

EKSPERTYZA TECHNICZNA

DOTYCZĄCA:

MOŻLIWOŚCI ZAMONTOWANIA NA DACHU BUDYNKU

NADLEŚNICTWA RUDZINIEC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ o mocy do 50kW

Lokalizacja:

ul. Leśna, Rudziniec

dz. nr 175/1

PROJEKTANT:

mgr inż. Łukasz Sekuła nr ewid.:

SWK/POOK/0027/12

GRUDZIEŃ 2022

SPIS TREŚCI:

1. Podstawa opracowania
2. Przedmiot i cel opracowania
3. Koncepcja instalacji fotowoltaicznej
4. Zestawienie obciążeń
5. Analiza stanu konstrukcji dachu budynku pod kątem zwiększenia obciążeń
montażem instalacji fotowoltaicznej
6. Wnioski i końcowe zalecenie
7. Dokumenty formalne

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Wytyczne i ustalenia zawarte ze zleceniodawcą – **MPPV PROJEKT – Piotr Mędzelowski**

- Wizja lokalna na obiekcie

- Materiały wykorzystane w opracowaniu:

a) Projekt Instalacji fotowoltaicznej opracowany przez firmę MPPV PROJEKT

b) Instrukcja montażu instalacja fotowoltaicznej na mostkach trapezowych montowanych do płyty warstwowej

c) Normy i przepisy budowlane

Wykaz norm wykorzystywanych w obliczeniach.

- **PN-EN 1990:2004** Eurokod - Podstawy projektowania 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.
- **PN-EN 1991-1-6:2007** Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-6: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji.
- **PN-EN 1992-1-1:2008** Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- **PN-EN 1993-1-1:2006** Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- **PN-EN 1993-1-8:2006** Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-8: Projektowanie węzłów
- **PN-EN 1997-1:2008** Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.

2. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest analiza techniczna możliwości montażu na dachu budynku Nadleśnictwa Rudziniec zlokalizowanego w Rudzińcu przy ul. Leśnej instalacji fotowoltaicznej. Instalację fotowoltaiczną przewiduje się zamontować na dachu budynku mocując ją mechanicznie do więźby dachowej.



Widok ogólny budynku wraz z połącją przeznaczoną pod montaż instalacji fotowoltaicznej

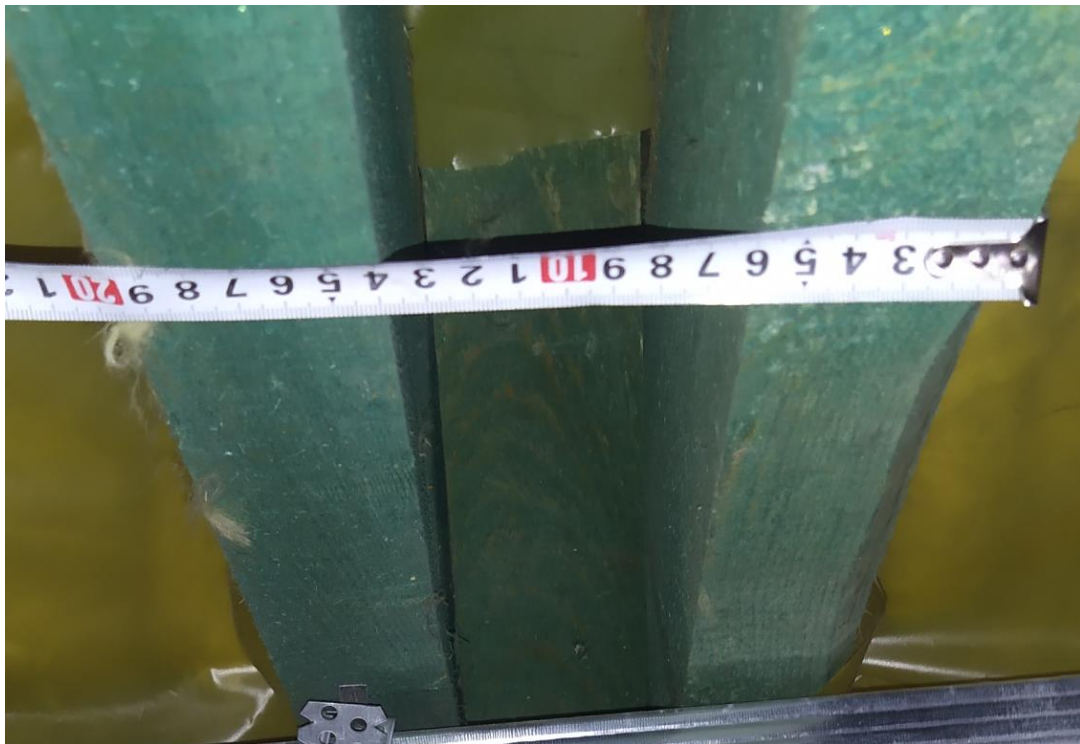
Budynek jednokondygnacyjny z poddaszem użytkowym i drewnianą więźbą dachową pokrytą dachówką. Stropy nad parterem gęstożebrowe Teriva-III.

