

EKSPERTYZA TECHNICZNA

NOŚNOŚCI DACHU POWIATOWEGO URZĘDU PRACY POD MONTAŻ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH (PV)

ADRES INWESTYCJI:

działka nr ew. 2279/81
Identyfikator: 247101_1.1013.2279/81
ul. Popieluszki 14
41-940 Piekary Śląskie

INWESTOR:

Gmina Piekary Śląskie
ul. Bytomska 84
41-940 Piekary Śląskie

Sporządził:

mgr inż. Piotr Bogusiewicz

Nr uprawnień: LUB/0073/PWOK/10

Spis treści

1. Przedmiot, cel i zakres ekspertyzy	3
2. Podstawa merytoryczna opracowania	3
3. Ogólna charakterystyka stanu istniejącego.....	3
4. Ocena stanu technicznego obiektu w świetle badań „In situ”	4
4.1. Dane ogólne.....	4
4.2. Badania własne elementów obiektu	5
4.3. Dokumentacja fotograficzna	6
5. Wnioski ogólne z oceny stanu technicznego.....	8
6. Obliczenia statyczne	8
6.1. Stan istniejący.....	8
6.2. Stan projektowany – dodatkowe obciążenie wynikające z montażu PV	18
6.3. Porównanie wyników	21
7. Wnioski i zalecenia	22

1. Przedmiot, cel i zakres ekspertyzy

Przedmiotem ekspertyzy jest budynek Powiatowego Urzędu Pracy, znajdujący się przy ul. Popiełuszki 14 w Piekarach Śląskich.

Celem opracowania jest określenie faktycznego stanu technicznego dachu, określenie rodzaju i stopnia uszkodzeń, odkształceń i zużycia elementów konstrukcyjnych, wskazanie niezbędnego zakresu prac do wykonania z określeniem możliwości oraz technologii planowanych prac naprawczych.

Ekspertyza swym zakresem obejmuje:

- określenie aktualnego stanu technicznego dachu;
- określenie rodzaju i stopnia uszkodzeń, odkształceń i zużycia elementów konstrukcji
- analizę możliwości konstrukcyjno-budowlanych dachu w zakresie przyjęcia dodatkowych obciążeń wynikających z montażu instalacji PV (ciężar paneli, konstrukcji wsporczych, obciążeń śniegiem i wiatrem)
- wskazanie i określenie orientacyjnego zakresu ewentualnych wzmocnień konstrukcji,
- sporządzenie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych wybranych elementów konstrukcji po uwzględnieniu obciążeń od instalacji PV,
- wykonanie dokumentacji fotograficznej i rysunkowej,
- sformułowanie wniosków końcowych dotyczących możliwości montażu mikroinstalacji PV.

2. Podstawa merytoryczna opracowania

Ekspertyzę opracowano na podstawie:

- oględzin budynku
- dokumentacji fotograficznej wykonanej przez autorów ekspertyzy,
- odkrywek elementów konstrukcji oraz badań makroskopowych materiałów konstrukcyjnych budynku,
- własnego doświadczenia związanego z projektowaniem, realizacją i diagnostyką konstrukcji,
- literatury przedmiotu,
- udostępnionej dokumentacji archiwalnej.

3. Ogólna charakterystyka stanu istniejącego

Budynek w roku 2020 poddany termomodernizacji wraz z wymianą konstrukcji dachu i pokrycia. Budynek częściowo podpiwniczony z dwoma kondygnacjami nadziemnymi oraz nieużytkowym poddaszem. Wykonany w technologii tradycyjnej murowanej, ściany nośne z cegły ceramicznej pełnej, strop Ackermana, więźba dachowa w postaci drewnianych dźwigarów, kryty papą. Budynek w rzucie prostokąta.



Zdj. 1 Widok budynku z góry – Powiatowy Urząd Pracy w Piekarach Śląskich

4. Ocena stanu technicznego obiektu w świetle badań „In situ”

4.1. Dane ogólne

Przegląd konstrukcji obiektu oraz niezbędne odkrywki do celów niniejszej ekspertyzy wykonano w lutym 2026r. Sporządzoną dokumentację fotograficzną przedstawiono w treści ekspertyzy. W ekspertyzie dokonano oceny stanu technicznego wybranych elementów przedmiotowego budynku na podstawie:

- szczegółowych oględzin obiektu i jego elementów,
- wizji lokalnej przeprowadzonej w obiekcie,
- badań „in situ” elementów obiektu,
- analizy dokumentacji fotograficznej,
- własnych makroskopowych badań materiałów i elementów obiektu,
- analizy stopnia zużycia technicznego obiektu.

Ogólnie można stwierdzić, że na obecny stan techniczny badanych elementów budynku Powiatowego Urzędu Pracy, przy ul. Popiełuszki 14, mają wpływ m. in.:

- warunki użytkowania,
- okres eksploatacji budynku,
- zastosowane rozwiązania materiałowo – konstrukcyjne.

