



ul. Zientarskiego 16/1
75-852 Koszalin
www.horn-projekt.pl
mail: biuro@horn-projekt.pl
tel. 502 255 881

EKSPERTYZA TECHNICZNA

oceniająca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku
użyteczności publicznej pełniącego funkcję Szkoły Podstawowej w Świeszynie
(budynek sali gimnastycznej)

Adres: Świeszyno 6, 76-024 Świeszyno
(dz. nr 197/3, obręb 0071, gmina Świeszyno)

Inwestor: Gmina Świeszyno
Świeszyno 71
76-024 Świeszyno

Opracowanie:

mgr inż. Kinga Materka-Wal

dr inż. Mariusz Januszewski

Koszalin, październik 2022r.

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWA WYKONANIA EKSPERTYZY
2. CEL, ZAKRES I PRZEDMIOT EKSPERTYZY
3. OPIS PRZEDMIOTU EKSPERTYZY
4. SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI DACHU
5. UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE

ZAŁĄCZNIK: dokumentacja fotograficzna

1. PODSTAWA WYKONANIA EKSPERTYZY

Podstawą wykonania ekspertyzy technicznej dotyczącej możliwości montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej, Szkoły Podstawowej im. 27 Wołyńskiej Dywizji Piechoty Armii Krajowej w Świeszynie (budynek sali gimnastycznej), zlokalizowanego w miejscowości Świeszyno 6, 76-024 Świeszyno (dz. nr 197/3, obręb 0071, gmina Świeszyno) jest zlecenie Gminy Świeszyno z siedzibą w miejscowości Świeszyno 71. Opracowanie zostało wykonane w oparciu o wizję lokalną z dnia 10 października 2022r. Podstawą prawną ekspertyzy jest:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. 2021 poz. 2351 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2019 poz. 1065) z późniejszymi zmianami.

2. CEL, ZAKRES I PRZEDMIOT EKSPERTYZY

Przedmiotem ekspertyzy jest konstrukcja dachu i pokrycie dachowe budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję Szkoły Podstawowej w Świeszynie, znajdującej się w miejscowości Świeszyno 6, 76-024 Świeszyno (dz. nr 197/3, obręb 0071, gmina Świeszyno).

Celem ekspertyzy jest ocena możliwości montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku objętego opracowaniem.

Zakresem ekspertyza obejmuje:

- przeprowadzenie wizji lokalnej;
- dokonanie opisu stanu istniejącego;
- sprawdzenie nośności dachu;
- opracowanie uwag i wniosków końcowych.

