



**ELEKTRO-SERVICE - Józef Błudnicki**  
Gajewo, ul. Leśna 21, 11-500 Giżycko  
NIP 845-100-60-61, REGON 790002808

**Egz. Nr 1**

## PROJEKT WYKONAWCZY

**NAZWA OBIEKTU:** Instalacja fotowoltaiczna 19875W  
Kategoria obiektu budowlanego XXVI.

**ADRES OBIEKTU:** Pieczarki  
Dz. nr 140/3  
obr.2 Pieczarki

**INWESTOR:** Pałac Młodzieży w Warszawie  
00-901 Warszawa, Pl. Defilad 1

### Oświadczenie projektanta

Zgodnie z art. 20. ust. 4 Ustawy Prawo budowlane oświadczam, że niniejszy projekt wykonawczy pn.: „instalacja fotowoltaiczna o mocy zainstalowanej 39750 W, dla budynku na terenie ośrodka „Pałac Młodzieży” w miejscowości Pieczarki dz. nr 140/3”, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

**PROJEKTANT:**

„ELEKTRO-SERVICE”  
projektant elektryk  
mgr inż. Józef Błudnicki  
upr. bud. WAM/0175/PW/06/11  
W-MOUB-WAM/IF/0175/02

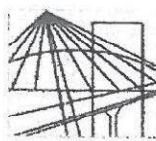
Realizacja inwestycji nie wymaga uzyskania pozwolenia na budowę ani zgłoszenia zamiaru budowy na podstawie art. 29 ustawy Prawo budowlane z dn. 07.07.1994r. z późniejszymi zmianami.

|           | <b>Spis treści</b>                                      | <b>strona</b> |
|-----------|---|---------------|
| 1.        | Uprawnienia   | 3             |
| 2.        | Informacje ogólne                                       | 7             |
| 2.1       | Przedmiot opracowania                                   | 7             |
| 2.2       | Podstawa opracowania                                    | 7             |
| 2.3       | Charakterystyka obiektu                                 | 8             |
| 2.4       | Zakres opracowania                                      | 8             |
| 3.        | Rozwiązania techniczne                                  | 9             |
| 3.1       | System fotowoltaiczny                                   | 9             |
| 3.2       | Moduły fotowoltaiczne                                   | 9             |
| 3.3       | Generator fotowoltaiczny                                | 10            |
| 3.4       | Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne                | 10            |
| 3.5       | Zabezpieczenia stałoprądowe generatora fotowoltaicznego | 11            |
| 3.6       | Falowniki   | 11            |
| 3.7       | Okablowanie   | 14            |
| 3.8       | Zabezpieczenia zmiennoprądowe                           | 14            |
| 3.9       | Konstrukcja wsporcza pod moduły fotowoltaiczne          | 15            |
| 3.10      | Zabezpieczenie odgromowe                                | 15            |
| 3.11      | Podłączenie falowników do instalacji budynkowej         | 15            |
| 3.12      | Pomiar energii  | 15            |
| 3.13      | Serwis i przeglądy gwarancyjne.                         | 15            |
| 3.14      | Odbiory i zakres dokumentacji odbiorowej                | 16            |
| 4.        | Obliczenia techniczne dla falownika                     | 17            |
| 5.        | Rysunki   | 18            |
| rysunek 1 | Schemat instalacji                                      |               |
| rysunek 2 | Rozmieszczenie modułów                                  |               |
| rysunek 3 | Schemat połączeń modułów                                |               |

**Załączniki:**

## 1. Kosztorys

## 1. Uprawnienia



**WARMIŃSKO-MAZURSKA  
OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA**  
10-532 Olsztyn, Plac Konsulatu Polskiego 1



WAM/OKK/U/75/14

Olsztyn, 23 grudnia 2014 r.

**DECYZJA**

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2013 r. poz. 932 ze zm.), art. 12 ust. 2 i ust. 3, art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409 ze zm.) oraz § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) i art.104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 267 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan JÓZEF BLUDNICKI**  
magister inżynier elektrotechniki  
ur. dnia 14 stycznia 1959 r. w Mieżanach

otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**

Nr ewid. WAM/ 0175 /PWOE/14

**DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BUDOWLANYMI  
BEZ OGRANICZEŃ**

**W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ**

w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: elektrycznych i elektroenergetycznych

**UZASADNIENIE**

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

**Pouczenie :**

- Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis, w drodze decyzji, do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego, potwierdzony zaświadczeniem wydanym przez tę izbę, z określonym w nim terminem ważności.
- Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Olsztynie, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.



**Skład orzekający  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

- mgr inż. Andrzej Stasiorowski
- dr inż. Zenon Drabowicz
- mgr inż. Elżbieta Lasmanowicz



**Pan Józef Błudnicki upoważniony jest :**

- I. Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1 - 5, art. 13 ust. 3 i 4 ustawy Prawo budowlane, w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń: elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:
- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
  - kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
  - kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
  - wykonywania nadzoru inwestorskiego,
  - sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.
- II. Na podstawie § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278) uprawnienia niniejsze uprawniają do :
- sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
  - do projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

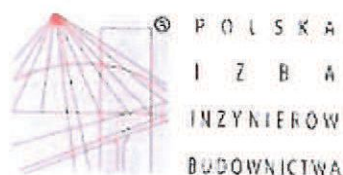
**Otrzymuje:**

- Pan Józef Błudnicki  
11-500 Gajewo, ul. Leśna 21
- Okręgowa Rada Izby
- Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
- a/a

**PRZEWODNICZĄCY**  
OKRĘGOWEJ KOMISJI KWALIFIKACYJNEJ  
Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby  
Inżynierów Budownictwa  
*mgr inż. Andrzej Stasiński*

Olsztyn, dnia 23 grudnia 2014 r.





