

**OPINIA TECHNICZNA KONSTRUKCYJNO –
BUDOWLANA DOTYCZĄCA MOŻLIWOŚCI
ZAMONTOWANIA PANELI
FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU BUDYNKÓW
„J” i „E2”**

Nazwa i adres obiektu budowlanego:

Budynek Warsztatowy „J”

Budynek Chlewni „E2”

**Budynki zlokalizowane na terenie Instytutu Fizjologii i Żywienia
Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk
ul. Instytucka 3, 05-110 Jabłonna**

Zamawiający :

**Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego
Polskiej Akademii Nauk
ul. Instytucka 3
05-110 Jabłonna**

Temat :

OPINIA TECHNICZNA

Opracowanie dla potrzeb montażu instalacji fotowoltaicznej na dachach:

- 1. Budynku Warsztatowego „J”**
- 2. Budynku Chlewni „E2”**

PROJEKTOWAŁ, OBLICZENIA WYKONAŁ:	mgr inż. Michał Chudyk	Upr. Bud. Nr MAZ/0334/PWBKb/20 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	
OPRACOWAŁ:	mgr inż. Łukasz Ratyński	Upr. Bud. Nr MAZ/0387/WBKb/18 do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	

Warszawa, kwiecień 2023 r

Spis treści

1. Przedmiot opracowania.....	3
2. Podstawa opracowania.....	3
3. Cel opracowania	3
4. Wytyczne techniczne paneli określone przez zamawiającego	3
5. Opis techniczny.....	4
5.1. Budynek Warsztatowy „J”	4
5.2. Budynek Chlewni „E2”	10
6. Obliczenia sprawdzające.....	12
6.1. Budynek Warsztatowy „J”	12
6.2. Budynek Chlewni „E2”	14
7. Inwentaryzacja fotograficzna.....	20
7.1. Budynek Warsztatowy „J”	20
7.2. Budynek Chlewni „E2”	28

Załączniki:

- Kopia uprawnień budowlanych
- Kopia zaświadczenia przynależności do OIIB

1. Przedmiot opracowania

Opinia techniczna dotyczy analizy dachów dwóch budynków zlokalizowanych przy ul. Instytuckiej 3, 05-110 Jabłonna, budynki oznaczone wewnętrznie jako budynek warsztatu „J” i budynek chlewni „E2”. Budynki eksploatowane i zarządzane przez Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk.

2. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania jest zlecenie wykonania opinii przez Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk wraz z określonymi wytycznymi technicznymi planowanej instalacji fotowoltaicznej.

Podstawa opracowania:

- Wizja lokalna w dniu 05.04.2023 r.
- Wytyczne techniczne planowanej instalacji fotowoltaicznej
- Pomiary inwentaryzacyjne konstrukcji dachu budynku „E2” (brak dokumentacji archiwalnej)
- Archiwalne dostępne rysunki z projektu budynku „J” (tj. przekroje budynku i rzut konstrukcji dachu)
- Dokumentacja fotograficzna
- Polskie normy i literatura techniczna

3. Cel opracowania

Celem opracowania jest ocena stanu technicznego konstrukcji dachu przedmiotowych budynków pod kątem możliwości montażu instalacji fotowoltaicznej na połaciach dachowych.

4. Wytyczne techniczne paneli określone przez zamawiającego

Montaż 41 sztuk paneli o mocy 600 W o wymiarach 2172 mm*1303 mm, masa jednego panela 31,4 kg lub 45 sztuk paneli o mocy 550 W o wymiarach 2279 mm*1134 mm, masa jednego panela 27,4 kg, dla każdego z dwóch dachów plus konstrukcja montażowa około $2\frac{kg}{m^2}$, paneli dachowych.

5. Opis techniczny

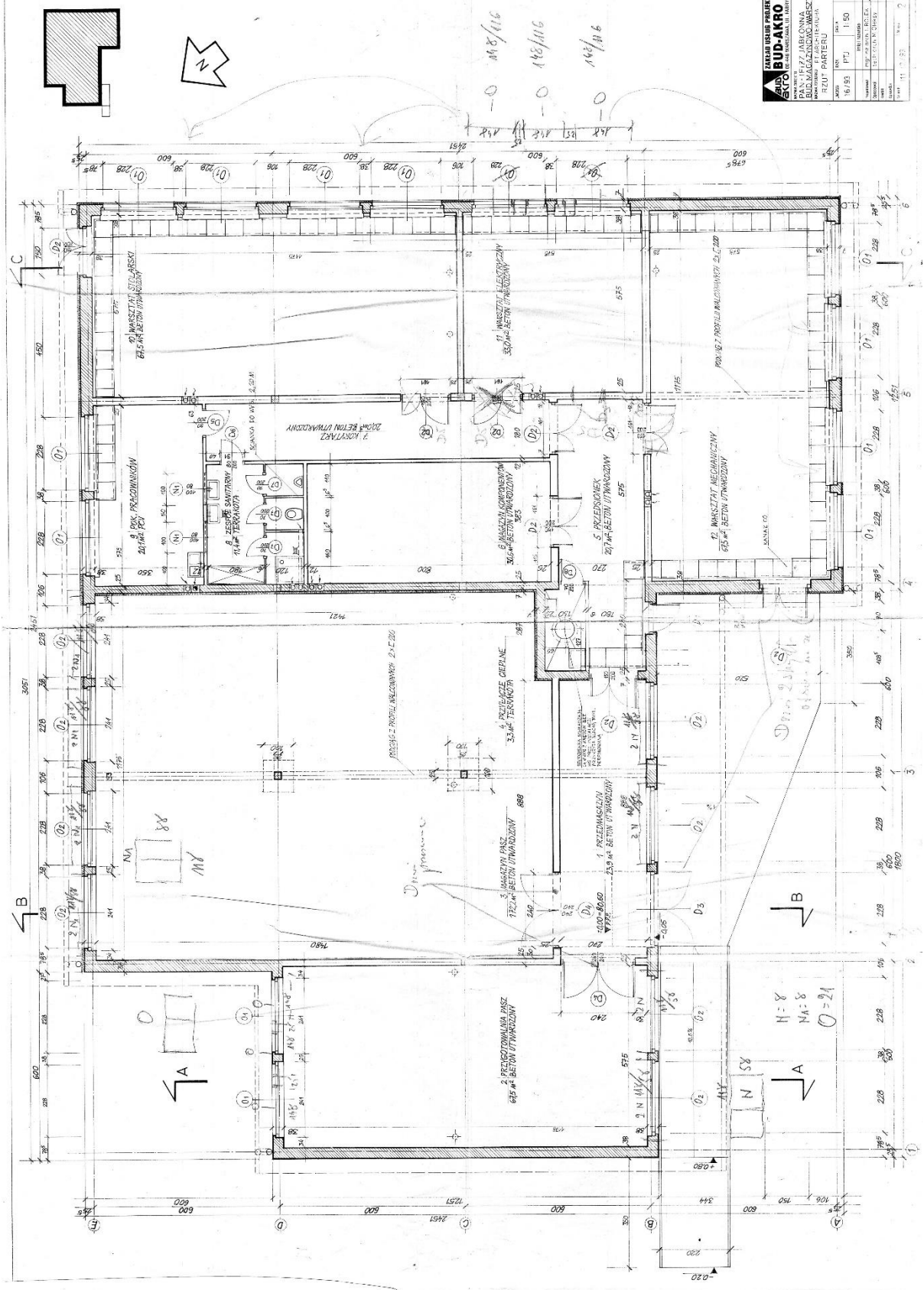
5.1. Budynek Warsztatowy „J”