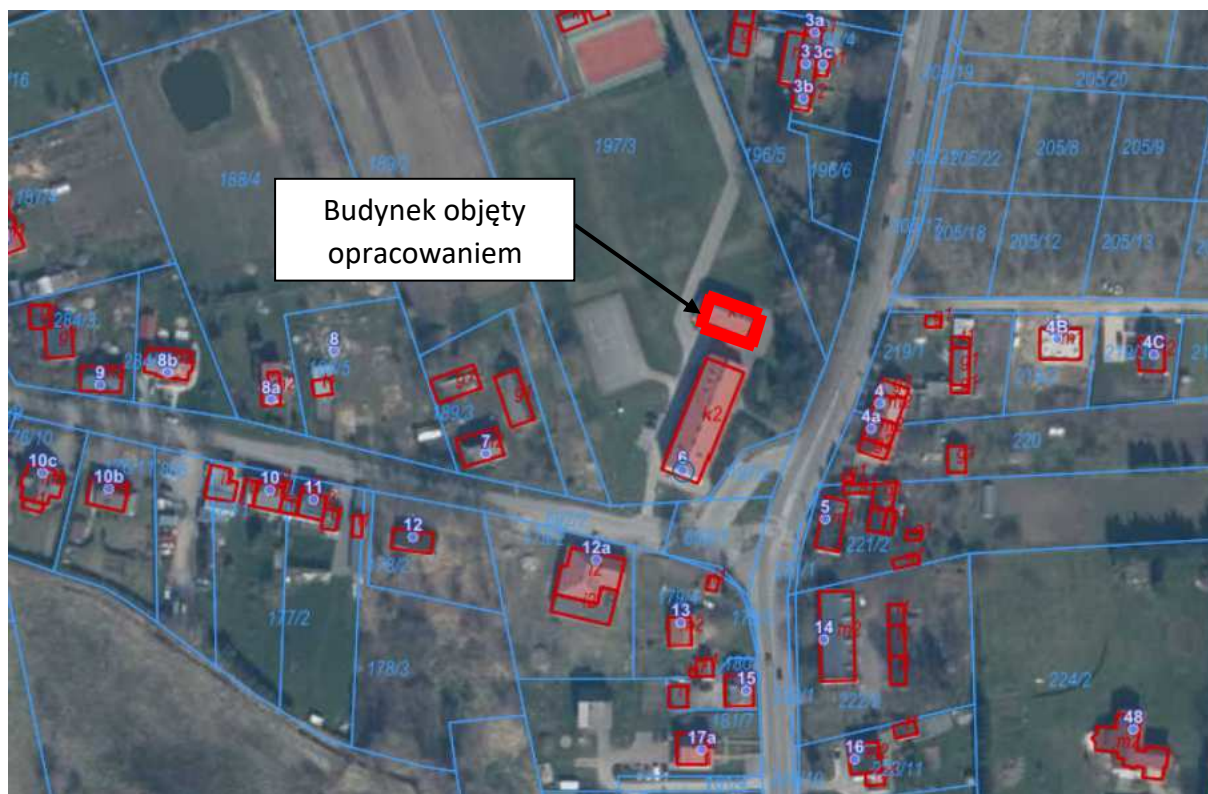
3. OPIS PRZEDMIOTU EKSPERTYZY

Obiekt będący przedmiotem opracowania to budynek użyteczności publicznej pełniący funkcję szkoły podstawowej, usytuowany w południowej części działki o numerze 197/3, obręb 0071, gmina Świeszyno, składający się z budynku głównego oraz sali

gimnastycznej połączonych ze sobą łącznikiem. Od strony zachodniej przy sali gimnastycznej znajduje się boisko szkolne, natomiast od wschodniej plac. Dojazd do obiektu od strony południowej, główne wejście do budynku zostało zlokalizowane na elewacji południowo-wschodniej. Teren poza granicami szkoły zabudowany jest budynkami jednorodzinnymi oraz gruntami rolnymi.

Budynek sali gimnastycznej posiada jedną kondygnację nadziemną oraz nieużytkowe poddasze. Obiekt zbudowany w technologii tradycyjnej murowej. Ściany zewnętrzne budynku z drobnowymiarowych elementów ceramicznych, z obustronnym tynkiem cementowo-wapiennym. Dach dwuspadowy o konstrukcji drewnianej, pokryty blachodachówką o nachyleniu połaci dachowych 22°. Stropy żelbetowe, podłogi wykończone wykładziną PVC. Tynki na ścianach cementowo-wapienne, wykończone powłokami malarskimi lub płytkami ściennymi. Stolarka okienna typowa z PCV, stolarka drzwiowa typowa płytowa. Obróbki blacharskie z blachy ocynkowanej.

Ogólny widok oraz lokalizację przedmiotowej nieruchomości przedstawiono na poniższej mapie fotogrametrycznej (rys.1).



Rys. 1. Ogólny widok nieruchomości gruntowej objętej opracowaniem, znajdującej się w miejscowości Świeszyno 6 na działce ewidencyjnej nr 197/3, obręb 0071, gmina Świeszyno, przedstawiono na ortofotomapie z oznaczeniem granic ewidencyjnych (źródło: geoportal).

4. SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI DACHU

Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji:

- PN-EN 1991-1-1:2004, Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach,
- PN-EN 1991-1-3:2005, Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem,
- PN-EN 1991-1-4:2008, Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-4: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania wiatru.

Obciążenie stropodachu ciężarem własnym (obciążenia stałe)

Rodzaj obciążenia:	Wartość charakt. [kN/m ²]
Blachodachówka	0,35
Łaty 0,04 x 0,05 x 5,5 / 0,40	0,0275
Kontrłaty 0,02 x 0,05 x 5,5 / 0,88	0,0063
Łączne obciążenie stałe:	0,384

$$g^{k1} = 0,384 \cdot 0,88 = 0,338 \text{ kN/m}$$

Rozstaw krokwi: $R = 0,88 \text{ m}$

Ciężar własny konstrukcji uwzględniono w programie komputerowym.

Obciążenie od urządzeń systemu paneli fotowoltaicznych

$$g_{PV} = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie użytkowe dachu (zmienne)

$$q_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie śniegiemDane konstrukcji:

Lokalizacja: Świeszyno

Kąt nachylenia połaci dachu: 22°

Teren: normalny

Strefa obciążeniem śniegiem: 2

Współczynnik kształtu dachu: $\mu_1 = 0,8$ Współczynnik ekspozycji: $C_e = 1,0$ Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$ Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu: $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie śniegiem dachu wynosi:

$$s_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \cdot R = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatremDane konstrukcji:

Strefa obciążeniem wiatrem: 2

Kategoria terenu: III

Wysokość budynku: 7,50 m

Ciśnienie wiatru działające na powierzchnie zewnętrzne konstrukcji: $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$ Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$ Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,0$ Bazowa prędkość wiatru: $v_{b,0} = 26,0 \text{ m/s}$ Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 26,0 = 26,0 \text{ m/s}$ Wyznaczenie bazowego ciśnienie prędkości: $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 26,0^2 = 422,5 \text{ N/m}^2$ Wyznaczenie szczytowego ciśnienia prędkości: $q_p(z_e) = c_e(z) \cdot q_b$ Współczynnik ekspozycji: $c_e(z) = 1,90 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,26} = 1,90 \cdot \left(\frac{7,5}{10}\right)^{0,26} = 1,76$ Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru: $q_p(z_e) = c_e(z) \cdot q_b = 1,76 \cdot 422,5 = 743,60 \text{ N/m}^2 = 0,74 \text{ kN/m}^2$

