I_y = 166,7 \text{ cm}^4$$

$$\text{Długości wyboczeniowe:} \quad l_{cx} = 300,4; \quad l_{cy} = 10,0 \text{ cm}$$

#### **Wyboczenie w płaszczyźnie równoległej do osi X:**

Smukłość:

$$\lambda_c = l_c / \sqrt{I / A} = 300,4 / \sqrt{1706,7 / 80,0} = 65,03$$

Współczynnik wyboczeniowy:

$$k_E = \frac{\pi^2 E_k}{R_{kc} \lambda_c^2} = \frac{3,142^2 \times 6000}{17,0 \times 65,03^2} = 0,824$$

$$B = 1 + \left( 1 + \eta_2 \lambda_c \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \right) k_E = 1 + \left( 1 + 0,0040 \times 65,03 \times \frac{9,5}{10,0} \right) \times 0,824 = 2,027$$

$$k_w = 0,5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4 k_E} \right) = 0,5 \left( 2,027 - \sqrt{2,027^2 - 4 \times 0,824} \right) = 0,562$$

#### **Wyboczenie w płaszczyźnie równoległej do osi Y:**

## **Sprawdzenie nośności krokwi**

przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

Smukłość:

$$\lambda_c = l_c / \sqrt{I / A} = 10,0 / \sqrt{166,7 / 80,0} = 6,93$$

Współczynnik wyboczeniowy:

$$k_E = \frac{\pi^2 E_k}{R_{kc} \lambda_c^2} = \frac{3,142^2 \times 6000}{17,0 \times 6,93^2} = 72,571$$

$$B = 1 + \left( 1 + \eta_2 \lambda_c \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \right) k_E = 1 + \left( 1 + 0,0040 \times 6,93 \times \frac{9,5}{10,0} \right) \times 72,571 = 75,481$$

$$k_w = 0,5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4 k_E} \right) = 0,5 \times (75,481 - \sqrt{75,481^2 - 4 \times 72,571}) = 0,974$$

**Nośność na ściskanie:**

$$\sigma_c = \frac{N}{A_n} = \frac{1,0}{80,00} \times 10 = 0,1 < 9,5 = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_d k_w} = \frac{1,0}{80,00 \times 0,562} \times 10 = 0,2 < 9,5 = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

**Nośność elementów ściskanych i zginanych:**

xa = 0,000; xb = 4,092.

Siła osiowa:  $N = -1,0 \text{ kN}$ .

Momenty zginające:  $M_x = 2,0$ ;

Pole powierzchni przekroju:  $A = 80,0$ ;  $A_n = 80,0$ ;  $A_d = 80,0 \text{ cm}^2$ .

Wskaźniki wytrzymałości:  $W_x = 213,3$ ;

$W_{xn} = 213,3$ ;

Nośność przekroju bez uwzględnienia wyboczenia:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_n} + \left( \frac{M_x}{W_{xn}} + \frac{M_y}{W_{yn}} \right) \frac{R_{dc}}{R_{dm}} = \frac{1,0}{80,0} \times 10 + \frac{2,0}{213,3} \frac{9,5}{10,0} \times 10^3$$
$$= 8,9 < 9,5 = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

Nośność przekroju z uwzględnieniem wyboczenia:

$$\sigma_c = \frac{N}{A_d k_{wx}} + \frac{M_x}{W_x} \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \frac{1}{1 - \frac{k_{wx} N}{k_{Ex} A_d R_{kc}}} = \frac{1,0}{80,0 \times 0,562} \times 10 + \frac{2,0}{213,3} \frac{9,5}{10,0} \times 10^3 \frac{1}{1 - \frac{0,562 \times 1,0 \times 10}{0,824 \times 80,0 \times 17,0}}$$
$$= 9,0 < 9,5 = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

$e = M_x / N = 2,0 / 1,0 \times 100 = 203,85$ ;  $r = W_x / A = 213,3 / 80,0 = 2,67$

$\eta_4 = 1 - 7,5 e / (r \lambda_y) = 1 - 7,5 \times 203,85 / (2,67 \times 6,93) = -81,751$  Przyjęto  $\eta_4 = 1,000$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_d \eta_4 k_{wy}} = \frac{1,0}{80,0 \times 1,000 \times 0,974} \times 10 = 0,1 < 9,5 = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

**Nośność przekroju na ścinanie:**

xa = 0,000; xb = 4,092.