Dach o konstrukcji krokwiowo – jętkowej wzmocniony ściągiem stalowym w poziomie murłaty. Krokwie 8/20 cm w rozstawie co ok. 80cm.

Widok rozwiązań konstrukcyjnych i wykończeniowych obiektu przedstawiono na poniższych zdjęciach:



Kratownica podłużna usztywniająca więźbę dachową

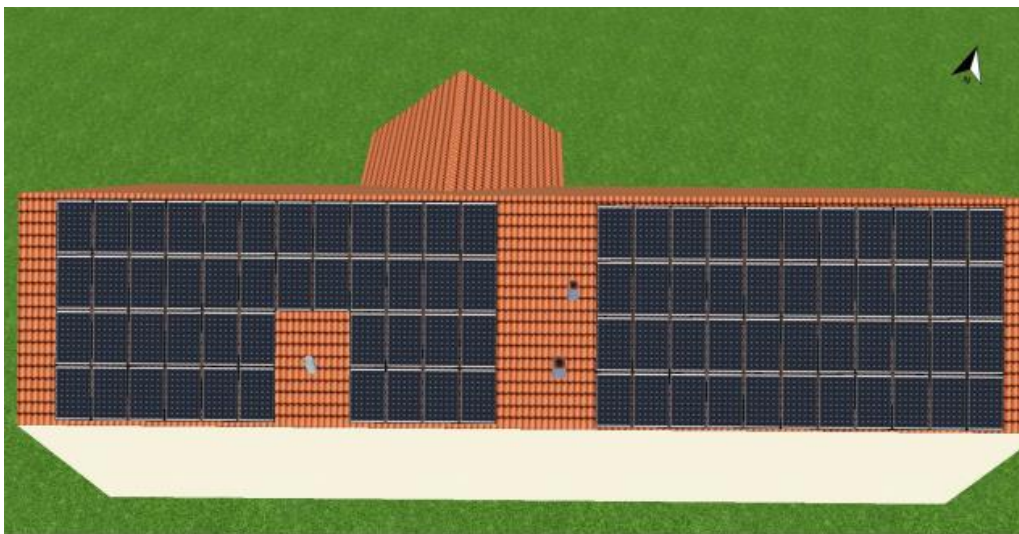


Przekroje elementów konstrukcyjnych

Ogólny stan techniczny dachu budynku uznaje się, jako dobry. Nie stwierdzono podczas wizji lokalnej ponadnormatywnych ugięć konstrukcji ani oznak nieprawidłowej jej pracy.

3. KONCEPCJA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Na dachu budynku, na jego całej południowej połaci planuje się zamontowanie instalacji fotowoltaicznej mocowanej do więźby dachowej.



Rzut Instalacji fotowoltaicznej z projektu firmy MPPV PROJEKT

Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną wykonana będzie, jako systemowa inwazyjna montowana do więźby dachowej, do krokwi. Zaleca się zastosować haki na dachówkę do krokwiowe, wg szkicu poniżej:



Sposób montażu do więźby dachowej – do krokwi

4. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

4.1 Zestawienie obciążeń stałych

LP	Opis Obciążenia	Obc. char. kN/m ²	wsp	Obc. obl. kN/m ²
1	Pokrycie z dachówki ceramicznej	0,65	1,35	0,88
2	Izolacja termiczna	0,20	1,35	0,27
	suma:	0,85		1,15

4.2 Zestawienie obciążeń zmiennych

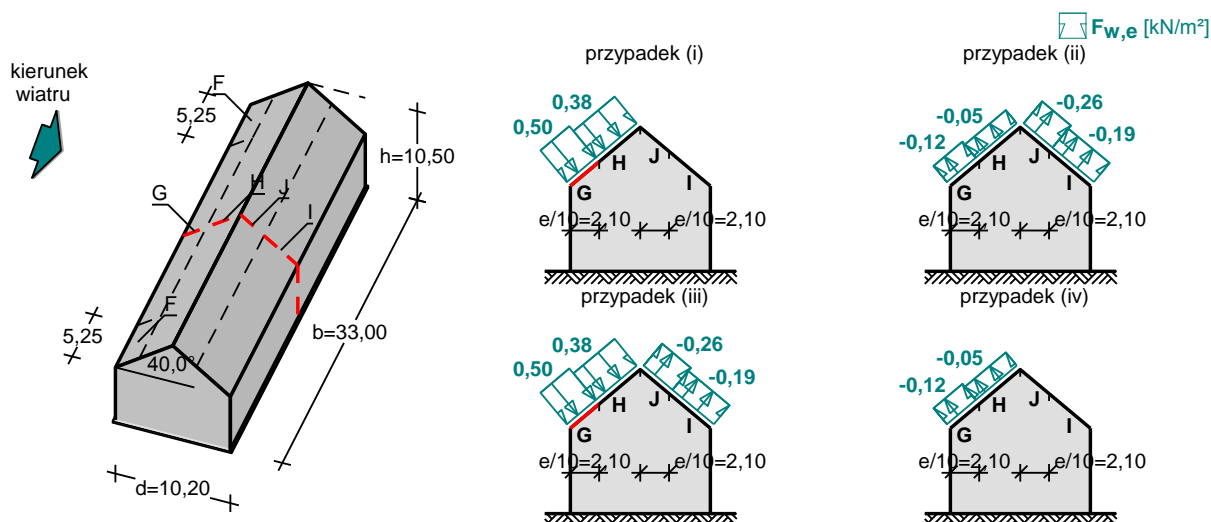
Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.5)

