

# USŁUGI PROJEKTOWE

LESZEK ZABROCKI

ul.Sportowa 18, 89-650 CZERSK, NIP 555-131-33-35

tel/fax. 52/398 89 12, tel. kom. 608 284 902

Nazwa elementu projektu budowlanego:	<b>OPINIA KONSTRUKCYNA</b>	
Nazwa zamierzenia budowlanego:	<b>MONTAŻ PANELI FOTOWOLTAICZNYCH NA DACHU BUDYNKU</b>	
Adres obiektu budowlanego:	ŁĄG UL.CHOJNICKA 30 89-652 ŁĄG	
Kategoria obiektu budowlanego	<b>IX</b>	
Nazwa jednostki, obrębu oraz numery działek ewidencyjnych :	JEDNOSTKA EWIDENCYJNA: CZERSK-G OBRĘB: ŁĄG DZIAŁKA NR 447/10	
Inwestor:	GMINA CZERSK UL.KOŚCIUSZKI 27 89-650 CZERSK	
Projektant konstrukcji:	mgr inż. LESZEK ZABROCKI upr bud. 122/Gd/2002 specjalność konstrukcje budowlane	
Data:	<b>27.03.2024</b>	<b>1 .</b>

## SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI

- |  |        |
|--|--------|
| 1. Strona tytułowa   | str. 1 |
| 2. Oświadczenie projektantów wynikające Ustawy Prawo Budowlane | str. 2 |

### CZEŚĆ OPISOWA

- |                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| 3. Opis techniczny                   | str. 3 |
| 4. Wpływ paneli na konstrukcję dachu | str. 4 |
| 4.1 Założenia statyczne              | str. 4 |
| 4.2.Schematy i obciążenia            | str. 5 |
| 4.3.Wymiarowanie                     | str. 7 |
| 5. Wnioski                           | str.11 |

### ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik 1 – stężenia - schemat dachu  
Załącznik 2 – stężenia – kleszcze widok z góry  
Załącznik 3 – stężenia - krokwie widok z boku

## **OŚWIADCZENIE WYNIKAJĄCE Z USTAWY PRAWO BUDOWLANE**

Zgodnie z Ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane z późniejszymi zmianami, składam niniejsze oświadczenie:

niniejsza opinia konstrukcyjna  
o możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu na dachu istniejącego budynku  
w zakresie objętym niniejszym opracowaniem, znajdującego się na działce nr 477/10  
położonej w miejscowości Łąg została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami  
oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant konstrukcji:

mgr inż. Leszek Zabrocki \_\_\_\_\_  
upr bud. 122/Gd/2002 specjalność konstrukcje budowlane

**2024-03-27**

# OPIS TECHNICZNY

## 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie inwestora
- Przepisy ogólne oraz normy i normatywy budowlane
- Inwentaryzacja istniejącego budynku
- Oceny techniczne dotyczące istniejącego budynku

## 2. PRZEDMIOT INWESTYCJI

Przedmiotem niniejszego opracowania jest analiza możliwości montażu paneli fotowoltaicznych na dachu budynku

- wg rys. poniżej – dach wysoki , część środkowa budynku



Ilustracja: Obraz przegląd, Projektowanie 3D

## 3. STAN ISTNIEJĄCY BUDYNKU

Istniejący budynek składa się z czterech części o różnej wysokości bez podpiwniczenia.

Budynek w rozpatrywanej części w dobrym stanie technicznym, dach o konstrukcji jętkowej z rozstawem co ok100cm.