EKSPERTYZA TECHNICZNA

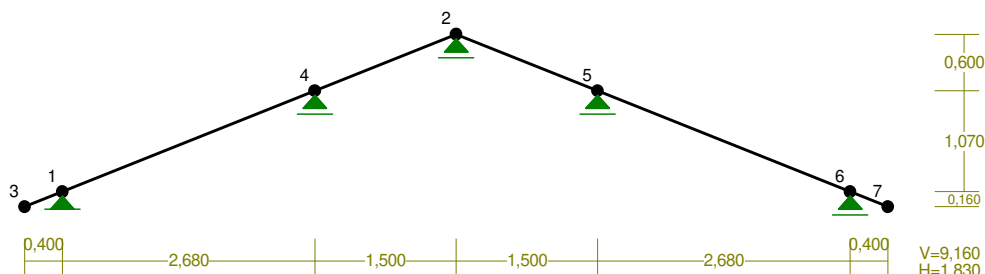
oceniająca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję Szkoły Podstawowej w Świeszynie (budynek sali gimnastycznej)

Część obliczeniowa

RM_Win v. 11.114 licencja nr 41851

NAZWA: Wieżba

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,400	0,160	5	6,080	1,230
2	4,580	1,830	6	8,760	0,160
3	0,000	0,000	7	9,160	0,000
4	3,080	1,230			

PODPORY:

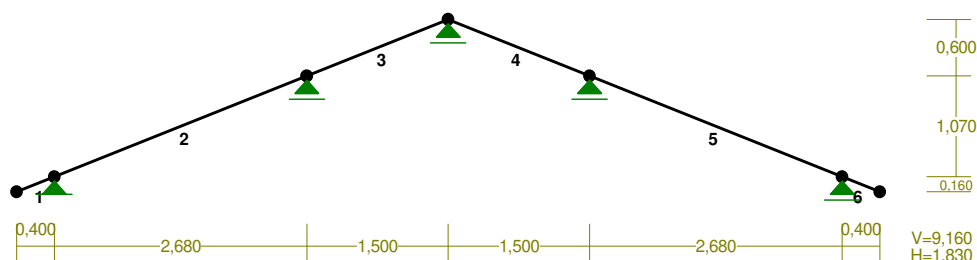
P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,0	0,0	
2	przesuwna	0,0	0,0*		
4	przesuwna	0,0	0,0*		
5	przesuwna	0,0	0,0*		
6	przesuwna	0,0	0,0*		

OSIADANIA:

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

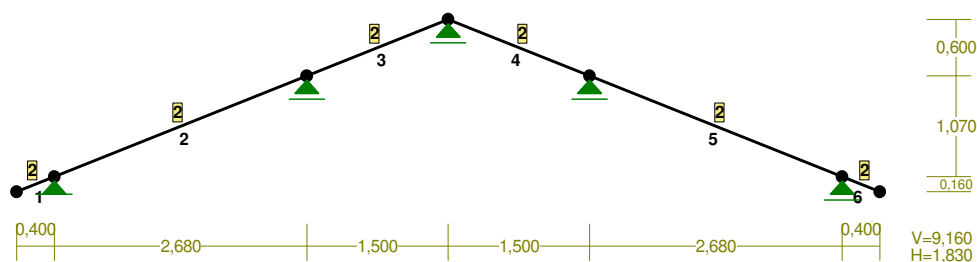
PRETY:



EKSPERTYZA TECHNICZNA

oceniająca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję Szkoły Podstawowej w Świeszyńce (budynek sali gimnastycznej)

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	2	0	0,400	0,160	0,431	1,000	2 B 200x65
2	00	0	3	2,680	1,070	2,886	1,000	2 B 200x65
3	00	3	1	1,500	0,600	1,616	1,000	2 B 200x65
4	00	1	4	1,500	-0,600	1,616	1,000	2 B 200x65
5	00	4	5	2,680	-1,070	2,886	1,000	2 B 200x65
6	00	5	6	0,400	-0,160	0,431	1,000	2 B 200x65

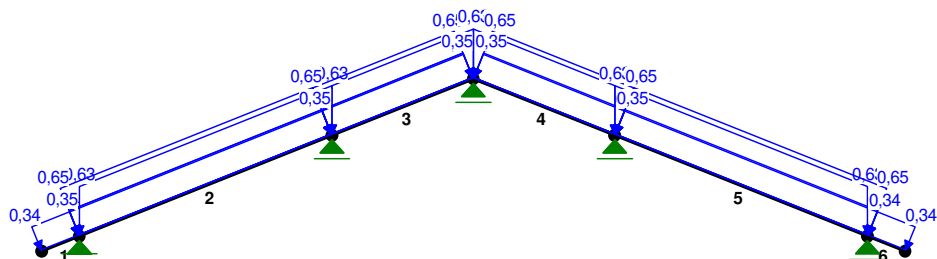
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm2]	Ix[cm4]	Iy[cm4]	Wg[cm3]	Wd[cm3]	h[cm]	Materiał:
2	130,0	4333	458	433	433	20,0	1,3E+2 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
127 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
	"PS 1"					