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WAM-5XQ-8VU-RT5 \*

Pan Józef Błudnicki o numerze ewidencyjnym WAM/IE/0175/02  
adres zamieszkania ul. Leśna 21, 11-500 Gajewo  
jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada  
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2017-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2015-12-31 roku przez:

Małusz Dobrzyński, Przewodniczący Rady Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.pilb.org.pl](http://www.pilb.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.



**URZĄD DOZORU TECHNICZNEGO**

**CERTYFIKAT INSTALATORA  
ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII**

NR CERTYFIKATU:  
**OZE-W/01/000014/15**

IMIE (IMIONA):  
**JÓZEF**

NAZWISKO:  
**BLUDNICKI**

PESEL:  
**59011404253**

WAZNE Z DOKUMENTEM TOZSAMOSCI



ORGAN WYDAJĄCY: PRZESZ URZĘD DOZORU TECHNICZNEGO

CERTYFIKAT NR: OZE-W/01/000014/15

NINIEJSZY CERTYFIKAT POTWIERDZA POSIADANIE  
KWALIFIKACJI DO INSTALOWANIA NASTĘPUJĄCYCH  
RODZAJÓW ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII:  
SYSTEMÓW FOTOWOLTAICZNYCH (PV).

MIJSCOWOŚĆ:  
BIAŁYSTOK / PL

DATA WYDANIA  
CERTYFIKATU:  
21.07.2016

Niniejszy certyfikat został wydany na podstawie ustawy z dnia 18 kwietnia 1997 r.  
Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012 r., poz. 1059, z późn. zm.).

CERTYFIKAT JEST WAZNY DO DNIA 20.07.2020

## 2. Informacje ogólne

### 2.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt elektryczny instalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej 19875 W na dachu budynku na terenie ośrodka „Pałac Młodzieży” w Pieczarkach gm. Pozezdrze

### 2.2 Podstawa opracowania

Projekt niniejszy opracowano na podstawie:

- a) podkładów architektonicznych,
- b) zaleceń inwestora,
- c) wytycznych producenta modułów fotowoltaicznych,
- d) wytycznych producenta falowników,
- e) wymienionych niżej obowiązujących przepisów:
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 75/2002
  - Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych, Dz. U. Nr 94/24/1983
  - Ustawa o dozorcze technicznym, Dz. U. Nr 122/1321/2000
  - Prawo budowlane
  - Ustawa w sprawie oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie, Dz. U. Nr. 113/728/1998
- f) wymienionych niżej Polskich Norm:
  - PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
  - PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne
  - PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem
  - PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
  - PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
  - N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe
  - IEC 60364-7-712:2007. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
  - IEC 60634-5-55 pkt.551.7 Wymagania dotyczące odłączenia instalacji PV
  - IEC 61215 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu
  - IEC 60439-1 Wymagania dotyczące skrzynek połączeniowych i zespołu rozdzielnic
  - IEC 60904 Photovoltaic devices



- IEC 60891 Photovoltaic devices
- IEC 60364 Low - voltage electrical installations
- IEC 61140 Protection against electric shock- Common aspects for installation and equipment
- IEC61643 Low - voltage surge protective devices Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods
- Normy IEC/ISO 11801, CENELEC EN50173,
- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej.
- DIN VDE 0100-712- spadki napięć na kablach DC
- DIN EN61646, DIN IEC61215, DIN VDE 0126-1-1 - warunki pracy falowników

### 2.3 Charakterystyka obiektu

Instalacja fotowoltaiczna o mocy zainstalowanej 19875W składać się będzie z 75 modułów fotowoltaicznych o mocy 265 Wp każdy. Do przemiany napięcia stałego z modułów fotowoltaicznych zainstalowany zostanie jeden falownik.

Wytworzona energia elektryczna będzie wykorzystywana na potrzeby własne budynku.

Jej nadmiar będzie bilansowany z energią pobraną z sieci elektroenergetycznej. Brak napięcia w sieci energetycznej będzie powodował wyłączenie instalacji

### 2.4 Zakres opracowania

Zakres robót objętych niniejszym projektem musi być zgodny, lecz nie ograniczony do wykonania następujących elementów instalacji elektrycznych:

- rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych,
- instalacja okablowania modułów i podłączenia modułów fotowoltaicznych do falowników
- falowniki DC/AC,
- podłączenie falowników do rozdzielnic budynku;
- instalacja ochrony od porażen i połączeń wyrównawczych,

Wszystkie instalacje muszą być wykonane zgodnie z zaleceniami podanymi w niniejszym opracowaniu, europejskimi standardami i normami obowiązującymi podczas ich montażu.

### 3. Rozwiązania techniczne

#### 3.1 System fotowoltaiczny

Łączna moc zainstalowanych modułów wyniesie 19875 W. System będzie składał się z 75 modułów spiętych w 5 stringów zasilających jeden falownik. Łączna powierzchnia aktywna generatora fotowoltaicznego przy zastosowaniu modułów o parametrach wskazanych w tabeli nr 1 wyniesie około 139 m<sup>2</sup>. Wielkość ta może się zmienić w przypadku zastosowania innych modułów fotowoltaicznych. Wszelkie odstępstwa od parametrów urządzeń i materiałów określonych w niniejszym opracowaniu wymagają zatwierdzenia zamawiającego, złożenia oświadczenia przez wykonawcę o nie pogorszonej jakości tych urządzeń i materiałów oraz dokumentacji potwierdzającej treść oświadczenia jak również zgody instytucji udzielającej dofinansowania.

#### 3.2 Moduły fotowoltaiczne

W instalacji fotowoltaicznej należy użyć moduły fotowoltaiczne: polikrystaliczne lub monokrystaliczne o parametrach i właściwościach nie gorszych niż podane w tabeli 1. Przewidywana ilość montowanych modułów wynosi 75 sztuk (przy uwzględnieniu n/w parametrów).