#### 4. WPŁYW URZĄDZEŃ FOTOWOLTAICZNYCH NA KONSTRUKCJĘ

##### 4.1. ZAŁOŻENIA STATYCZNE

###### 4.1.1.OBCIĄŻENIA STAŁE

<b>A.Stropodach strychu</b>		kN/m <sup>2</sup>	φf	kN/m <sup>2</sup>	
blachodachówka		0,045	1,3	0,059	
łaty + kontrłaty		0,072	1,2	0,086	
folia zbrojona		0,001	1,3	0,001	
wełna min. 10 cm(35kg/m <sup>3</sup> )		0,035	1,3	0,046	
folia PE		0,001	1,3	0,001	
deski ażurowo		0,100	1,2	0,120	
			kN/m <sup>2</sup>		
	q <sub>k</sub> =	<b>0,254</b>	q=	<b>0,313</b> kN/m <sup>2</sup>	
			kN/m <sup>2</sup>		
α=	38,000	q <sub>k</sub> /cosα=	<b>0,322</b>	q=	<b>0,397</b> kN/m <sup>2</sup> 1,232
<b>U.Fotowoltaika</b>		kN/m <sup>2</sup>	φf	kN/m <sup>2</sup>	
panele z dociążeniem i rusztem		0,250	1,3	0,325	
			kN/m <sup>2</sup>		
	q <sub>k</sub> =	<b>0,250</b>	q=	<b>0,325</b> kN/m <sup>2</sup>	
			kN/m <sup>2</sup>		
α=	38,000	q <sub>k</sub> /cosα=	<b>0,317</b>	q=	<b>0,412</b> kN/m <sup>2</sup> 1,300
<b>B.Stropodach cz.pietrowej</b>		kN/m <sup>2</sup>	φf	kN/m <sup>2</sup>	
blachodachówka		0,045	1,3	0,059	
łaty + kontrłaty		0,072	1,2	0,086	
folia zbrojona		0,001	1,3	0,001	
wełna min. 20 cm(35kg/m <sup>3</sup> )		0,070	1,3	0,091	
folia PE		0,001	1,3	0,001	
pl.GK na ruszcie		0,185	1,2	0,222	
			kN/m <sup>2</sup>		
	q <sub>k</sub> =	<b>0,374</b>	q=	<b>0,461</b> kN/m <sup>2</sup>	
			kN/m <sup>2</sup>		
α=	38,000	q <sub>k</sub> /cosα=	<b>0,475</b>	q=	<b>0,584</b> kN/m <sup>2</sup> 1,231
<b>C.Strop na belkach</b>		kN/m <sup>2</sup>	φf	kN/m <sup>2</sup>	
podłoga ażurowa		0,100	1,2	0,120	
wełna min. 30 cm(35kg/m <sup>3</sup> )		0,105	1,3	0,137	
folia PE		0,001	1,3	0,001	
pl.GK na ruszcie		0,185	1,2	0,222	
			kN/m <sup>2</sup>		
	q <sub>k</sub> =	<b>0,391</b>	q=	<b>0,480</b> kN/m <sup>2</sup>	1,227

###### 4.1.2.OBCIĄŻENIA ZMIENNE

###### 4.1.2.1. ŚNIEG

strefa 3	α=	38,000	
	Q <sub>k</sub> =	1,200	kN/m <sup>2</sup>
	c <sub>1</sub> =	0,587	

c2=	0,880			
		kN/m2	φf	kN/m2
S1=	<b>0,704</b>	1,5		<b>1,056</b>
S2=	<b>1,056</b>	1,5		<b>1,584</b>

#### 4.1.2.2. WIATR

strefa I α= 38,000

wysokość budynku  
= 7,400 m.

teren B

współczynnik porywu wiatru

β= 1,8

qκ= 0,250 kN/m2

ce= 1,000

czp= 0,370

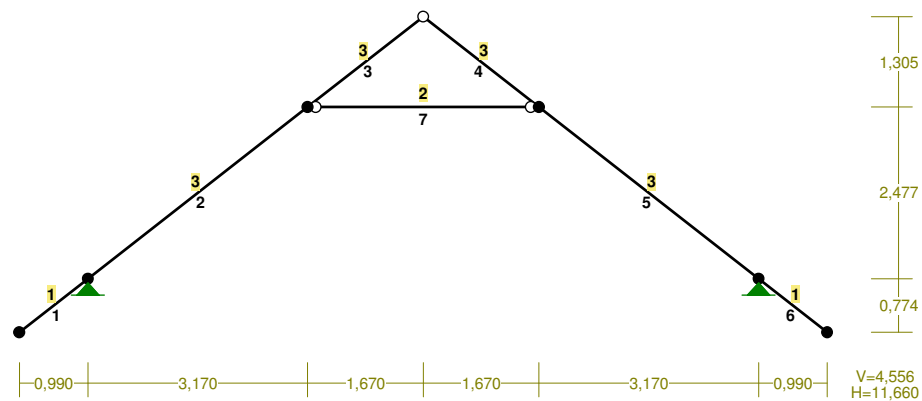
czs= -0,090

cs(-0,4)= -0,400

	kN/m2	φf	kN/m2
wp=	<b>0,167</b>	1,5	<b>0,250</b>
ws=	<b>-0,041</b>	1,5	<b>-0,061</b>
s(-0,4)=	<b>-0,180</b>	1,5	<b>-0,270</b>

## 4.2.SCHEMATY I OBCIĄŻENIA

PRZĘTOKI PRĘTÓW:



#### PRĘTY UKŁADU:

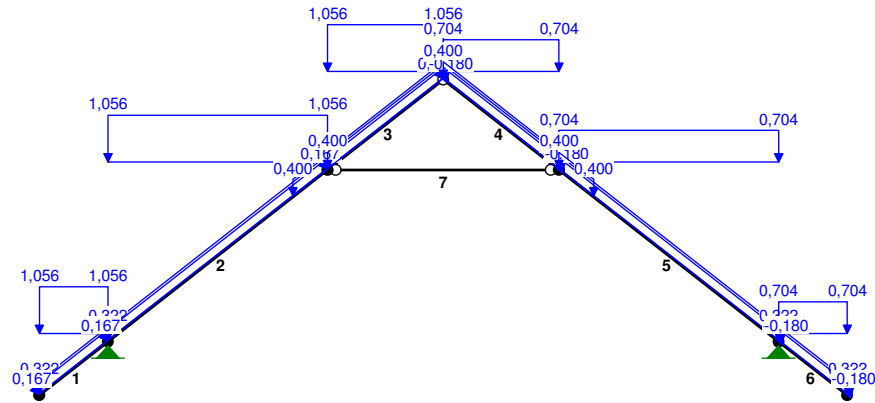
Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
22 - ciągnio

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1 00 1 2 0,990 0,774 1,257 1,000 1 Krokwie

2	00	2	3	3,170	2,477	4,023	1,000	3 Ib 16x18
3	01	3	4	1,670	1,305	2,119	1,000	3 Ib 16x18
4	10	4	5	1,670	-1,305	2,119	1,000	3 Ib 16x18
5	00	5	6	3,170	-2,477	4,023	1,000	3 Ib 16x18
6	00	6	7	0,990	-0,774	1,257	1,000	1 Krokwie
7	11	3	5	3,340	0,000	3,340	1,000	2 IIIa 14x22

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
-----						
Grupa:	A "DACH POKRYCIE"			Stałe	$\gamma_f = 1,23$	
1	Liniowe	0,0	0,322	0,322	0,00	1,26
2	Liniowe	0,0	0,322	0,322	0,00	4,02
3	Liniowe	0,0	0,322	0,322	0,00	2,12
4	Liniowe	0,0	0,322	0,322	0,00	2,12
5	Liniowe	0,0	0,322	0,322	0,00	4,02
6	Liniowe	0,0	0,322	0,322	0,00	1,26
Grupa:	B "ŚNIEG S2"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe-Y	0,0	1,056	1,056	0,00	1,26
2	Liniowe-Y	0,0	1,056	1,056	0,00	4,02
3	Liniowe-Y	0,0	1,056	1,056	0,00	2,12
Grupa:	C "ŚNIEG S1"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
4	Liniowe-Y	0,0	0,704	0,704	0,00	2,12
5	Liniowe-Y	0,0	0,704	0,704	0,00	4,02
6	Liniowe-Y	0,0	0,704	0,704	0,00	1,26
Grupa:	D "WIATR PARCIE"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	38,0	0,167	0,167	0,00	1,26
2	Liniowe	38,0	0,167	0,167	0,00	4,02
3	Liniowe	38,0	0,167	0,167	0,00	2,12
Grupa:	E "WIATR SSANIE"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
4	Liniowe	-38,0	-0,180	-0,180	0,00	2,12

5	Liniowe	-38,0	-0,180	-0,180	0,00	4,02
6	Liniowe	-38,0	-0,180	-0,180	0,00	1,26

Grupa: V "FOTOWOLTAIKA"		Stałe		$\gamma_f = 1,30$		
2	Liniowe	0,0	0,400	0,400	3,39	4,02
3	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,12
4	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	2,12
5	Liniowe	0,0	0,400	0,400	0,00	0,63

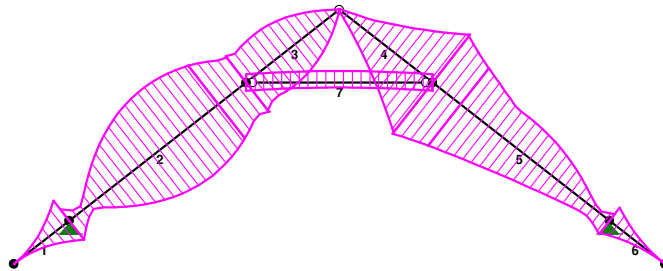
#### 4.3.WYMIAROWANIE

##### KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr: Specyfikacja:

1 ZAWSZE : A+V  
EWENTUALNIE: B+C+D+E

NAPĘŻENIA-OBWIEDNIE:



##### NAPĘŻENIA - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
				[MPa]	
		Ro			
1	1,257	<b>0,127*</b>		3,051	ABDEV
	0,000	<b>-0,000*</b>		-0,000	ABDEV
	0,000		<b>0,000*</b>	0,000	ABDV
	1,257		<b>-0,120*</b>	-2,885	ABDEV
2	4,023	<b>0,158*</b>		3,790	ACV
	2,541	<b>-0,293*</b>		-7,030	ABDEV
	2,541		<b>0,262*</b>	6,287	ABDEV
	4,023		<b>-0,183*</b>	-4,393	ACV
3	0,000	<b>0,166*</b>		3,973	ACV
	0,662	<b>-0,164*</b>		-3,936	ABDEV
	0,662		<b>0,160*</b>	3,831	ABDEV
	0,000		<b>-0,175*</b>	-4,210	ACV
4	2,119	<b>0,301*</b>		7,229	ABDEV

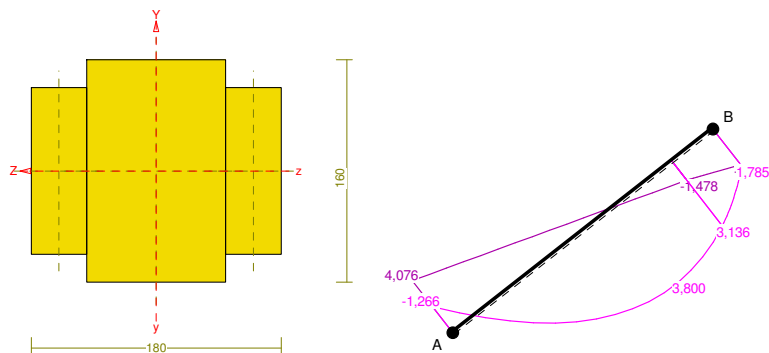
	1,192	-0,073*		-1,763	ACV
	1,192		0,068*	1,642	ACV
	2,119		-0,315*	-7,549	ABDEV
5	0,000	0,292*		7,017	ABDEV
	1,693	-0,158*		-3,787	ACV
	1,693		0,129*	3,091	ACV
	0,000		-0,323*	-7,762	ABDEV
6	0,000	0,082*		1,961	ABCDV
	1,257	-0,000*		-0,000	ABDEV
	1,178		0,000*	0,001	AEV
	0,000		-0,076*	-1,835	ABCDV
7	0,000	-0,013*		-0,181	AEV
	1,670	-0,057*		-0,804	ABCDV
	1,670		0,004*	0,049	AEV
	0,000		-0,041*	-0,574	ABCDV

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
2	10,434*	13,912	17,391		ABCV
	3,582*	5,779	6,799		ADEV
	10,156	14,905*	18,036		ABCDV
	3,861	4,786*	6,149		AEV
	10,156	14,905	18,036*		ABCDV
6	-4,791*	5,290	7,137		AV
	-11,597*	11,456	16,301		ABCDEV
	-11,297	12,526*	16,868		ABCDV
	-5,091	4,220*	6,612		AEV
	-11,297	12,526	16,868*		ABCDV

\* = Wartości ekstremalne

#### 4.4.KROKIEW



#### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=4,02$  m, przy obciążeniach „ABCDV”.

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 15,851 / 256,00 \times 10 = \mathbf{0,62} < \mathbf{2,09} = 0,216 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla  $x_a=2,33$  m;  $x_b=1,69$  m, przy obciążeniach „ABDEV”:



$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,38}{0,216 \times 9,69} + 1,0 \times \frac{6,63}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,780 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,38}{0,491 \times 9,69} + \frac{6,63}{11,08} + 1,0 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,678 < 1}$$

#### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=2,54$  m;  $x_b=1,48$  m, przy obciążeniach „ABDEV”.

Największe naprężenia dla zginania:

$$\sigma_{m,i} + \sigma_i = \mathbf{6,66 < 11,08} = f_{m,d}$$

Największe naprężenia dla ściskania:

$$\sigma_i = \mathbf{0,00 < 9,69} = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla rozciągania:

$$\sigma_i = \mathbf{0,00 < 6,46} = f_{c,0,t}$$

Nośność dla  $x_a=4,02$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „AV”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{11,08} + 1,0 \times \frac{1,09}{11,08} = \mathbf{0,099 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=2,54$  m;  $x_b=1,48$  m, przy obciążeniach „ABDEV”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,37^2}{9,69^2} + \frac{0,00}{11,08} + 1,0 \times \frac{6,66}{11,08} = \mathbf{0,603 < 1}$$

#### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=4,02$  m, przy obciążeniach „ABCDV”.