Mając na względzie te uwarunkowania, autorzy niniejszej ekspertyzy dokonali oceny stanu technicznego obiektu, przyjmując kryteria oceny zgodnie z poniższą tabelą.

Lp	Klasyfikacja stanu technicznego elementu	Procentowe zużycie elementu %	Oznaki zużycia
1	2	3	4
1	Dobry	0 - 15	Element budynku jest dobrze utrzymany, konserwowany, nie wykazuje zużycia i uszkodzeń. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymogom normy
2	Zadowalający	16 - 30	Element budynku utrzymany jest należycie. Celowy jest remont bieżący polegający na drobnych naprawach, uzupełnieniach, konserwacji
3	Średni	31 - 50	W elementach budynku występują niewielkie uszkodzenia i ubytki nie zagrażające bezpieczeństwu publicznemu. Celowy jest częściowy remont kapitalny
4	Zły	powyżej 50	W elementach budynku występują znaczne uszkodzenia, ubytki. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną klasę. Wymagany kompleksowy remont kapitalny, względnie wymiana.

4.2. Badania własne elementów obiektu

Konstrukcja dachu wykonana w technologii drewnianej w postaci dźwigarów.

Wewnątrz budynku nie stwierdzono śladów zacieków, ani śladów doraźnych napraw.

Ogólnie stan techniczny pokrycia dachu ocenia się jako dobry.

Ogólnie stan techniczny konstrukcji dachu określono jako dobry.

4.3. Dokumentacja fotograficzna



Zdj. 2 Widok dachu



Zdj. 3 Widok dachu



Zdj. 4 Konstrukcja dachu



Zdj. 5 Konstrukcja dachu

5. Wnioski ogólne z oceny stanu technicznego

W świetle przeprowadzonych własnych badań „In situ”, analizy elementów konstrukcji nośnej obiektu, stan techniczny oceniono następująco:

- **stan dobry**, element wymaga bieżącej konserwacji: konstrukcja dachu.

6. Obliczenia statyczne

6.1. Stan istniejący

Zestawienie obciążeń

Grupa norm: Polskie Normy Budowlane oraz Eurokod

1. Ciężar

Obciążenie charakterystyczne	$Q_k = 0,84 \text{ kN/m}^2$
Obciążenie obliczeniowe	$Q_{o1} = \mathbf{1,08 \text{ kN/m}^2}$
	$Q_{o2} = \mathbf{0,84 \text{ kN/m}^2}$

1.1. Papa

Obciążenie charakterystyczne	$Q_k = 0,350 \text{ kN/m}^2 \times 2 = 0,70 \text{ kN/m}^2$
Obciążenie obliczeniowe	$Q_{o1} = 1,35 \times 0,70 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,94 \text{ kN/m}^2}$
	$Q_{o2} = 1,00 \times 0,70 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,70 \text{ kN/m}^2}$

1.2. deskowanie

Obciążenie charakterystyczne	$5,5 \text{ kN/m}^3 \times 0,025 \text{ m} = 0,14 \text{ kN/m}^2$
Obciążenie obliczeniowe	$Q_{o1} = 1,00 \times 0,14 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,14 \text{ kN/m}^2}$
	$Q_{o2} = 1,00 \times 0,14 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,14 \text{ kN/m}^2}$

2. Śnieg

Obciążenie charakterystyczne	$Q_k = 0,72 \text{ kN/m}^2$
Obciążenie obliczeniowe	$Q_{o1} = \mathbf{1,08 \text{ kN/m}^2}$
	$Q_{o2} = \mathbf{1,08 \text{ kN/m}^2}$

2.1. Dach dwuspadowy

Położenie obiektu: strefa 2, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$$\Rightarrow s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

Ekspozycja obiektu: teren normalny $\Rightarrow C_e = 1,00$

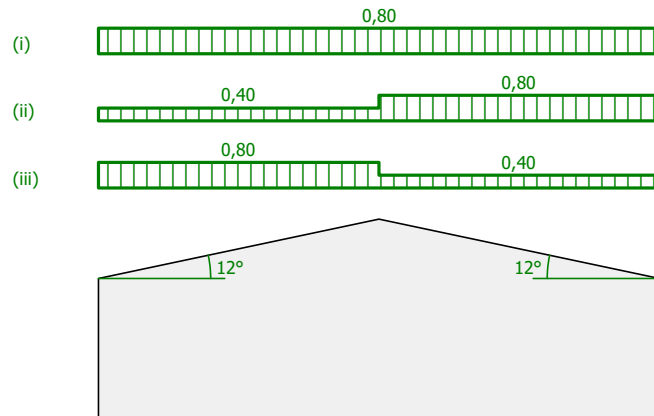
Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. $t_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, wsp. przenikania ciepła $U = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) \Rightarrow C_t = 1,00$

