

# Projekt Wykonawczy

TEMAT      PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ


MOC INSTALACJI: **4,56 kWp**

OBIEKT      BUDYNEK MIESZKALNY

ADRES

INSTALACJI: **Klamry 32B, 86-200 Chelmno, nr dz. 151/8, obręb Klamry**

INWESTOR      **Gmina Chelmno, ul. Dworcowa 1, 86-200 Chelmno**

<i>FUNKCJA</i>	<i>IMIĘ NAZWISKO</i>	<i>PODPIS</i>
PROJEKTANT	mgr inż. Tomasz Niespodziński Uprawnienia Urzędu Dozoru Technicznego (systemy fotowoltaiczne) Nr upr. W/03/000017/15	 SPECJALISTA DS. INWESTYCJI Tomasz Niespodziński CERTYFIKAT DT (OZE) OZE - W/03/000017/15 (PW) OZE - W/03/000018/15 (ST) OZE - W/03/000019/15 (HP)

LUBRANIEC, Październik 2018 r.

## Spis treści

1.	Część ogólna .....	5
1.1.	Przedmiot opracowania .....	5
1.2.	Podstawa opracowania .....	5
1.3.	Zakres opracowania .....	5
1.4.	Normy i przepisy .....	5
2.	Część techniczna .....	6
2.1.	Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej .....	6
2.2.	Wymagania co do falowników .....	6
2.3.	Wymagania co do modułów fotowoltaicznych .....	6
2.4.	Montaż paneli PV .....	8
2.5.	Montaż falownika .....	9
2.6.	Część DC instalacji fotowoltaicznej .....	10
2.7.	Część AC instalacji PV .....	10
2.8.	Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznej .....	11
2.9.	Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej .....	11
2.10.	Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej .....	11
2.11.	Zespół zabezpieczeń falownika .....	11
2.12.	Ochrona zwarciorowa .....	12
2.13.	Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej .....	12
3.	Obliczenia .....	12
3.1.	Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej .....	12
4.	Zasady BHP .....	13
5.	Konserwacja i przeglądy .....	15
6.	Postanowienia końcowe .....	16
7.	Załączniki .....	16

Lubraniec, dn.17.09.2016 r.

## ***O ś w i a d c z e n i e***

Niżej podpisany *Tomasz Niespodziński* stwierdzam, że projekt wykonawczy instalacji elektrycznych w zakresie instalacji fotowoltaicznej, w obiekcie budowlanym pod adresem:

Klamry 32B, 86-200 Chełmno, nr dz. 151/8, obręb Klamry.

Opracowano zgodnie z obowiązującymi przepisami, wytycznymi do projektowania i wykonywania instalacji fotowoltaicznych. Zaprojektowane instalacje spełniają wymogi obowiązujących norm i przepisów, dobrane urządzenia i aparaty elektryczne spełniają wymogi bezpieczeństwa.

Obiekt budowlany nie wpływa ujemnie na środowisko, zdrowie ludzi i obiekty sąsiadujące w zakresie niniejszego opracowania.

Zgodnie z art. 29 ust. 2 pkt 15 w zw. z art. 30 ust. 1 ustawy – Prawo Budowlane mikroinstalacje fotowoltaiczne (do 50 kW<sub>p</sub>) nie wymagają uzyskania pozwolenia na budowę czy zgłoszenia robót budowlanych.

Podpis



## **1. Część ogólna**

### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych dla budynku pod adresem Klamry 32B, 86-200 Chełmno.

### **1.2. Podstawa opracowania**

Podstawą niniejszego opracowania w części formalnej jest umowa zawarta pomiędzy Gminą Chełmno, ul. Dworcowa 1, 86-200 Chełmno a Prosument – Klaster Odnawialnych Źródeł Energii, ul. Brzeska 49, 87-890 Lubraniec.

### **1.3. Zakres opracowania**

W zakres opracowania wchodzi wykonanie projektu układu elektrowni fotowoltaicznej wraz z zabudową: modułów PV, kabli łączących poszczególne generatory słoneczne oraz falownika.

### **1.4 Normy i przepisy**

Projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej został opracowany na podstawie regulacji prawnych:

- a) *Ustawa z dnia 20 lutego 2015r. o odnawialnych źródłach energii z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Poz. 1296 z dnia 29.06.2018r.),*
- b) *Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne z późniejszymi zmianami (tekst jednolity Dz. U. z 2018r. poz. 755, 650, 685, 771, 1000, 1356 i 1637),*
- c) *Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane z późniejszymi zmianami (Dz.U. z 2018r. poz. 1202,1276),*
- d) Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej odpowiednia dla przypisanego względem lokalizacji (adresu montażu mikroinstalacji PV) Operatora Systemu Dystrybucyjnego.



## **2.Część techniczna**

### **2.1 Charakterystyka instalacji fotowoltaicznej**

Instalacja fotowoltaiczna o mocy docelowej 4,56 kWp zostanie wykonana na ~~gruncie~~/dachu budynku mieszkalnego. Jako źródło energii odnawialnej zastosowane zostaną moduły fotowoltaiczne polikrystaliczne o mocy 285 Wp/moduł. Moduły zostaną zamocowane do specjalnie przygotowanej konstrukcji bazowej, mocowanej do lekkiej konstrukcji ustawionej bezpośrednio na dachu, za pomocą systemu montażowego dedykowanego dla pokrycia dachowego dachu skośnego (blachodachówka). System montażowy powinien być montowany zgodnie z zaleceniami producenta.

Systemy wsporcze do paneli słonecznych muszą być odporne na korozję ponieważ są narażone na warunki atmosferyczne występujące na zewnątrz. Materiałami do budowy konstrukcji wsporczych powinny być:

- Stal z powłoką ocynkową
- Stal nierdzewna
- Stopy aluminium

Moduły PV należy połączyć ze sobą w odpowiednio dobrane łańcuchy, które będą tworzyły generator słoneczny i zostaną podłączone do falownika trójfazowego o mocy znamionowej minimum 4,5 kW. Moduły fotowoltaiczne połączyć ze sobą za pomocą przewodów typu PV1-F o przekroju 6mm<sup>2</sup>.

### **2.2. Wymagania dotyczące falowników:**

Moc wyjściowa urządzenia powinna być zbliżona do łącznej mocy znamionowej modułów fotowoltaicznych (+/- 20% odchylenia mocy falownika w stosunku do łącznej mocy zamontowanych modułów fotowoltaicznych),

- falowniki trójfazowe, beztransformatorowe,
- stopień ochrony: min. IP65,
- możliwość połączenia z Internetem przez Ethernet oraz Wi-Fi,
- gwarancja minimum 7 lat,
- zakres temperatur pracy: -25°C ... 60°C ,
- zakres pracy wilgotności: 0 - 100%,
- wyposażony w ekran graficzny,
- zgodność z normami: IEC 62103, IEC 62109
- deklaracja zgodności z Dyrektywą 2006/95/EC (niskonapięciowa) oraz Dyrektywą 2004/108/EC (kompatybilność elektromagnetyczna)

W celu wyrównania potencjałów ram, konstrukcji i instalacji PV należy wykonać połączenia wyrównawcze przewodem żółto-zielonym min. 16 mm<sup>2</sup> Cu konstrukcji wsporczej modułu oraz ramy i wykonać odprowadzenie do Głównej Szyny

Uziemiającej budynku (GSU). W przypadku braku GSU wykonać osobny zwód odprowadzający do złącza kontrolnego oraz odpowiednio go uziemić zabijając w ziemi odpowiednią ilość prętów uziemiających zapewniającą odpowiednią wartość rezystancji uziemienia.

Uwaga: w przypadku, kiedy na budynku występuje instalacja odgromowa nie podłączać konstrukcji paneli fotowoltaicznych do zwodów instalacji odgromowej.

### 2.3 Wymagania, co do modułów fotowoltaicznych:

- Wymagania stawiane modułom fotowoltaicznym:

Parametr		Wartość
Moc nominalna modułu	$P_{max}$	Min. 285 Wp
Typ modułu	-	Polikrystaliczny
Maksymalne napięcie pracy	$V_{DC}$	1000 V <sub>DC</sub>
Szerokość modułu	-	995 mm (+/-5 mm)
Wysokość modułu	-	1655 mm (+/-20 mm)
Waga	-	Maks. 19 kg
Odporność na obciążenia, nacisk	-	Min. 5400 Pa
Sprawność modułu	$\eta$	Min. 17,1 %
Współczynniki temperaturowe	$P_{max}$	Max. -0,40 %/°C
	$V_{oc}$	Max. -0,30 %/°C
	$I_{sc}$	Max. 0,066 %/°C
Liniowa gwarancja mocy	lata	25 lat
Zgodność z normami, z dyrektywami	-	PN-EN 61215 (moduły z krzemu krystalicznego) 2014/35/EU

- Ponadto do celów projektowych założono parametry:

Parametr		Wartość
Napięcie nominalne modułu	$V_{mpp}$	33,8 V
Napięcie przy otwartym obwodzie	$V_{oc}$	38,9 V
Prąd nominalny modułu	$I_{mpp}$	8,49 A
Prąd zwarcia	$I_{sc}$	9,1 A

### 2.4 Montaż paneli PV

Podczas pracy na modułach fotowoltaicznych, na które pada promieniowanie słoneczne, instalator pracuje na żywych (generujących napięcie) urządzeniach. Gdy tylko światło pada na moduł fotowoltaiczny, na wtyczkach kabli modułu i/lub podłączonego obwodu zawierającego kilkanaście modułów można spodziewać się pełnego napięcia. Im więcej modułów jest połączonych szeregowo, tym wyższe napięcie występuje na wtyczkach obwodu. Suma napięć modułów połączonych w szeregu (patrz specyfikacja techniczna modułu) jest równa całkowitemu napięciu



obwodu. Maksymalne dopuszczalne napięcie generatora fotowoltaicznego nie może przekraczać maksymalnego dopuszczalnego napięcia inwertera (do 1000 V DC).

Montaż i obsługa modułów fotowoltaicznych powinny być wykonywane przez osoby posiadające:

–Aktualne świadectwo kwalifikacyjne, uprawniające do zajmowania się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych na stanowisku dozoru lub eksploatacji, wydawane na podstawie rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. 2003 r. Nr 89, poz. 828 z późniejszymi zmianami) lub,

- Certyfikat Instalatora Mikroinstalacji i Małych Instalacji zgodnie z ustawą z dnia 26 lipca 2013 r. o zmianie ustawy Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, oraz osoby z doświadczeniem i wiedzą techniczną w zakresie montażu, obsługi i eksploatacji systemów fotowoltaicznych. Osoba dokonująca montażu i obsługi przejmuje na siebie ryzyko doznania uszczerbku na zdrowiu lub zniszczenia własności, która może zaistnieć podczas tych czynności.

Moduły fotowoltaiczne powinny zostać zamontowane na systemie montażowym, zachowującym równoległości, oraz prostopadłości pomiędzy profilami i uchwytami w nim zastosowanymi;

- odległości między poszczególnymi uchwytami montowanymi do krokwi/płatwi nie mogą przekraczać dopuszczalnej maksymalnej odległości, jeżeli taka podana została przez producenta systemu montażowego;
- wszystkie profile konstrukcji powinny być ze sobą metaliczne połączone, za pomocą łączników/plaskowników lub przewodem Cu 16mm<sup>2</sup>;
- należy uwzględnić możliwość wydłużenia się profili metalowych przy wysokich temperaturach, w tym celu należy pozostawić odstęp między dwoma profilami, odpowiedni dla rozszerzalności cieplnej materiału z jakiego został wykonany (ok. 2-3cm);
- w przypadku montażu na dachu, należy zachować odpowiednią przestrzeń między poszyciem dachu a modułami, aby zapewnić prawidłową cyrkulację powietrza (min. 10cm);
- odstępy między modułami wyznaczają zaciski mocujące; dodatkowo z każdej strony rzędu modułów profil, do którego są one mocowane, powinien być dłuższy min. 2cm, aby można przymocować zacisk końcowy;
- profile nośne konstrukcji montażowej należy umieścić w odległości równej maksymalnie 1 długości dłuższego boku;
- zaciski mocujące należy montować zawsze na dłuższej krawędzi modułu;
- zaciski mocujące należy dokręcać z siłą, nie powodującą widocznych uszkodzeń ram modułu, kluczem dynamometrycznym z siłą zgodnie ze specyfikacją producenta;

- Połączenie szeregowe lub równoległe paneli odpowiednio zwiększa napięcie lub natężenie.

Moduły PV wytwarzają prąd stały. Bezpośredni kontakt z częściami czynnymi modułu, takimi jak np. złącza konektorów na zakończeniach przewodów czy nieuziemiona rama, może spowodować porażenie! Ryzyko porażenia występuje zawsze, niezależnie od ilości modułów ze sobą połączonych.

## **2.5 Montaż falownika**

Falownik został zaprojektowany do pracy systemu fotowoltaicznego z siecią zewnętrzną (on-grid) i nie jest przystosowany do pracy samodzielnej (wyspowej), bez sieci zewnętrznej operatora. Falownik monitoruje sieć zewnętrzną i w przypadku wykrycia zakłócenia (wyłączenie itp.) wyłączy się automatycznie odcinając dopływ prądu do sieci. Falownik jest w pełni automatycznym urządzeniem, załącza się samoczynnie w momencie rozpoczęcia pracy przez panele PV, a wyłącza w momencie wykrycia niedostatecznych parametrów zasilania z modułów solarnych.

Falownik zabudować w pomieszczeniu technicznym na specjalnie przygotowanej konstrukcji.

Możliwe jest zamontowanie falownika na zewnątrz budynku. Mimo iż falownik posiada odpowiedni stopień ochrony (IP 65) zaleca się jednak umieszczenie urządzenia w odpowiedniej wentylowanej rozdzielni co dodatkowo poprawi ochronę przed ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi.

### **Pomieszczenie**

- Możliwie suche, dobrze klimatyzowane, ciepło odpadowe musi być odprowadzane z falownika,
- niezakłócona cyrkulacja powietrza,
- Podczas montażu w szafie rozdzielczej zapewnić wystarczające odprowadzenie ciepła przez wentylację wymuszoną,
- Jeżeli falownik jest narażony na działanie agresywnych gazów, to należy go montować w sposób zapewniający stałą widoczność,
- dobry dostęp od przodu i z boków bez dodatkowych pomocy,
- w przypadku eksploatacji na zewnątrz pomieszczeń zapewnić ochronę przed negatywnymi skutkami warunków atmosferycznych takimi jak słońce, deszcze, śnieg
- aby zapewnić łatwą obsługę, należy podczas montażu zwrócić uwagę na to, by wyświetlacz znajdował się lekko poniżej linii wzroku.

### **Ściana**

- dostatecznej nośności,
- dostępna do prac montażowych i konserwacyjnych,
- z materiału trudno palnego,
- przestrzegać minimalnych odstępów montażowych.



## **2.6 Część DC instalacji fotowoltaicznej**

Połączenia poszczególnych grup generatorów do falownika zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych PV1-F o przekroju żył roboczych 6 mm<sup>2</sup>. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikiem prowadzić na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe muszą być przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Przejścia kabli przez dach oraz elewację budynku zostaną odpowiednio zabezpieczone przed możliwością przeniknięcia wody.

Aby uniknąć pętli, przewody (+ i -) należy układać razem. Można do tego wykorzystać poprzeczne zagłębienie. Jeśli to możliwe, dach powinien zostać przewiercony tylko w jednym miejscu.

## **2.7 Część AC instalacji PV**

Za falownikiem w rozdzielni zamontować wyłączniki instalacyjne S303 B 10A oraz zabezpieczenie różnicowoprądowe typu P304 25A 100mA typ A. W rozdzielni głównej inwestora zamontować wyłącznik instalacyjny S303 B 16A. Połączenie pomiędzy falownikiem a rozdzielnią główną wykonać za pomocą przewodu YKYżo (ew. YDYżo) 5x4 mm<sup>2</sup>.

W przypadku jeżeli klient nie posiada należycie wykonanej instalacji uziemiającej, należy taką wykonać poprzez zabicie uziomów pionowych min. 3m) aż do osiągnięcia rezystancji mniejszej niż 10Ω.

## **2.8 Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej**

Moduł PV zabudowany na dachu połączyć za pomocą przewodu miedzianego LgY 16 mm<sup>2</sup> z konstrukcją bazową modułu. Następnie konstrukcje bazowe modułów fotowoltaicznych PV połączyć do głównej szyny wyrównawczej budynku za pomocą przewodu LgY 16 mm<sup>2</sup>. Przewody te będą prowadzone równolegle i jak najbliżej przewodów instalacji AC i DC.

## **2.9 Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznej**

Urządzenia PV strony DC należy traktować jako urządzenia pod napięciem, nawet jeśli układ jest odłączony od strony AC.

Falownik uniemożliwia przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji AC w tym przypadku nie jest wymagany (zgodnie z zapisami IEC 60755 Zmiana 2) niemniej ze względu na konieczność montażu instalacji na innym budynku projektuje się zabezpieczenie różnicowe typu A zgodnie z DTR producenta falownika.

Po stronie AC ochrona przeciwporażeniowa realizowana poprzez samoczynne szybkie wyłączenie zasilania.

### **2.10 Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej**

Ochronę przed wyindukowanymi przepięciami spowodowanymi wyladowaniami atmosferycznymi zaprojektowano stosując ochronniki przepięciowe klasy B+C. Są to ograniczniki przepięć typu 1+2 dedykowane do instalacji fotowoltaicznych. Ochronnik przepięciowy instalacji zostanie zabudowany w skrzynce przyłączeniowej przed falownikiem.

### **2.11 Zespół zabezpieczeń falownika**

Falownik powinien posiadać zabudowany w sobie zespół zabezpieczeń, które można w zależności od wymagań operatora sieci odpowiednio nastawiać.

Falownik powinien posiadać zabudowane w sobie zabezpieczenia przed pracą wyspowa dla instalacji fotowoltaicznej. Pracuje on na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym, że w prawidłowo działającej sieci falownik nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Falownik cyklicznie "podejmuje próby" zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, falownik natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Falownik powinien posiadać blokadę przeciw podaniu napięcia do sieci, gdy ta jest w stanie beznapięciowym.

### **2.12 Ochrona zwarciova**

Ochronę zwarciova po stronie DC zaprojektowano dedykowanym rozłącznikiem bezpiecznikowym z wkładkami bezpiecznikowymi cylindrycznymi 10x38 mm (16A) zainstalowanych na obydwu biegunach każdego ze stringów. Po stronie AC ochronę zwarciova zaprojektowano poprzez wyłącznik instalacyjny S303 B 10A zainstalowany na przyłączu do zacisków AC.

W pomieszczeniu technicznym, kable zostaną rozproawdzone za pomocą korytek kablowych. Falownik zostanie połączony z rozdzielnią główną budynku za pomocą kabla YKYzo 0,6/1kV 5x4mm<sup>2</sup>. Strona zmiennoprądowa (AC) falownika zostanie w rozdzielni głównej inwestora zabezpieczona wyłącznikiem instalacyjnym S304 B 16A.

### **2.13 Układ rozliczeniowy instalacji fotowoltaicznej**

Dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej ze względu na prąd obciążenia nie przekraczającej wartości 100A pomiar zostanie wykonany poprzez falownik umożliwiający gromadzenie i lokalną prezentację danych oraz podłączenie modułu komunikacyjnego do przesyłania danych.



### 3. Obliczenia

#### 3.1. Obciążenie znamionowe instalacji fotowoltaicznej

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej: Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej: = 4,56 kW = 4560 W

Napięcie zasilania:  $U = 0,4 \text{ kV} = 400 \text{ V}$

$$\text{Prąd obciążenia: } I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \phi} = 6,65 \text{ A}$$

Zabezpieczenie kabla odpływowego ze strony falownika stanowić będzie wyłącznik nadmiarowoprądowy typu S303 B 10A.

Obciążalność prądowa długotrwała kabla typu YKYżo 0,6/1kV 5x4 mm<sup>2</sup> wynosi 34A. Wprowadzono współczynnik korekcyjny dla kabli wielożyłowych – do 3 kabli stykających się ze sobą i ułożonych w powietrzu lub na powierzchni, wbudowanych lub obudowanych = 0,80; czyli obciążalność powyższego kabla wyniesie  $0,8 \times 34\text{A} = 27,2\text{A}$ .

Sprawdzenie doboru kabla zabezpieczeń: [1]  $I_B \leq I_N \leq I_Z$

$$[2] I_2 \leq 1,6 \times I_Z$$

gdzie:

- $I_B$  – obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- $I_N$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- $I_Z$  – obciążalność prądowa długotrwała przewodu
- $I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem.  $I_2$  jest równe odpowiednio 1,6 dla wkładek bezpiecznikowych i 1,45 dla łączników samoczynnych z przekaźnikami przeciążeniowymi.

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy typu S303 B 16A

$$I_B = 6,65\text{A} \quad I_N = 10\text{A}$$

$$I_Z = 27,2 \text{ A}$$

$$I_2 = 1,45 \times 10\text{A} = 14,5 \text{ A}$$

$$I_B = 6,65 \text{ A} \leq I_N = 10\text{A} \leq I_Z = 27,2\text{A} \text{ – warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 1,45 \times 10\text{A} = 14,5 \text{ A} \leq 1,45 \times 27,2\text{A} = 39,44\text{A} \text{ – warunek [2] spełniony}$$

#### 4. Zasady BHP

Pojedynczy panel może generować napięcie prądu stałego powyżej 30 V przy wystawieniu na światło, niezależnie od jego nasilenia. Kontakt z napięciem prądu stałego wynoszącym 30 V lub więcej może być niebezpieczny. Zagrożenia przy pracy z napięciem DC:

Łuk elektryczny – prąd stały DC jest w stanie wytworzyć dużo dłuższy łuk elektryczny niż prąd zmienny (o długości np. ponad 1cm przy około 200V DC). Łuk pojawia się przy rozłączaniu pracującego obwodu, a nie podczas jego złączania. Do odłączania paneli od inwertera służą dedykowane do instalacji PV rozłączniki DC. Fotowoltaiczne złączki – nie wolno ich rozłączać pod obciążeniem, bo pojawiający się łuk wypali styki, albo przypalone i nie wymienione będą się grzać co też może doprowadzić aż do pożaru. Złącza muszą być suche i czyste.

Porażenie prądem stałym DC–przy pracy z nim należy zachować szczególną ostrożność, zwłaszcza przy napięciach rzędu kilkuset wolt jakie występują po stronie DC instalacji fotowoltaicznej. Porażenie prądem stałym jest bardziej niebezpieczne od porażenia prądem zmiennym, w którym intensywność uszkodzeń zależy bowiem od wysokości napięcia elektrycznego prądu oraz oporu elektrycznego. Odczuwalne objawy zależne są od wartości natężenia prądu stałego. Przy przepływie prądu stałego o natężeniu do 2mA nie są odczuwalne żadne objawy oraz brak jest zmian w układzie nerwowym. Jednak długotrwałe działanie takiego prądu może doprowadzić do zatrucia organizmu, spowodowanego rozkładem płynów ustrojowych na drodze elektrolizy. Przy wartości 30mA (u kobiet 20mA) jest jeszcze możliwość samouwolnienia od elektrod, mimo pojawiających się już bolesnych skurczów mięśni rąk. Wraz ze wzrostem natężenia prądu pojawiają się zaburzenia rytmu serca. Gdy natężenie prądu wynosi ponad 30mA, a czas przepływu prądu jest dłuższy niż 2 minuty, może pojawić się fibrylacja komór serca, utrata przytomności oraz oparzenie skóry. Intensywność oparzenia skóry zależna jest od czasu działania prądu na organizm oraz gęstości prądu. Mogą pojawić się pęcherze na skórze w miejscu działania prądu, ale także zwęglenie skóry, martwica skóry, martwica mięśni i nerwów oraz naczyń krwionośnych. W groźniejszych przypadkach może dojść do uszkodzenia narządów wewnętrznych, zatrzymania krążenia i oddechu. Po porażeniu prądem, nawet już po odłączeniu źródła prądu, mogą pojawić się objawy wstrząsu pourazowego, jak blada, zimna skóra, zlewne poty, dreszcze, przyspieszone tętno oraz lęk.

- Aby uniknąć wyładowań łukowych, nie należy rozłączać paneli pod obciążeniem.
- Nie należy wkładać elementów przewodzących prąd do gniazd i wtyczek.
- Nie należy montować paneli słonecznych oraz okablowania używając mokrych gniazd i wtyczek.
- Panele fotowoltaiczne można wyłączyć jedynie poprzez trzymanie ich w całkowitej ciemności lub przykrycie ciemnym, nieprzepuszczającym światła materiałem. Przy pracy z nieprzykrytymi panelami należy stosować przepisy bezpieczeństwa dotyczące sprzętu elektrycznego pod napięciem.



## UWAGA!

Wyłączenie inwertera i zatrzymanie poboru prądu z systemu fotowoltaicznego nie likwiduje napięcia na instalacji!

- Aby uniknąć porażenia elektrycznego, podczas montażu lub naprawy systemów fotowoltaicznych nie należy nosić metalowych pierścionków, pasków do zegarków, kolczyków w uszach, nosie lub ustach lub innych urządzeń metalowych.
- Należy używać wyłącznie zaizolowanych narzędzi, które posiadają niezbędne atesty do użytkowania przy instalacjach elektrycznych do 1000V. Należy przestrzegać przepisów bezpieczeństwa dotyczących wszelkich komponentów wykorzystanych w systemie fotowoltaicznym, a w szczególności instalacji elektrycznych, kabli, złącz, regulatorów ładowania, falowników, akumulatorów i baterii.
- Należy używać wyłącznie sprzętu, złącz, okablowania i stelaży przeznaczonych do elektrycznych systemów słonecznych. W ramach jednego systemu fotowoltaicznego należy zawsze używać paneli tego samego typu.
- Nie należy samodzielnie próbować naprawiać jakiegokolwiek części panelu fotowoltaicznego.
- W przypadku gaszenia obiektów z instalacją fotowoltaiczną należy podjąć środki zapobiegawcze jak w przypadku gaszenia pomieszczeń / obiektów, w którym znajdują się urządzenia pod napięciem (np. akumulatorowni), przede wszystkim odłączyć instalację PV od zewnętrznej sieci elektrycznej oraz odłączyć moduły od falownika.
- Należy przestrzegać odpowiednie przepisy BHP dotyczące bezpieczeństwa pracy na dachach. W razie potrzeby obszar inwestycji należy zabezpieczyć barierkami, aby uniknąć uszkodzeń przez spadające elementy. Podczas pracy na dachach muszą być przestrzegane odpowiednie środki bezpieczeństwa zgodnie z odpowiednimi przepisami (wykorzystanie szelek bezpieczeństwa, rusztowań, itp.).
- Podczas instalacji i konserwacji modułów fotowoltaicznych, należy postępować zgodnie z obowiązującymi przepisami budowlanymi i ogólnymi zasadami technicznymi. Należy stosować się do ogólnych przepisów BHP określających: prace na rusztowaniach, uszczelnianie dachów i prace na dachach.

## 5. Konserwacja i przeglądy

### Przeglądy:

Zaleca się, aby instalacja fotowoltaiczna była monitorowana pod kątem uzysków energetycznych przez cały okres eksploatacji. Zaleca się przeglądy pracującej instalacji fotowoltaicznej, w następujących okresach:

- miesięczny - oględziny wizualne – ocena pod względem zanieczyszczeń lub widocznych, mechanicznych uszkodzeń np. szyby, ramy, konstrukcji montażowej;
- półroczny – przegląd urządzeń pod względem, występowania w nich wody, insektów, sprawdzenie bezpieczników, przewodów;
- pięcioletni – wykonanie pełnych okresowych pomiarów elektrycznych wg obowiązujących norm.

Dodatkowo po wystąpieniu anomalii pogodowych (gradobicia, wichury, burze) każdorazowo należy dokonać oględzin wizualnych.

W przypadku wykrycia jakichkolwiek nieprawidłowości należy przerwać pracę systemu i usunąć nieprawidłowości/ uszkodzenia. Naprawy mogą być wykonywane jedynie przez osoby posiadające odpowiednią wiedzę, doświadczenie i kwalifikacje potwierdzone stosownymi uprawnieniami (patrz pkt. 2.4).

#### Mycie modułów:

- do mycia modułów nie należy stosować myjek wysokociśnieniowych, parą lub środkami chemicznymi powodującymi korozję. Nie należy używać szorstkich gąbek lub narzędzi, które mogłyby zarysować powierzchnię panelu.
- należy stosować zwykłą wodę, bez dodatków detergentów. Nie zaleca się stosowania wody z dużą zawartością minerałów, gdyż może ona zostawiać osad na panelach;
- nie należy dotykać części przewodzących prąd elektryczny;
- powinno się unikać mycia modułów podczas słonecznych dni, kiedy temperatura modułów przekracza 60°C;
- zaleca się mycie z częstotliwością 2 razy w roku, głównie po okresach pylenia i nawożenia roślin.
- W chłodniejszym klimacie, nie należy usuwać zamarzniętej warstwy śniegu lub lodu z powierzchni panelu, gdyż może to skutkować zarysowaniami. Można jedynie usunąć lekki śnieg za pomocą miękkiej szczotki, aby zwiększyć wydajność.
- Nie należy czyścić paneli z uszkodzoną, pękniętą powierzchnią lub przewodów ze zdartą warstwą ochronną. Może to spowodować uszkodzenia elektryczne albo skutkować porażeniem.

## **6. Postanowienia końcowe**

Elementy ujęte w opisie, nieujęte na rysunkach lub ujęte na rysunkach, nieujęte w opisie traktować w taki sposób jakby były ujęte w obu częściach (rysunkowej i opisowej). Wykonawca może wprowadzić alternatywne rozwiązania pod warunkiem



ich wcześniejszego przedłożenia Inwestorowi lub jego reprezentantom oraz uzyskania ich pozytywnej akceptacji. W przypadku błędu, pomyłki lub wątpliwości interpretacyjnych niniejszej dokumentacji, Wykonawca przed złożeniem oferty zobowiązany jest je wyjaśnić z Inwestorem, który jako jedyny jest upoważniony do wprowadzania zmian, rozstrzygając na swoją korzyść wszystkie kwestie sporne.

OPRACOWAŁ:

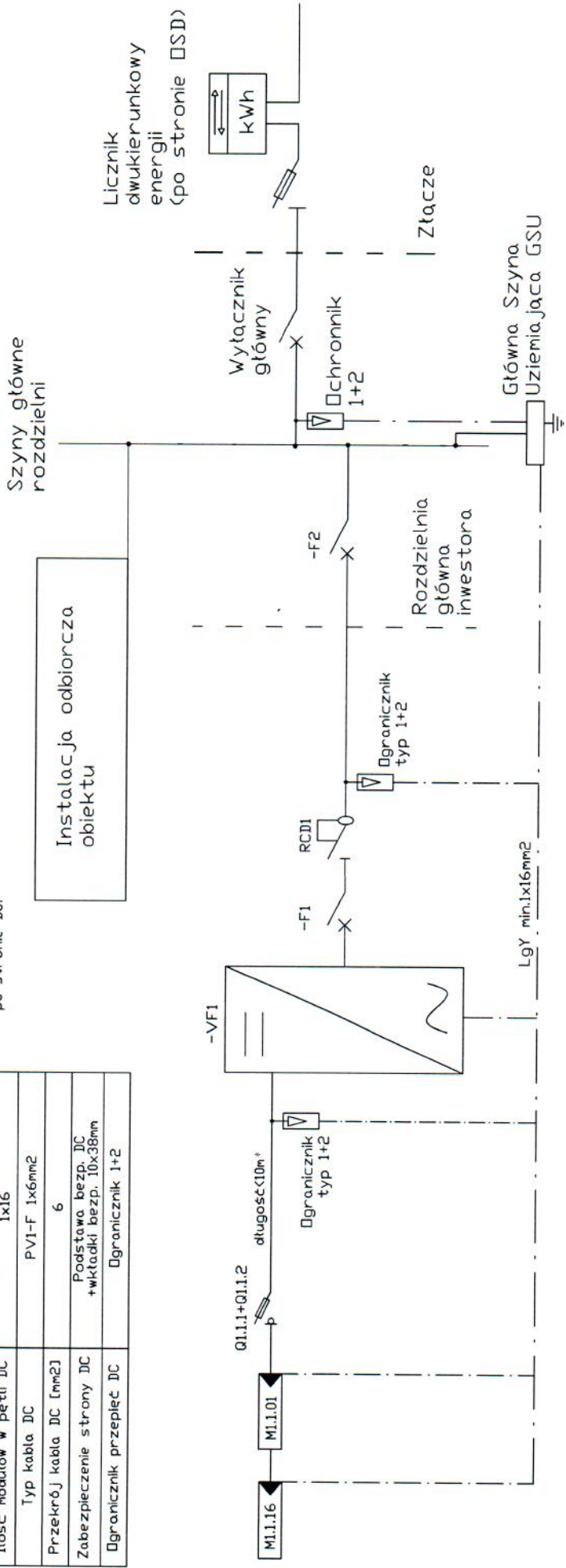
**mgr inż. Tomasz Niespodziński**  
Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego  
(systemy fotowoltaiczne)  
**Nr upr. OZE-W/03/000017/15**  
Uprawnienia SEP  
Eksploatacja: **E/054/358/16**  
Dozór: **D/108/358/16**

## **7. Załączniki**

- Schemat jednokreskowy instalacji fotowoltaicznej,
- Schemat jednokreskowy strony DC,
- Schemat jednokreskowy strony AC,
- Projekt symulacyjny instalacji fotowoltaicznej.

DANE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	
Typ modułów	Polikrystaliczne o mocy 285Vp
Całkowita ilość modułów	16
Liczba petli DC	1
Ilość modułów w petli DC	1x16
Typ kabla DC	PVI-F 1x6mm <sup>2</sup>
Przekrój kabla DC [mm <sup>2</sup> ]	6
Zabezpieczenie strony DC	Podstawa bezp. DC + wkładki bezp. 10x38mm
Ogranicznik przepięć DC	Ogranicznik 1+2

UWAGA:  
W przypadku, gdy długość przewodu między modułami PV a falownikiem DC/AC przekracza 10m to ogranicznik przepięć typu 1+2 należy zainstalować przy modułach fotowoltaicznych natomiast drugi tego samego typu obok falownika po stronie DC.



DANE INSTALACJI AC	
Typ falownika	Trójfazowy, beztransformatorowy
Moc falownika	4,5 kW
Typ kabla AC	YDYzo/YKYzo
Przekrój kabla AC	5x4mm <sup>2</sup>
Zabezpieczenie zwarcie AC	S303 B 10A
Zabezpieczenie różnicowoprądowe AC	P304 25A 100mA typ A
Zabezpieczenie zwarcie AC (w rozdzielni głównej budynku)	S303 B 16A

#### LEGENDA:

- Panel PV
- Rozłącznik bezpiecznikowy DC
- Ogranicznik przepięć DC
- Wyłącznik instalacyjny
- Wyłącznik różnicowoprądowy

Obiekt:	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA
Adres instalacji:	Klamry 32B, Gmina Chetmno
Rysunek:	Schemat jednokreskowy instalacji PV
Inwestor:	Gmina Chetmno, ul. Dworcowa 1, 86-200 Chetmno
Projektował:	Tomasz Niespodziński Certyfikat UDT (PV) DZE-W/03/000017/15
Data, skala, nr rys.:	Październik 2018r. - E01

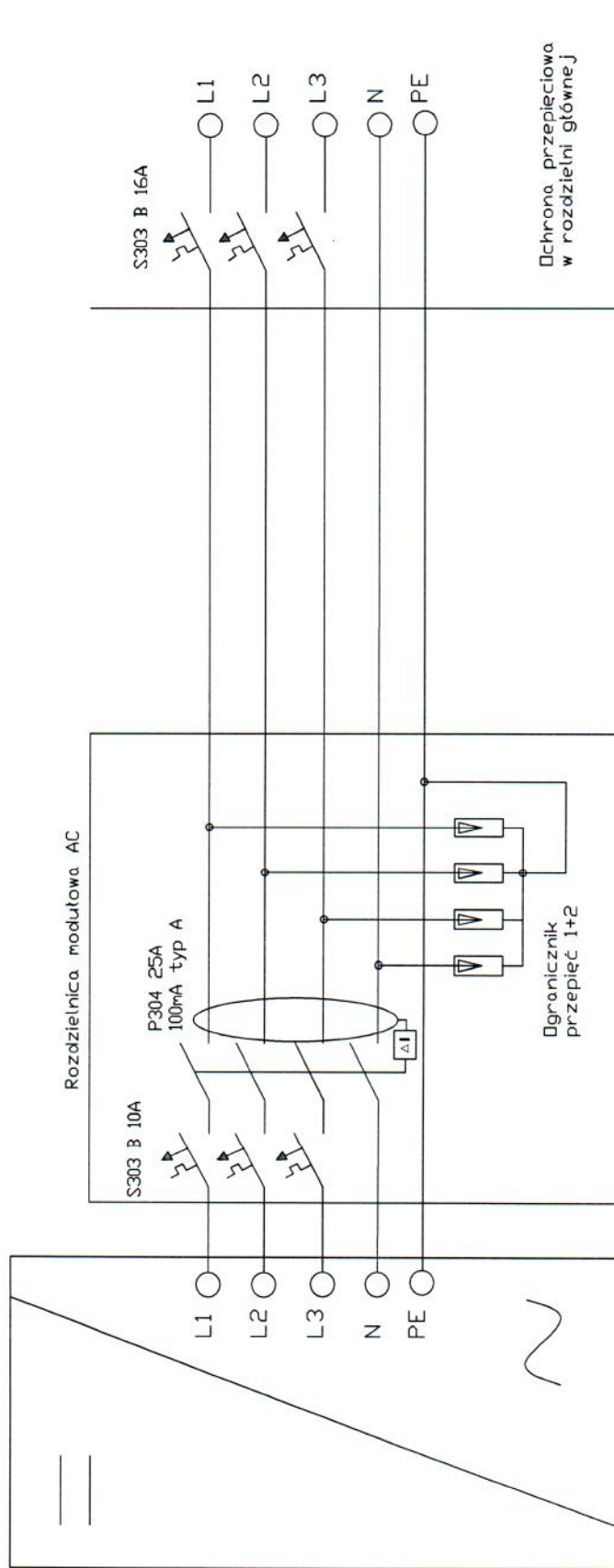













DANE INSTALACJI AC	
Typ falownika	Trójfazowy, beztransformatowy
Moc falownika	4,5 kW
Typ kabla AC	YDYzo/YKYzo
Przekrój kabla AC	5x4mm <sup>2</sup>
Zabezpieczenie zwarcie AC	S303 B 10A
Zabezpieczenie różnicowoprądowe AC	P304 25A 100mA typ A
Zabezpieczenie zwarciowe AC (w rozdzielni głównej budynku)	S303 B 16A

Obiekt:	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA		
Adres instalacji:	Klanry 32B, Gmina Chelmno		
Rysunek:	Schemat jednokreskowy instalacji PV		
Inwestor:	Gmina Chelmno, ul. Dworcowa 1, 86-200 Chelmno		
Projektant:	<div> <div>Tomasz Niespodziński</div> <div>Certyfikat UDT (PV)</div> <div>02E-W/03/000017/15</div> </div> 		
Data, skala, nr rys.:	Pazdziernik 2018r.	-	E03





---

## Przedsiębiorstwo

**Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii**



Brzeska 49  
87-890 Lubraniec  
Polska

Osoba kontaktowa:  
Tomasz Niespodziński

Telefon: 54 844 41 10

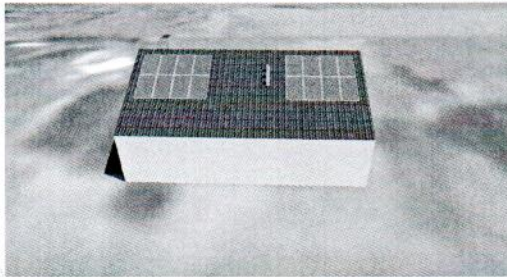
---

## Klient

Klamry 32 B, dz. nr 151/8

---

## Projekt

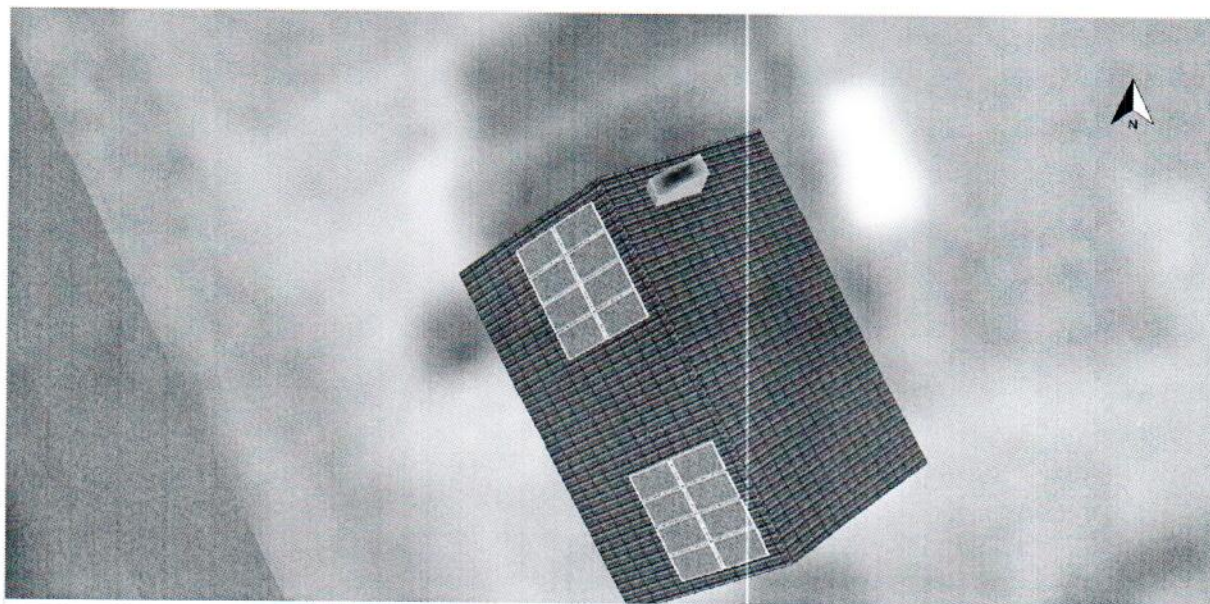


Adres:  
Klamry 32 B, dz. nr 151/8  
Data wprowadzenia do eksploatacji:  
10.08.2016  
Opis projektu:  
Instalacja fotowoltaiczna o mocy 4,56 kWp  
usytuowana na dachu budynku mieszkalnego.  
Pokrycie dachu : dachówka ceramiczna



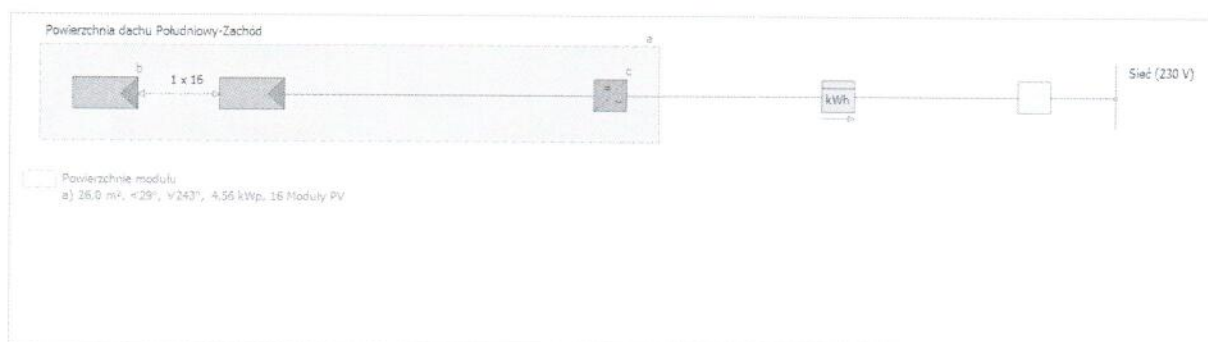
Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii



### 3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)

Dane klimatyczne	Klamry, POL (1991 - 2010)
Moc generatora PV	4,56 kWp
Powierzchnia generatora PV	26,0 m <sup>2</sup>
Liczba modułów PV	16
Liczba falowników	1



Zysk	
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	4 458 kWh
Spec. uzysk roczny	977,59 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,0 %
Obliczenie strat przez zacinienie	3,9 %/rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:	2 675 kg / rok

Wyniki zostały ustalone w oparciu o matematyczny model obliczeniowy firmy Valentin Software GmbH (algorytm PV\*SOL). Uzysk rzeczywisty instalacji solarnej może być inny ze względu na wahania pogodowe, współczynniki sprawności modułów oraz falownika jak również inne czynniki.

Data oferty: 05.11.2018

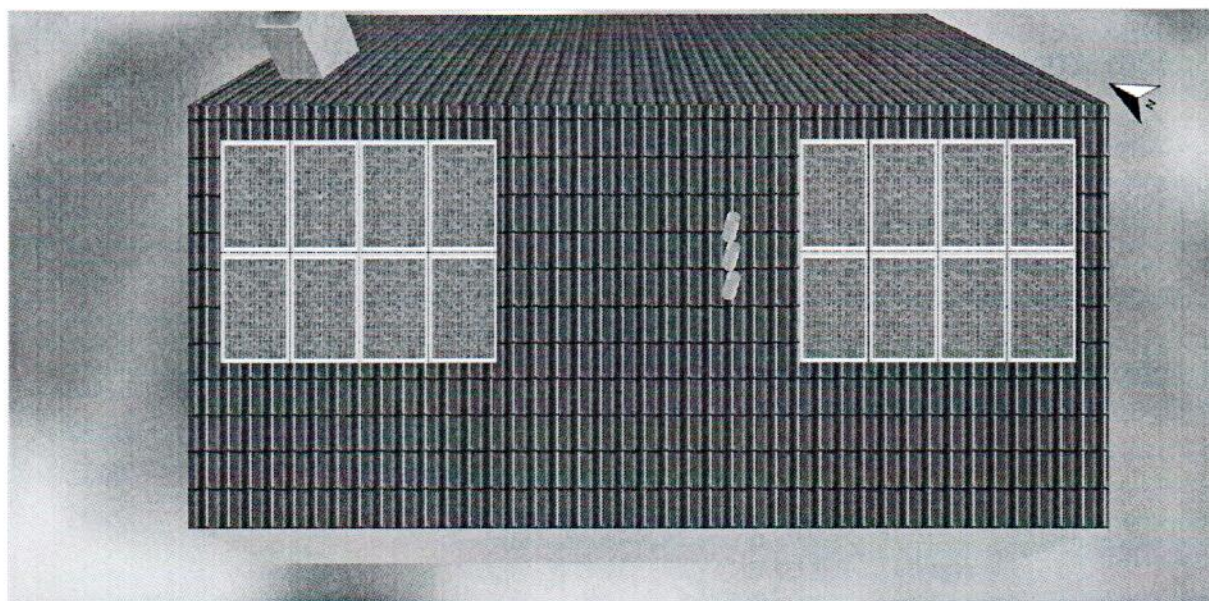
Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosumen Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

### Struktura instalacji

Dane klimatyczne	Klamry, POL (1991 - 2010)
Rozdzielczość danych	1 h
Rodzaj instalacji	3D, Podłączona do sieci instalacja fotowoltaiczna (PV)
Zastosowane modele symulacji	
Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies

### Generator PV Powierzchnię modułu

Nazwa	Powierzchnia dachu Południowy-Zachód
Moduły PV*	16 x 285 W
Producent	-
Nachylenie	29 °
Orientacja	Południowy-zachód 243 °
Rodzaj montażu	Równoległe z dachem
Powierzchnia generatora PV	26,0 m <sup>2</sup>

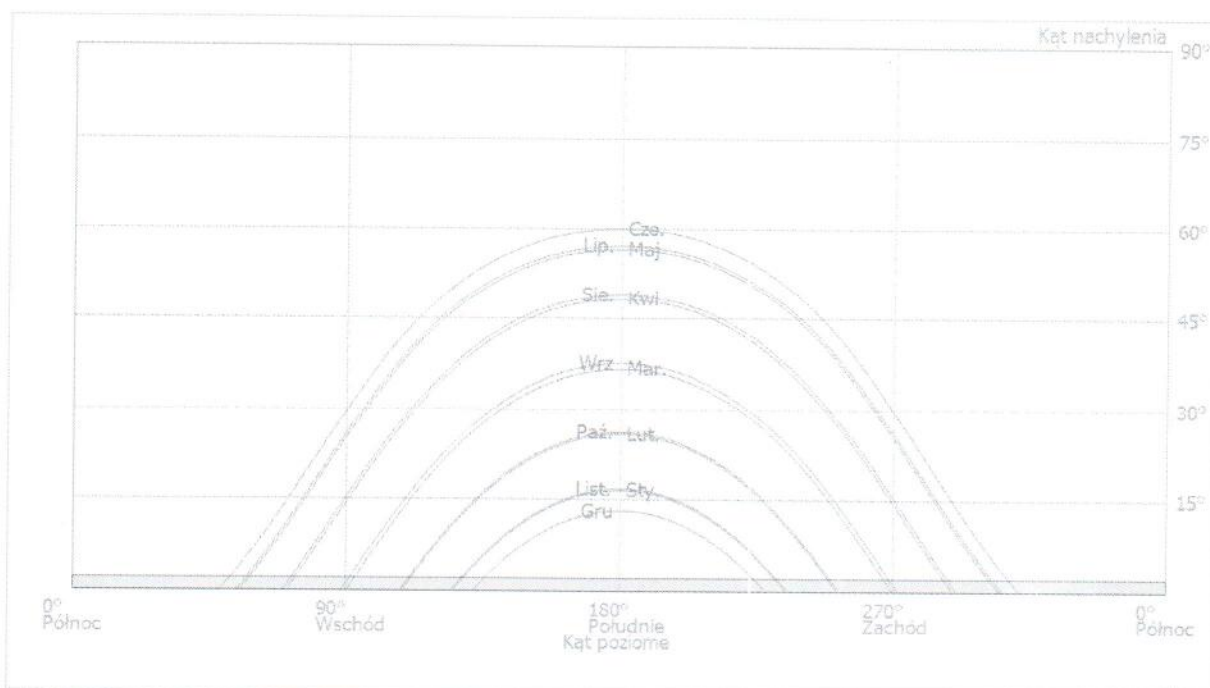


Rysunek: Projektowanie 3D do Powierzchnia dachu Południowy-Zachód



Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii



Ilustracja: Horyzont od Powierzchnia dachu Południowy-Zachód

#### Falownik

#### Powierzchnię modułu

#### Powierzchnia dachu Południowy-Zachód

Falownik 1*	1 x 4.5 kW
Producent	-
Konfiguracja	MPP 1: 1 x 16

#### Sieć AC

Liczba faz	3
Napięcie sieciowe (jednofazowe)	230 V
Współczynnik mocy (cos phi)	+/- 1

\* Obowiązują warunki gwarancyjne poszczególnych producentów

Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

## Wyniki symulacji

### Instalacja PV

Moc generatora PV	4,6 kWp
Spec. uzysk roczny	977,59 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87,0 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacinienia	3,9 %/rok
Energia oddana do sieci	4 458 kWh/rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	4 458 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	25 kWh/rok
Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:	2 675 kg / rok