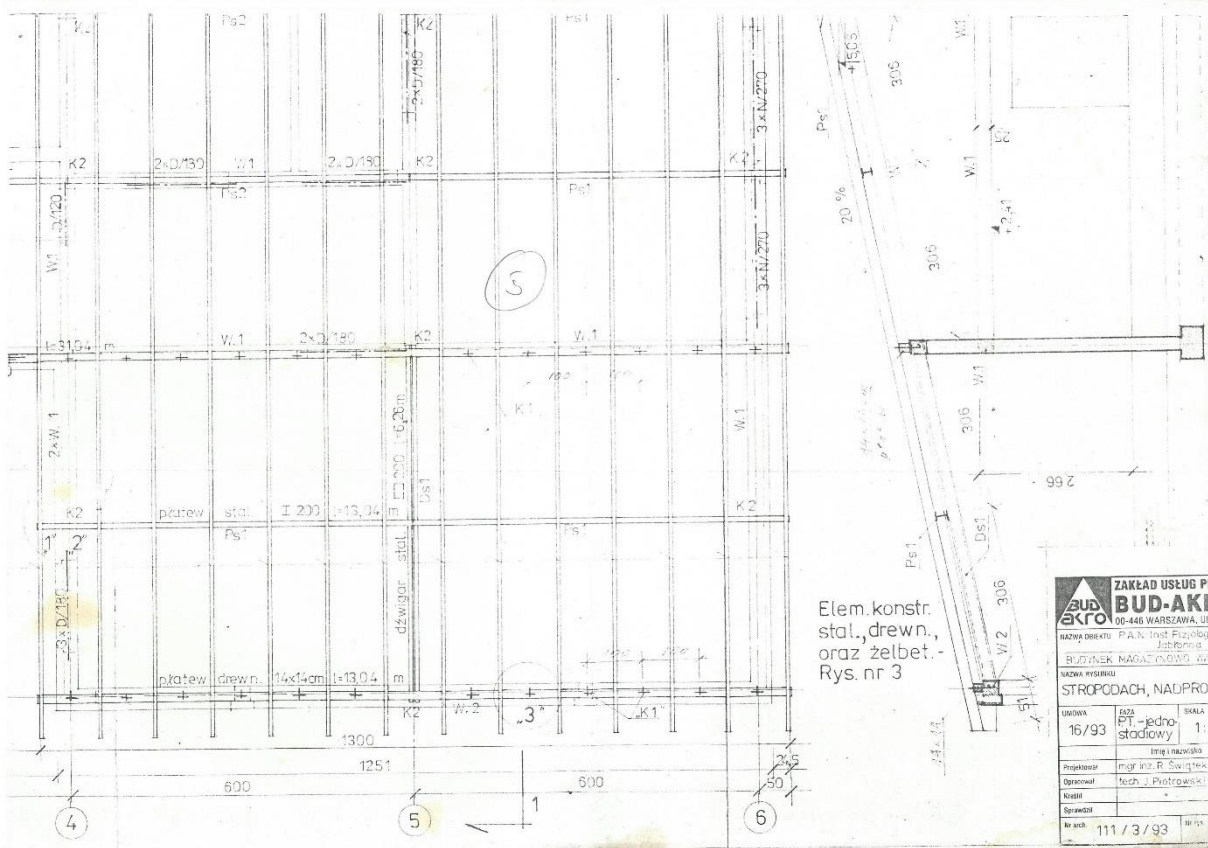
Budynek „J” – Warsztat, to budynek jednokondygnacyjny, którego górne ograniczenie stanowi stropodach wyprawiony deskami zgodnie z pochyleniem konstrukcji dachu. Budynek posiada ściany osłonowe murowane ocieplone styropianem. Budynek pokryty jest symetrycznym dachem dwuspadowym o pochyleniu około 12°, którego poszycie stanowi blacha trapezowa mocowana do łąt drewnianych. Konstrukcję nośną dachu zgodnie z projektem archiwalnym stanowią beki płatwiowe z dwuteowników stalowych I 200, które opierają się na ścianach nośnych oraz belkach podciągowych wykonanych z dwuteowników stalowych I 300 wspartych na murach ścian osłonowych oraz stalowych słupach o przekroju rurowym umieszczonym w środku rozpiętości podciągu. Na belkach płatwiowych stalowych I 200 oraz murłatach drewnianych spierają się krokwie drewniane o przekroju 7x14 cm w rozstawie co ok. 100 cm. Na krokwiach wykonane jest deskowanie pełne pokryte papą, pomiędzy krokwiami ułożone jest ocieplenie z wełny mineralnej. Deskowanie stropodachu posiada ślady korozji biologicznej – widoczne siwizny drewna.