$$\sqrt{\tau^2 + \tau'^2} = \sqrt{0,00^2 + 0,20^2} = \mathbf{0,20 < 1,15} = f_{v,d}$$

#### Nośność łączników:

Do połączenia gałęzi przekroju, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 100 mm o średnicy 4,0 mm. Łączniki należy umieścić w uprzednio nawierconych otworach.

$$F_1 = \mathbf{420,0 < 622,0} = R_d$$

#### Stan graniczny użytkowania:

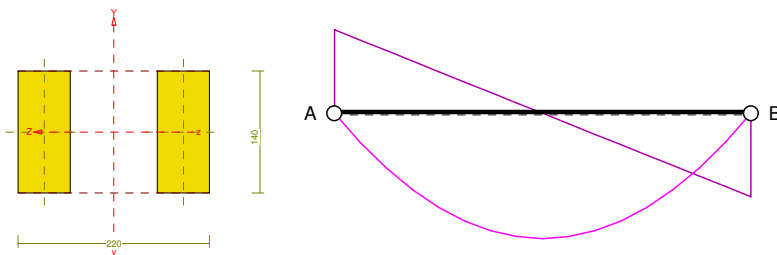
Wyniki dla  $x_a=2,75$  m;  $x_b=1,27$  m, przy obciążeniach „ABDEV”.

$$u_{y,fin} = -1,3 + -17,1 = \mathbf{18,4 < 20,1} = u_{net,fin}$$

### 4.5.KLESZCZE

#### Pręt nr 7

Zadanie: D1-J+f



**Nośność na ściskanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,34$  m, przy obciążeniach „ABCDV”.

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 9,635 / 168,00 \times 10 = \mathbf{0,57} < \mathbf{2,73} = 0,370 \times 7,38 = k_c f_{c,0,d}$$

**Nośność na zginanie:**

Wyniki dla  $x_a=1,67$  m;  $x_b=1,67$  m, przy obciążeniach „AV”.

Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:

$$\sigma_i = \mathbf{0,00} < \mathbf{7,38} = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:

$$\sigma_i = \mathbf{0,00} < \mathbf{3,69} = f_{c,0,t}$$

Nośność dla  $x_a=1,67$  m;  $x_b=1,67$  m, przy obciążeniach „AV”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{6,46} + 1,0 \times \frac{0,23}{6,46} = \mathbf{0,036} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,34$  m, przy obciążeniach „ABCDV”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,57^2}{7,38^2} + \frac{0,00}{6,46} + 1,0 \times \frac{0,00}{6,46} = \mathbf{0,006} < \mathbf{1}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,34$  m, przy obciążeniach „AV”.

$$\sqrt{\tau^2 + \tau'^2} = \sqrt{0,00^2 + 0,01^2} = \mathbf{0,01} < \mathbf{0,78} = f_{v,d}$$

**Nośność przewiązek:**

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,34$  m, przy obciążeniach „ABCDV”.

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 132 mm o średnicy 6,0 mm. Łączniki należy umieścić w uprzednio nawierconych otworach.

$$(F_1 / R_d)^2 + (F_{1,x} / R_d)^2 = (0,3 / 972,3)^2 + (134,1 / 2645,6)^2 = \mathbf{0,003} < \mathbf{1} = 1$$

Przyjęto przewiązki szerokości  $l_2 = 250$  mm.

Nośność przewiązek:

$$\sigma = M_p / W = 0,145 / 1458,33 \times 10^3 = \mathbf{0,10} < \mathbf{6,46} = f_{m,d}$$

$$\tau = 1,5 V_p / A = 1,5 \times 1,810 / 350,00 \times 10 = \mathbf{0,08} < \mathbf{0,78} = f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=3,34$  m, przy obciążeniach „ABDEV”.

$$u_{y,fin} = -0,3 + -11,8 = \mathbf{12,1} < \mathbf{16,7} = u_{net,fin}$$

## 5.0 WNIOSKI KONSTRUKCYNE

### 5.1 KROKWIE

Krokwie dachu należy wzmocnić poprzez nakładki obustronne z **belek 4x12cm** (klasa C 24)

Do połączenia gałęzi przekroju, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci

**wkrętów** długości **100 mm** o średnicy **4,0 mm**.

Łączniki należy umieścić w uprzednio nawierconych otworach w rozstawie **co 100mm**.

Nakładki należy wykonać na odcinkach od murłaty do kleszczy i od kleszczy do kalenicy.