EKSPERTYZA TECHNICZNA

oceniająca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję
Szkoły Podstawowej w Świeszynie (budynek sali gimnastycznej)

Grupa: A "Stałe"				Stałe	$\gamma_c = 1,35/1,00$	
"PS 1"						
1	Liniowe	21,8	0,34	0,34	0,00	0,43
2	Liniowe	21,8	0,34	0,34	0,00	2,89
2	Liniowe	21,8	0,35	0,35	0,00	2,89
3	Liniowe	21,8	0,34	0,34	0,00	1,62
3	Liniowe	21,8	0,35	0,35	0,00	1,62
4	Liniowe	-21,8	0,34	0,34	0,00	1,62
5	Liniowe	-21,8	0,34	0,34	0,00	2,89
6	Liniowe	-21,8	0,34	0,34	0,00	0,43

Grupa:	S	"Śnieg"		Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
		"PZ 3"				
2	Liniowe	0,0	0,63	0,63	0,00	2,89
3	Liniowe	0,0	0,63	0,63	0,00	1,62
4	Liniowe	0,0	0,63	0,63	0,00	1,62
5	Liniowe	0,0	0,63	0,63	0,00	2,89

Grupa:	W	"Wiatr "		Zmienne	$\gamma_Q= 1,50$	
		"PZ 1"				
2	Liniowe	21,8	0,65	0,65	0,00	2,89
3	Liniowe	21,8	0,65	0,65	0,00	1,62
4	Liniowe	-21,8	0,65	0,65	0,00	1,62
5	Liniowe	-21,8	0,65	0,65	0,00	2,89

Grupa:	Z	"Zmienne"		Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
		"PZ 4"				
2	Liniowe	21,8	0,35	0,35	0,00	2,89
3	Liniowe	21,8	0,35	0,35	0,00	1,62
4	Liniowe	-21,8	0,35	0,35	0,00	1,62
5	Liniowe	-21,8	0,35	0,35	0,00	2,89

W Y N I K I wg PN-EN 1990

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

RM_Win v. 11.114 licencja nr 41851

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ :	$\psi_0/\psi_1/\psi_2$:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A -"Stałe"	Stałe	1,35/1,00	
S -"Śnieg"	Zmienne	1 1,50	0,5/0,2/0
W -"Wiatr "	Zmienne	1 1,50	0,6/0,2/0
Z -"Zmienne"	Zmienne	1 1,50	0/0/0

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
-------------	----------

EKSPERTYZA TECHNICZNA

ocenijąca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję Szkoły Podstawowej w Świeszynie (budynek sali gimnastycznej)

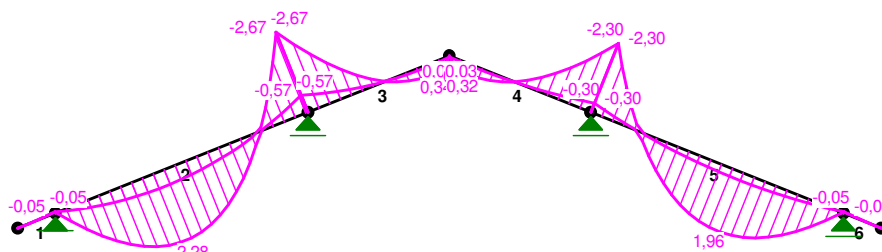
A - "Stałe"	EWENTUALNIE
S - "Śnieg"	EWENTUALNIE
W - "Wiatr"	EWENTUALNIE
Z - "Zmienne"	EWENTUALNIE

KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

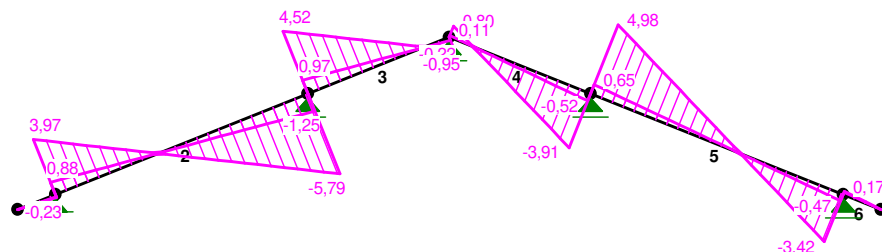
Nr: Specyfikacja:

1	ZAWSZE	: CW+A
	EWENTUALNIE:	S+W+Z

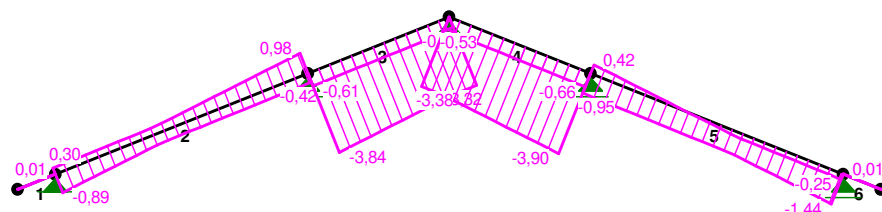
MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZESKROJOWE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZESKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	0,00*	0,00	0,00	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W)$
	0,431	-0,05*	-0,23	0,01	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot W$
	0,431	-0,05	-0,23*	0,01	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W)$
	0,431	-0,05	-0,23	0,01*	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot W$
	0,000	0,00	0,00	0,00*	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W)$

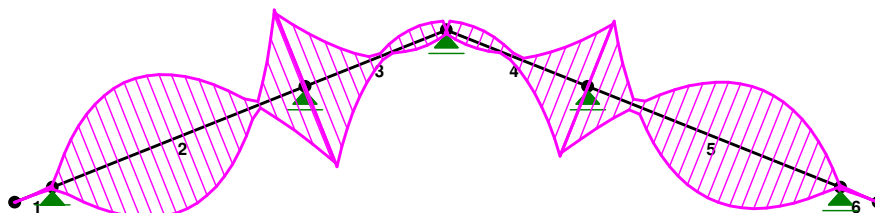
EKSPERTYZA TECHNICZNA

oceniająca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję
Szkoły Podstawowej w Świeszyń (budynek sali gimnastycznej)

2	1,262	2,27*	-0,30	-0,34	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	2,886	-2,67*	-5,79	0,28	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	2,886	-2,67	-5,79*	0,28	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	2,886	-1,48	-3,21	0,98*	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot S$
	0,000	-0,04	3,67	-0,89*	$CW+A+1,5 \cdot (S+W+Z)$
3	1,313	0,34*	0,08	-3,34	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	0,000	-2,67*	4,52	-3,84	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	0,000	-2,67	4,52*	-3,84	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	1,616	0,10	-0,46	-0,48*	$CW+A+1,5 \cdot S$
	0,000	-2,67	4,52	-3,84*	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
4	0,303	0,32*	-0,08	-3,40	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	1,616	-2,30*	-3,91	-3,90	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	1,616	-2,30	-3,91*	-3,90	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	0,000	0,10	0,35	-0,53*	$CW+A+1,5 \cdot S$
	1,616	-2,30	-3,91	-3,90*	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
5	1,623	1,95*	0,26	-0,96	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	0,000	-2,30*	4,98	-0,35	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	0,000	-2,30	4,98*	-0,35	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	0,000	-1,00	2,17	0,42*	$CW+A+1,5 \cdot S$
	2,886	-0,05	-3,42	-1,44*	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
6	0,431	0,00*	0,00	0,00	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (W+Z)$
	0,000	-0,05*	0,23	0,01	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (W+Z)$
	0,000	-0,05	0,23*	0,01	$1,35 \cdot (CW+A)$
	0,000	-0,05	0,23	0,01*	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (W+Z)$
	0,431	0,00	0,00	0,00*	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (W+Z)$

* = Wartości ekstremalne

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:



NAPĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
				[MPa]	
			Ro		

1	0,431	0,005*		0,11	$1,35 \cdot (CW+A)$
	0,000	0,000*		0,00	$CW+A+1,5 \cdot (S+W+Z)$
	0,000		0,000*	0,00	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot W$
	0,431		-0,005*	-0,11	$1,35 \cdot (CW+A)$
2	2,886	0,258*		6,19	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	1,082	-0,220*		-5,27	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	1,262		0,217*	5,22	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$
	2,886		-0,256*	-6,15	$1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot (S+W+Z)$

EKSPERTYZA TECHNICZNA

ocenijąca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję
Szkoły Podstawowej w Świeszynie (budynek sali gimnastycznej)

3	0,000	0,245*	5,88	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	1,313	-0,043*	-1,04	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	1,313	0,022*	0,53	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,000	-0,269*	-6,47	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
4	1,616	0,209*	5,02	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,303	-0,041*	-0,99	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,303	0,020*	0,47	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	1,616	-0,234*	-5,62	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
5	0,000	0,220*	5,29	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	1,804	-0,191*	-4,57	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	1,623	0,184*	4,42	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,000	-0,223*	-5,34	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
6	0,000	0,005*	0,11	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (W+Z)
	0,431	0,000*	0,00	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (W+Z)
	0,431	0,000*	0,00	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (W+Z)
	0,000	-0,005*	-0,11	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (W+Z)