Łańcuch w przekroju x/b = 0,50 - pole G - parcie:

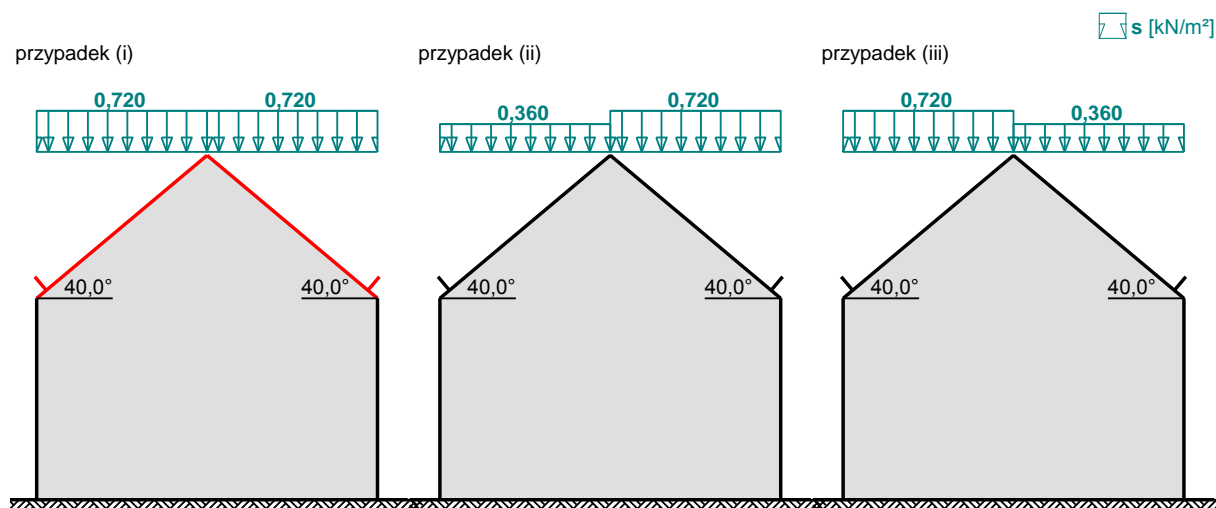
- Dach dwuspadowy o wymiarach: b = 33,00 m, d = 10,20 m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 40,0^\circ$
- Budynek o wysokości h = 10,50 m
- Wymiar e = min(b, 2·h) = 21,0 m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną ($\theta = 0^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 300 m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22$ m/s (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05$ m, $z_{min} = 2$ m
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 10,50$ m
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_1 = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(10,50/0,05) = 1,02$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 22,35$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_1 / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,187$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1+7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 721,0$ Pa = 0,721 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sC_d} = 1,000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sC_d} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,721 \cdot 0,7 = \mathbf{0,50 \text{ kN/m}^2}$$



Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (5.3.3)



Cały dach - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):
Strefa obciążenia śniegiem 2
 $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
Teren: normalny
 $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 40,0^\circ$
Zabezpieczenie przed zsunieniem się śniegu z dachu
 $\mu_2 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,8 \cdot (60^\circ - 40,0^\circ) / 30^\circ = 0,533 < 0,8 \rightarrow \mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = \mathbf{0,72 \text{ kN/m}^2}$$

4.3 Zestawienie obciążeń od instalacji fotowoltaicznej

Na dachu budynku zamontowana zostanie instalacja fotowoltaiczna zbudowana z paneli o następujących parametrach: (waga około 22,0 kg - panel 113 x 172cm) przykład poniżej lub inne równoważne:

www.jinkosolar.com

Jinko Solar
Building Your Trust in Solar

Tiger Neo N-type 54HL4-B 400-420 Watt ALL-BLACK MODULE

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)
ISO9001:2015: Quality Management System
ISO14001:2015: Environment Management System
ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Mechanical Characteristics	
Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	108 (6×18)
Dimensions	1722×1134×30mm (67.79×44.65×1.18 inch)
Weight	22 kg (48.50 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

Podczas realizacji inwestycji należy używać urządzeń o równoważnych parametrach.