Tabela 1. Parametry techniczne modułu fotowoltaicznego

| Parametr  | Oznaczenie | Wartość   |
|---|------------|-----------|
| <b>DANE ELEKTRYCZNE w standardowych warunkach testowania</b>                |            |           |
| Maksymalna moc znamionowa   | $P_{mpp}$  | 265 Wp    |
| Napięcie jałowe   | $U_{oc}$   | 38,12 V   |
| Prąd zwarciov   | $I_{sc}$   | 9,01 A    |
| Maksymalne napięcie znamionowe  | $U_{mpp}$  | 31,16 V   |
| Maksymalny prąd znamionowy  | $I_{mpp}$  | 8,57 A    |
| Efektywność ogni  |            | 16,30%    |
| Tolerancja  |            | 0 ~ + 5W  |
| przy STC: naświetlenie 1000 W/m <sup>2</sup> , temp. modułu 25°C, AM 1,5    |            |           |
| <b>DANE ELEKTRYCZNE – nominalna robocza temperatura</b>                     |            |           |
| Maksymalna moc znamionowa   | $P_{mpp}$  | 197 W     |
| Napięcie jałowe   | $U_{oc}$   | 36,27 V   |
| Prąd zwarciov   | $I_{sc}$   | 7,21 A    |
| Maksymalne napięcie znamionowe  | $U_{mpp}$  | 29,03 V   |
| przy NOCT: naświetlenie 800 W/m <sup>2</sup> , temp. otoczenia 20°C, AM 1,5 |            |           |
| <b>DANE SYSTEMU</b>   |            |           |
| Maksymalne napięcie systemu   |            | 1000 V DC |
| Maksymalne zabezpieczenie   |            | 15 A      |



| <b>DANE TEMPERATUROWE</b>   |          |                 |
|---|----------|-----------------|
| Nominalna robocza temperatura   |          | 46°C            |
| Zakres temperatury otoczenia  |          | od -40 do +85°C |
| Współczynnik temperaturowy  | $I_{sc}$ | 0,044 °C        |
| Współczynnik temperaturowy  | $U_{oc}$ | -0,32 °C        |
| Gwarancja na 90/80% dla wyjściowej mocy nominalnej  |          | 12/25 lat       |
| Gwarancja na produkt  |          | 10 lat          |
| <b>CHARAKTERYSTYKA MECHANICZNA</b>  |          |                 |
| Wysoka redukcja strat mocy  |          |                 |
| Szkło frontowe – szkło solarne hartowane, wysoce transparentne, antyrefleksyjne, zapewniające maksymalną absorpcję.               |          |                 |
| Maksymalne obciążenie powierzchni   |          | ≤ 5400 Pa       |
| Rama – skutecznie odprowadzająca wilgoć oraz ograniczająca oddziaływanie szkodliwych czynników zewnętrznych na moduł (woda, kurz) |          |                 |
| J-Box umożliwiający podłączenie modułu w dowolnym położeniu   |          |                 |

### 3.3 Generator fotowoltaiczny

Na generator fotowoltaiczny składają się moduły fotowoltaiczne wytwarzające prąd stały, falowniki przetwarzające prąd stały na prąd przemienny oraz okablowanie stałoprądowe i zmiennoprądowe wraz z zabezpieczeniami umieszczonymi w skrzynkach po stronie AC i DC. Wszystkie zaprojektowane elementy muszą spełniać wymagania stawiane przez odpowiednie normy (dot. bezpieczeństwa, oznakowania itd.). Sposób montażu jak i typ modułów fotowoltaicznych dobrano tak, by w sposób maksymalny wykorzystać dostępny połać dachu. Sposób połączeń poszczególnych modułów dobrano tak, by uwzględnić parametry wykorzystywanego falownika tzn. zakres prądów i napięć na szeregach modułów musi zgadzać się z prądami i napięciami wejściowymi falownika. Moduły fotowoltaiczne należy łączyć specjalnym kablem solarnym odpornym na działanie promieniowania UV, którego przekrój dobrano tak, by zminimalizować straty po stronie stałoprądowej.

### 3.4 Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne

Instalacja składać się będzie z 75 modułów fotowoltaicznych o mocy 265 Wp każdy i posiadać moc zainstalowaną 19875W.

Ogólne wskaźniki elektroenergetyczne projektowanej instalacji przedstawiają się następująco:

|  |                            |
|--|----------------------------|
| napięcie przyłączenia                      | $U = 230/400 \text{ V}$    |
| moc zainstalowana modułów fotowoltaicznych | $P_{DC} = 19875 \text{ W}$ |
| maksymalna moc oddawana                    | $P_{AC} = 20 \text{ kW}$   |



średnia roczna produkcja energii

A = 17,75 MWh

Wydajność elektrowni fotowoltaicznej wg PVGIS\* dla: Pieczarki, położenie: N: 54° 6' 32" E: 21° 46' 36",

| miesiąc         | Ed    | Em      | H <sub>d</sub> | H <sub>m</sub> |
|-----------------|-------|---------|----------------|----------------|
| styczeń         | 16,70 | 518,7   | 0,70           | 21,6           |
| luty            | 32,20 | 902,3   | 1,41           | 39,4           |
| marzec          | 48,89 | 1518,5  | 3,25           | 101,0          |
| kwiecień        | 64,79 | 1945,8  | 4,88           | 146,0          |
| maj             | 77,91 | 2424,8  | 5,68           | 176,0          |
| czerwiec        | 71,15 | 2126,6  | 5,81           | 174,0          |
| lipiec          | 75,53 | 2345,3  | 5,52           | 171,0          |
| sierpień        | 69,36 | 2146,5  | 4,87           | 151,0          |
| wrzesień        | 52,47 | 1572,1  | 3,57           | 107,0          |
| październik     | 40,35 | 1252,1  | 2,04           | 63,3           |
| listopad        | 20,27 | 606,2   | 0,82           | 24,7           |
| grudzień        | 12,72 | 395,5   | 0,49           | 15,3           |
| rocznie średnio | 48,53 | 1479,5  | 3,25           | 99,2           |
| suma rocznie    |       | 17754,4 |                | 1190,3         |

Ed: Średnia dzienna produkcja energii elektrycznej(kWh)

E<sub>m</sub>: Średnia miesięczna produkcja energii elektrycznej(kWh)H<sub>d</sub>: Średnia dobowa suma promieniowania na m<sup>2</sup> powierzchni (kWh/m<sup>2</sup>)H<sub>m</sub>: Średnia suma promieniowania docierająca do modułów na m<sup>2</sup> powierzchni (kWh/m<sup>2</sup>)Sprawność  $\eta$  = 893,3 kWh/kWp

\* Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology, PVGIS © European Communities, 2001-2010: Performance of Grid-connected PV.