Siły poprzeczne:  $Q_y = 2,8$ ;  $Q_x = 0,0 \text{ kN}$ .

### **Sprawdzenie nośności krokwi**

przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

Momenty bezwładności:  $I_x = 1706,7$ ;  $I_y = 166,7 \text{ cm}^4$

#### **Ścinanie wzdłuż osi Y:**

$$S_x = b h^2 / 8 = 5,0 \times 16,0^2 / 8 = 160,0 \text{ cm}^3$$

$$\tau = \frac{Q_y S_x}{I_x b} = \frac{2,8 \times 160,0}{1706,7 \times 5,0} \times 10 = \mathbf{0,5} < \mathbf{1,4} = 1,4 \times 1,00 = R_{dv} \text{ m}$$

#### **Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia graniczne:

$$f_{gr} = l / 250 = 4092 / 250 = 16,4 \text{ mm}$$

Współczynnik korekcyjny dla charakterystyk sprężystych:

$$k = k_1 k_2 = 1,00 \times 1,00 = 1,00$$

#### **Ugięcia względem osi Y:**

Sztywność na zginanie:

$$EI = E_m I k = 8000 \times 1706,7 \times 1,00 \times 10^{-5} = 136,5 \text{ kNm}^2$$

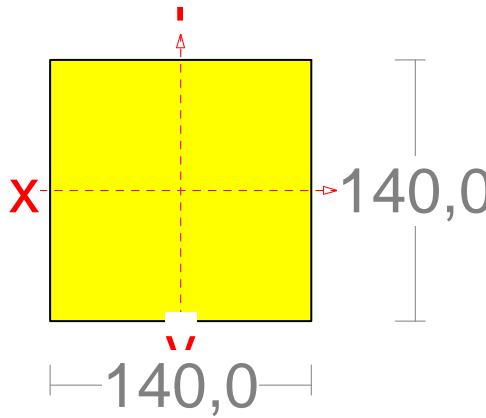
$$f_{\max} = \mathbf{12,5} < \mathbf{16,4} = f_{gr}$$

**Sprawdzenie nośności słupa wiązara pełnego**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

**Pręt nr 3**

Zadanie: staszica 6

Przekrój: 1 "B 140x140"



Wymiary przekroju:

$h=140,0$   $s=140,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=3201,3$   $J_{yg}=3201,3$   $A=196,00$   $i_x=4,0$   
 $i_y=4,0$ .

**Własności techniczne drewna:**

Czas działania obciążeń: **Normalny**.

Klasa warunków wilgotnościowych: **1 - Wilg.<80% i > 60% (< 7 dni)**.

$$m_1 = 1,00 \quad k_1 = 1,00$$

Przyjęto normalne warunki użytkowania konstrukcji.

$$m_2 = 1,00 \quad k_2 = 1,00$$

Wstępne wygięcie elementu przyjęto poniżej 1/250.

$$m_4 = 1,00$$

Cechy drewna:

**24 Sosna K21**

$$R_{dm} = 10,00 \text{ MPa}$$

$$R_{dt} = 6,50 \text{ MPa}$$

$$R_{dc} = 9,50 \text{ MPa}, \quad R_{dc90} = 3,50 \text{ MPa}$$

$$R_{dv} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$E_m = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_m = 500 \text{ MPa}$$

$$m_3 = 1,00, \quad m = 1,00$$

$$m_3 = 1,00, \quad m = 1,00$$

**Siły przekrojowe:**

$x_a = 5,900$ ;  $x_b = 0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **BCDE**

$$N = -19,9 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włókach:  $\sigma_t = -1,0 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -1,0 \text{ MPa}$ .

**Długości wyboczeniowe pręta:**



**Sprawdzenie nośności słupa wiązara pełnego**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg zasad mechaniki:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \chi_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 5,900$$
$$l_c = 1,000 \times 5,900 = 5,900 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 5,900$$
$$l_c = 1,000 \times 5,900 = 5,900 \text{ m}$$

**Nośność przekroju na ściskanie:**

$x_a = 5,900$ ;  $x_b = 0,000$ .