Dokumentacja archiwalna:

- Rzut parteru;
 - Przekroje budynku;
 - Rzuty konstrukcji dachu.
-

BIURO PROJEKTOWE BYDOKRO ul.	
PROJEKT 1:50 12.93	PLAN 1:50 12.93
16.83 1:50 12.93	16.83 1:50 12.93
...



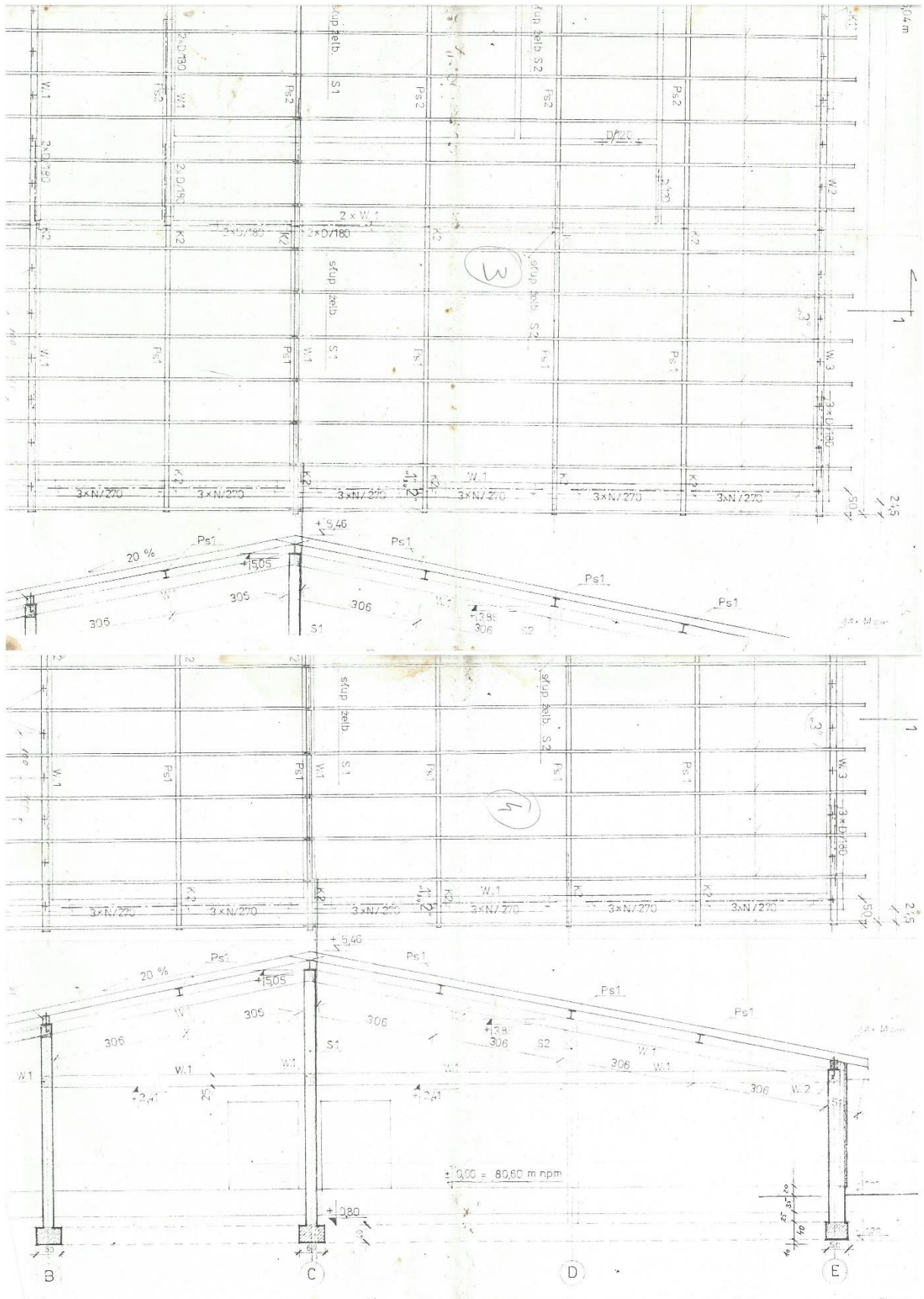


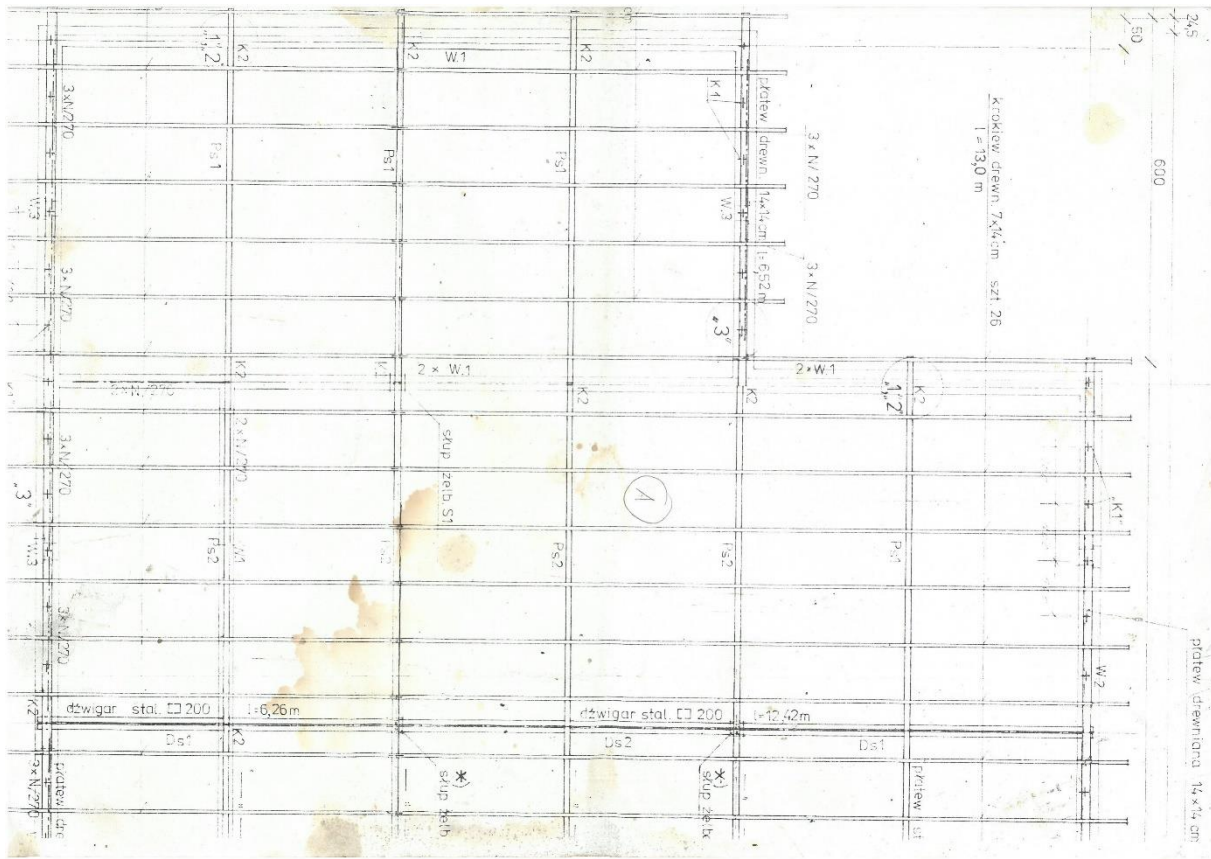
ZAKŁAD USEŁUG P. BUD-AKI
 00-446 WARSZAWA, UL. Jablekna