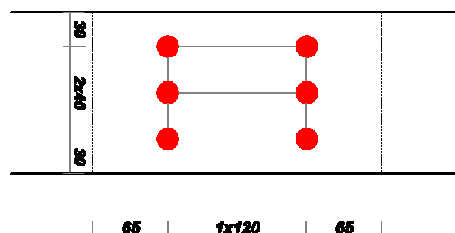
### 5.2 KLESZCZE

Kleszcze należy wzmocnić przewiązką z **belk1 9,5x14x25cm** (klasa C 24)

W środku rozpiętości.

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 132 mm o średnicy 6,0 mm. Łączniki należy umieścić w uprzednio nawierconych otworach.

Minimalne odległości łączników:  $a_1 = 72,0$ ;  $a_2 = 30,0$ ;  $a_3 = 90,0$ ;  $a_4 = 30,0$  mm.



### 5.3 STĘŻENIA DACHU

Cały rozpatrywany dach – część wysoka, należy usztywnić **deskami 3,2x10cm**

Stężenia w płaszczyźnie od dołu krokwi

po skosie ok kąt 45° od murłaty do kalenicy co 2,00m

Od góry kleszczy wzdłuż konstrukcji w środku i na styku z krokwiami

oraz pod kątem ok 45° pomiędzy wzdłużnymi też co 2,0m

Stężyć należy również kalenicę dwiema deskami wzdłuż.

Stężenia wykonać wg rysunków zał.1,2 i 3.