### Schemat przepływu energii

Projekt: Marcinkowska Zaktualizowany

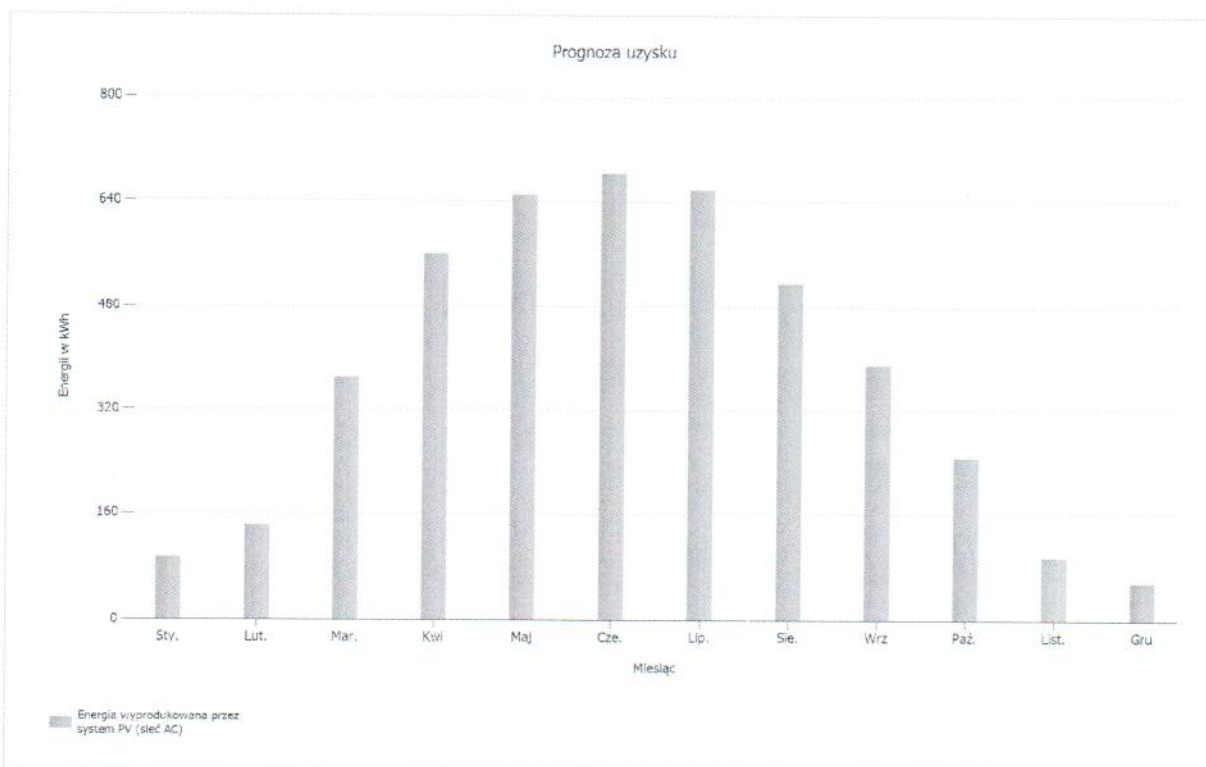


Wszystkie wartości w kWh  
Opis: Średnia wartość roczna dla instalacji PV o mocy 4,6 kWp



Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii



Ilustracja: Proгноza uzysku

Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

#### Wyniki na powierzchnię modułu

##### **Powierzchnia dachu Południowy-Zachód**

Moc generatora PV	4,56 kWp
Powierzchnia generatora PV	26,0 m <sup>2</sup>
Globalne nasłonecznienie na moduł	1115,4 kWh/m <sup>2</sup>
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	4457,8 kWh/rok
Spec. uzysk roczny	977,6 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	87 %

Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

**Bilans energetyczny instalacji PV**
**Promieniowanie globalne, poziomo**
**1 051,3 kWh/m<sup>2</sup>**

Odchylenie od standardowego widma	-10,51 kWh/m <sup>2</sup>	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	13,05 kWh/m <sup>2</sup>	1,25 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	70,06 kWh/m <sup>2</sup>	6,65 %
Zacienienie niezależne od modułu	-8,52 kWh/m <sup>2</sup>	-0,76 %
Odbicia na powierzchni modułu	-22,39 kWh/m <sup>2</sup>	-2,01 %

**Globalne nasłonecznienie na moduł**
**1 093,0 kWh/m<sup>2</sup>**

$$\begin{aligned}
 &1\,093,0 \text{ kWh/m}^2 \\
 &\times 26 \text{ m}^2 \\
 &= 28\,422,3 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

**Globalne nasłonecznienie PV**
**28 422,3 kWh**

Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 17,67 %)	-23 401,44 kWh	-82,33 %

**Znamionowa energia PV**
**5 020,8 kWh**

Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-116,56 kWh	-2,32 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-7,80 kWh	-0,16 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-106,70 kWh	-2,18 %
Diody	-2,61 kWh	-0,05 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-95,74 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-6,29 kWh	-0,13 %

**Energia PV (DC) bez regulacji falownika**
**4 685,1 kWh**

Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	-16,99 kWh	-0,36 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-6,77 kWh	-0,15 %
Regulacja maks. prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
Adaptacja MPP	-0,63 kWh	-0,01 %

**Energia PV (DC)**
**4 660,7 kWh**
**Energia na wejściu falownika**
**4 660,7 kWh**

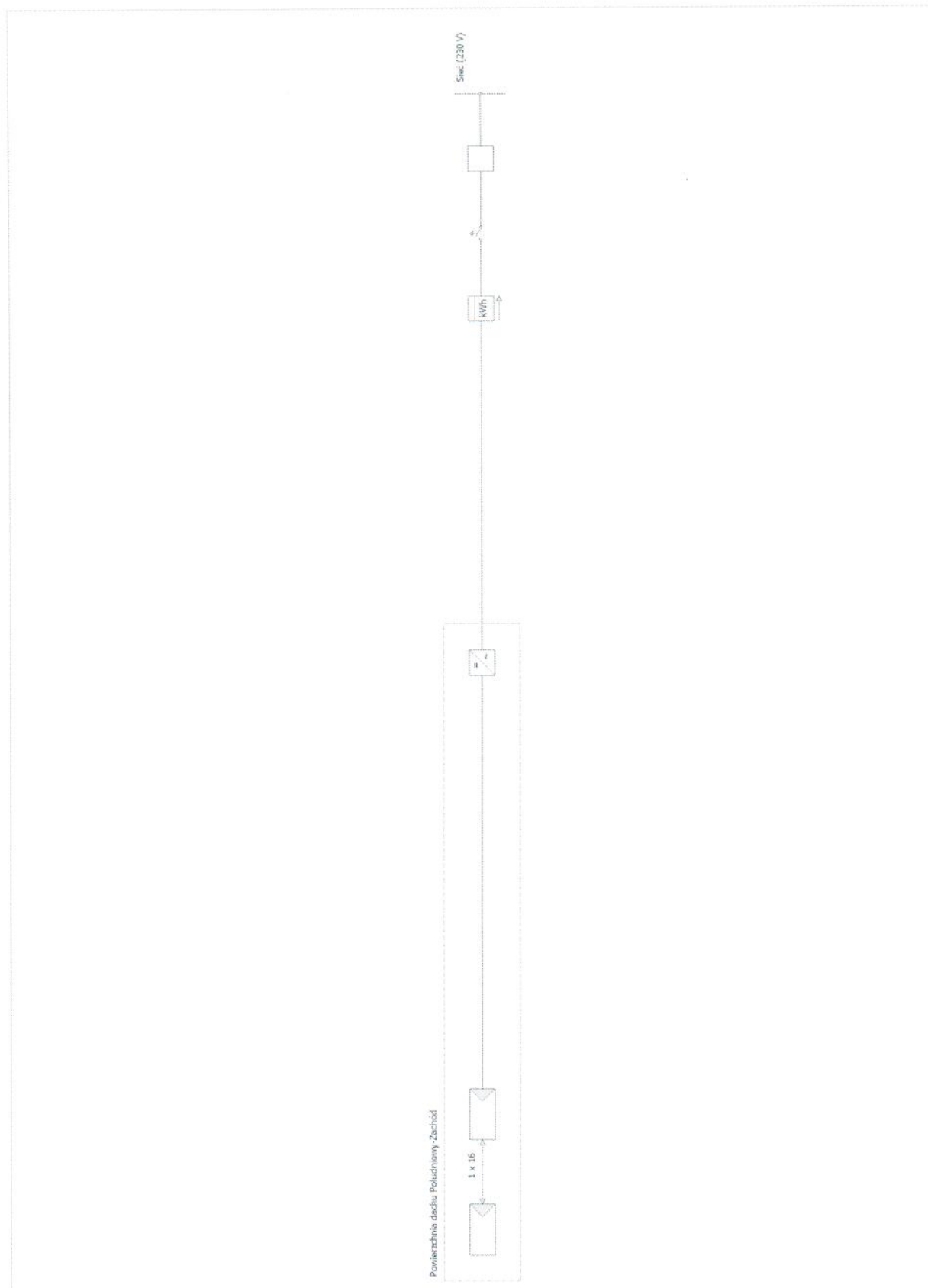
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-25,59 kWh	-0,55 %
Konwersja z prądu DC na AC	-177,34 kWh	-3,83 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-24,72 kWh	-0,55 %
Straty całkowite w kablu	0,00 kWh	0,00 %

**Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania**
**4 433,1 kWh**
**Energia oddana do sieci**
**4 457,8 kWh**



Data oferty: 05.11.2018

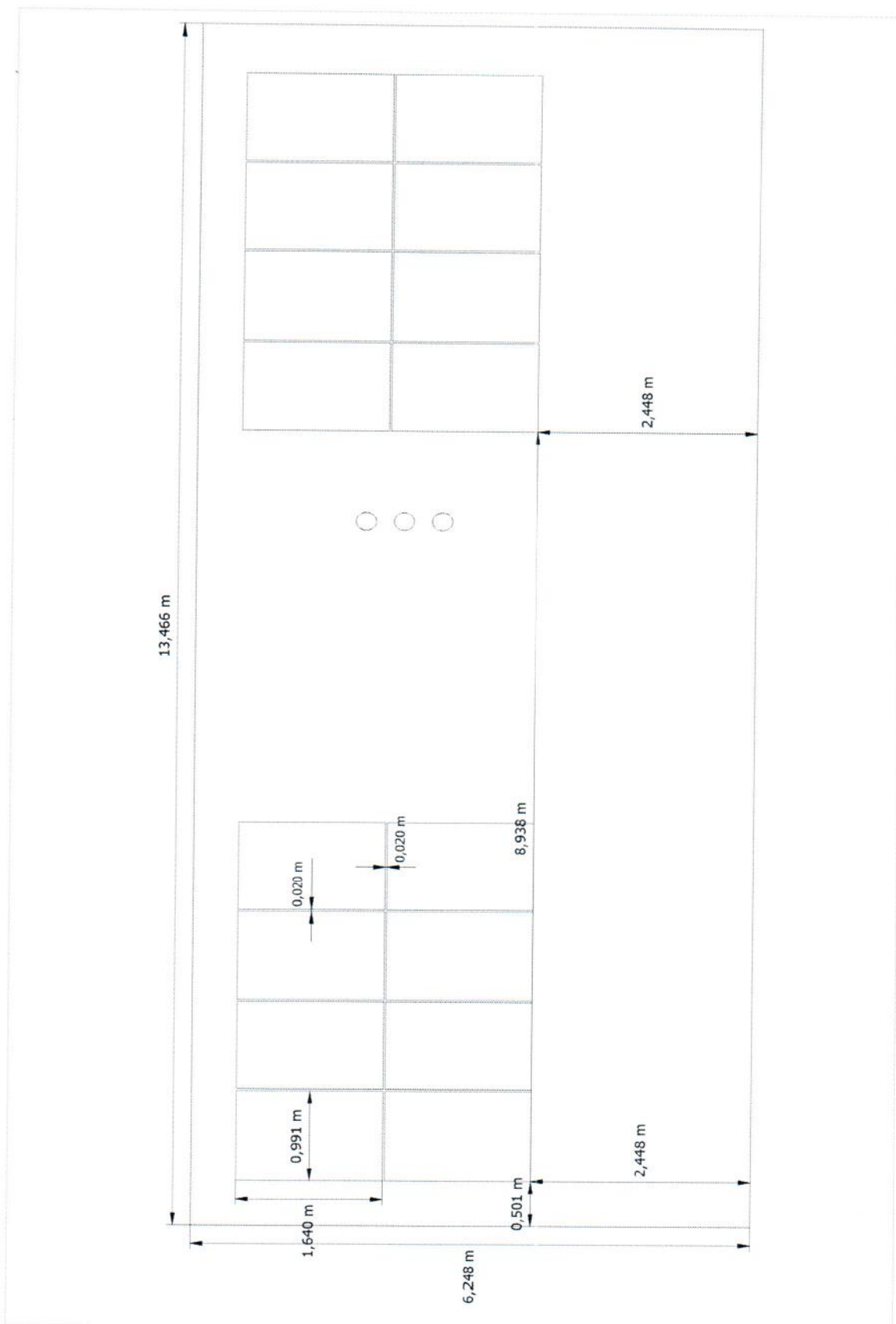
Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
 Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii



Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosumen Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

Budynek 01-Powierzchnia dachu Południowy-Zachód



Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

## Otoczenie



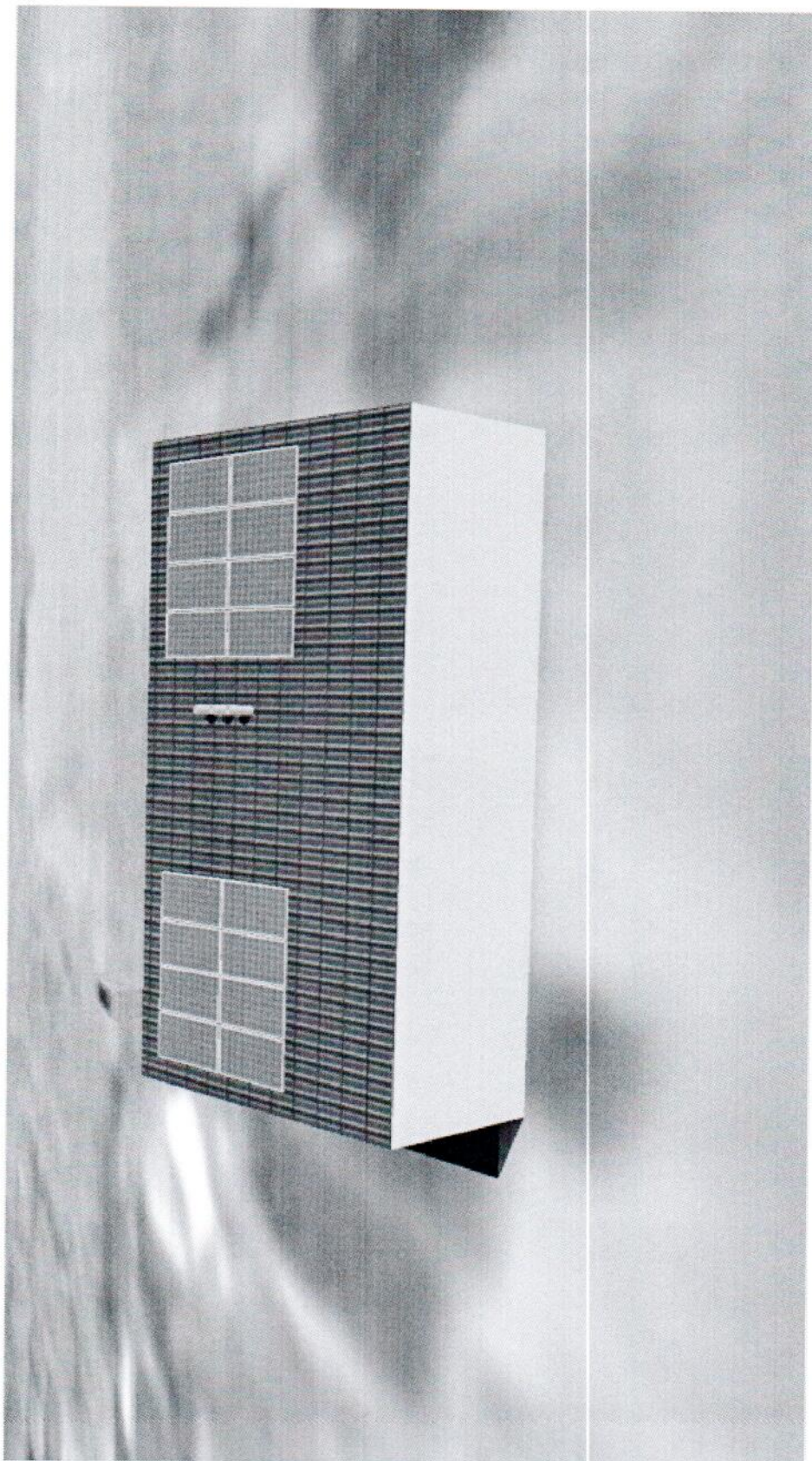
Ilustracja: Zrzut ekranu01



Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

Ilustracja: Zrzut ekranu02





Data oferty: 05.11.2018

Odpowiedzialny (-a): mgr inż. Tomasz Niespodziński  
Przedsiębiorstwo: Prosument Klaster Odnawialnych Źródeł Energii

# Zacienienie

Ilustracja: Zrzut ekranu03