 NADZOR OBLICZENIA P.A.N. Instytut Fizyko-Techniczny
 BUDOWELNIA KAWALCZYKOWA ZY
 NADZOR WSPOMAGACZY

STROPODACH, NADPRO

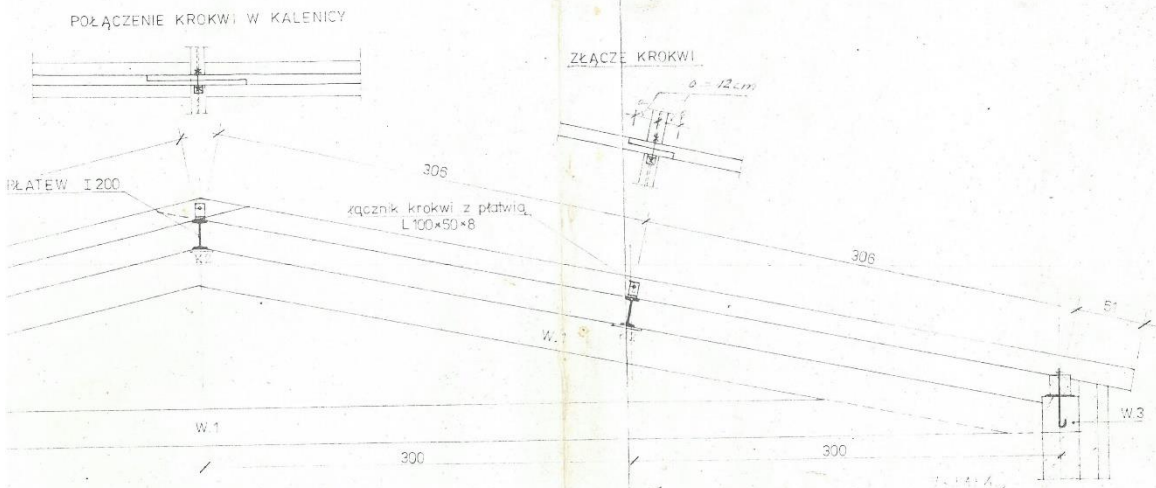
UMIOWA	DATA	SKALA
16/93	11-1-1993	1:1
Przebiegiem: mgr inż. R. Szwajtek		
Opiniował: inż. J. Piotrowski		
Kontrola:		
Sprawdził:		
In arch: 111/3/93		