### 5.4 BELKI STROPOWE

Dla montażu sufitu podwieszanego należy wzdłuż budynku dodać belki o wymiarach

**10x14cm** co 317cm na istniejące belki dolne , które są rozstawione co 3,00m.

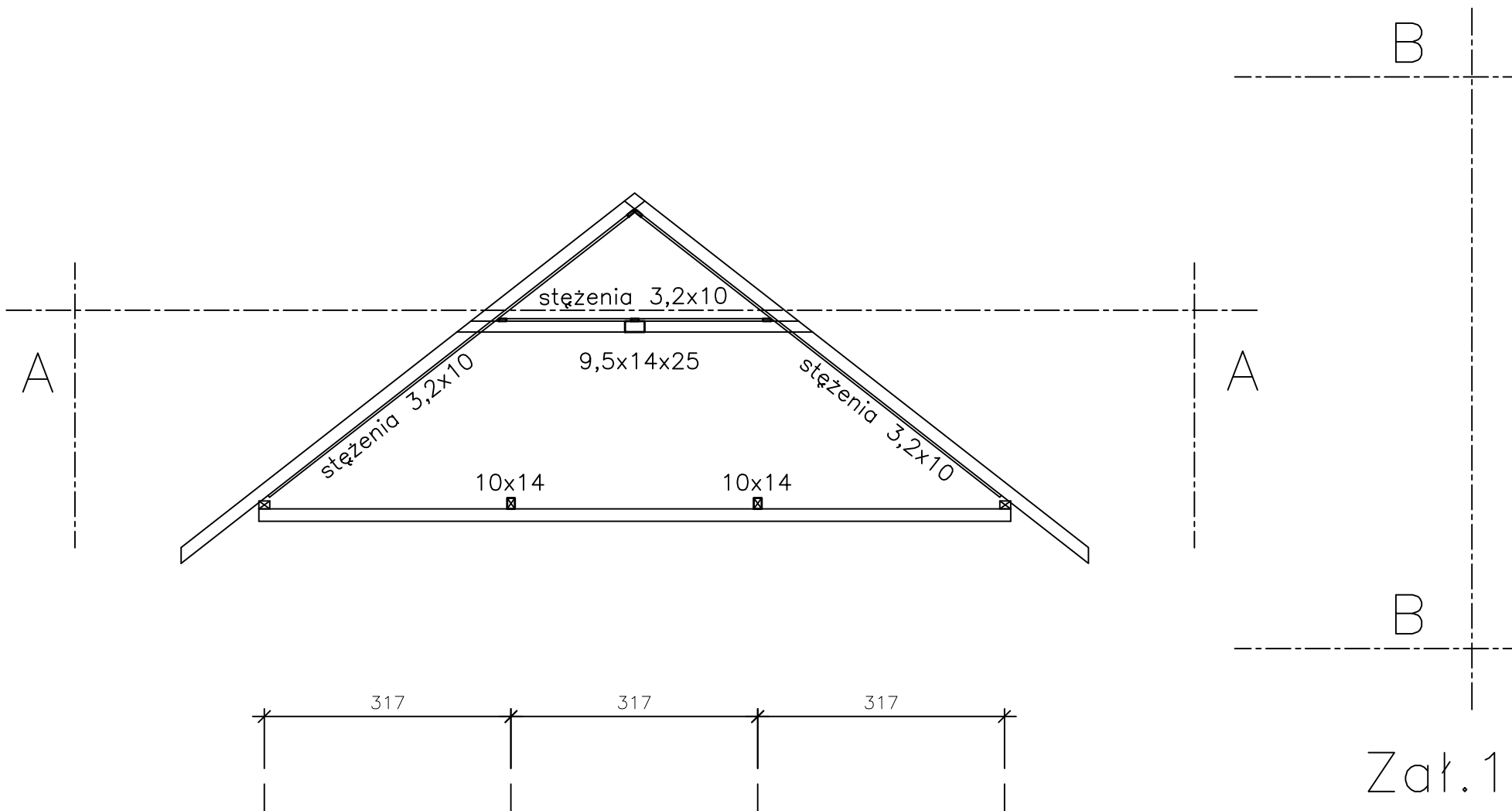
### 5.5 OŚWIADCZENIE

Po wykonaniu wzmocnień elementów konstrukcyjnych dachu możliwe będzie wykonanie montażu paneli fotowoltaicznych wg wskazanego schematu.

Wówczas konstrukcja spełniać będzie warunki nośności i użyteczności.

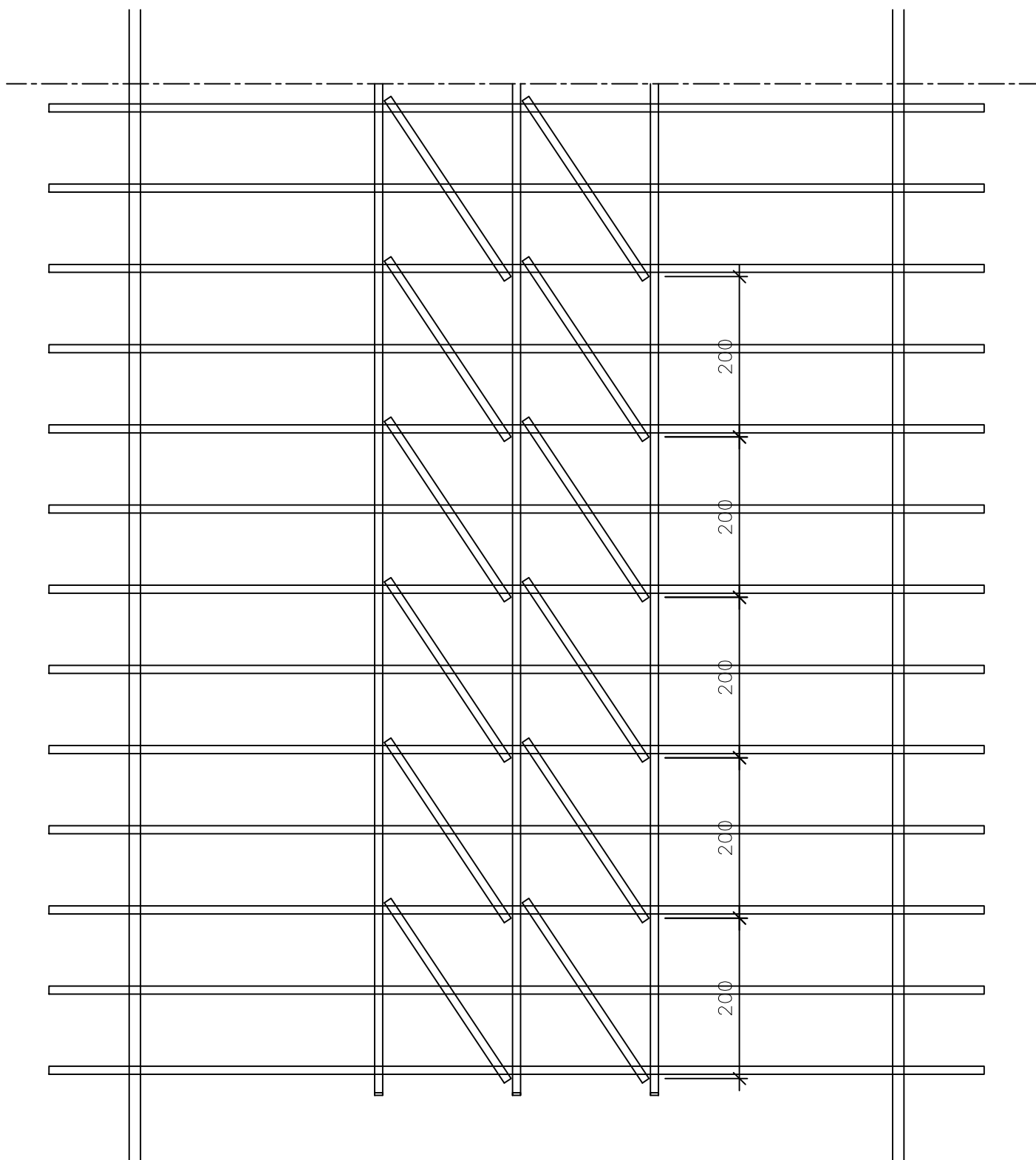
Projektant :

mgr inż. Leszek Zabrocki \_\_\_\_\_  
upr proj. 122/Gd/2002(spec. konstrukcja)