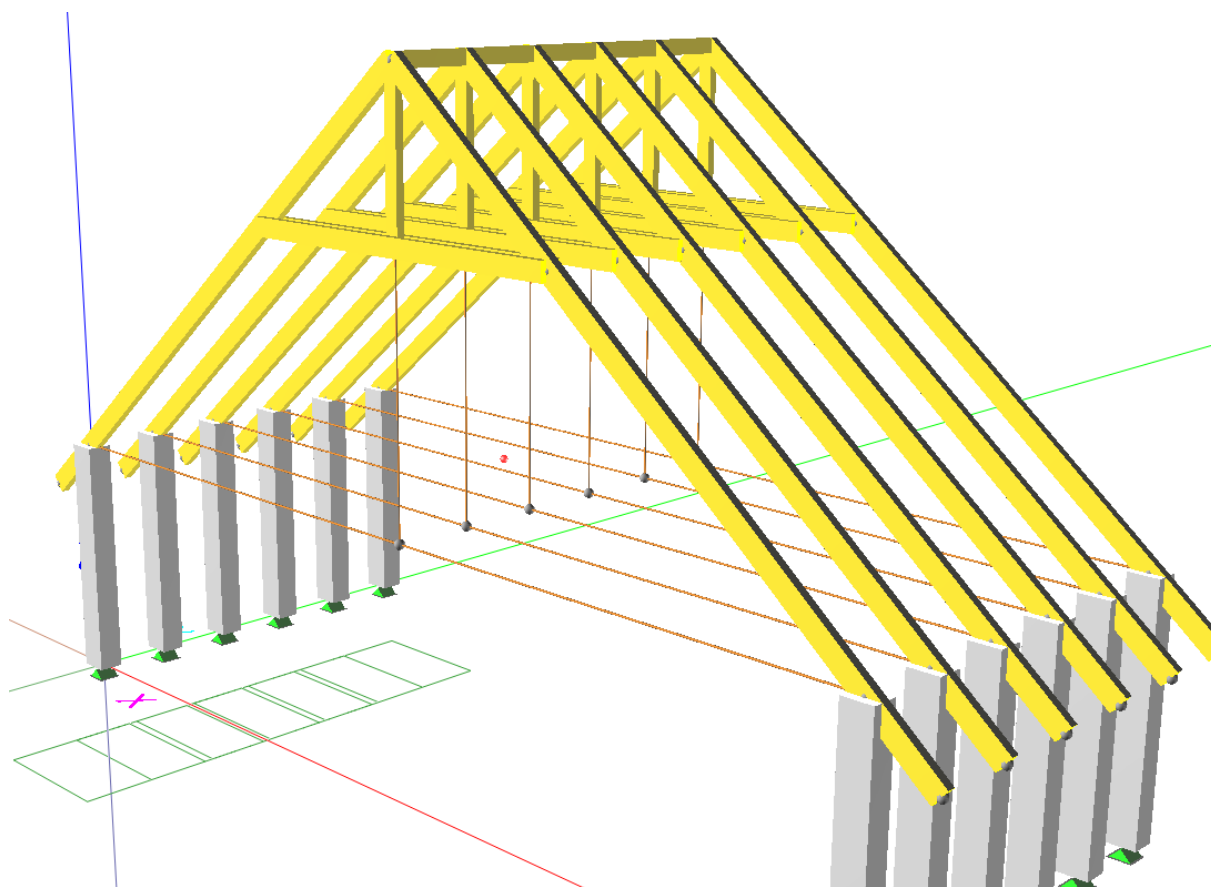
Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną wykonana będzie, jako systemowa inwazyjna montowana do więźby dachowej, do krokwi. Zaleca się zastosować haki na dachówkę do krokwiowe, wg szkicu poniżej:

Instalacja montowana w sposób inwazyjny generuje na połąć dachową obciążenia o następującej wielkości:

LP	Opis Obciążenia	Obc. char. kN/m ²	wsp	Obc. obl. kN/m ²
1	Ciężar instalacji fotowoltaicznej wraz z podkonstrukcją	0,23	1,35	0,31
	suma:	0,23		0,31