Siła osiowa:

$$N = -19,9 \text{ kN.}$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 196,0; \quad A_n = 196,0; \quad A_d = 196,0 \text{ cm}^2.$$

Momenty bezwładności:

$$I_x = 3201,3; \quad I_y = 3201,3 \text{ cm}^4$$

Długości wyboczeniowe:

$$l_{cx} = 590,0; \quad l_{cy} = 590,0 \text{ cm}$$

**Wyboczenie w płaszczyźnie równoległej do osi X:**

Smukłość:

$$\lambda_c = l_c / \sqrt{I / A} = 590,0 / \sqrt{3201,3 / 196,0} = 145,99$$

Współczynnik wyboczeniowy:

$$k_E = \frac{\pi^2 E_k}{R_{kc} \lambda_c^2} = \frac{3,142^2 \times 6000}{17,0 \times 145,99^2} = 0,163$$

$$B = 1 + \left( 1 + \eta_2 \lambda_c \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \right) k_E = 1 + \left( 1 + 0,0040 \times 145,99 \times \frac{9,5}{10,0} \right) \times 0,163 = 1,254$$

$$k_w = 0,5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4 k_E} \right) = 0,5 \times ( 1,254 - \sqrt{1,254^2 - 4 \times 0,163} ) = 0,148$$

**Wyboczenie w płaszczyźnie równoległej do osi Y:**

Smukłość:

$$\lambda_c = l_c / \sqrt{I / A} = 590,0 / \sqrt{3201,3 / 196,0} = 145,99$$

Współczynnik wyboczeniowy:

$$k_E = \frac{\pi^2 E_k}{R_{kc} \lambda_c^2} = \frac{3,142^2 \times 6000}{17,0 \times 145,99^2} = 0,163$$

$$B = 1 + \left( 1 + \eta_2 \lambda_c \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \right) k_E = 1 + \left( 1 + 0,0040 \times 145,99 \times \frac{9,5}{10,0} \right) \times 0,163 = 1,254$$

$$k_w = 0,5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4 k_E} \right) = 0,5 \times ( 1,254 - \sqrt{1,254^2 - 4 \times 0,163} ) = 0,148$$

**Nośność na ściskanie:**

$$\sigma_c = \frac{N}{A_n} = \frac{19,9}{196,00} \times 10 = \mathbf{1,0} < \mathbf{9,5} = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_d k_w} = \frac{19,9}{196,00 \times 0,148} \times 10 = \mathbf{6,9} < \mathbf{9,5} = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

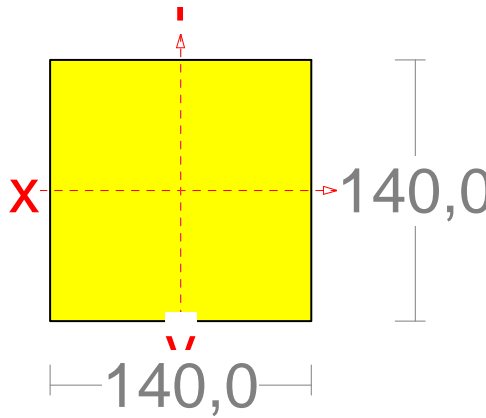
***Sprawdzenie nośności słupa wiazara pełnego***  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

**Sprawdzenie nośności zastrzału wiązara pełnego**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

**Pręt nr 6**

Zadanie: staszica 6

Przekrój: 2 "B 140x140"



Wymiary przekroju:

$h=140,0$   $s=140,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=3201,3$   $J_{yg}=3201,3$   $A=196,00$   $i_x=4,0$   
 $i_y=4,0$ .

**Własności techniczne drewna:**

Czas działania obciążeń: **Normalny**.

Klasa warunków wilgotnościowych: **1 - Wilg.<80% i > 60% (< 7 dni)**.

$$m_1 = 1,00$$

$$k_1 = 1,00$$

Przyjęto normalne warunki użytkowania konstrukcji.

$$m_2 = 1,00$$

$$k_2 = 1,00$$

Wstępne wygięcie elementu przyjęto poniżej 1/250.

$$m_4 = 1,00$$

Cechy drewna:

**24 Sosna K21**

$$R_{dm} = 10,00 \text{ MPa}$$

$$R_{dt} = 6,50 \text{ MPa}$$

$$R_{dc} = 9,50 \text{ MPa},$$

$$R_{dc90} = 3,50 \text{ MPa}$$

$$R_{dv} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$E_m = 8000 \text{ MPa}$$

$$G_m = 500 \text{ MPa}$$

$$m_3 = 1,00, \quad m = 1,00$$

$$m_3 = 1,00, \quad m = 1,00$$

**Siły przekrojowe:**

$x_a = 4,357$ ;  $x_b = 0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **BCDE**

$$M_x = -0,5 \text{ kNm}, \quad V_y = 0,3 \text{ kN}, \quad N = -19,4 \text{ kN},$$

Napięcia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 0,0 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -2,0 \text{ MPa}$ .