KONSTRUKCJI STROPODACHU 1 : 20



DŹWIGARY STALOWE I 200

Ds 1 l=6,26m
szt 3

Ds 2 l=6,16m
szt 1

Wykaz stali zbrojeniowej

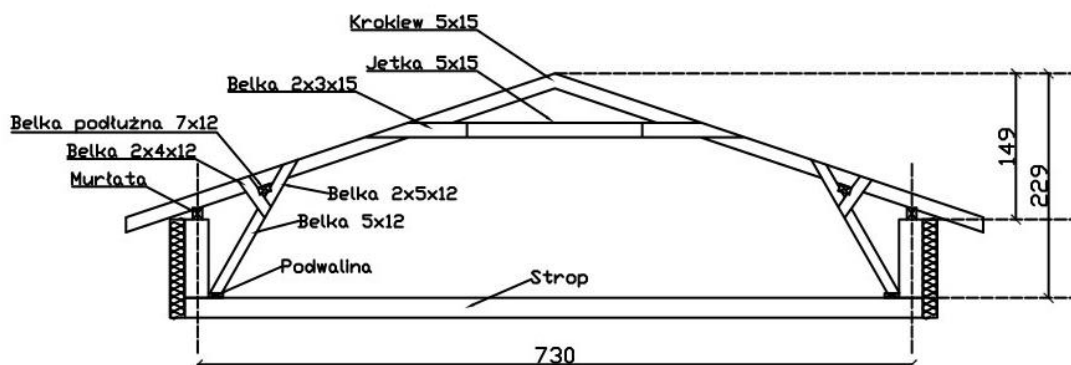
ELEMENTY Nazwa	Nr pręta	Ø pręta mm	Długość prętów w elem.	Ilocz prętów ogółem	Ilość	Długość ogólna			
						StOS	Ø 6	Ø 12	Ø 16
Słup S1	1	12	5,85	4	16				99,8
szt 4	2	6	0,96	42	168	161,3			
Słup S2	3	12	4,65	4	12				58,2
szt 3	2	6	0,96	35	105	100,8			
Wieniec	4	12	0,96	4	4				83,6
W1 l=1992	2	6	0,96	664	664	637,5			

5.2. Budynek Chlewni „E2”

Budynek „E2” – Chlewni, posiada 1 kondygnację, strop oraz strych nieużytkowy. Budynek posiada symetryczny dach dwuspadowy o pochyleniu około 20°, pokryty blachą trapezową mocowana do łąt drewnianych. Konstrukcję dachu stanowi drewniana więźba krokwiowo – płatwiowa oparta na murłatach drewnianych oraz stropie żelbetowym.

Krokwie i jętki posiadają przekrój 5 cm x 15 cm i wykonane są z drewna sosnowego, nie posiadają śladów korozji biologicznej. Na jednej połaci dachowej umieszczone są dwie lukarny dachowe o niewielkich rozmiarach. Konstrukcja dachu oparta na ściankach kolankowych, obciążenia przenoszone poprzez murłatę, dodatkowo konstrukcja wzmocniona poprzez zastosowanie belek opartych na stropie w pobliżu ścianki kolankowej, usztywnienie całości połaci dachu stanowi prostopadła belka przebiegająca przez całą długość budynku po obydwu stronach.

Inwentaryzacja konstrukcji dachu:



6. Obliczenia sprawdzające

6.1. Budynek Warsztatowy „J”

Dla potrzeb niniejszego opracowania dokonano sprawdzenia obliczeniowego elementów nośnych, na które będzie miało wpływ zamontowanie instalacji fotowoltaicznych na obu połaciach dachu dwuspadowego. Przyjęto uproszczone schematy statyczne dla najbardziej niekorzystnych obszarów obciążeniowych połaci dachu.

Element 1 – SCHEMAT PRZYJĘTY DLA PRZEKROJU W OSIACH 1-2

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 7.0$ cm

Wysokość $h = 14.0$ cm

Zacios na podporach $t_k = 3.0$ cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24$ MPa, $f_{t,0,k} = 14$ MPa, $f_{c,0,k} = 21$ MPa, $f_{v,k} = 2.5$ MPa, $E_{0,mean} = 11$ GPa, $\rho_k = 350$ kg/m³

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 11.3^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 1.05$ m

Długość wspornika $l_w = 0.40$ m

Długość odcinka środkowego $l_d = 3.06$ m

Długość odcinka górnego $l_g = 3.06$ m

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$g_k = 0.060$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1.10$

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

panele fotowoltaiczne

$g_k = 0.35$ kN/m²

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 11.3 st.):

$S_k = 0.720$ kN/m² rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1.50$

- obciążenie parciem wiatru $p_k = 0.377$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1.50$

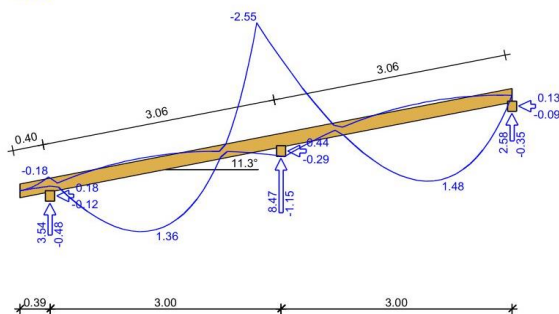
- obciążenie ssaniem wiatru $p_k = -0.251$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1.50$

- obciążenie ociep.+wykończenie $g_{kk} = 0.350$ kN/m² połaci dachowej na całej krokwi; $\gamma_f = 1.20$

WYNIKI:

— M [kNm]

— R [kN]



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$M_{podp} = -2.55$ kNm

Warunek nośności - podpora:

$\sigma_{m,y,d} = 18.07$ MPa, $f_{m,y,d} = 14.77$ MPa

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.742 > 1$

Ugięcie (wspornik):

$u_{fin} = (-) 1.98$ mm $< u_{net,fin} = 2.0 \cdot l / 200 = 4.00$ mm (49.4%)

Ugięcie (odcinek górny):
 $u_{fin} = 4.75 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 15.30 \text{ mm} \quad (31.0\%)$

Wnioski:

Wartości momentów zginających oraz sił osiowych wywołanych dodatkowymi obciążeniami od paneli fotowoltaicznych nie zwiększają w znacznym stopniu naprężenia poszczególnych elementów więźby dachowej budynku Warsztatowego „J”. Nie występują przekroczenia stanów granicznych nośności oraz użytkowości zatem dopuszczalne jest dodatkowe obciążenie konstrukcji dachu instalacją fotowoltaiczną o masie nieprzekraczającej 30 kg/m^2 z wyłączeniem stref wokół kominów i wywietrzaków dachowych w odległości min. 2m.