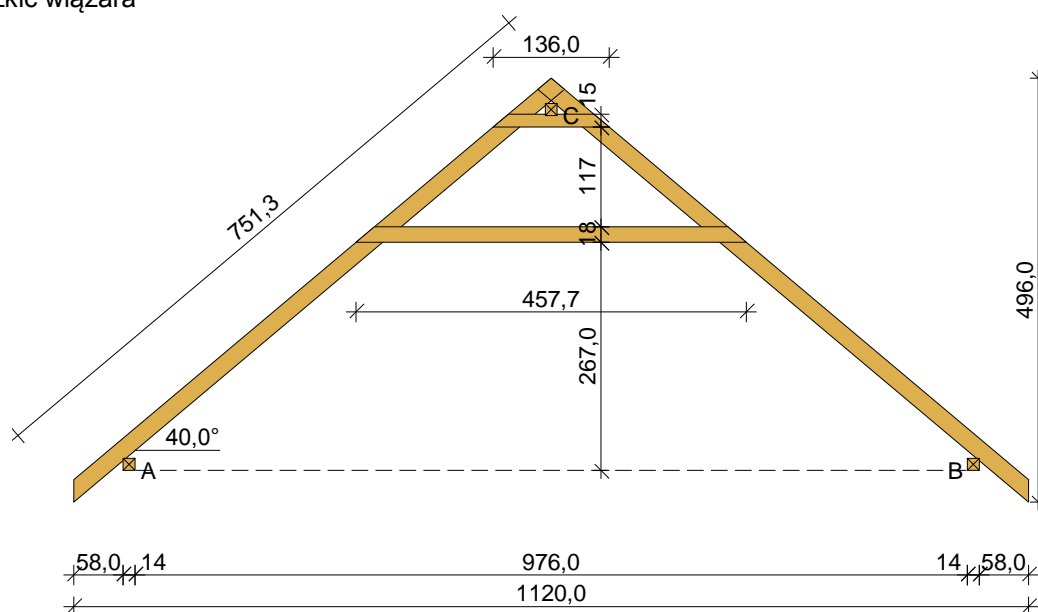
5. ANALIZA STANU KONSTRUKCJI DACHU PO ZWIEKSZENIU OBCIĄŻEŃ PRZEZ MONTAŻ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Model obliczeniowy:



5.1 Sprawdzenie więzara dachowego

Szkic więzara



Geometria ustroju:

- Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 40,0^\circ$
- Rozpiętość wiaźara $l = 11,20$ m
- Rozstaw murłat w świetle $l_s = 9,76$ m
- Poziom jętki $h = 2,67$ m
- Poziom grzędę $h_g = 1,17$ m
- Rozstaw wiaźarów $a = 0,82$ m
- Dodatkowe usztywnienia boczne krokwi - brak
- Dodatkowe usztywnienia boczne jętki - brak
- Dodatkowe usztywnienia boczne grzędę - brak
- Rozstaw podparć poziomych murłaty $l_{mo} = 2,50$ m
- Wysięg wspornika murłaty $l_{mw} = 0,50$ m

Dane materiałowe:

- krokiew 8/20 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - brak, grzędę - $2 \cdot 2,7 = 5,4$ cm) z drewna C30
- jętka 2x 6/18 cm z drewna C30,
- grzędę 2x 4/15 cm z drewna C30,
- murłata 14/14 cm z drewna C30

Obciążenia (wartości charakterystyczne):

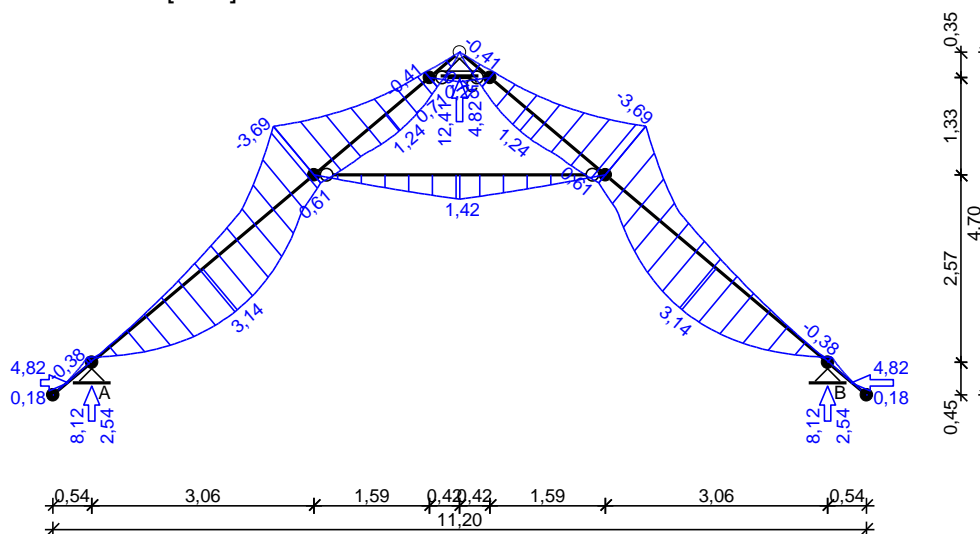
- pokrycie dachu : $g_k = 0,88$ kN/m²
- uwzględniono ciężar własny wiaźara
- obciążenie śniegiem (połac bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 40,0 st.):
 - na połaci lewej $s_{kl} = 0,72$ kN/m²
 - na połaci prawej $s_{kp} = 0,48$ kN/m²
- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (strefa I, teren A, wys. budynku z = 10,5 m):
 - na połaci nawietrznej $p_{kl} = 0,22$ kN/m²
 - na połaci zawietrznej $p_{kp} = -0,22$ kN/m²
- obciążenie ociepleniem na całej długości krokwi $g_{kk} = 0,20$ kN/m²
- obciążenie stałe jętki : $q_{jk} = 0,00$ kN/m²
- obciążenie zmienne jętki : $p_{jk} = 0,00$ kN/m²
- obciążenie stałe grzędę : $q_{gk} = 0,00$ kN/m²
- obciążenie zmienne grzędę : $p_{gk} = 0,00$ kN/m²
- obciążenie montażowe jętki i grzędę $F_k = 1,0$ kN