Rodzaj dachu: dach dwuspadowy

Kąt połaci dachu $\alpha_1 = 12^\circ$

Kąt połaci dachu $\alpha_2 = 12^\circ$

$$\Rightarrow \mu_1 = 0,80 \quad (\text{przypadek (i) obc. równomierne})$$



Obciążenie charakterystyczne $s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k = 0,80 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90 \text{ kN/m}^2 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $s_o = 1,50 \times 0,72 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{1,08 \text{ kN/m}^2}$

3. Wiatr

3.1. Dach dwuspadowy

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 150 \text{ m}$

$\Rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - III

Wysokości: minimalna $z_{\min} = 5 \text{ m}$, maksymalna $z_{\max} = 400 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 8,00 \text{ m} = 8,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 8,00 \text{ m} = 8,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{\text{dir}} \times c_{\text{season}} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 22 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 0,80 \times (z_e / 10)^{0,19} = 0,80 \times (8,00 / 10)^{0,19} = 0,77$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 1,90 \times (z_e / 10)^{0,26} = 1,90 \times (8,00 / 10)^{0,26} = 1,79$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 0,77 \times 1,00 \times 22 \text{ m/s} = 16,9 \text{ m/s}$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22 \text{ m/s})^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$\Rightarrow q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,79 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,54 \text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: **dach dwuspadowy**

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadle do kierunku wiatru): $b = 53,00 \text{ m}$

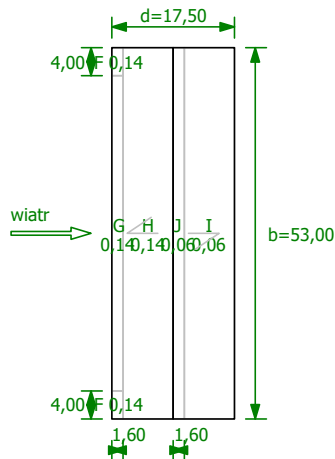
długość (równolegle do kierunku wiatru): $d = 17,50 \text{ m}$

wysokość: $h = 8,00 \text{ m}$

nachylenie dachu: $\alpha = 12,00^\circ$

$e = \min(b, 2h) = 16,00 \text{ m}$

Pole powierzchni przegrody: $A_{\text{ref}} > 10 \text{ m}^2$



Element rozważany: **połaciez nawietrzna**.

Wariant obciążenia o dodatnich wartościach pól.

Współczynnik ciśnienia wewnętrznej:

Założono budynek bez ściany dominującej.

Stosunek pola otworów gdzie $c_{pe} \leq 0$ do pola wszystkich otworów w budynku: $\mu = 0,50$

Stosunek wymiarów budynku: $h/d = 0,46$

$$\Rightarrow c_{pi} = 0,13$$

Poziom odniesienia do obliczenia ciśnienia wewn. wiatru: $z_i = z_e = 8,00 \text{ m} = 8,00 \text{ m}$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_i) = 1,90 \times (z_i / 10) ^{0,26} = 1,90 \times (8,00 / 10) ^{0,26} = 1,79$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$\Rightarrow q_p(z_i) = c_e(z_i) \times q_b = 1,79 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

3.1.1. Pole F

Współczynnik ciśnienia zewnętrznej: $c_{pe,F} = 0,14$

Obciążenie charakterystyczne $w_k = q_p(z_e) \times c_{pe,F} - q_p(z_i) \times c_{pi} = 0,54 \text{ kN/m}^2 \times 0,14 - 0,54 \text{ kN/m}^2 \times 0,13 = 0,01 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times 0,01 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,01 \text{ kN/m}^2}$

3.1.2. Pole G

Współczynnik ciśnienia zewnętrznej: $c_{pe,G} = 0,14$

Obciążenie charakterystyczne $w_k = q_p(z_e) \times c_{pe,G} - q_p(z_i) \times c_{pi} = 0,54 \text{ kN/m}^2 \times 0,14 - 0,54 \text{ kN/m}^2 \times 0,13 = 0,01 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times 0,01 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,01 \text{ kN/m}^2}$

3.1.3. Pole H

Współczynnik ciśnienia zewnętrznej: $c_{pe,H} = 0,14$

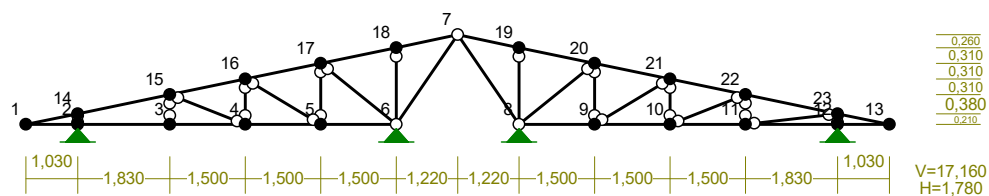
Obciążenie charakterystyczne $w_k = q_p(z_e) \times c_{pe,H} - q_p(z_i) \times c_{pi} = 0,54 \text{ kN/m}^2 \times 0,14 - 0,54 \text{ kN/m}^2 \times 0,13 = 0,01 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times 0,01 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,01 \text{ kN/m}^2}$