Dopuszczalny jest montaż paneli fotowoltaicznych wraz z konstrukcją montażową według danych określonych w punkt 4 wytyczne techniczne paneli określone przez zamawiającego.

Uwagi:

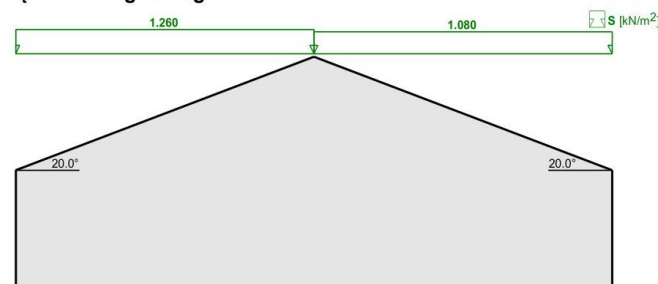
Panele fotowoltaiczne należy rozłożyć równomiernie na połaci dachu, montować do konstrukcji nośnej zgodnie z wytycznymi producenta i projektem montażowym. Nie montować paneli na wystającym poza obrys ściany zewnętrznej okapie dachu.

Należy przewidzieć możliwość przejścia, komunikacji pomiędzy poszczególnymi rzędami paneli celem dostępu wykonania konserwacji oraz odśnieżania dachu w okresie zimowym. Panele fotowoltaiczne oraz konstrukcja montażowa mogą być elementem zatrzymującym nadmierną ilość śniegu na dachu w okresie obfitych opadów śniegu. **Należy bezwzględnie prowadzić odśnieżanie dachu po obfitych opadach śniegu, nie dopuścić do zalegania śniegu na dachu, grubość pokrywy śnieżnej powyżej 30 cm traktować jako wartość niedopuszczalną.**

6.2. Budynek Chlewni „E2”

Dla potrzeb niniejszego opracowania dokonano sprawdzenia obliczeniowego elementów nośnych, na które będzie miało wpływ zamontowanie instalacji fotowoltaicznych na obu połaciach dachu dwuspadowego. Przyjęto uproszczone schematy statyczne dla najbardziej niekorzystnych obszarów obciążeniowych połaci dachu.

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



- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 2 → $Q_k = 0.9 \text{ kN/m}^2$

Połąć bardziej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 20.0^\circ$
 - $C_2 = 0.8 + 0.4 \cdot (\alpha - 15^\circ) / 15^\circ = 0.8 + 0.4 \cdot (20.0^\circ - 15^\circ) / 15^\circ = 0.933$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0.900 \cdot 0.933 = \mathbf{0.840 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0.840 \cdot 1.5 = \mathbf{1.260 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć mniej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 20.0^\circ$
 - $C_1 = 0.8$

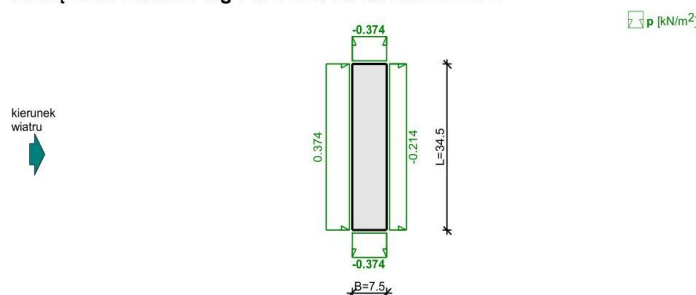
Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 0.900 \cdot 0.800 = \mathbf{0.720 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 0.720 \cdot 1.5 = \mathbf{1.080 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-1



- Budynek o wymiarach: $B = 7.5 \text{ m}$, $L = 34.5 \text{ m}$, $H = 5.5 \text{ m}$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 200 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0.300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: B; $z = H = 5.5 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0.55 + 0.02 \cdot 5.5 = 0.66$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1.80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
 - budynek zamknięty → $C_w = 0$

Ściana nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 $C_z = 0.7$

- Współczynnik aerodynamiczny C:
 $C = C_z - C_w = 0.7 - 0 = 0.7$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0.300 \cdot 0.66 \cdot 0.7 \cdot 1.80 = \mathbf{0.249 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = 0.249 \cdot 1.5 = \mathbf{0.374 \text{ kN/m}^2}$$

Ściana zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 $C_z = -0.4$

- Współczynnik aerodynamiczny C:
 $C = C_z - C_w = -0.4 - 0 = -0.4$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0.300 \cdot 0.66 \cdot (-0.4) \cdot 1.80 = \mathbf{-0.143 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0.143) \cdot 1.5 = \mathbf{-0.214 \text{ kN/m}^2}$$

Ściany boczne:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 $C_z = -0.7$

- Współczynnik aerodynamiczny C:
 $C = C_z - C_w = -0.7 - 0 = -0.7$

Obciążenie charakterystyczne:

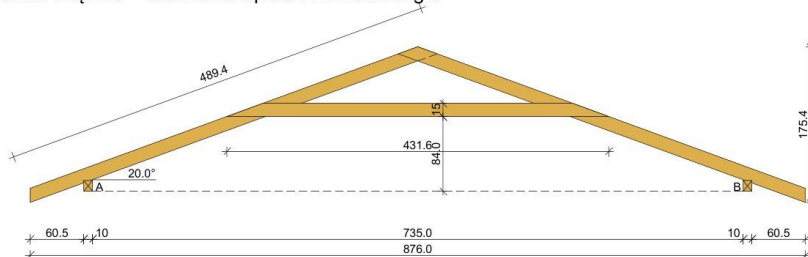
$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0.300 \cdot 0.66 \cdot (-0.7) \cdot 1.80 = \mathbf{-0.249 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0.249) \cdot 1.5 = \mathbf{-0.374 \text{ kN/m}^2}$$