Założenia obliczeniowe:

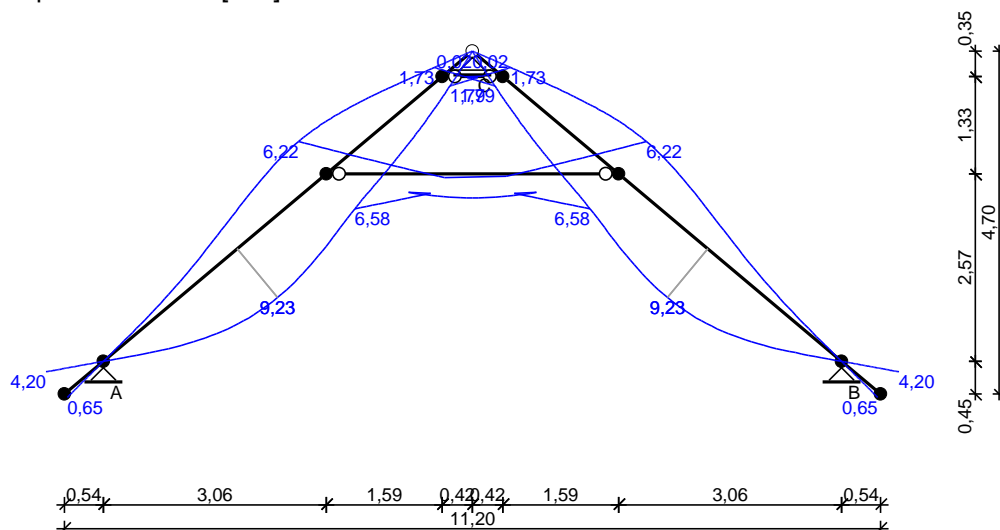
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



Obwódca przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
2 (A)	8,12 7,17	2,56 4,82	K3 : stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej K12 : stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg
5 (C)	12,41	--	K7 : stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej
8 (B)	8,12 6,35	-2,56 -4,82	K7 : stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej K9 : stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg

WYMIAROWANIE

 drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C30**

$$\rightarrow f_{m,k} = 30 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 18 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 23 \text{ MPa}, f_{v,k} = 3 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 12 \text{ GPa}, \rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

Krokiew 8/20 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - brak, grzędą - $2 \cdot 2,7 = 5,4 \text{ cm}$)

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

 decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M = 3,11 \text{ kNm}, N = 3,89 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,83 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 0,24 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,360, k_{c,z} = 0,108$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,485 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,633 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

 decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M = -0,38 \text{ kNm}, N = 6,40 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,99 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 0,47 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,074 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

 decyduje kombinacja: **K13** stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg-wariant II

$$M = -3,69 \text{ kNm}, N = 2,80 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,92 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 0,17 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,500 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - grzędzie

 decyduje kombinacja: **K9** stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg

$$M = 0,71 \text{ kNm}, N = -8,23 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,08 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = -1,58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,485 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a jętka)

decyduje kombinacja: **K8** stałe-max+wiatr z lewej

$$u_{fin} = 5,63 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3993 / 200 = 19,96 \text{ mm} \quad (28,2\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K8** stałe-max+wiatr z lewej

$$u_{fin} = 4,20 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 698 / 200 = 6,98 \text{ mm} \quad (60,1\%)$$

Jętką 2x 6/18 cm z drewna C30

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$M = 0,22 \text{ kNm}, \quad N = 9,18 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,34 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,43 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,479, \quad k_{c,z} = 0,060$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,108 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,692 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K14** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 3,27 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4013 / 200 = 20,07 \text{ mm} \quad (16,3\%)$$

Grzędą 2x 4/15 cm

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K15** stałe-max+montażowe grzędy

$$M = 0,25 \text{ kNm} \quad N = 1,28 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,85 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,11 \text{ MPa}$$

$$k_{c,z} = 0,507$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,053 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,069 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K15** stałe-max+montażowe grzędy

$$u_{fin} = 0,07 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 831 / 200 = 4,16 \text{ mm} \quad (1,6\%)$$

Murłata 14/14 cm

Część murłaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 9,90 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -5,88 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K9** stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg

$$M_z = 3,93 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 8,599 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,621 < 1$$