RM_Win v. 12.9 licencja nr 13883

NAZWA: wiązar_PUP

WĘZŁY:



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:	Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000	13	17,160	0,000
2	1,030	0,000	14	1,030	0,210
3	2,860	0,000	15	2,860	0,590
4	4,360	0,000	16	4,360	0,900
5	5,860	0,000	17	5,860	1,210
6	7,360	0,000	18	7,360	1,520
7	8,580	1,780	19	9,800	1,520
8	9,800	0,000	20	11,300	1,210
9	11,300	0,000	21	12,800	0,900
10	12,800	0,000	22	14,300	0,590
11	14,300	0,000	23	16,130	0,210
12	16,130	0,000			

PODPORY:

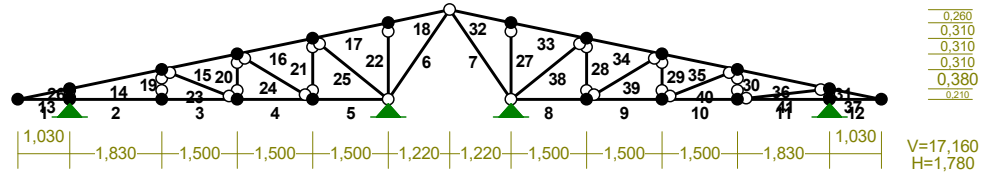
P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [m / k N]	Dy:	Dfi: [rad/kNm]
2	stała	0,0	0,0	0,0	
6	stała	0,0	0,0	0,0	
8	stała	0,0	0,0	0,0	
12	stała	0,0	0,0	0,0	

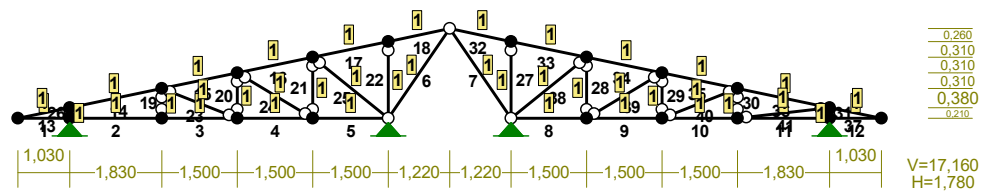
OSIADANIA:

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

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	0	1	1,030	0,000	1,030	1,000	1 B 23x6
2	00	1	2	1,830	0,000	1,830	1,000	1 B 23x6
3	00	2	3	1,500	0,000	1,500	1,000	1 B 23x6
4	00	3	4	1,500	0,000	1,500	1,000	1 B 23x6
5	01	4	5	1,500	0,000	1,500	1,000	1 B 23x6
6	11	5	6	1,220	1,780	2,158	1,000	1 B 23x6
7	11	6	7	1,220	-1,780	2,158	1,000	1 B 23x6
8	10	7	8	1,500	0,000	1,500	1,000	1 B 23x6
9	00	8	9	1,500	0,000	1,500	1,000	1 B 23x6
10	00	9	10	1,500	0,000	1,500	1,000	1 B 23x6
11	00	10	11	1,830	0,000	1,830	1,000	1 B 23x6
12	00	11	12	1,030	0,000	1,030	1,000	1 B 23x6
13	00	0	13	1,030	0,210	1,051	1,000	1 B 23x6
14	00	13	14	1,830	0,380	1,869	1,000	1 B 23x6
15	00	14	15	1,500	0,310	1,532	1,000	1 B 23x6
16	00	15	16	1,500	0,310	1,532	1,000	1 B 23x6
17	00	16	17	1,500	0,310	1,532	1,000	1 B 23x6
18	01	17	6	1,220	0,260	1,247	1,000	1 B 23x6

19	11	14	2	0,000	-0,590	0,590	1,000	1 B 23x6
20	11	15	3	0,000	-0,900	0,900	1,000	1 B 23x6
21	11	16	4	0,000	-1,210	1,210	1,000	1 B 23x6
22	11	17	5	0,000	-1,520	1,520	1,000	1 B 23x6
23	11	14	3	1,500	-0,590	1,612	1,000	1 B 23x6
24	11	15	4	1,500	-0,900	1,749	1,000	1 B 23x6
25	11	16	5	1,500	-1,210	1,927	1,000	1 B 23x6
26	11	13	1	0,000	-0,210	0,210	1,000	1 B 23x6
27	11	7	18	0,000	1,520	1,520	1,000	1 B 23x6
28	11	8	19	0,000	1,210	1,210	1,000	1 B 23x6
29	11	9	20	0,000	0,900	0,900	1,000	1 B 23x6
30	11	10	21	0,000	0,590	0,590	1,000	1 B 23x6
31	11	11	22	0,000	0,210	0,210	1,000	1 B 23x6
32	10	6	18	1,220	-0,260	1,247	1,000	1 B 23x6
33	00	18	19	1,500	-0,310	1,532	1,000	1 B 23x6
34	00	19	20	1,500	-0,310	1,532	1,000	1 B 23x6
35	00	20	21	1,500	-0,310	1,532	1,000	1 B 23x6
36	00	21	22	1,830	-0,380	1,869	1,000	1 B 23x6
37	00	22	12	1,030	-0,210	1,051	1,000	1 B 23x6
38	11	7	19	1,500	1,210	1,927	1,000	1 B 23x6
39	11	8	20	1,500	0,900	1,749	1,000	1 B 23x6
40	11	9	21	1,500	0,590	1,612	1,000	1 B 23x6
41	11	10	22	1,830	0,210	1,842	1,000	1 B 23x6