### 3.5 Zabezpieczenia stałoprądowe generatora fotowoltaicznego

Stronę DC generatora fotowoltaicznego należy zabezpieczyć przed skutkami wyładowań atmosferycznych oraz przed powstaniem w łańcuchach modułów prądów wstecznych. W skrzynkach rozdzielczych DC należy zainstalować ochronniki przeciwprzepięciowe chroniące moduły od skutków wyładowań atmosferycznych oraz bezpieczniki rozłącznikowe 15A DC, uniemożliwiające uszkodzenie łańcuchów modułów w skutek przepływu prądu wstecznego. Dobór napięcia pracy ochronników PP oraz prądu bezpieczników powinien uwzględniać sposób połączenia modułów oraz ich parametry elektryczne. Zabezpieczenia należy umieścić w skrzynce w pobliżu wejścia kabli solarnych do budynku, w miejscu łatwo dostępnym dla serwisu. Wszystkie zainstalowane skrzynki zabezpieczeń stałoprądowych powinny posiadać klasę ochronności przynajmniej IP65 jak i być odporne na działanie szkodliwych warunków atmosferycznych oraz promieniowania UV.

### 3.6 Falowniki

System fotowoltaiczny wykorzystywać będzie falownik o mocy 20 kW, do którego podłączone będą moduły z jednej połaci dachowej. Konfiguracja połączeń elektrycznych podana jest na rysunkach. W systemie fotowoltaicznym należy wykorzystać falownik o parametrach nie gorszych niż podane w tabeli 2. Opcja zmiany parametrów musi być uzgodniona z inspektorem nadzoru oraz zamawiającym. Dla wyrażenia zgody na zmiany, wykonawca jest zobowiązany do złożenia dokumentów, wyjaśnień i oświadczenia, z których będzie wynikało, że zamiennik posiada parametry równe lub lepsze od wymienionych w niniejszym opracowaniu.

Tabela 2. Parametry techniczne falownika

## falownik 20kW

| Parametr                                 | Oznaczenie     | Wartość            |
|--|----------------|--------------------|
| <b>WEJŚCIE DC</b>                        |                |                    |
| Maksymalna moc wejściowa (rekomendowana) | $P_{PV, max}$  | 20440 W            |
| Zakres napięcia DC, mpp                  | $U_{DC, mpp}$  | 320 - 800 V        |
| Maksymalne napięcie DC                   | $U_{mac (DC)}$ | 1000 V             |
| Maksymalny prąd DC                       | $I_{max(DC)}$  | 33 A               |
| Liczba zabezpieczonych wejść DC          |                | 2                  |
| <b>WYJŚCIE AC</b>                        |                |                    |
| Znamionowa moc wyjściowa                 | $P_{N(AC)}$    | 20kW               |
| Maksymalny prąd AC                       |                | 29 A               |
| Znamionowe napięcie AC                   | $U_{N(AC)}$    | 3x230/400 V        |
| Częstotliwość wyjściowa                  |                | 50/60 Hz           |
| Zniekształcenie harmoniczne prądu        |                | <3 %               |
| Typ sieci                                |                | TN-C, TN-S, TN-C-S |
| <b>SPRAWNOŚĆ</b>                         |                |                    |
| Maksymalna                               |                | 98,40%             |
| Euro-eta                                 |                | 98,0%              |
| <b>POBÓR MOCY</b>                        |                |                    |
| Podczas pracy                            |                | < 1 W              |
| Podczas czuwania                         |                | < 1 W              |
| <b>OGRANICZENIA ŚRODOWISKOWE</b>         |                |                    |
| Stopień ochrony                          |                | IP 65              |
| Zakres temperatury otoczenia             |                | od -25 do +60 °C   |
| Względna wilgotność bez kondensacji      |                | 0 ~ 100 %          |
| <b>ZABEZPIECZENIA</b>                    |                |                    |
| Nadzór błędu doziemienia                 |                | tak                |
| Nadzór sieci                             |                | tak                |
| Anti-islanding                           |                | tak                |



|  |  |        |
|--|--|--------|
| Odwrócona biegunowość DC                   |  | tak    |
| Zwarcie i przetężenie AC i DC              |  | tak    |
| Przebiecie AC i DC oraz przegrzanie        |  | tak    |
| <b>INTERFEJS UŻYTKOWNIKA I KOMUNIKACJA</b> |  |        |
| Speedwire / Ethernet                       |  | tak    |
| RS 485                                     |  | opcja  |
| prezentacja danych                         |  | tak    |
| <b>GWARANCJE</b>                           |  |        |
| Gwarancja na produkt (co najmniej)         |  | 5 lat  |
| Rękojmia                                   |  | 3 lata |
| Gwarancja na produkt (co najmniej)         |  | 5 lat  |

Główne cechy, które winny charakteryzować inwerter:

- wysoka sprawność i długi czas eksploatacji,
- zabezpieczenia po stronie AC i DC,
- kompensacja współczynnika mocy w standardzie,
- szybka i łatwa instalacja,
- szeroki zakres opcji komunikacji, wliczając w to zdalny nadzór,
- wysoki stopień ochrony IP,
- funkcja wsparcia i monitoringu ( ograniczenie mocy czynnej, przejście przez stan obniżonego napięcia wraz z dostarczaniem prądu biernego do sieci oraz kontrola mocy biernej).