Część wspornikowa murłaty

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 9,90 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -5,88 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej

$$M_y = 1,24 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,73 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 13,85 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 13,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,71 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,60 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,276 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,252 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

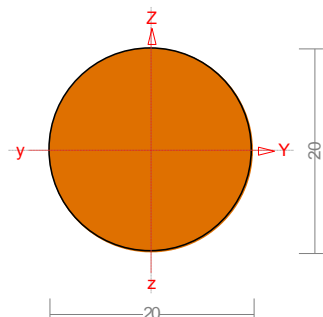
decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,25 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm} \quad (5,0\%)$$

5.2 Sprawdzenie ściągu

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993

Przekrój: 7 - R *20



Wymiary przekroju:

$D=20,0$ $d=0,0$ $g=10,0$.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=0,8$ $I_{zg}=0,8$ $A=3,14$ $i_y=0,5$ $i_z=0,5$ $I_w=0,0$ $I_t=0,8$
 $i_s=0,7071$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla $g=10,0$.

Długości wyboczeniowe pręta:

Przęsło Yc

Przyjęto:

$\kappa_a = 0,000$ $\kappa_b = 0,000$ węzły nieprzesuwne $\Rightarrow \mu = 0,500$ dla $l_0 = 9,900$
 $l_w = 0,500 \times 9,900 = 4,950$ m

Przęsło Zc

Przyjęto:

$\kappa_a = 0,000$ $\kappa_b = 0,000$ węzły przesuwne $\Rightarrow \mu = 1,000$ dla $l_0 = 9,900$
 $l_w = 1,000 \times 9,900 = 9,900$ m

Przęsło $\omega 1$ (0,000;4,950)

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej $\mu_{\omega} = 1,000$. Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem $l_{\omega\omega} = 4,950$ m. Długość wyboczeniowa $l_{\omega} = 4,950$ m.

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,8}{4,950^2} \times 10^{-2} = 0,66 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,8}{9,900^2} \times 10^{-2} = 0,17 \text{ kN}$$

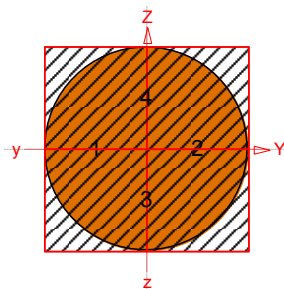
$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 EI_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GI_T \right) = \frac{1}{0,7071^2} \times \left(\frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,0}{4,950^2} \times 10^{-2} + 81 \times 0,778 \times 10^2 \right) = 12610,78 \text{ kN}$$

Stan graniczny nośności.

$x_a = 4,950$; $x_b = 4,950$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+F+St) + 1,5 \cdot (S+W)$ (a)

Przyjęto następujące współczynniki częściowe γ_M :

$\gamma_{M0} = 1$; $\gamma_{M1} = 1$; $\gamma_{M2} = 1,1$.



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	α	ψ	k_σ	(c/t) ₁	(c/t) ₂	(c/t) ₃	c/t	Klasa
1	20,0	10,0	-	-	-	50,000	70,000	90,000	2,000	1
2	20,0	10,0	-	-	-	50,000	70,000	90,000	2,000	1
3	20,0	10,0	-	-	-	50,000	70,000	90,000	2,000	1
4	20,0	10,0	-	-	-	50,000	70,000	90,000	2,000	1

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 4,950$; $x_b = 4,950$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+F+St) + 1,5 \cdot (S+W)$ (a)

Siała osiowa: $N_{Ed} = 9,68$ kN

Pole powierzchni przekroju: $A = 3,14$ cm²

Pole powierzchni otworów: $A_o = 0,00$ cm²

Pole powierzchni netto: $A_{net} = 3,14$ cm²

Nośność przekroju na rozciąganie:

- nośność plastyczna

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,14 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 73,83 \text{ kN} \quad (6.6)$$

- nośność graniczna

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 3,14 \times 360}{1,1} \times 10^{-1} = 92,53 \text{ kN} \quad (6.7)$$

Pręt posiada zdolność do odkształceń plastycznych ($N_{pl,Rd} < N_{u,Rd}$).

Nośność na rozciąganie:

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = 73,83 \text{ kN}$$

Warunek nośności (6.5):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{9,68}{73,83} = \mathbf{0,131} < \mathbf{1} \quad (6.5)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 4,950$; $x_b = 4,950$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+F+St) + 1,5 \cdot (S+W)$ (a)

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{2,00 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 27,14 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,09}{27,14} = \mathbf{0,003} < \mathbf{1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto $\eta = 1,2$.