DANE:

Szkic więzara – Obliczenia uproszczone/analogia



Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 20.0^\circ$

Rozpiętość więzara $l = 8.76 \text{ m}$

Rozstaw murłat w świetle $l_s = 7.35 \text{ m}$

Poziom jętka $h = 0.84 \text{ m}$

Rozstaw krokwi $a = 1.25 \text{ m}$

Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu

Usztywnienia boczne jętki - na całej długości elementu

Rozstaw podparć poziomych murłaty $l_{mo} = 1.50 \text{ m}$

Wysięg wspornika murłaty $l_{mw} = 0.50 \text{ m}$

Dane materiałowe:

- krokiew 5/15 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - 2.5 cm) z drewna C24

- jętka 5/15 cm z drewna C24,

- murłata 10/12 cm z drewna C24

Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

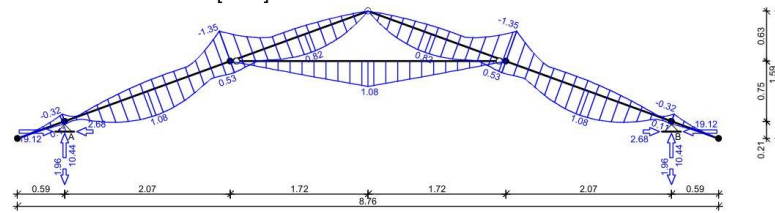
- panele fotowoltaiczne (wg PN-82/B-02001:);
 $g_k = 0.30 \text{ kN/m}^2$, $g_o = 0.35 \text{ kN/m}^2$
- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001:);
 $g_k = 0.11 \text{ kN/m}^2$, $g_o = 0.13 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci 20.0 st.):
 - na połaci lewej $s_{kl} = 0.84 \text{ kN/m}^2$, $s_{ol} = 1.26 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci prawej $s_{kp} = 0.72 \text{ kN/m}^2$, $s_{op} = 1.08 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 5.5 \text{ m}$):
 - na połaci nawietrznej $p_{kl I} = -0.38 \text{ kN/m}^2$, $p_{ol I} = -0.56 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci nawietrznej $p_{kl II} = 0.04 \text{ kN/m}^2$, $p_{ol II} = 0.06 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci zawietrznej $p_{kp} = -0.17 \text{ kN/m}^2$, $p_{op} = -0.25 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ociepleniami na całej długości krokwi (a1):
 $g_{kk} = 0.46 \text{ kN/m}^2$, $g_{ok} = 0.55 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe jętki : $q_{jk} = 0.00 \text{ kN/m}^2$, $q_{jo} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie zmienne jętki : $p_{jk} = 0.00 \text{ kN/m}^2$, $p_{jo} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe jętki $F_k = 1.0 \text{ kN}$, $F_o = 1.2 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

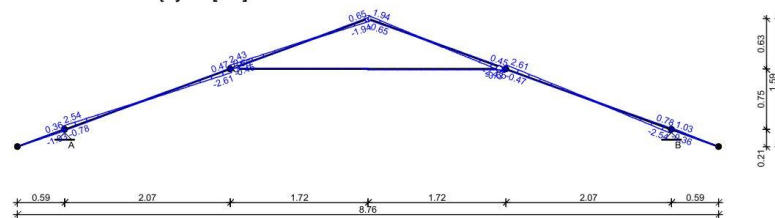
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

WYNIKI:

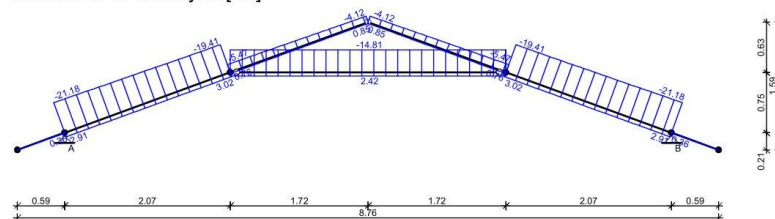
Obwiednia momentów [kNm]:



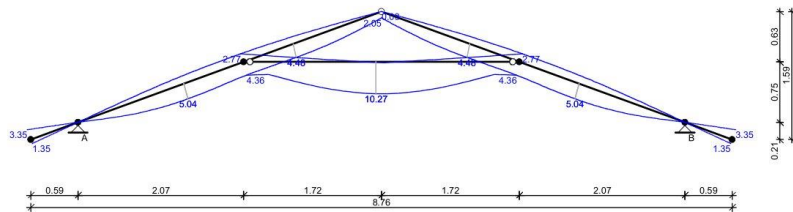
Obwiednia sił tnących [kN]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
2 (A)	10.44 -1.96 9.87 -1.06	19.12 -2.05 19.12 -2.68	K2 : stałe-max+śnieg K26 : stałe-min+wiatr z lewej K7 : stałe-max+śnieg-wariant II K28 : stałe-min+wiatr z prawej
6 (B)	10.44 -1.96 -1.06	-19.12 2.05 2.68	K7 : stałe-max+śnieg-wariant II K28 : stałe-min+wiatr z prawej K26 : stałe-min+wiatr z lewej

WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2.5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Krokiew 5/15 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - 2.5 cm)