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	-0,58*	3,89	3,94		CW+A+1,5 · (S+W+Z)
	-0,58*	0,89	1,07		CW+A
	-0,79*	4,21	4,28		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	-0,79*	1,21	1,44		1,35 · (CW+A)
	-0,79	4,21*	4,28		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	-0,58	0,89*	1,07		CW+A
	-0,79	4,21	4,28*		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
2	0,00*	0,37	0,37		CW+A+1,5 · S
	0,00*	-1,31	1,31		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (W+Z)
	0,00*	-0,19	0,19		1,35 · (CW+A)
	0,00	0,37*	0,37		CW+A+1,5 · S
	0,00	-1,31*	1,31		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (W+Z)
	0,00	-1,31	1,31*		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (W+Z)
4	0,00*	11,11	11,11		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,00*	2,39	2,39		CW+A
	0,00*	3,23	3,23		1,35 · (CW+A)
	0,00	11,11*	11,11		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,00	2,39*	2,39		CW+A
	0,00	11,11	11,11*		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
5	0,00*	9,58	9,58		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,00*	1,26	1,26		CW+A
	0,00*	1,70	1,70		1,35 · (CW+A)
	0,00	9,58*	9,58		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,00	1,26*	1,26		CW+A
	0,00	9,58	9,58*		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
6	0,00*	3,93	3,93		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,00*	0,69	0,69		CW+A
	0,00*	0,93	0,93		1,35 · (CW+A)
	0,00	3,93*	3,93		1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
	0,00	0,69*	0,69		CW+A

EKSPERTYZA TECHNICZNA

oceniająca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję
Szkoły Podstawowej w Świeszynie (budynek sali gimnastycznej)

0,00	3,93	3,93*	1,35 · (CW+A) + 1,5 · (S+W+Z)
------	------	--------------	-------------------------------

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE – WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	-0,58*	2,89	2,95		CW+A+S+W+Z
	-0,58*	0,89	1,07		CW+A
	-0,58	2,89*	2,95		CW+A+S+W+Z
	-0,58	0,89*	1,07		CW+A
	-0,58	2,89	2,95*		CW+A+S+W+Z
2	0,00*	0,20	0,20		CW+A+S
	0,00*	-0,89	0,89		CW+A+W+Z
	0,00*	-0,14	0,14		CW+A
	0,00	0,20*	0,20		CW+A+S
	0,00	-0,89*	0,89		CW+A+W+Z
	0,00	-0,89	0,89*		CW+A+W+Z
4	0,00*	7,64	7,64		CW+A+S+W+Z
	0,00*	2,39	2,39		CW+A
	0,00	7,64*	7,64		CW+A+S+W+Z
	0,00	2,39*	2,39		CW+A
	0,00	7,64	7,64*		CW+A+S+W+Z
5	0,00*	6,51	6,51		CW+A+S+W+Z
	0,00*	1,26	1,26		CW+A
	0,00	6,51*	6,51		CW+A+S+W+Z
	0,00	1,26*	1,26		CW+A
	0,00	6,51	6,51*		CW+A+S+W+Z
6	0,00*	2,69	2,69		CW+A+S+W+Z
	0,00*	0,69	0,69		CW+A
	0,00	2,69*	2,69		CW+A+S+W+Z
	0,00	0,69*	0,69		CW+A
	0,00	2,69	2,69*		CW+A+S+W+Z

* = Wartości ekstremalne

PRZEMIESZCZENIA – WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	Ux[m]:	Uy[m]:	Wypadkowe[m]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,00000*	0,00000	0,00000	CW+A
	0,00000	0,00000*	0,00000	CW+A+S+W+Z
	0,00000	0,00000	0,00000*	CW+A+S+W+Z
2	-0,00003*	0,00000	0,00003	CW+A+S+W+Z
	-0,00003	0,00000*	0,00003	CW+A+W+Z
	-0,00003	0,00000	0,00003*	CW+A+S+W+Z
3	-0,00047*	0,00118	0,00127	CW+A+S+W+Z
	-0,00047	0,00118*	0,00127	CW+A+S+W+Z
	-0,00047	0,00118	0,00127*	CW+A+S+W+Z
4	0,00001*	0,00000	0,00001	CW+A+S
	0,00000	0,00000*	0,00000	CW+A+S+W+Z
	0,00001	0,00000	0,00001*	CW+A+S

EKSPERTYZA TECHNICZNA

ocenijąca możliwość montażu ogniw fotowoltaicznych na dachu budynku użyteczności publicznej pełniącego funkcję Szkoły Podstawowej w Świeszymie (budynek sali gimnastycznej)

5	-0,00006*	0,00000	0,00006	CW+A+S+W+Z
	-0,00006	0,00000*	0,00006	CW+A+S+W+Z
	-0,00006	0,00000	0,00006*	CW+A+S+W+Z
6	-0,00008*	0,00000	0,00008	CW+A+S+W+Z
	-0,00008	0,00000*	0,00008	CW+A+S+W+Z
	-0,00008	0,00000	0,00008*	CW+A+S+W+Z
7	0,00032*	0,00100	0,00105	CW+A+S+W+Z
	0,00032	0,00100*	0,00105	CW+A+S+W+Z
	0,00032	0,00100	0,00105*	CW+A+S+W+Z

DEFORMACJE – WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

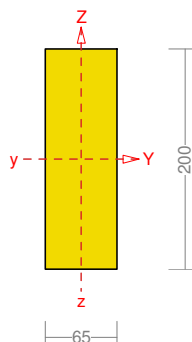
Obciążenia char.: "Kombinacja obciążeń"