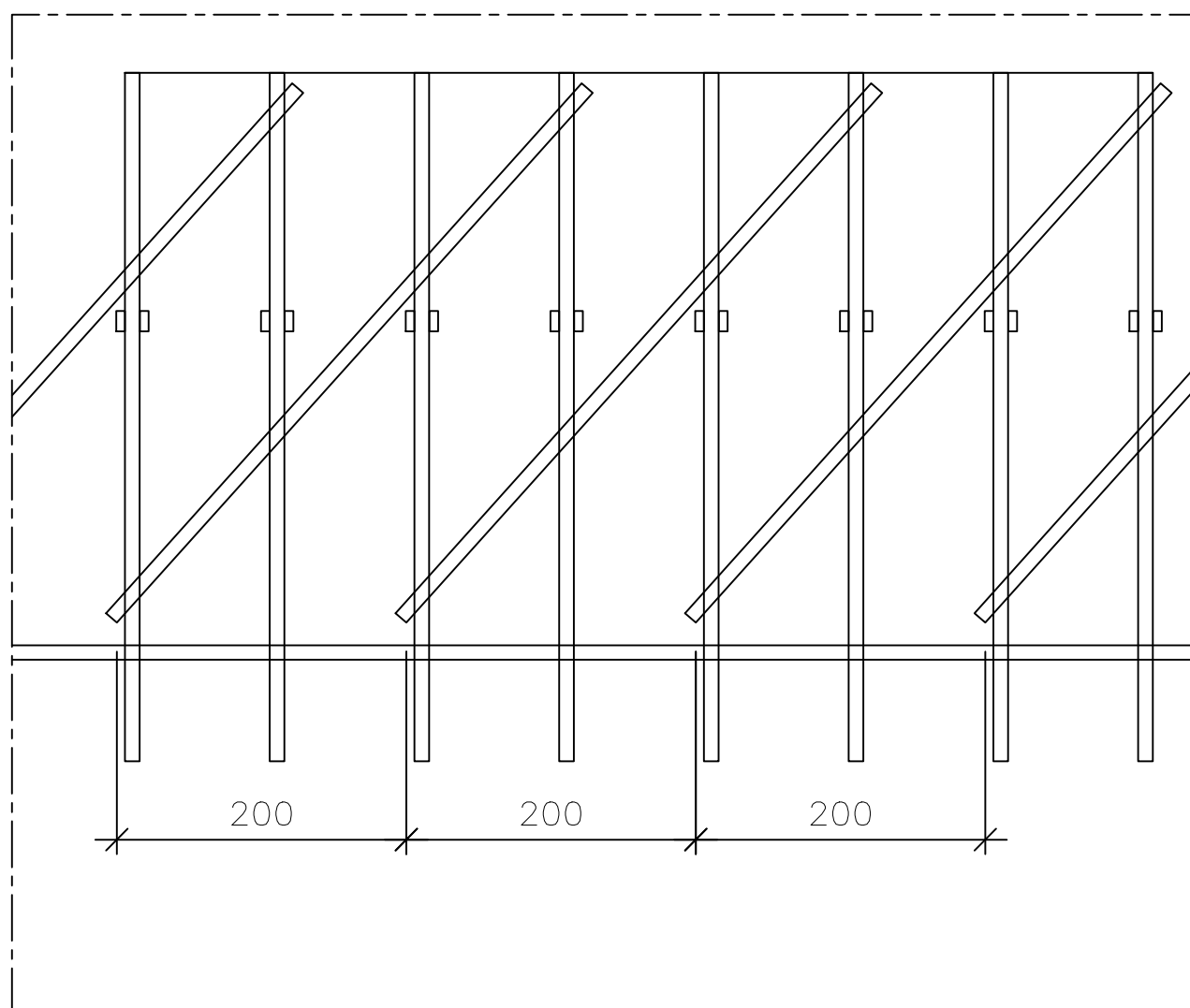


Zał. 1

# WIDOK A-A NA KLESZCZACH



# WIDOK B—B NA KROKWIACH



Zał. 3