Smukłość

$$\lambda_y = 74.5 < 150$$

$$\lambda_z = 0.0 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K22** stałe-max+wiatr z prawej-wariant II+0.90-śnieg

$$M = -0.97 \text{ kNm}, N = 17.41 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 9.69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5.19 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 2.32 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0.522$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0.927 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0.385 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0.90-wiatr z lewej-wariant II

$$M = -0.32 \text{ kNm}, N = 20.17 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14.77 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 12.92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2.70 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 3.36 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0.250 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K22** stałe-max+wiatr z prawej-wariant II+0.90-śnieg

$$M = -0.97 \text{ kNm}, N = 17.41 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 9.69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10.38 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 4.64 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0.950 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a jętka)

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

$$u_{in} = 2.63 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 2201 / 200 = 11.00 \text{ mm} \quad (23.9\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

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

$$u_{in} = 3.35 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 627 / 200 = 6.27 \text{ mm} \quad (53.4\%)$$

Jętka 5/15 cm z drewna C24

Smukłość

$$\lambda_y = 80.0 < 150$$

$$\lambda_z = 0.0 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$M = 1.08 \text{ kNm}, N = 7.65 \text{ kN}$$

$f_{m,y,d} = 12.92 \text{ MPa}$, $f_{c,0,d} = 11.31 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = 5.76 \text{ MPa}$, $\sigma_{c,0,d} = 1.02 \text{ MPa}$
 $k_{c,y} = 0.463$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0.640 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0.320 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{in} = 8.54 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3445 / 200 = 17.22 \text{ mm} \quad (49.6\%)$$

Murlata 10/12 cm

Część murlaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 8.35 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 15.30 \text{ kN/m}$$

$$q_{z,min} = -1.57 \text{ kN/m} \text{ (odrywanie)}$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_z = 3.69 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 14.77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 18.433 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.96 > 1$$

Część wspornikowa murlaty

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 8.35 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 15.30 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 1.04 \text{ kNm}, \quad M_z = 1.91 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 14.77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14.77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4.35 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 9.56 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0.7$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.748 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.854 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{in} = 1.28 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5.00 \text{ mm} \quad (25.5\%)$$

Element 1 - KROKIEW

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 5.0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 15.0 \text{ cm}$

Zacios na podporach $t_k = 3.0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2.5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 20.0^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 1.25 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0.73 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 0.68 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 2.96 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- panele fotowoltaiczne (wg PN-82/B-02001:):

$$g_k = 0.30 \text{ kN/m}^2, \quad g_o = 0.35 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$$g_k = 0.060 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \quad \gamma_f = 1.10$$

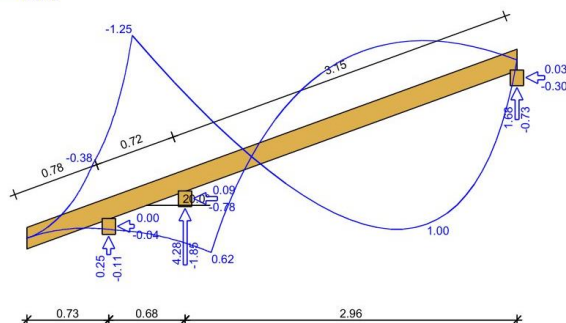
- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 1, A=200 m n.p.m., nachylenie połaci 20.0 st.):

- $S_k = 0.653 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1.50$
 - obciążenie parciem wiatru $p_k = 0.042 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1.50$
 - obciążenie ssaniem wiatru $p_k = -0.377 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1.50$
 - obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0.000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej

WYNIKI:

— M [kNm]
 — R [kN]



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -1.25 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 10.44 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14.77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0.707 < 1$$

Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{\text{fin}} = 4.67 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 15.75 \text{ mm} \quad (29.7\%)$$

Wnioski:

Wartości momentów zginających oraz sił osiowych wywołanych dodatkowymi obciążeniami od paneli fotowoltaicznych nie zwiększają w znacznym stopniu naprężenia poszczególnych elementów więźby dachowej budynku Chlewni „E2”. Nie występują przekroczenia stanów granicznych nośności oraz użyteczności zatem dopuszczalne jest dodatkowe obciążenie konstrukcji dachu instalacją fotowoltaiczną o masie nieprzekraczającej 30 kg/m^2 z wyłączeniem strefy 3 m od istniejących lukarn dachowych.

Dopuszczalny jest montaż paneli fotowoltaicznych wraz z konstrukcją montażową według danych określonych w punkt 4 wytyczne techniczne paneli określone przez zamawiającego.

Uwagi:

Panele fotowoltaiczne należy rozłożyć równomiernie na połaci dachu, montować do konstrukcji nośnej zgodnie z wytycznymi producenta i projektem montażowym.

Należy przewidzieć możliwość przejścia, komunikacji pomiędzy poszczególnymi rzędami paneli celem dostępu wykonania konserwacji oraz odśnieżania dachu w okresie zimowym. Panele fotowoltaiczne oraz konstrukcja montażowa mogą być elementem zatrzymującym nadmierną ilość śniegu na dachu w okresie obfitych opadów śniegu. **Należy bezwzględnie prowadzić odśnieżanie dachu po obfitych opadach śniegu, nie dopuścić do zalegania śniegu na dachu, grubość pokrywy śnieżnej powyżej 30 cm traktować jako wartość niedopuszczalną.**

7. Inwentaryzacja fotograficzna

7.1. Budynek Warsztatowy „J”



- Połączenie dachu:





- Płatew pod krokwiemi, stalowa konstrukcja dachu:





- Płatew pod krokwiemi, podbitka wewnętrzna:





- Oparcie pŁatwi stalowej I 200 na podciŁgu stalowym I 300:





- Płatew pod krokwiemi:





- Podciąg dwuteowy I 300:





- Przekrój krokwi:





- Rozstaw krokwi:





7.2. Budynek Chlewni „E2”





- Konstrukcja dachu:



