

# Dokumentacja Techniczna

## Montaż ogniw fotowoltaicznych na stacji uzdatniania wody w Długołęce



**INWESTOR:** Gmina Krypno

**ADRES:** Krypno Kościelne 23b  
19-111 Krypno

**BRANŻA:** ELEKTRYCZNA

**AUTOR:** Biuro projektowe AJAKA  
ul. Gen. W. Andersa 38 lok. 308  
15-113 Białystok

**PROJEKTANT:** mgr inż. Karol Citkowski  
upr nr. PDL/0056/POOE/08

**WSPÓŁPRACA:** mgr inż. G. Twardowski

*mgr inż. Karol Citkowski*  
Upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w  
specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i  
urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych  
Nr upr. PDL/0056/POOE/08  
POiB Nr PDL/IE/0124/08

Białystok 03-2017r.

## Zawartość

1. Wstęp .....	3
1.1. Podstawy opracowania .....	3
1.2. Przedmiot opracowania .....	3
1.3. Lokalizacja inwestycji.....	3
1.4. Dane klimatyczne .....	4
2. Charakterystyka układu.....	5
2.1. Opis przedsięwzięcia .....	5
2.2. Wpływ na środowisko .....	5
3. Elementy składowe systemu .....	6
3.1. Moduły fotowoltaiczne .....	6
3.2. Inwertery fotowoltaiczne .....	7
3.3. Charakterystyka instalacji elektrycznej.....	8
3.3.1. Okablowanie DC .....	8
3.3.2. Okablowanie AC inwerterów .....	8
3.4. Systemy zabezpieczeń .....	9
3.4.1. Instalacja uziemiająca .....	9
3.4.2. Ochrona przeciwporażeniowa .....	10
3.4.3. Ochrona przeciwprzepięciowa .....	10
3.4.4. Ochrona odgromowa .....	10
3.5. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej .....	10
3.6. Konstrukcja wsporcza .....	11
4. Konfiguracja instalacji fotowoltaicznej .....	12
4.1. Usytuowanie modułów PV .....	12
4.2. Dobór kąta nachylenia i orientacji konstrukcji wsporczej .....	12
4.3. Bilans energetyczny.....	13
4.4. Wymiarowanie systemu .....	14
4.5. Prognoza produkcji energii elektrycznej .....	15
4.5.1. Prognoza produkcji w okresie 25 lat eksploatacji.....	16
4.6. Efekt ekologiczny.....	17
4.7. Efekt ekonomiczny .....	19
5. Pomiary .....	19
6. UWAGI KOŃCOWE.....	20
7. LITERATURA .....	21
7.1. Normy.....	21
8. Załączniki.....	22

## 1. Wstęp

Przedmiotem Inwestycji jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej na potrzeby zasilania hydroforni w miejscowości Długołęka, gm. Krypno. Planuje się posadowienie instalacji na gruncie, konstrukcja na podporach stalowych, zabezpieczona antykorozyjnie, wbijana w grunt.

### 1.1. Podstawy opracowania

- zlecenie Inwestora,
- wizja lokalna,
- obowiązujące normy i przepisy.

### 1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja techniczna mikroinstalacji fotowoltaicznej wolnostojącej zasilającej budynek hydroforni w miejscowości Długołęka.

Projekt swoim zakresem obejmuje:

- Linie kablowe nn – wewnętrzne linie zasilające;
- Dobór konstrukcji wsporczych;
- Dobór modułów fotowoltaicznych;
- Dobór inwerterów;
- Ochrona przeciwporażeniowa;
- Ochrona przeciwprzepięciowa;
- System monitoringu pracy systemu PV.

### 1.3. Lokalizacja inwestycji

Obiekt zlokalizowany jest na terenie wiejskim przy drodze na działce nr 862 w miejscowości Długołęka, gmina Krypno, powiat moniecki.

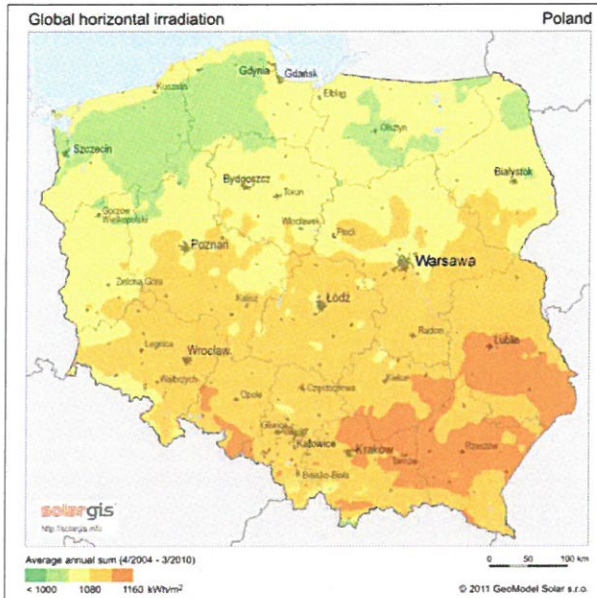


Rys. 1. Lokalizacja obiektu (źródło: <http://mapy.geoportal.gov.pl>).

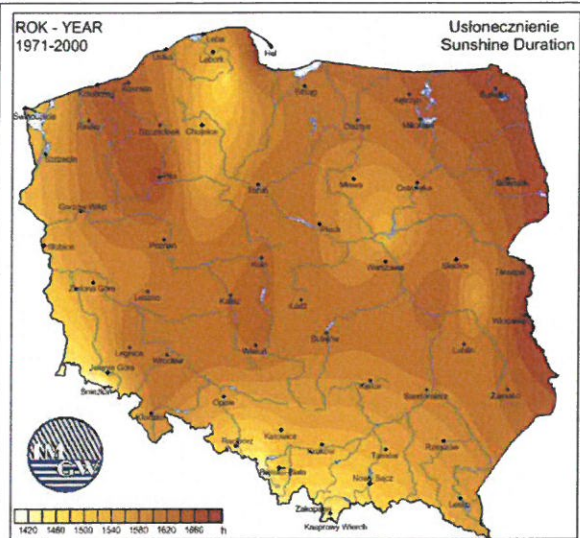


#### 1.4. Dane klimatyczne

- Globalne nasłonecznienie (wg. Portalu PVGIS) horyzontalne szacuje się na poziomie 1 060 kWh/m<sup>2</sup>
- Usłonecznienie szacuje się na poziomie 1600 h. (Usłonecznienie: Ilość godzin słonecznych w roku)



Rozkład globalnego nasłonecznienia horyzontalnego w Polsce.



Rozkład usłonecznienia (czasu operowania słońca) w skali roku w Polsce



Strefy śniegowe Wg EN 1991-1-3:2003

Strefa	Obciążenie śniegiem (sk, kN/m <sup>2</sup> )
4	1,6



Strefy wiatrowe Wg PN-77/B-02011

Strefa	Obciążenie wiatrem (Ciśnienie prędkości wiatru Q <sub>p</sub> )
1	250 Pa

## **2. Charakterystyka układu**

### **2.1. Opis przedsięwzięcia**

W wyniku wdrożenia projektu Inwestor będzie posiadał instalację i urządzenia produkujące energię elektryczną wykorzystując energię promieniowania słonecznego. Instalacja fotowoltaiczna zostanie zintegrowana z siecią energetyczną zasilającą obiekt, a produkowana energia zostanie wykorzystana do zasilania budynku hydroforni. Instalacja będzie budowana na systemowej konstrukcji nośnej wbijanej lub wkręcanej w grunt. Konstrukcja będzie stanowiła system montażowy dla paneli fotowoltaicznych oraz inwerterów i rozdzielnic elektrycznych.

Energia prądu stałego pozyskana z paneli fotowoltaicznych będzie dostarczona kablami solarnymi DC do inwerterów, w których zostanie przetworzona na prąd przemienny 0,4kV. Inwertery będą montowane na konstrukcji wsporczej. Stąd energia będzie dostarczona do głównej rozdzielniczy elektrycznej systemu fotowoltaicznego RPV, a następnie włączona do rozdzielniczy głównej budynku. W rozdzielniczy RPV znajdować się będą zabezpieczenia nadprądowe, różnicowo-prądowe, przeciwprzepięciowe.

Moc instalacji nie przekroczy 40kW i zgodnie z ustawą o Odnawialnych Źródłach Energii zaliczona jest do mikroinstalacji OZE, które nie wymagają pozwolenia na budowę, ani uzgodnienia warunków przyłączenia. Zgodnie z art. 7 ust. 8d4 Prawo energetyczne: „W przypadku, gdy podmiot ubiegający się o przyłączenie mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej jest przyłączony do sieci jako odbiorca końcowy, a moc zainstalowana mikroinstalacji, o przyłączenie której ubiega się ten podmiot, nie większa niż określona w wydanych warunkach przyłączenia, przyłączenie do sieci odbywa się na podstawie zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji, złożonego w przedsiębiorstwie energetycznym, do sieci którego ma być ona przyłączona, po zainstalowaniu odpowiednich układów zabezpieczających i układu pomiarowo-rozliczeniowego. Koszt instalacji układu zabezpieczającego i układu pomiarowo-rozliczeniowego ponosi operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego”.

Moc przyłączeniowa obiektu wynosi 64kW w związku z powyższym nie wymaga się decyzji o warunkach przyłączenia w tym wypadku.

### **2.2. Wpływ na środowisko**

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. Nr 213, poz. 1397), w oparciu o § 3. 1. pkt 52 lit. b). naziemne instalacje fotowoltaiczne na obszarach nie objętych formami ochrony należy zaliczyć do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko jeśli powierzchnia zabudowy jest powyżej 1 ha. Planuje się wykonanie instalacji fotowoltaicznej na części działki, której powierzchnia brutto wynosi 0,4058 ha, co nie zalicza projektu do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko.



### 3. Elementy składowe systemu

Instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z następujących elementów:

- Moduły fotowoltaiczne zamontowane na konstrukcji wsporczej.
- Naziemna i podziemna infrastruktura elektryczna.
- Zestaw inwerterów.
- Instalacje elektryczne DC i AC wraz z zabezpieczeniami.
- Instalacja odgromowa uziemiająca.
- Urządzenia systemu monitorowania instalacji.

#### 3.1. Moduły fotowoltaiczne



Moduły fotowoltaiczne są urządzeniami dokonującymi konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Proces wytwarzania energii wykorzystuje zjawisko fotoelektryczne, które zamienia energię słońca bezpośrednio na prąd elektryczny. Proces ten nie generuje hałasu, nieprzyjemnego zapachu, nie wymaga dodatkowych materiałów eksploatacyjnych, nie stwarza zagrożenia dla ludzi i zwierząt. Żywotność modułów fotowoltaicznych to ponad 30 lat. Po 25 latach zachowują minimum 80% początkowej mocy.

Wykorzystywane będą moduły w technologii krystalicznej o mocy szczytowej 290Wp. Parametry pojedynczego modułu w warunkach STC (standardowe warunki testu: natężenie nasłonecznienia 1000W/m<sup>2</sup>, temperatura ogniwa 25st C i liczba masowa atmosfery AM 1,5) zawiera Tabela poniżej.

Tabela 1 Parametry modułów PV

Parametr	Symbol	Wartość
Moc znamionowa	P <sub>max</sub>	290 Wp
Napięcie znamionowe	V <sub>mp</sub>	31,4 V
Natężenie prądu MPP	I <sub>mp</sub>	9,33 A
Napięcie obwodu otwartego	V <sub>oc</sub>	39,9 V
Prąd zwarcioowy	I <sub>sc</sub>	9,97 A
Sprawność	η <sub>m</sub>	min. 17,30 %
Temperaturowy współczynnik mocy nie mniejszy niż -0,41%/°C		
Tolerancja mocy: 0/+5W.		
Moduły powinny posiadać gniazdo przyłączeniowe IP67		
Parametry modułów oraz ich komponenty powinny spełniać wymagania norm: -EN 61730 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego -EN 61215 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych -- Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu -EN 61701 - test modułu w korozyjnym środowisku mgły solnej -EN 62716 - test modułu w korozyjnym środowisku amoniaku -EN 60068 - test modułu w środowisku piasku i kurzu		

### 3.2. Inwertery fotowoltaiczne

Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z generatorami będzie beztransformatory inwerter sieciowy, wyposażony w wyłączniki mocy DC oraz wbudowane zabezpieczenie przeciwprzepięciowe DC typu II. Minimalne parametry charakteryzujące wybrany inwerter przedstawia poniższa tabela:

**Tabela 2** Parametry inwertera

<b>STRONA DC</b>	
Moc maksymalna DC	40,8 kW
Maksymalne napięcie DC	1000V
Minimalne napięcie DC	480V
Napięcie inicjujące DC	200V
Ilość niezależnych wejść MPP	4
Ilość wejść DC	8
<b>STRONA AC</b>	
Moc czynna max	40 kVA
Częstotliwość znamionowa	50Hz
Sprawność max/sprawność euro	98,6/98,3%

#### **Najważniejsze cechy planowanych inwerterów:**

- Inwertery chłodzone konwekcyjnie.
- Stopień ochrony minimum IP65.
- Inwertery wyposażone w zabezpieczenia przed pracą wyspową realizowane przez monitorowanie napięcia i częstotliwości, i mechanizm synchronizujący z siecią energetyczną operatora.
- Inwertery muszą spełniać wymagania jakościowe produkowanej energii zgodnie z wymaganiami operatora OSD, dlatego powinien być wyposażony w monitoring jakości nie dopuszczający do pracy inwertera, gdy zawartość harmonicznym THD przekroczy próg 3%.
- Inwertery wyposażone będą w następujące zabezpieczenia:
  - Zintegrowany rozłącznik DC.
  - Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe SPD na każde niezależne wejście i wyjście.
  - Zabezpieczenie różnicowo-prądowe RDC.
  - Możliwość monitoringu każdego podłączonego stringu.

Inwerter powinien spełniać wymogi normy PN-EN 50438 (lub równoważnej), określającej wymagania dla instalacji mikro-generacyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączenia do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia. Inwerter sam nie tworzy sieci elektroenergetycznej, inwertery z siecią współpracują, w razie zaniku zasilania zewnętrznego, inwerter musi się wyłączyć w czasie krótszym niż 300ms.

### 3.3. Charakterystyka instalacji elektrycznej.

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi instalacji, będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone inwerterem.

Sekcja prądu stałego budowana jest w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice RDC z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego.

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie w oparciu o klasyczne materiały elektroinstalacyjne, zgodnie ze sztuką inżynierii elektrycznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne oraz rozdzielnice RAC z zabezpieczeniami nadmiarowo prądowymi, różnicowoprądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego.

Szczegóły okablowania przedstawia rysunek PV-1.

#### 3.3.1. Okablowanie DC

Połączenia poszczególnych generatorów (modułów fotowoltaicznych) do inwertera zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla stałoprądowych instalacji fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a inwerterem będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych, przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV.

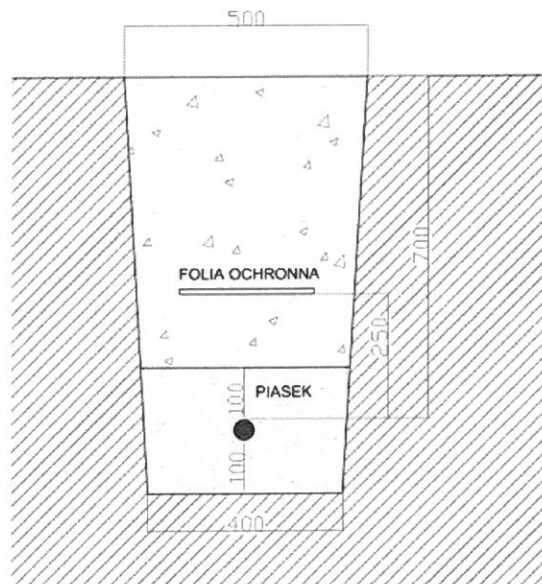
Okablowanie DC każdego inwertera podzielone będzie na obwody modułów (zgodnie z rys. PV-1), które wpięte będą do inwertera. Instalacja DC pomiędzy modułami fotowoltaicznymi a inwerterami wykonana zostanie przewodem solarnym o charakterystyce:

- kable przeznaczone do instalacji fotowoltaicznych,
- przekrój przewodu 4 mm<sup>2</sup>,
- kable odporne na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne,
- temperatura pracy kabli w granicach -40 do + 70 stopni C,
- kable podwójnie izolowane,
- kable z izolacją na napięcie stałe min 1000 V.

#### 3.3.2. Okablowanie AC inwerterów

Okablowanie zmiennoprądowe (AC) pomiędzy inwerterem a rozdzielnicą RAC zostanie wykonane z kabla YKYżo 5x10 mm<sup>2</sup> ułożonego w korytkach elektroinstalacyjnych o wykonaniu zewnętrznym. Pomiędzy rozdzielnicą RAC a rozdzielnicą główną obiektu należy wykonać linię kablową doziemną (zgodnie z rys.2) oraz wewnętrzną w listwie elektroinstalacyjnej kablem YAKYżo o przekroju dostosowanym do obciążalności i długości trasy kablowej.





Rys. 2. Ułożenie kabla w ziemi

Kabel sygnałowy LAN T-11 łączący inwerter z serwerem monitoringu prowadzić równoległe do przewodów AC.

### 3.4. Systemy zabezpieczeń

#### 3.4.1. Instalacja uziemiająca

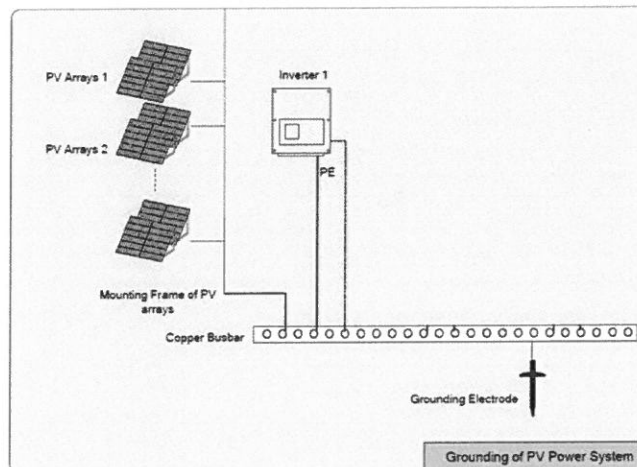
Jako uziemienie należy wykonać uziom (typu A). Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10 \Omega$ . Zgodnie z obowiązującą normą PN-HD 60364-5-54:2011 minimalny przekrój przewodu uziemiającego umieszczonego w ziemi, niezabezpieczonego przed korozją, powinien mieć  $50 \text{ mm}^2$ .

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części normalnie nieprzewodzące prądu lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- konstrukcję rozdzielnic,
- konstrukcje wsporcze,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowy inwerterów.

Należy połączyć kabel ochronny PE wszystkich inwerterów i ramy modułów do wspólnego punktu uziemienia. Sposób uziemienia modułów i inwerterów przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 3. Uziemienie systemu PV

### 3.4.2. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa realizowana jest na podstawie wymagań normy N SEP-E-001 – „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa”.

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym powinna być zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4 kV),
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-S (według normy PN–HD 60364–4–41).

### 3.4.3. Ochrona przeciwprzepięciowa

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową poprzez instalację w rozdzielnicach RDC i RAC ograniczników typu I i II dedykowanych do instalacji PV, na napięcie do 1000VDC. Dodatkową ochronę inwerterów stanowić będą warystory montowane fabrycznie w urządzeniach.

### 3.4.4. Ochrona odgromowa

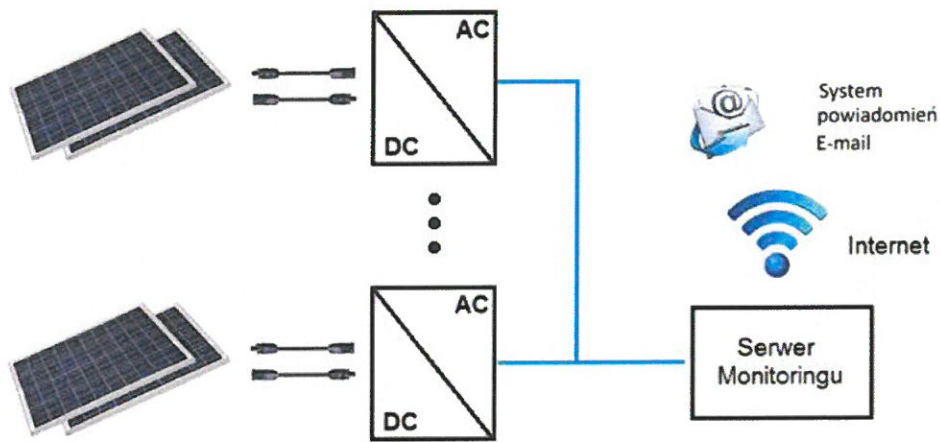
Zgodnie z przeprowadzoną analizą ryzyka wystąpienia szkód piorunowych (zgodnie z normą PN-EN 62305-2:2012), wykazała akceptowalne ryzyko wyładowania atmosferycznego bezpośrednio w urządzenia instalacji. W związku z powyższym w celu ochrony od skutków pośredniego wyładowania stosowana będzie ochrona przeciwprzepięciowa. Dodatkowo konstrukcja wsporcza wraz z modułami fotowoltaicznymi połączona zostanie z uziemieniem otokowym, połączenie należy wykonać min. w dwóch punktach. Wartość rezystancji uziemienia powinna wynosić  $R < 10\Omega$ .

## 3.5. System monitorowania instalacji fotowoltaicznej

W celu monitorowania pracy inwerterów i ilości wytwarzanej energii elektrycznej, urządzenia te wyposażone będą w moduł komunikacyjny umożliwiający transmisję danych do serwera monitoringu poprzez komunikację w standardzie RS485. Poprzez serwer monitoringu możliwa będzie archiwizacja i wizualizacja danych pobranych z inwerterów.

Podstawowe parametry podlegające monitorowaniu:

- Moc inwerterów
- Napięcia i prądy wejść i wyjść inwerterów
- Monitoring podstawowych parametrów pracy inwerterów.



Rys. 4. Schemat połączenia serwera z inwerterami

### 3.6. Konstrukcja wsporcza

Konstrukcje wsporcze montowane na wspornikach wbijanych lub wkręcanych w grunt, zapewniających stabilność i bezpieczeństwo całej instalacji. Należy zastosować konstrukcje systemowe do zastosowania w I strefie obciążenia wiatrem i IV strefie obciążenia śniegiem potwierdzone certyfikatami.

Planowana jest konstrukcja z 4 rzędami modułów:

- Nachylenie modułów: 25°.
- Odległość dolnej krawędzi modułów od ziemi: 0.6m.
- Całkowita wysokość konstrukcji: do 3m.



## 4. Konfiguracja instalacji fotowoltaicznej

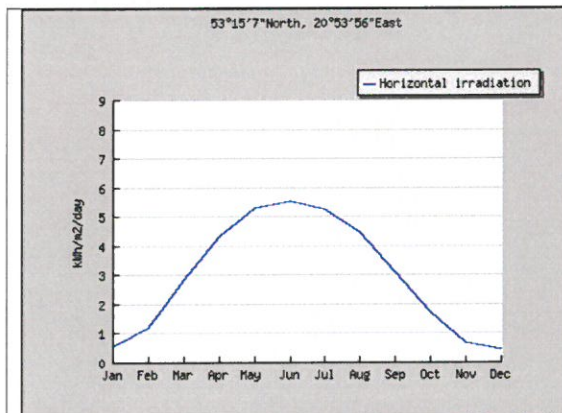
### 4.1. Usytuowanie modułów PV

W celu zapewnienia jak największej wydajności pracy systemu fotowoltaicznego, przyjęto ułożenie modułów na konstrukcji wsporczej wolnostojącej. Plan zagospodarowania terenu przedstawia rysunek PV-2.

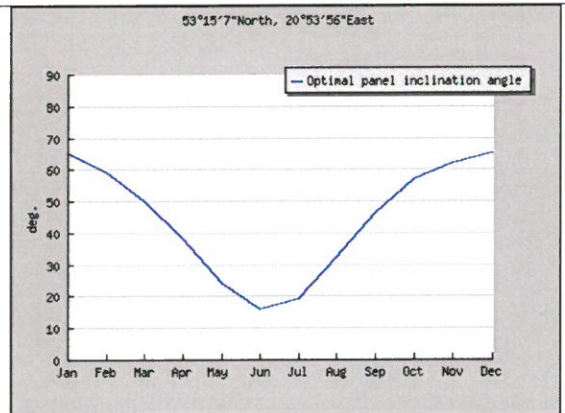
### 4.2. Dobór kąta nachylenia i orientacji konstrukcji wsporczej

Parametry nasłonecznienia i optymalnego kąta wg. symulatora PVGIS © European Communities, 2001-2012.

Optymalny, całoroczny kąt nachylenia modułów wynosi 37 stopni. Zalecany przez producentów konstrukcji wsporczych kąt, wynikający z dążenia do uzyskania maksimum energii z 1m<sup>2</sup> zajmowanej powierzchni terenu, wynosi 25 stopni i taki zostanie zastosowany. Pozwala to na zwiększoną wydajność produkcji energii od maja do sierpnia, czyli w miesiącach o największym potencjale słonecznym w roku.



Rys. 5. Globalne nasłonecznienie horizontalne



Rys. 6. Optymalny kąt nachylenia konstrukcji

Strata całorocznej produkcji z tytułu nieoptymalnego kąta nie będzie większa niż 2%.

	W	SW	S	SE	E								
	270°	255°	240°	225°	210°	195°	180°	165°	150°	135°	120°	105°	90°
pionowo	90°	56	60	64	67	69	71	71	71	69	65	62	58
	80°	63	68	72	75	77	79	80	80	79	77	74	69
kąt nachylenia	70°	69	74	78	82	85	86	87	87	86	84	80	76
	60°	74	79	84	87	90	91	93	93	92	89	86	81
	50°	78	84	88	92	95	96	97	97	96	93	89	85
poziomo	40°	82	86	90	95	97	99	100	99	98	96	92	88
	30°	86	89	93	96	98	99	100	100	98	96	94	90
	20°	87	90	93	96	97	98	98	98	97	96	94	91
	10°	89	91	92	94	95	95	96	95	95	94	93	91
	0°	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Rys. 7. Wpływ geometrii konstrukcji wsporczej na produkcję roczną

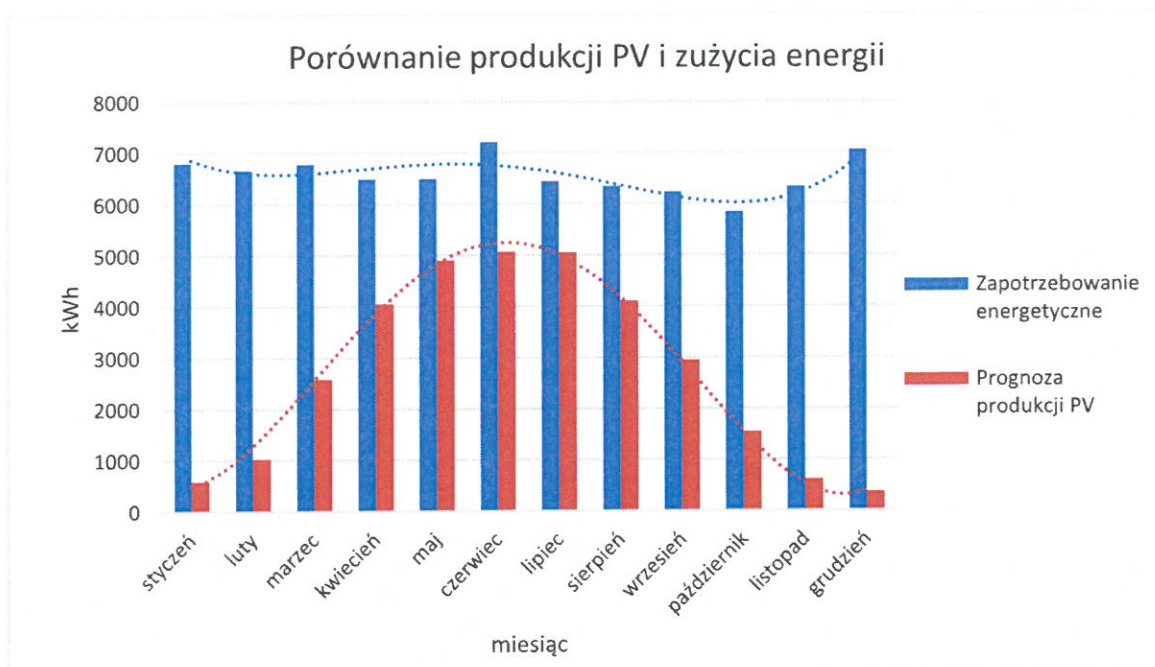
### 4.3. Bilans energetyczny

Na potrzeby opracowania posłużono się danymi z rachunków za energię elektryczną za rok 2016. Sumaryczne, roczne zapotrzebowanie obiektu na energię elektryczną wyniosło 78 725 kWh. Planuje się instalację fotowoltaiczną o mocy 39,44 kWp.

Poniżej zamieszczono dane w postaci tabelarycznej oraz charakterystykę produkcji energii elektrycznej na tle zapotrzebowania obiektu.

Tabela 3 Bilans energii elektrycznej

LP	Zapotrzebowanie energetyczne	Prognoza produkcji PV
styczeń	6812	595,16
luty	6672	1034,7
marzec	6787	2581,7
kwiecień	6492	4057,1
maj	6501	4908,3
czerwiec	7212	5076,6
lipiec	6446	5057,5
sierpień	6346	4106,7
wrzesień	6236	2945,6
październik	5841	1547,4
listopad	6333	613,34
grudzień	7047	367,97
<b>RAZEM:</b>	<b>78725</b>	<b>32892</b>



Rys. 8. Produkcja energii elektrycznej i zapotrzebowanie obiektu



#### 4.4. Wymiarowanie systemu

##### **Moduły fotowoltaiczne**

Dla instalacji dobrano moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne o mocy znamionowej 290 W.  
Planowany jest montaż 136 modułów o łącznej mocy DC 39,44 kWp (STC) .

##### **Inwertery fotowoltaiczne**

Moc pojedynczego inwertera przyjęte do obliczeń: 36 kW

Ilość inwerterów: 1 szt.

Moc zainstalowana po stronie AC: 1 x 36 kW = 36 kW

Konfiguracja połączeń obwodów stałoprądowych pokazano na rysunku PV-1.

#### 4.1. Plan zagospodarowania terenu

Teren zostanie zagospodarowany w formie 4 konstrukcji wsporczych, ukierunkowanych na południe.



Rys. 9. Plan zagospodarowania terenu.

Konstrukcje wsporcze będą 4 rzędowe o liczbie modułów:

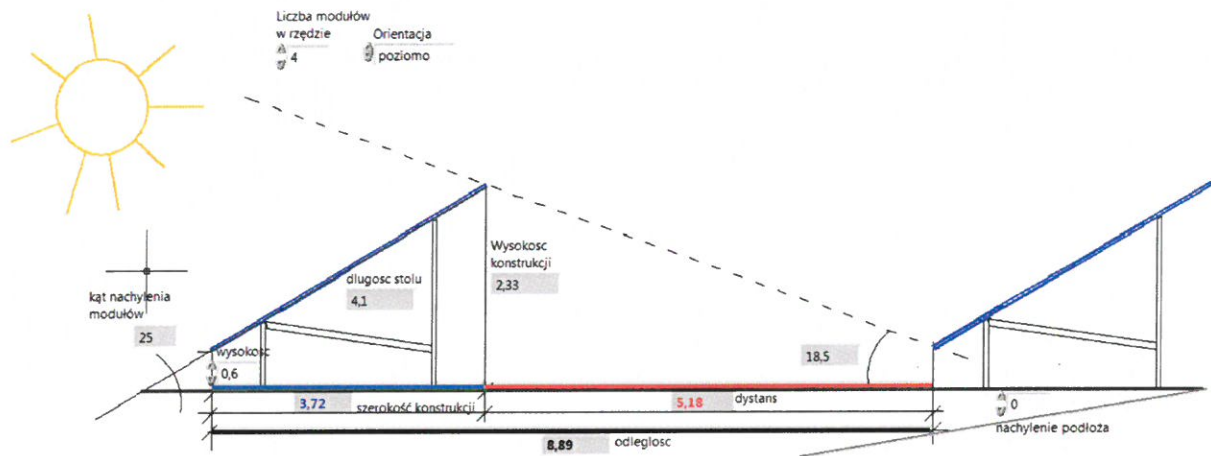
Konstrukcja 1: 4x11 = 44 moduły x 0,29kW = **12,76kW**

Konstrukcja 2: 4x9 = 36 moduły x 0,29kW = **10,44kW**

Konstrukcja 3: 4x9 = 36 moduły x 0,29kW = **10,44kW**

Konstrukcja 4: 4x5 = 20 modułów x 0,29kW = **5,8kW**





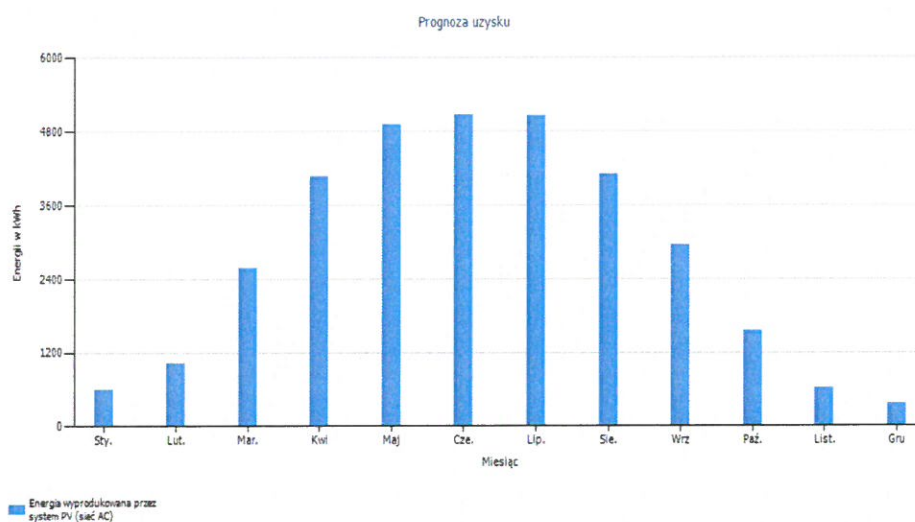
Rys. 10. Geometria układu konstrukcji wsporczej

#### 4.2. Prognoza produkcji energii elektrycznej

Podstawą opracowania jest symulacja komputerowa wykonana w programie PV\*sol Valentin software. Tabela 2 zawiera podstawowe wyniki symulacji komputerowej. Szczegółowy raport symulacji został dołączony do dokumentacji.

Tabela 4 Podstawowe wyniki symulacji

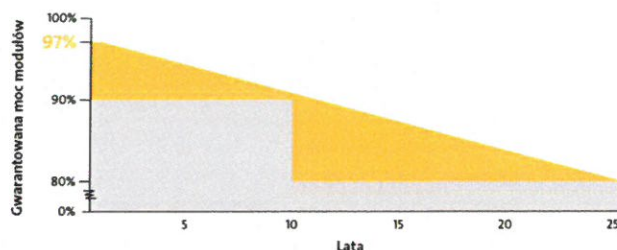
Lokalizacja	Krypno
Dane klimatyczne	Krypno
Moc systemu AC	36 kW
Moc systemu DC	39,44 kWp
Roczna produkcja energii	32 892 kWh
Stosunek wydajności (PR)	73 %
Uzysk względny	834,3 kWh/kWp