Falownik zamontowany zostanie w pomieszczeniu technicznym w pobliżu rozdzielni elektrycznej. Montaż i podłączenie falownika należy wykonać zgodnie z załączoną do nich instrukcją instalacji i obsługi. Falownik montować na pionowej ścianie, niepalnej, nie przenoszącej wibracji.

Pomieszczenie w którym, zainstalowany będzie falownik powinno być dobrze wentylowane ze względu na wydzielane ciepło.

### 3.7 Okablowanie

Moduły fotowoltaiczne należy łączyć specjalnie do tego celu przeznaczonym kablem solarnym oraz złączkami systemowymi kategorii MC4 (złącza żeńskie i męskie) lub równoważnymi. Kabel solarny powinien cechować się podwyższoną odpornością na uszkodzenia mechaniczne i warunki atmosferyczne, odpornością na podwyższoną temperaturę pracy oraz musi być odporny na promieniowanie UV. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV. Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złączki systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą. Do połączeń elektrycznych można wykorzystać kable o przekroju 4 mm<sup>2</sup>.



Okablowanie zmiennoprądowe należy wykonać za pomocą kabli elektrycznych YLY lub równoważnych by spadek napięcia po stronie AC, po uwzględnieniu długości przewodów, nie przekroczył 1%. Dokładną trasę kablową od falowników do rozdzielnicy budynkowej ustali wykonawca z inwestorem.

Podłączenie falownika do instalacji budynkowej należy wykonać kablem

| typ kabla                 | odległość od falownika od rozdzielnicy | spadek mocy |
|---------------------------|--|-------------|
| YLYzo 5x10mm <sup>2</sup> | < 20 m                                 | < 0,45 %    |

### 3.8 Zabezpieczenia zmiennoprądowe

Zastosowany falownik musi posiadać funkcję monitorowania pracy sieci elektroenergetycznej, z którą się synchronizuje. W razie nieprawidłowości pracy falownika lub sieci falownik musi niezwłocznie się wyłączyć. Wyłączenie następuje po wykryciu przekroczenia zakresu dopuszczalnych wartości napięcia i częstotliwości prądu wyjściowego falownika jak również w momencie zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej dystrybutora. Zabezpieczenie od pracy wyspowej falownika powinno być potwierdzone odpowiednim certyfikatem.

Zabezpieczenia zmiennoprądowe powinny zostać zainstalowane w rozdzielnicy głównej budynkowej a w przypadku braku miejsca - w osobnej skrzynce AC, która poprzez rozłącznik bezpiecznikowy i wlvz podłączona zostanie do rozdzielnicy głównej budynkowej. Cały osprzęt zabezpieczający powinien być zgodny z polskimi i europejskimi normami.

### 3.9 Konstrukcja wsporcza pod moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne zamocowane zostaną na aluminiowej konstrukcji wsporczej (profilach) przytwierdzonej do pokrycia dachu (blachodachówka) za pomocą odpowiednich, dedykowanych mocowań. Konstrukcja mocująca powinna zapewnić stabilne mocowanie modułów do połaci dachu oraz cechować się odpornością na szkodliwe warunki atmosferyczne przez okres minimum 25 lat. Moduły fotowoltaiczne zainstalować należy zgodnie z rysunkiem nr 2 - rozmieszczenie modułów na dachu.. Z uwagi na umieszczenie modułów na połaci dachu, ich nachylenie będzie zgodne z nachyleniem połaci - ok 35 stopni.

Ze względu na ustawienie budynku, moduły będą skierowane na południowy zachód. Należy to uwzględnić przy podłączaniu modułów do falownika, aby połączone ze sobą szeregi miały jednakowe warunki pracy.

### 3.10 Zabezpieczenie odgromowe

Ze względu na montaż modułów fotowoltaicznych na połaci dachu pokrytego blachodachówką, poniżej kalenicy nie jest wymagana dodatkowa ochrona odgromowa. Moduły znajdują się w strefie ochronnej instalacji odgromowej budynku. Ochrona odgromowa modułów powinna być zrealizowana poprzez połączenie konstrukcji wsporczej modułów (profilu) z uziomem budynku.

### 3.11 Podłączenie falowników do instalacji budynkowej

Przyłączenie do instalacji elektroenergetycznej należy wykonać do rozdzielnicy budynkowej, umieszczając w niej dodatkowe zabezpieczenia nadprądowe o prądzie znamionowym 32 A typu B 10kA,



z rozłączeniem N. Instalacja fotowoltaiczna jako mikroinstalacja do 40 kW wymaga zgłoszenia u Operatora Sieci Dystrybucyjnej.

W rozdzielniczy budynkowej zainstalowany **musi być** ochronnik przepięciowy klasy II (C) – poziom ochrony 2,5kV . Należy bezwzględnie pamiętać o uziemieniu falownika.

### 3.12 Pomiar energii wytworzonej

Pomiar energii elektrycznej wytworzonej przez instalację fotowoltaiczną zostanie zrealizowany przez dodatkowy licznik zainstalowany na wyjściu falowników.

### 3.13 Serwis i przeglądy gwarancyjne

- Wykonawca instalacji powinien zapewnić realizację przeglądów okresowych lub wskazanie podmiotu/podmiotów przygotowanego do wykonywania okresowych przeglądów urządzeń fotowoltaicznych.
- W okresie gwarancyjnym przeglądy okresowe należy przeprowadzać nie rzadziej niż 1 raz w roku.

### 3.14 Odbiory i zakres dokumentacji odbiorowej

Końcowy odbiór robót budowlanych nastąpi po wykonaniu wszystkich robót budowlanych, prób, sprawdzeń i rozruchu elektrowni. Prawidłowość realizacji wszystkich prac budowlanych zostanie potwierdzona przez inspektora nadzoru, wykonawcę i zamawiającego protokołem.

Końcowy odbiór przedmiotu umowy nastąpi po pozytywnej weryfikacji instalacji przez Operatora Sieci Dystrybucyjnej, uruchomieniu pracy z siecią elektroenergetyczną i przeprowadzeniu szkolenia w zakresie obsługi i eksploatacji elektrowni - protokołem zdawczo-odbiorczym podpisanym przez inspektora nadzoru, zamawiającego i wykonawcę.

Dokumentacja odbiorowa winna składać się z:

1. w przypadku wprowadzenia zmian do projektu budowlanego na etapie realizacji robót budowlanych - projektu zamiennego lub rysunków zamiennych ( w przypadku stwierdzenia przez projektanta istotności zmian wymagana jest zmiana decyzji pozwolenia na budowę). Zmiany w projekcie budowlanym podstawowym są zatwierdzane przez projektanta, który wprowadza zapis o istotności bądź nieistotności wprowadzonych zmian,
2. protokołów przeprowadzonych badań i sprawdzeń, w tym raportu z rozruchu elektrowni,
3. gwarancji urządzeń (bieg terminu ważności gwarancji winien rozpocząć się następnego dnia od daty skutecznego rozruchu elektrowni i odbioru robót budowlanych),
4. atestów, deklaracji zgodności, certyfikatów urządzeń, osprzętu i użytych materiałów budowlanych,
5. instrukcji obsługi i konserwacji urządzeń, instrukcji eksploatacyjnej,
6. oświadczenia osoby/osób wskazanych przez zamawiającego o przeszkoleniu w zakresie obsługi i bieżącej konserwacji urządzeń elektrowni oraz oświadczenia wykonawcy o przeprowadzeniu tego szkolenia,

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń i przewodów

Przewody i zabezpieczenia dobrano biorąc pod uwagę postanowienia normy PN-IEC 60364-4-43 i PN-IEC 60364-5-53 dla obciążeń stałych i przeciążeń.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach.

dane wejściowe:

- przewód typu YLYżo 5x10 mm<sup>2</sup>
- temp. żyły do 70° C przy temp. otoczenia 30° C
- typ ułożenia kabla: B2
- obciążalność długotrwała przewodów  $I_z = 98$  A
- długość kabla < 20 m
- maksymalny prąd wyjściowy = 30A
- moc maksymalna falownika = 20 000 W
- zabezpieczenie obwodu = 32 A typ B
- dopuszczalny spadek napięcia  $\Delta U_n = 1,0\%$

### Obliczenie spadku napięcia obwodu 3-fazowego

$$\Delta U_{\%} = \frac{P_n \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot S \cdot U_n^2}$$

gdzie :

$P_n$  – moc falownika = 20 000 W

$l$  – długość obwodu elektrycznego = 20 m,

$\gamma$  – przewodność elektryczna materiału (miedź) z jakiego wykonany jest obwód, = 56 Sm/mm<sup>2</sup>

$S$  – przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego = 10 mm<sup>2</sup>,

$U_n$  – napięcie znamionowe = 400 V

$$\Delta U_{\%} = 0,45\% \quad \text{warunek spełniony}$$



**Sprawdzenie zabezpieczenia obwodu falownika**

Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki :

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

gdzie :

$I_B$  – maksymalny prąd wyjściowy falownika = 30 A

$I_z$  – obciążalność długotrwała przewodów dla B2 = 98 A

$I_n$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego = 32 A

$I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

$$30 \text{ A} \leq 32 \text{ A} \leq 98 \text{ A}$$

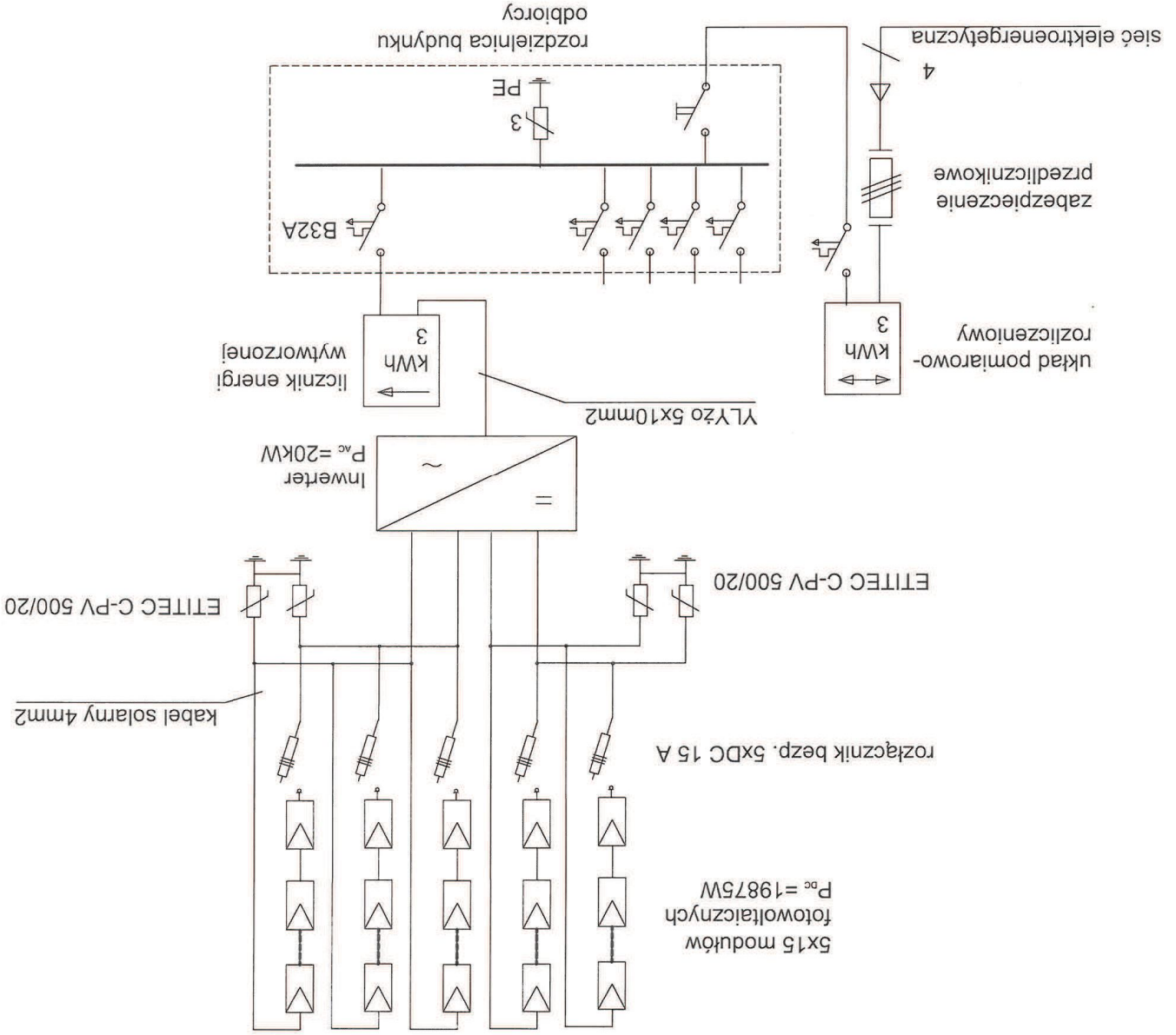
$$I_2 \leq 1.45 \cdot 98 \text{ A} / 1.45$$

$$I_2 \leq 98 \text{ A}$$

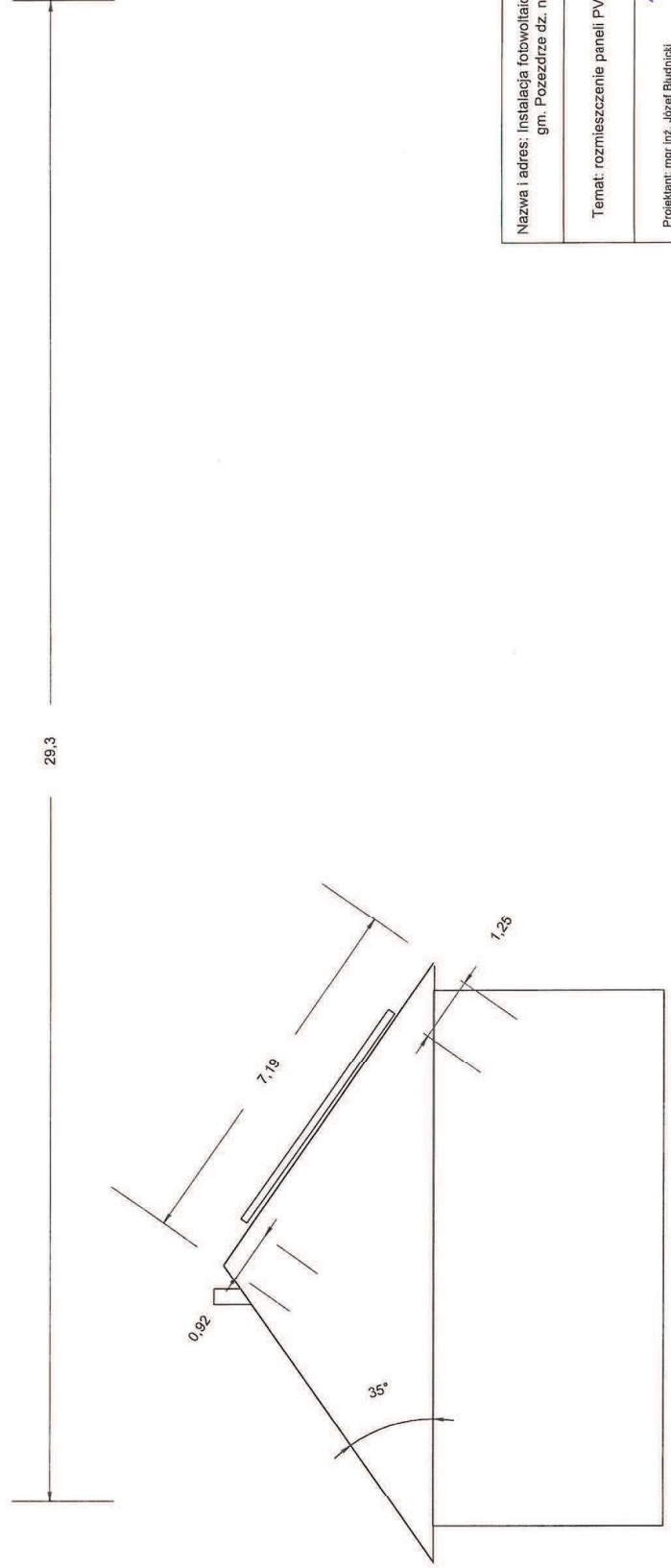
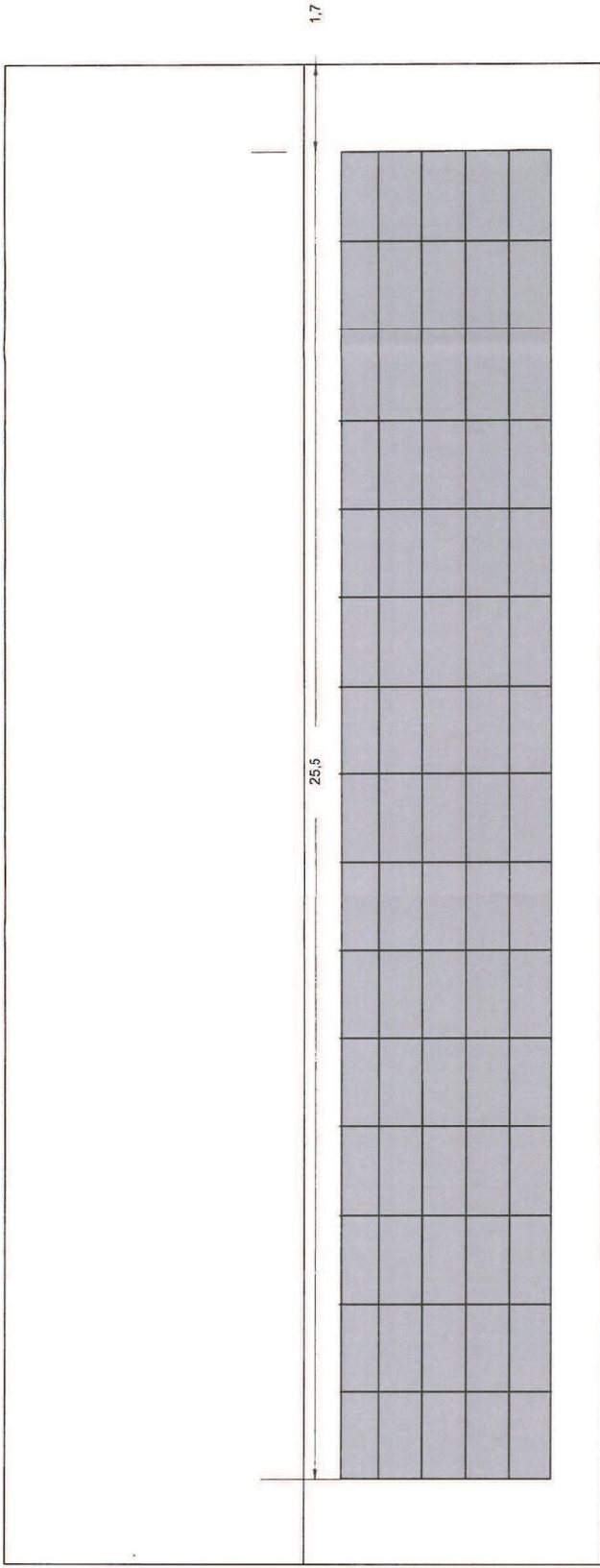
spełnione przez wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B

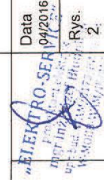




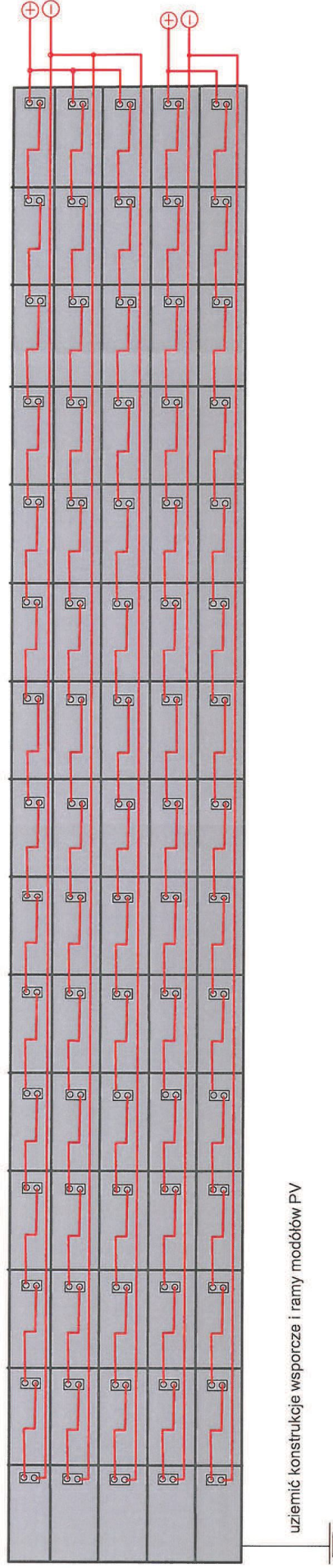


|   |  |
|---|--|
| Nazwa i adres: Instalacja fotowoltaiczna w m. Pieczarki<br>gm. Pozezdrze dz. nr 140/3 |  |
| Temat: schemat instalacji PV  | Data: 2023.09.16   |
| Projektant: mgr inż. Łukasz Bludnicki<br>opr. proj. WAM075IPW0E/14                    | Wzrost: 180 cm<br>Ciężar ciała: 75 kg<br>Temperatura ciała: 36,6°C<br>Ciężar ciała: 75 kg<br>Temperatura ciała: 36,6°C |



|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
| Nazwa i adres: Instalacja fotowoltaiczna w m. Pieczarki<br>gm. Pozezdrze dz. nr 140/3 |  | skala<br>1:100  |
| Temat: rozmieszczenie paneli PV na dachu  |  | Data<br>09/2016 |
| Projektant: mgr inż. Jozef Bludnicki<br>upr. pro. WAM0175/PW0E/14                     |  | RYS.<br>2.      |





uziemić konstrukcje wsporcze i ramy modułów PV

|   |         |
|---|---------|
| Nazwa i adres: Instalacja fotowoltaiczna w m. Pleczarki<br>gm. Pozezdrze dz. nr 140/3 |         |
| Temat: schemat połączenia paneli PV   |         |
| Data  |         |
| Projektant: mgr inż. Jacek Bludnicki<br>upr. pro: WAM/0175/PW/OE/14                   | 04/2016 |
| Rys.  |         |
| 3   |         |