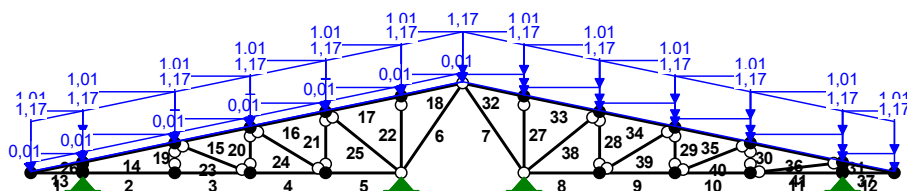
WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	138,0	6084	414	529	529	23,0	1,3E+2 Drewno C24

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
133 Drewno C24	11	24,000	5,0E-6

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

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

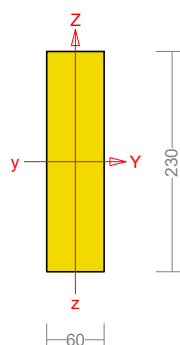
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: CW "Ciężar własny"				Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
Grupa: W "warstwy"				Stałe	$\gamma_G = 1,35/1,00$	
13	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,05
14	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,87
15	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,53
16	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,53
17	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,53
18	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,25
32	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,25
33	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,53
34	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,53
35	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,53
36	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,87
37	Liniowe	0,0	1,17	1,17	0,00	1,05
Grupa: A ""				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
Grupa: P "parcie"				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
13	Liniowe	11,5	0,01	0,01	0,00	1,05
14	Liniowe	11,5	0,01	0,01	0,00	1,87
15	Liniowe	11,5	0,01	0,01	0,00	1,53
16	Liniowe	11,5	0,01	0,01	0,00	1,53
17	Liniowe	11,5	0,01	0,01	0,00	1,53
18	Liniowe	11,5	0,01	0,01	0,00	1,25
Grupa: S "śnieg"				Zmienne	$\gamma_Q = 1,50$	
13	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,05
14	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,87
15	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,53
16	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,53
17	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,53
18	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,25

32	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,25
33	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,53
34	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,53
35	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,53
36	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,87
37	Liniowe-Y	0,0	1,01	1,01	0,00	1,05

Pręt nr 36

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_2d v. 1.35 licencja nr 13883)

Zadanie: wiązark_PUP



Przekrój: 1 „B 23x6”

Wymiary przekroju:

$$h=230,0 \text{ mm} \quad b=60,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=6083,5; J_z=414,0 \text{ cm}^4; A=138,00 \text{ cm}^2; i_y=6,6; i_z=1,7 \text{ cm}; W_y=529,0; W_z=138,0 \text{ cm}^3.$$

Własności techniczne drewna:

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

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

$$k_{h,t} = \min [(150/60)^{0,2}; 1,3] = 1,201$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

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

$$f_{t,0,k} = 1,201 \times 14,50 = 17,42$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

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

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

$$f_{v,k} = 4,00$$

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

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

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

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

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

$$f_{t,0,d} = 8,038 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,d} = 9,692 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = 1,154 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1,846 \text{ MPa}$$

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 36

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

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,869 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”.

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

$$l_c = \mu l = 0,639 \times 1,869 = 1,194 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,869 = 1,869 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,194 / 6,6395 \times 10^2 = 17,99$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,869 / 1,7321 \times 10^2 = 107,91$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 17,99 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 0,305 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 107,91 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 1,830 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,305 - 0,3) + (0,305)^2] = 0,547 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,830 - 0,3) + (1,830)^2] = 2,327 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,547 + \sqrt{0,547^2 - 0,305^2}) = 0,999 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,327 + \sqrt{2,327^2 - 1,830^2}) = 0,266 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 138,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 12,11 / 138,00 \times 10 = \mathbf{0,878} < \mathbf{2,574} = 0,266 \times 9,692 = k_{c,y} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,869 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,878}{0,999 \times 9,692} + \frac{2,564}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,322} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,878}{0,266 \times 9,692} + 0,7 \times \frac{2,564}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,503} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,869 \text{ m}$; $x_b=0,000 \text{ m}$; pręśło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”.

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

$$l_{ef} = 1,0 \times 1869,0 + 230 + 230 = 2329,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 60^2}{230 \times 2329,0} \times 7400 = 38,791 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{24,00 / 38,791} = 0,787 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichtnienia:

$$\text{dla } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 0,970$$

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{2,564^2}{0,970^2 \times 11,077^2} + \frac{0,878}{0,266 \times 9,692} = \mathbf{0,398 < 1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=1,869$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,564}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,231 < 1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{2,564}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,162 < 1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,869$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,878^2}{9,692^2} + \frac{2,564}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,240 < 1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,878^2}{9,692^2} + 0,7 \times \frac{2,564}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,170 < 1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,869$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”.
Napężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 3,46 / (0,67 \times 138,00) \times 10 = 0,562 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 138,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,562^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,562 < 1,846} = 1,000 \times 1,846 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=1,869$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+W)+1,5·(P+S) (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,280 \times 6,0^2 \times 23,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 2,200} = 1,192 \times 1,846 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,935$ m; $x_b=0,935$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+W+P+S; Q-S: CW+W+P+S” liczone od cięciwy przęta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 1869,0 / 150 = 12,5 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 0,15 \times [1 + 19,20 \times (230,0/1869,0)^2] = 0,19 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone z uwzględnieniem ugięć od pełzania wyznaczonych dla quasi-stałej kombinacji obciążeń (poprawka A2:2014):

$$u_{z,fin} = (u_{z,inst} + u_{z,creep}) [1 + \eta_1 (h/L)^2] = (0,15 + 0,09) \times [1 + 19,20 \times (230,0/1869,0)^2] = 0,31 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{0,2}$$

$$u_{z,fin} = 0,3 < 12,5 = u_{z,fin,gr}$$

6.2. Stan projektowany – dodatkowe obciążenie wynikające z montażu PV

Zestawienie obciążeń – dodatkowe obciążenie

4.1. panele fotowoltaiczne z podkonstrukcją

Obciążenie charakterystyczne $0,26 \text{ kN/m}^2 = 0,26 \text{ kN/m}^2$

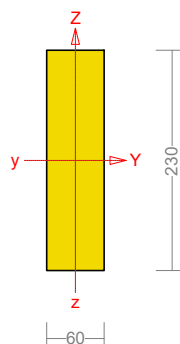
Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,00 \times 0,26 \text{ kN/m}^2 = 0,26 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,26 \text{ kN/m}^2 = 0,26 \text{ kN/m}^2$

Pręt nr 14

Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_2d v. 1.35 licencja nr 13883)

Zadanie: wiązar_PUP_PV



Przekrój: 1 „B 23x6”

Wymiary przekroju:

$h=230,0 \text{ mm}$ $b=60,0 \text{ mm}$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{yg}=6083,5$; $J_{zg}=414,0 \text{ cm}^4$; $A=138,00 \text{ cm}^2$; $i_y=6,6$; $i_z=1,7 \text{ cm}$; $W_y=529,0$; $W_z=138,0 \text{ cm}^3$.

Własności techniczne drewna:

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

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

$$\gamma_M = 1,3$$

$$k_{h,t} = \min [(150/60)^{0,2}; 1,3] = 1,201$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

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

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

$$f_{t,0,k} = 1,201 \times 14,50 = 17,42$$

$$f_{t,0,d} = 8,038 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,40$$

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

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

$$f_{c,0,d} = 9,692 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,90,d} = 1,154 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 4,00$$

$$f_{v,d} = 1,846 \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Sprawdzenie nośności pręta nr 14

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

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,869$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”.

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

$$l_c = \mu l = 0,639 \times 1,869 = 1,194 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie Z:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 1,869 = 1,869 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,194 / 6,6395 \times 10^2 = 17,99$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 1,869 / 1,7321 \times 10^2 = 107,91$$

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 17,99 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 0,305 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 107,91 / \pi \times \sqrt{21/7400} = 1,830 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,305 - 0,3) + (0,305)^2] = 0,547 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,830 - 0,3) + (1,830)^2] = 2,327 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,547 + \sqrt{0,547^2 - 0,305^2}) = 0,999 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,327 + \sqrt{2,327^2 - 1,830^2}) = 0,266 \quad (6.26)$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju $A_d = 138,00 \text{ cm}^2$.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 10,6 / 138,00 \times 10 = \mathbf{0,768} < \mathbf{2,574} = 0,266 \times 9,692 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,869$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,768}{0,999 \times 9,692} + \frac{4,529}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,488} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,768}{0,266 \times 9,692} + 0,7 \times \frac{4,529}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,585} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,869$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”.

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

$$l_{ef} = 1,0 \times 1869,0 + 230 + 230 = 2329,0 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \times 60^2}{230 \times 2329,0} \times 7400 = 38,791 \text{ MPa} \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{24,00 / 38,791} = 0,787 \quad (6.30)$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 0,970$$

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \frac{4,529^2}{0,970^2 \times 11,077^2} + \frac{0,768}{0,266 \times 9,692} = \mathbf{0,476} < \mathbf{1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,869$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,529}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,409} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{4,529}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,286} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,869$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,768^2}{9,692^2} + \frac{4,529}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,415} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,768^2}{9,692^2} + 0,7 \times \frac{4,529}{11,077} + \frac{0,000}{11,077} = \mathbf{0,293} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,869$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)”.
Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / (k_{cr} A) = 1,5 \times 4,75 / (0,67 \times 138,00) \times 10 = 0,770 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / (k_{cr} A) = 1,5 \times 0 / (1,00 \times 138,00) \times 10 = 0,000 \text{ MPa}$$

Przyjęto $k_v = 1,000$.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,770^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,770} < \mathbf{1,846} = 1,000 \times 1,846 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=1,869$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+W)+1,5·(P+S) (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor}}{\eta b^2 h} = \frac{0}{0,280 \times 6,0^2 \times 23,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,200} = 1,192 \times 1,846 = k_{shape} f_{v,d} \quad (6.14)$$

Stan graniczny użytkowania:



Wyniki dla $x_a=0,935$ m; $x_b=0,935$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „Char: CW+W+P+S; Q-S: CW+W+P+S” liczone od cięciwy pręta.

Wartości graniczne ugięć końcowych:

$$u_{z,fin,gr} = l / 150 = 1869,0 / 150 = 12,5 \text{ mm}$$

Ugięcia chwilowe wyznaczone dla charakterystycznej kombinacji obciążeń:

$$u_{z,inst} = u_z [1 + \eta_1 (h/L)^2] = 0,14 \times [1 + 19,20 \times (230,0/1869,0)^2] = 0,18 \text{ mm}$$

Ugięcia końcowe obliczone z uwzględnieniem ugięć od pełzania wyznaczonych dla quasi-stałej kombinacji obciążeń (poprawka A2:2014):

$$u_{z,fin} = (u_{z,inst} + u_{z,creep}) [1 + \eta_1 (h/L)^2] = (0,14 + 0,08) \times [1 + 19,20 \times (230,0/1869,0)^2] = 0,29 \text{ mm}$$

Warunki SGU:

$$u_{z,inst} = \mathbf{0,2}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{0,3} < \mathbf{12,5} = u_{z,fin,gr}$$

6.3. Porównanie wyników

- Przed obciążeniem PV

Wyniki wymiarowania wg PN-EN 1995 (Drew1995_2d v. 1.35 licencja nr 13883)

Nazwa pliku: wiązar_PUP

Nr pręta:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:	Kombinacja obc.
36	1 - B 23x6	Ściskanie	0,503	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
14	1 - B 23x6	Ściskanie	0,501	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
13	1 - B 23x6	Ściskanie	0,407	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
25	1 - B 23x6	Ściskanie	0,406	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
38	1 - B 23x6	Ściskanie	0,404	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
1	1 - B 23x6	Zginanie	0,307	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
17	1 - B 23x6	Zginanie	0,290	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
24	1 - B 23x6	Ściskanie	0,283	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
18	1 - B 23x6	Zginanie	0,281	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
39	1 - B 23x6	Ściskanie	0,270	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
2	1 - B 23x6	Zginanie	0,267	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
33	1 - B 23x6	Zginanie	0,261	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
6	1 - B 23x6	Ściskanie	0,260	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
15	1 - B 23x6	Ścinanie	0,258	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
32	1 - B 23x6	Zginanie	0,252	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
37	1 - B 23x6	Ścinanie	0,252	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
35	1 - B 23x6	Ścinanie	0,223	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
16	1 - B 23x6	Ścinanie	0,212	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
34	1 - B 23x6	Ścinanie	0,212	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
3	1 - B 23x6	Zginanie	0,207	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
5	1 - B 23x6	Ściskanie	0,170	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
10	1 - B 23x6	Zginanie	0,159	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
11	1 - B 23x6	Ściskanie	0,153	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
7	1 - B 23x6	Ściskanie	0,133	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
12	1 - B 23x6	Zginanie	0,128	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
8	1 - B 23x6	Ściskanie	0,126	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
40	1 - B 23x6	Ściskanie	0,106	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
22	1 - B 23x6	Ściskanie	0,103	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
27	1 - B 23x6	Ściskanie	0,101	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
41	1 - B 23x6	Zginanie	0,094	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
31	1 - B 23x6	Ściskanie	0,071	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
23	1 - B 23x6	Ściskanie	0,068	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
26	1 - B 23x6	Ściskanie	0,058	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
21	1 - B 23x6	Rozciąganie	0,054	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
28	1 - B 23x6	Rozciąganie	0,052	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
4	1 - B 23x6	Zginanie	0,030	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
9	1 - B 23x6	Zginanie	0,026	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
29	1 - B 23x6	Rozciąganie	0,022	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
20	1 - B 23x6	Rozciąganie	0,020	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
19	1 - B 23x6	Ściskanie	0,016	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
30	1 - B 23x6	Ściskanie	0,016	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)