**Długości wyboczeniowe pręta:**

**Sprawdzenie nośności zastrzału wiązara pełnego**  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg zasad mechaniki:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 0,158 \quad \chi_v = 0,000 \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,729 \quad \text{dla } l_o = 4,357$$

$$l_c = 0,729 \times 4,357 = 3,176 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 4,357$$

$$l_c = 1,000 \times 4,357 = 4,357 \text{ m}$$

**Nośność przekroju na ściskanie:**

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,357$ .

Siła osiowa:

$$N = -19,8 \text{ kN.}$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 196,0; \quad A_n = 196,0; \quad A_d = 196,0 \text{ cm}^2.$$

Momenty bezwładności:

$$I_x = 3201,3; \quad I_y = 3201,3 \text{ cm}^4$$

Długości wyboczeniowe:

$$l_{cx} = 317,6; \quad l_{cy} = 435,7 \text{ cm}$$

**Wyboczenie w płaszczyźnie równoległej do osi X:**

Smukłość:

$$\lambda_c = l_c / \sqrt{I / A} = 317,6 / \sqrt{3201,3 / 196,0} = 78,59$$

Współczynnik wyboczeniowy:

$$k_E = \frac{\pi^2 E_k}{R_{kc} \lambda_c^2} = \frac{3,142^2 \times 6000}{17,0 \times 78,59^2} = 0,564$$

$$B = 1 + \left( 1 + \eta_2 \lambda_c \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \right) k_E = 1 + \left( 1 + 0,0040 \times 78,59 \times \frac{9,5}{10,0} \right) \times 0,564 = 1,732$$

$$k_w = 0,5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4 k_E} \right) = 0,5 \times ( 1,732 - \sqrt{1,732^2 - 4 \times 0,564} ) = 0,435$$

**Wyboczenie w płaszczyźnie równoległej do osi Y:**

Smukłość:

$$\lambda_c = l_c / \sqrt{I / A} = 435,7 / \sqrt{3201,3 / 196,0} = 107,81$$

Współczynnik wyboczeniowy:

$$k_E = \frac{\pi^2 E_k}{R_{kc} \lambda_c^2} = \frac{3,142^2 \times 6000}{17,0 \times 107,81^2} = 0,300$$

$$B = 1 + \left( 1 + \eta_2 \lambda_c \frac{R_{dc}}{R_{dm}} \right) k_E = 1 + \left( 1 + 0,0040 \times 107,81 \times \frac{9,5}{10,0} \right) \times 0,300 = 1,422$$