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	779164,7	CW+A
2	1204,2	CW+A+S+W+Z
3	7635,3	CW+A+S+W+Z
4	9184,8	CW+A+S+W+Z
5	1422,8	CW+A+S+W+Z
6	779164,7	CW+A+S+W

Pręt nr 2

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.20 licencja nr 41851)

Zadanie: Więźba



Przekrój: 2 „B 200x65”

Wymiary przekroju:

$$h=200,0 \text{ mm } b=65,0 \text{ mm.}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=4333,3; J_z=457,7 \text{ cm}^4; A=130,00 \text{ cm}^2; i_y=5,8; i_z=1,9 \text{ cm}; W_y=433,3; W_z=140,8 \text{ cm}^3.$$

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).

$$K_{mod} = 0,60 \quad \gamma_M = 1,3$$

$$k_{h,t} = \min [(150/65)^{0,2}; 1,3] = 1,182$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 1,000 \times 24,00 = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,077 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 1,182 \times 14,50 = 17,14$$

$$f_{t,0,d} = 7,911 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40 \quad f_{t,90,d} = 0,185 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00 \quad f_{c,0,d} = 9,692 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \quad f_{c,90,d} = 1,154 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00 \quad f_{v,d} = 1,846 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=2,886 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(S+W+Z) ”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 130,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,28 / 130,00 \times 10 = \mathbf{0,022} < \mathbf{7,911} = f_{t,0,d} \quad (6.1)$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,082 \text{ m}$; $x_b=1,804 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(S+W+Z) ”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Y (wyznaczona w sposób uproszczony):

$$l_c = \mu l = 0,778 \times 2,886 = 2,245 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,886 = 2,886 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 2,245 / 5,7735 \times 10^2 = 38,89$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,886 / 1,8764 \times 10^2 = 153,79$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 38,89 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 0,659 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 153,79 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 2,608 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,659 - 0,3) + (0,659)^2] = 0,753 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (2,608 - 0,3) + (2,608)^2] = 4,131 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,753 + \sqrt{0,753^2 - 0,659^2}) = 0,895 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (4,131 + \sqrt{4,131^2 - 2,608^2}) = 0,136 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 130,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,4 / 130,00 \times 10 = \mathbf{0,031} < \mathbf{1,321} = 0,136 \times 9,692 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem

dla $x_a=1,082 \text{ m}$; $x_b=1,804 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(S+W+Z) ”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,031}{0,895 \times 9,692} + \frac{5,239}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,477} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,031}{0,136 \times 9,692} + 0,7 \times \frac{5,239}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,355} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,886$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(S+W+Z) ”.

Długość obliczeniowa dla *pręta swobodnie podpartego ze stałym momentem zginającym*, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_{ef} = 1,0 \times 2885,7 + 200 + 200 = 3285,7 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 65^2}{200 \times 3285,7} \times 7400 = 37,110 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{24,00 / 37,110} = 0,804 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 0,957$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,67 / 433,33 \times 10^3 = \mathbf{6,171} < \mathbf{10,599} = 0,957 \times 11,077 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=2,886$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(S+W+Z) ”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,022}{7,911} + \frac{6,171}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,560} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,022}{7,911} + 0,7 \times \frac{6,171}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,393} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=2,886$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(S+W+Z) ”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000^2}{9,692^2} + \frac{6,171}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,557} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000^2}{9,692^2} + 0,7 \times \frac{6,171}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,390} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,886$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(S+W+Z) ”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 5,79 / (0,67 \times 130,00) \times 10 = 0,998 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 130,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

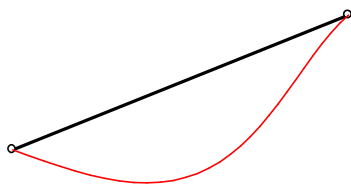
Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,998^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,998} < \mathbf{1,846} = 1,000 \times 1,846 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=2,886$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+A)+1,5·(S+W+Z) ”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,268 \times 6,5^2 \times 20,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,698} = 1,462 \times 1,846 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,443$ m; $x_b=1,443$ m; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+A+S+W+Z; Q-S: CW+A+0·(S+W+Z)” liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 2885,7 / 150 = 19,2 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin,gr} = l / 150 = 2885,7 / 150 = 19,2 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 2,40 \times [1 + 19,20 \times (200,0/2885,7)^2] = 2,62 \text{ mm}$$

$$u_{y,inst} = u_y = 0,00 \times = 0,00 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone dla quasi-stałej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,fin} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] (1 + k_{def}) = 0,74 \times [1 + 19,20 \times (200,0/2885,7)^2] (1 + 0,60) = 1,30 \text{ mm}$$

$$u_{y,fin} = u_y (1 + k_{def}) = 0,00 \times (1 + 0,60) = 0,00 \text{ mm}$$

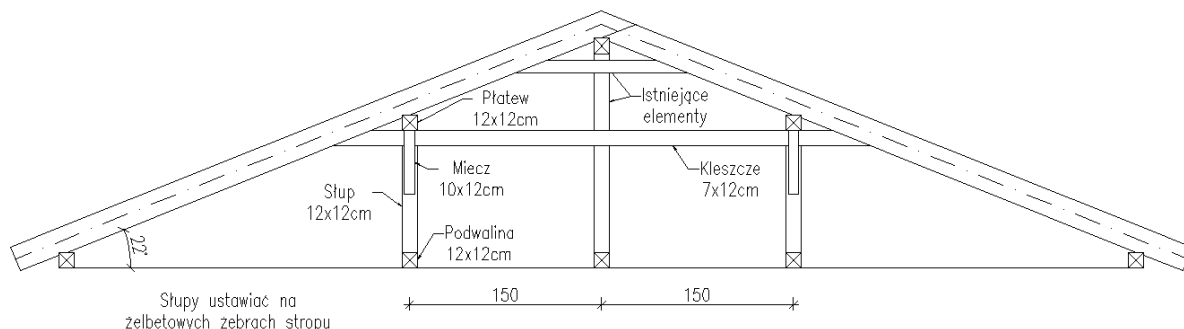
Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = 2,6$$

$$u_{z,fin} = 1,3 < 19,2 = u_{z,fin,gr}$$

5. UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE

Ze względu na niewystarczającą nośność konstrukcji dachu budynku objętego opracowaniem po uwzględnieniu ciężaru projektowanej instalacji fotowoltaicznej o wartości charakterystycznej $0,40 \text{ kN/m}^2$ (przekroczony stan graniczny nośności i użytkowalności), należy wzmocnić istniejącą więźbę dachową. Zaprojektowano wstawienie dodatkowych słupów o przekroju $12 \times 12 \text{ cm}$, ustawionych na podwalinie $12 \times 12 \text{ cm}$. Słupy należy ustawiać w miejscu żelbetowych żeber stropu (6 słupów w rzędzie). Zaprojektowano również płatwie o przekroju $12 \times 12 \text{ cm}$, kleszcze $7 \times 12 \text{ cm}$ oraz miecze $10 \times 12 \text{ cm}$, rozmieszczone zgodnie z poniższym schematem. Wszystkie drewniane elementy z drewna klasy C24.



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia projektowanych elementów wzmacniających istniejącą konstrukcję drewnianej więźby dachowej.

Projektowane drewniane elementy, wzmacniające istniejącą więźbę dachową, należy zamontować na etapie rozebrania istniejącego pokrycia dachowego, podlegającego wymianie.

Konstrukcja dachu budynku objętego opracowaniem wraz z zaprojektowanymi elementami wzmacniającymi pozwala na zamontowanie ogniw fotowoltaicznych. Przy montażu należy przestrzegać następujących warunków:

1. Do obliczeń przyjęto ciężar instalacji fotowoltaicznej jako obciążenie stałe o wartości charakterystycznej $0,40 \text{ kN/m}^2$.
2. W przypadku montażu ogniw fotowoltaicznych na budynku, należy zwrócić uwagę na spadek połaci dachowej, aby usytuować instalację w sposób jak najkorzystniejszy dla pracy paneli fotowoltaicznych, ze względu na ich konstrukcję oraz sposób montażu (względem słońca). Z tego względu do obliczeń przyjęto montaż systemu na południowej połaci dachowej.
3. Podczas montażu systemu fotowoltaicznego na przedmiotowym budynku poruszać się po dachu wyłącznie po elementach nośnych. Stawanie pomiędzy drewnianym szkieletem konstrukcji dachowej grozi wypadkiem lub uszkodzeniem połaci, dlatego należy poruszać się tylko po krokwiach lub po specjalnych konstrukcjach przenoszących ciężar bezpośrednio na krokwie. Ustawienie konstrukcji pod panele fotowoltaiczne również powinno się odbywać w trosce o zapewnienie tego rygoru montażowego.

Obliczeń dokonano na podstawie danych przekazanych przez Inwestora. Stan techniczny oraz naturalne zużycie elementów nie było brane pod uwagę przy wykonywaniu obliczeń.

Wszystkie zmiany obciążenia wychodzące poza zakres obciążeń przewidzianych do analizy należy niezwłocznie zgłosić do jednostki projektowej i nie wprowadzać zmian do czasu opracowania dokumentacji zamiennej. Wszystkie zmiany materiałowe oraz wymiarów względem materiałów i wymiarów założonych w analizie również należy bezzwłocznie zgłosić do jednostki projektowej.

.....
Opracowała:
mgr inż. Kinga Materka-Wal

.....
Projektował:
dr inż. Mariusz Januszewski
ZAP/0008/POOK/09

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



Fot. 1 Połąć południowa budynku objętego opracowaniem, stan na dzień wizji lokalnej 10.10.2022r.



Fot. 2 Widok oparcia skrajnej krokwi o wymiarach 65x200mm.



Fot. 3 Widok elementów nośnych konstrukcji więźby dachowej objętej opracowaniem.



Fot. 4 Widok elementów nośnych konstrukcji więźby dachowej objętej opracowaniem.