- Po obciążeniu PV

Wyniki wymiarowania wg PN-EN 1995 (Drew1995_2d v. 1.35 licencja nr 13883)

Nazwa pliku: wiązar_PUP_PV

Nr pręta:	Grupa:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:	Kombinacja obc.
14		1 - B 23x6	Ściskanie	0,585	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
36		1 - B 23x6	Ściskanie	0,491	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)
13		1 - B 23x6	Ściskanie	0,473	1,35·(CW+W)+1,5·(P+S) (a)

25		1 - B 23x6	Ściskanie	0,464		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
38		1 - B 23x6	Ściskanie	0,405		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
1		1 - B 23x6	Zginanie	0,357		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
17		1 - B 23x6	Zginanie	0,331		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
24		1 - B 23x6	Ściskanie	0,323		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
18		1 - B 23x6	Zginanie	0,320		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
6		1 - B 23x6	Ściskanie	0,318		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
2		1 - B 23x6	Zginanie	0,310		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
15		1 - B 23x6	Ścinanie	0,299		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
39		1 - B 23x6	Ściskanie	0,271		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
33		1 - B 23x6	Zginanie	0,265		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
32		1 - B 23x6	Zginanie	0,256		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
37		1 - B 23x6	Ścinanie	0,251		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
16		1 - B 23x6	Ścinanie	0,245		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
3		1 - B 23x6	Zginanie	0,241		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
35		1 - B 23x6	Ścinanie	0,223		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
34		1 - B 23x6	Ścinanie	0,212		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
5		1 - B 23x6	Ściskanie	0,194		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
10		1 - B 23x6	Zginanie	0,158		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
11		1 - B 23x6	Ściskanie	0,145		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
8		1 - B 23x6	Ściskanie	0,129		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
12		1 - B 23x6	Zginanie	0,124		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
22		1 - B 23x6	Ściskanie	0,119		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
40		1 - B 23x6	Ściskanie	0,109		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
7		1 - B 23x6	Ściskanie	0,106		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
27		1 - B 23x6	Ściskanie	0,100		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
41		1 - B 23x6	Zginanie	0,092		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
23		1 - B 23x6	Ściskanie	0,076		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
31		1 - B 23x6	Ściskanie	0,070		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
26		1 - B 23x6	Ściskanie	0,067		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
21		1 - B 23x6	Rozciąganie	0,061		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
28		1 - B 23x6	Rozciąganie	0,052		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
4		1 - B 23x6	Zginanie	0,035		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
9		1 - B 23x6	Zginanie	0,025		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
20		1 - B 23x6	Rozciąganie	0,022		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
29		1 - B 23x6	Rozciąganie	0,022		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
19		1 - B 23x6	Ściskanie	0,019		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)
30		1 - B 23x6	Ściskanie	0,016		1,35 · (CW+W)+1,5 · (P+S) (a)

Wartości momentów zginających oraz sił osiowych wywołanych dodatkowymi obciążeniami paneli fotowoltaicznych nie zwiększają w znacznym stopniu naprężenia poszczególnych elementów więźby dachowej.

Przy założeniu obciążenia panelami fotowoltaicznymi wyłączenie to wzrośnie o około 8 punktów procentowych czyli wyłączenie krokwi będzie się wahało w granicach 60% nośności obliczeniowej. Elementy konstrukcji więźby dachowej wykazują zapas wytrzymałości.

Elementy konstrukcji stropodachu wykazują zapas wytrzymałości.

7. Wnioski i zalecenia

Dach budynku nadaje się do zainstalowania elementów elektrowni w układzie wielorzędowym na całej swojej powierzchni. Przeprowadzona analiza wykazuje niewielki wzrost obciążeń co nie ma wpływu na bezpieczeństwo konstrukcji.

Wpływ na posadowienie i podłoże gruntowe ocenia się jako nieistotny.

Stwierdza się co następuje:

- Ogólny stan techniczny budynku Powiatowego Urzędu Pracy w Piekarach Śląskich będący przedmiotem opracowania, jak również nośność elementów konstrukcji dachu i konstrukcji nośnej budynku, w warunkach obecnego stanu oddziaływań stałych i zmiennych (klimatycznych - śnieg), ocenia się jako dobry, a jego nośność jest wystarczająca.
- Na podstawie przeprowadzonej analizy statyczno- wytrzymałościowej stwierdza się, że **nośność konstrukcji dachu** na którym mocowana będzie konstrukcja instalacji fotowoltaicznej nadaje się do montażu paneli fotowoltaicznych PV.
- Należy przestrzegać wytycznych przedstawionych w dokumentacji producenta.
- Wszystkie roboty należy prowadzić zgodnie z zasadami wiedzy technicznej i sztuki budowlanej oraz zgodnie z odpowiednimi normami i przepisami.
- Należy obserwować poziom zalegania śniegu w najbliższym sąsiedztwie obiektów i przy przekroczeniu wartości alarmowej wynoszącej 50cm należy podjąć działania związane z odśnieżaniem.