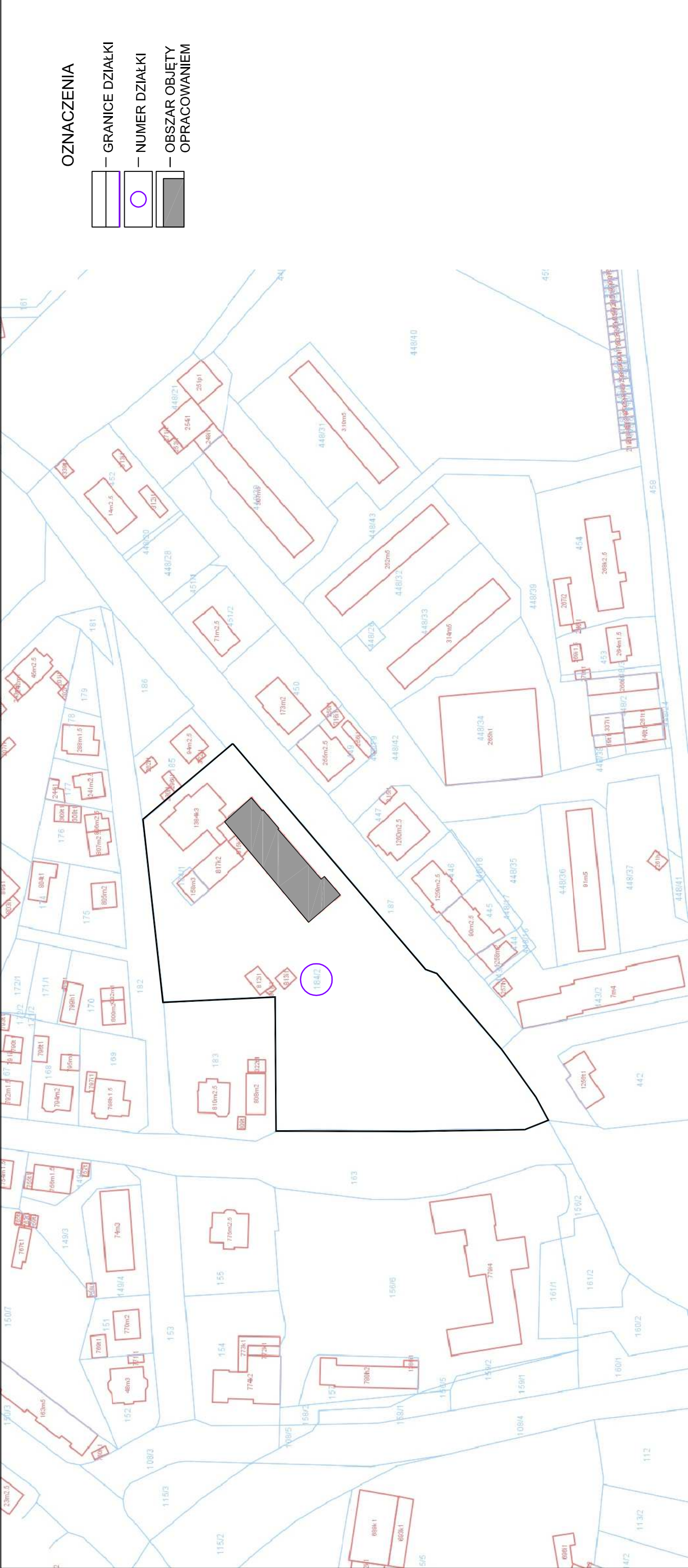
$$k_w = 0,5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4 k_E} \right) = 0,5 \times ( 1,422 - \sqrt{1,422^2 - 4 \times 0,300} ) = 0,257$$

**Nośność na ściskanie:**

$$\sigma_c = \frac{N}{A_n} = \frac{19,8}{196,00} \times 10 = \mathbf{1,0} < \mathbf{9,5} = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

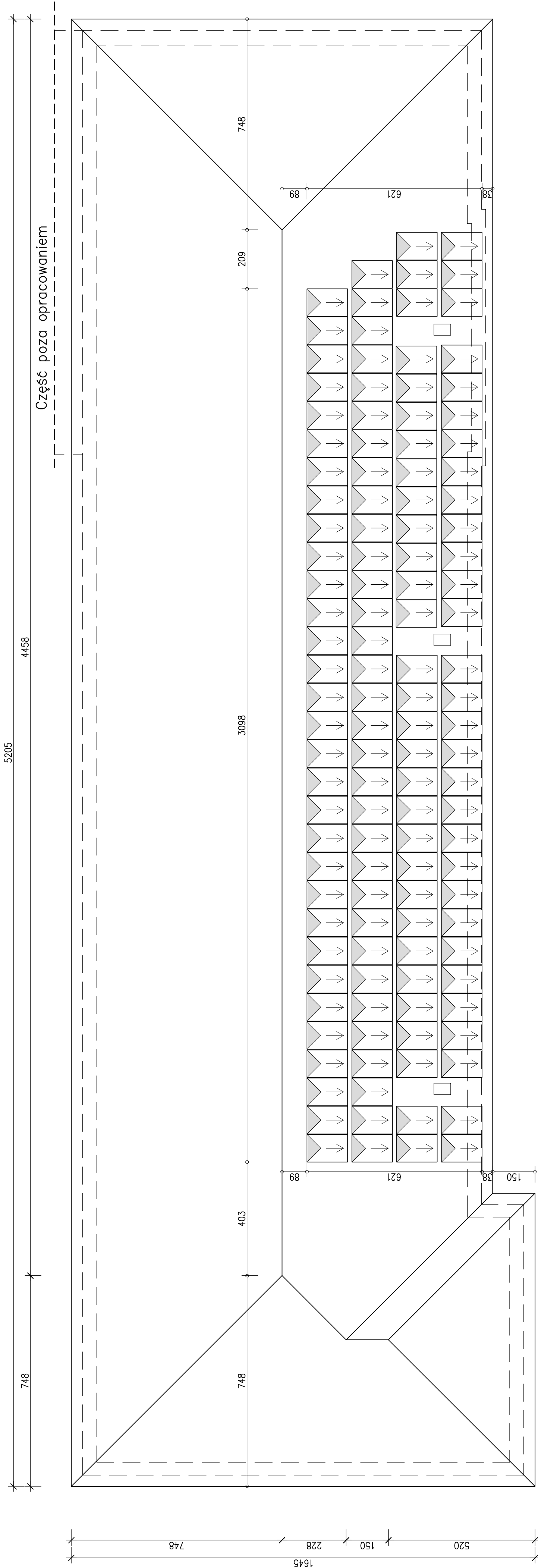
$$\sigma_c = \frac{N}{A_d k_w} = \frac{19,8}{196,00 \times 0,257} \times 10 = \mathbf{3,9} < \mathbf{9,5} = 9,5 \times 1,00 = R_{dc} \text{ m}$$