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 20,0 / 10,0 = \mathbf{2,000} < \mathbf{59,697} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 4,950$; $x_b = 4,950$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+F+St) + 1,5 \cdot (S+W)$ (a)

Klasa przekroju 1.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,33 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 0,31 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 9,68 / 73,83 = 0,131; \quad \text{przyjęto } n = 0,131 \leq 1;$$

Dla rury okrągłej:

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} (1 - n^{1,7}) = 0,31 \times (1 - 0,131^{1,7}) = 0,3 \text{ kNm} \quad (24 \text{ AC:2009})$$

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{0,08}{0,303} = \mathbf{0,264} < \mathbf{1} \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right)^2 \right]^{1/2} = \frac{9,68}{73,83} + \left[\left(\frac{0,08}{0,31} \right)^2 + \left(\frac{0}{0,31} \right)^2 \right]^{1/2} = \mathbf{0,387} < \mathbf{1} \quad (6.2)$$

Stan graniczny użyteczności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+F+St+S+W Kombinacja charakterystyczna

Ugięcia względem osi Z liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = 35,7 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = 1 / 250 = 9900 / 250 = 39,6 \text{ mm}$$

$$a_{max} = \mathbf{35,7} < \mathbf{39,6} = a_{gr}$$

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = 0,0 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = 1 / 250 = 9900 / 250 = 39,6 \text{ mm}$$

$$a_{max} = \mathbf{0,0} < \mathbf{39,6} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 35,748 \text{ mm}; \quad L / a = 9900,0 / 35,748 = 276,9$$

6. WNIOSKI I KOŃCOWE ZALECENIE

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej oraz po przeprowadzonej analizie technicznej stwierdza się, że stan techniczny dachu i całego budynku Nadleśnictwa Rudziniec zlokalizowanego przy ul. Leśnej w Rudzińcu jest dobry, a jego elementy konstrukcyjne posiadają zapasy nośności, które mogą być wykorzystane do montażu instalacji fotowoltaicznej montowanej inwazyjnie do konstrukcji więźby dachowej.


Montaż do konstrukcji drewnianej więźby dachowej Instalacji fotowoltaicznej o mocy do 50kW nie wpłynie negatywnie na konstrukcję dachu i całego budynku. Przewidywany montaż na dachu budynku Nadleśnictwa Rudziniec instalacji fotowoltaicznej jest bezpieczny dla użytkowników i nie wpływa negatywnie na statykę obiektu.

Opracował:

mgr. inż. Łukasz Sekuła
nr ewid.: SWK/POOK/0027/12

7. Dokumenty formalno – prawne

Decyzję o nadaniu uprawnień budowlanych do projektowania autorowi opracowania

	<p>ŚWIĘTOKRZYSKA OKRĘGOWA I Z B A I N Ż Y N I E R Ó W B U D O W N I C T W A Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna sygn. akt SK-0054-0013(2)/12</p>	<p>Kielce dnia 04 lipca 2012 r.</p>
<p>DECYZJA</p>		
<p>Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (<i>Dz.U. z 2001r., Nr 5, poz. 42 z późn. zm.</i>) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust.1 pkt 1 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (<i>tekst jednolity: Dz.U. z 2010r., Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.</i>) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (<i>Dz.U. z 2006r., Nr 83, poz. 578 z późn. zm.</i>), art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960r. Kodeks postępowania administracyjnego (<i>tekst jednolity: Dz.U. z 2000r., Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.</i>)</p>		
<p>Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Świętokrzyskiej Izby Inżynierów Budownictwa nadaje Panu</p>		
<p>Łukaszowi Zbigniewowi Sekuła magistrowi inżynierowi budownictwa urodzonemu dnia 30 kwietnia 1983 roku w Busku-Zdroju</p>		
<p>UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr ewidencyjny SWK/POOK/0027/12 do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej</p>		
<p>1/2</p>		

Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

II. Na mocy § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia uprawniają do:

- sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie objętym w/w specjalnością,
- sporządzania projektu architektoniczno-budowlanego obiektu budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu.

Uzasadnienie

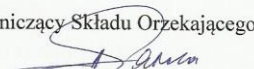
W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a., odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Świętokrzyskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Kielcach w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

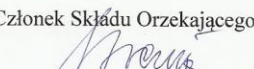
Przewodniczący Składu Orzekającego


mgr inż. Andrzej Pawelec

Członek Składu Orzekającego


dr inż. Stefan Szalkowski

Członek Składu Orzekającego


mgr inż. Edmund Pieniążek

Otrzymują:

1. Pan Łukasz Zbigniew Sekuła
Gorysławice 29
28-160 Wiślica
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. Okręgowa Rada ŚOIIB
4. a/a



Zaświadczenie o przynależności Projektanta do okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
SWK-XIG-4EZ-B99 *

Pan Łukasz Zbigniew Sekuła o numerze ewidencyjnym SWK/BO/0123/11
adres zamieszkania ul. Goryśławice 29, 28-160 Wiślica
jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-07-01 do 2023-06-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-07-05 roku przez:

Ewa Skiba, Przewodniczący Rady Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