***Sprawdzenie nośności zastrzału wiazara pełnego***  
przy obciążeniu istniejącym i obciążeniu ogniwami fotowoltaicznymi



- OZNACZENIA
- GRANICE DZIAŁKI
- NUMER DZIAŁKI
- OBSZAR OBJĘTY OPRACOWANIEM

Wszelkie prawa zastrzeżone – kopiowanie oraz rozpowszechnianie opracowania bez zgody Pracowni i Inwestora ZABRONIONE		Nazwa projektu	
Ekspertyza techniczna do projektu instalacji ogniw fotowoltaicznych		adres: Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych im. St. Staszica ul. Staszica 6, 78–320 Połczyn–Zdrój      dz. nr 184/2	
data: 11.2013		branża: konstrukcja	
Tytuł rysunku:		skala:	—
Szkic sytuacyjny		Nr rysunku:	1
Inwestor:	Starostwo Powiatowe w Świdwinie ul. Mieszka I 16, 78–300 Świdwin		
Projektował:	mgr inż. Przemysław Żurowski upr. nr ZAP/0051/POOK/04		
Opracował:	mgr inż. Marcin Ingłot		
Imię i nazwisko:		Podpis:	



Uwai

1. Zgodność wymiarów sprawdzić na budowie.

Oznaczenia:

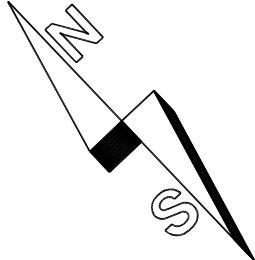


—projektowane ogniwo fotowoltaiczne  
Canadian CS6P-240



—wymiar ogólny dachu

—wymiar lokalizacyjny konstrukcji  
wsporczych pod ogniwa fotowoltaiczne



**Wszelki** prawa zastrzeżone – kopiowanie oraz rozpowszechnianie opracowania bez zaody Pracowni i Inwestora ZABRONIONE

technika grzewcza i sanitarna

azwa projektu

adres: Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych im. St. Staszica  
ul. Staszica 6. 78-320 Potęczyn-Zdrój dz. nr 184/2

ata: 11.2013

artykuł rysunku:

tuł rysunku:	rozmięszczenie ogniwo potowolaiicznych na dachu	skala: 1:100
		Nr rysunku: 2

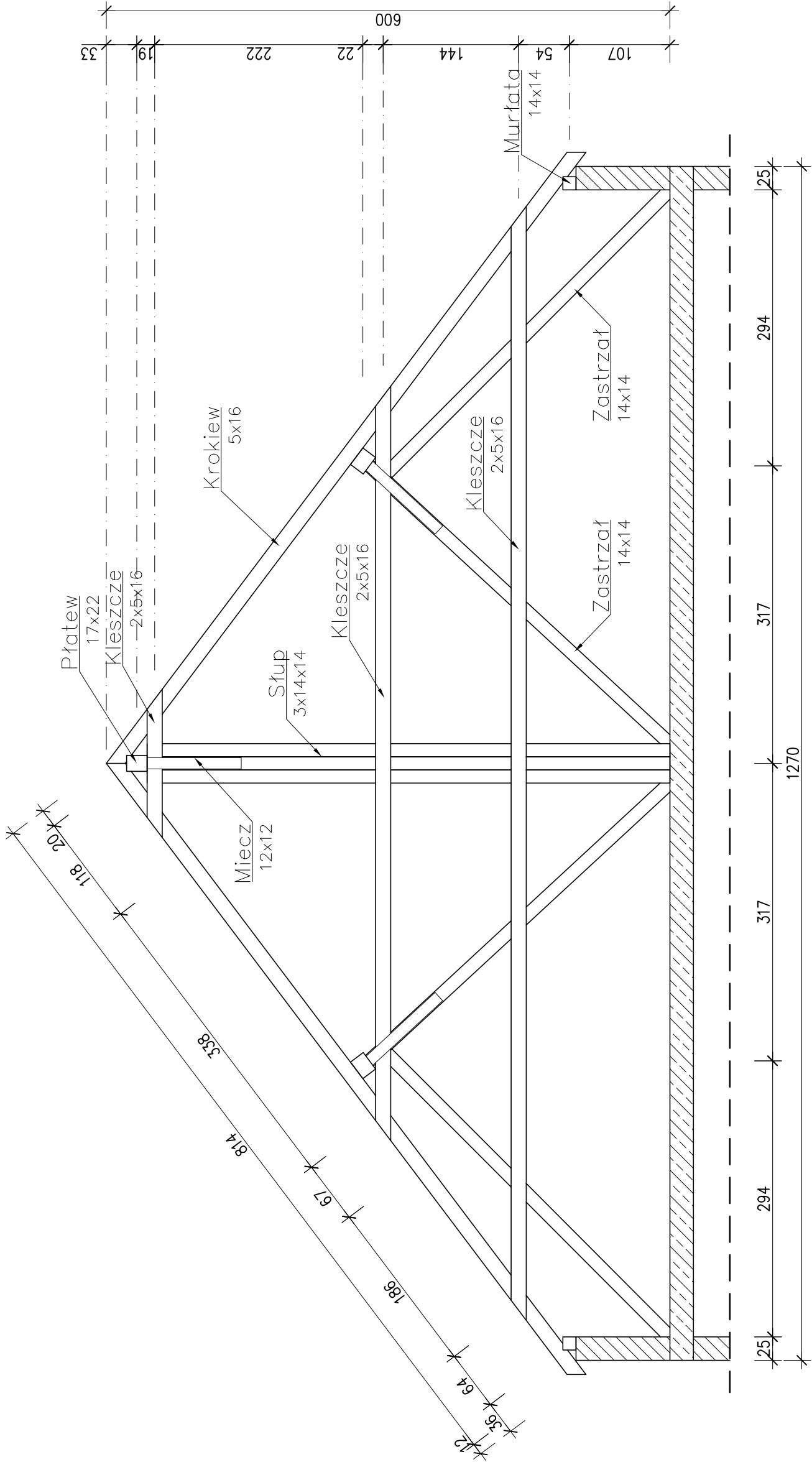
Starostwo Powiatowe w Świdwinie  
ul. Mieszka I 16, 78-300 Świdwin

mgr inż. Przemysław Żurowski  
upr. nr ZAP/0051/P00K/04

mar inż. Marcin Ingalot

Imię i nazwisko:	
------------------	--

side:



Wszelkie prawa zastrzeżone – kopiowanie oraz rozpowszechnianie opracowania bez zgody Pracowni i Inwestora ZABRONIONE

Nazwa projektu		Ekspertyza techniczna do projektu instalacji ogniw fotowoltaicznych	
adres: Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych im. St. Staszica		ul. Staszica 6, 78-320 Połczyn-Zdrój dz. nr 184/2	
data: 11.2013		branża: konstrukcja	
Tytuł rysunku:		Przekrój charakterystyczny więźby dachowej	
skala:			
Nr rysunku:		3	
Inwestor:	Starostwo Powiatowe w Świdwinie ul. Mieszka I 16, 78-300 Świdwin		
Projektował:	mgr inż. Przemysław Żurowski upr. nr ZAP/0051/POOK/04		
Opracował:	mgr inż. Marcin Ingłot		
Imię i nazwisko:		Podpis:	