Rys. 11. Prognoza produkcji

#### 4.2.1. Prognoza produkcji w okresie 25 lat eksploatacji

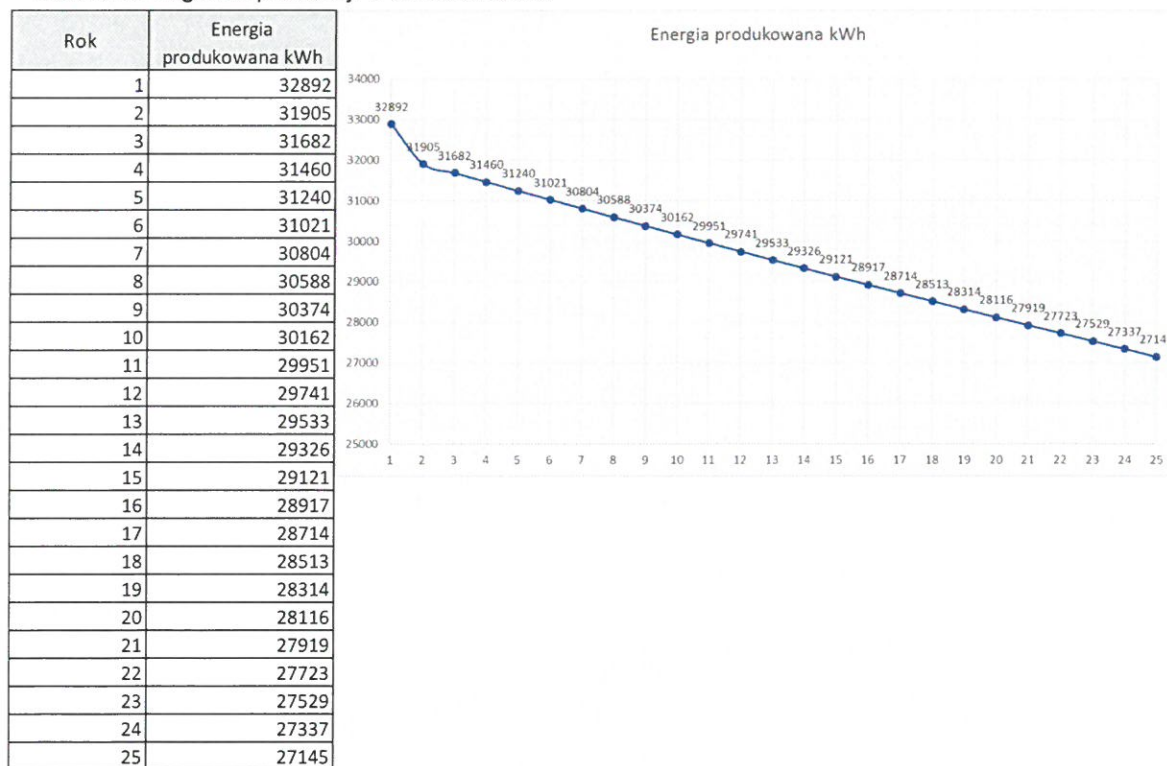
Producent planowanych modułów fotowoltaicznych przez 25 lat gwarantuje maksymalny spadek mocy o stałą wartość procentową. W pierwszym roku moduły zachowają co najmniej 97% mocy nominalnej. Maksymalny spadek mocy o 0,7% rocznie. Gwarantowana moc modułu po 25 latach eksploatacji min. 80% mocy nominalnej.



Rys. 12. Spadek mocy modułów

Zgodnie z powyższymi założeniami poniżej zamieszczona została prognoza produkcji energii elektrycznej na przestrzeni 25 lat.

Tabela 5 Prognoza produkcji w okresie 25 lat.



#### 4.3. Kosztorys Inwestorski

---



Przedmiar				
Etapy robót	Nr pozycji	Przedmiot wyceny	jednostka	liczba
1	2	3	4	5
ETAP I	<b>1.</b>	<b>Prace budowlane</b>		
	1.1	Dostawa konstrukcji wsporczej	kpl.	1,0
	1.2	Montaż konstrukcji wsporczej	kpl.	1,0
ETAP II	<b>2.</b>	<b>Dostawa i montaż modułów PV</b>		
	2.1	Dostawa modułów fotowoltaicznych	szt.	134,0
	2.2	Montaż modułów fotowoltaicznych	szt.	134,0
ETAP III	<b>3.</b>	<b>Budowa instalacji elektrycznych</b>		
	3.1	Roboty budowlane instalacji elektrycznych DC	kW	1,0
	3.2	Materiały instalacyjne	szt.	1,0
	3.3	Kabel SOLARNY (mb)	m	250,0
	3.4	Ochrona przeciwprzepięciowa dwustopniowa B+C	szt.	1,0
	3.5	Roboty budowlane instalacji elektrycznych AC	kW	1,0
	3.6	Przewód LgY 1x16	m	250,0
	3.7	Kabel elektroenergetyczny YKYżo 5x10	m	8,0
	3.8	Kabel elektroenergetyczny YAKYżo 5x50	m	150,0
	3.9	Rozdzilenica RPV - 3f	szt.	1,0
	3.10	Dostawa inwerterów	szt.	1,0
	3.11	Montaż inwerterów	szt.	1,0
	<b>4.</b>	<b>Instalacja odgromowa i uziemiająca</b>		
	4.1	Wyrównanie potencjałów	kpl.	1,0
	4.2	Bednarka 25x4	m	100,0
	<b>5.</b>	<b>Monitoring i sterowanie elektrowni</b>		
	5.1	Dostawa urządzeń monitoringu inwerterów	kpl.	1,0
5.2	Montaż urządzeń monitoringu inwerterów	kpl.	1,0	
ETAP IV	<b>6.</b>	<b>Dokumentacja i odbiór</b>		
	6.1	Uruchomienie, pomiary, testy odbiory, dokumentacja powykonawcza	kpl.	1,0

#### 4.4. Efekt ekologiczny

##### Obliczenie efektu ekologicznego:

\*Wskaźniki emisyjności wyprodukowanej energii elektrycznej w roku 2015 dla odbiorców końcowych energii elektrycznej, wyliczone na podstawie informacji Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE)- luty 2017.

- Roczne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery, t/rok: **26,71 ton/rok**

##### Obliczenia:

##### Wskaźnik unikniętej emisji CO<sub>2</sub> wg. KOBiZE:

1MWh – 812 kg

##### Roczne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery:

$\Delta E = 0,812 * 32,892 = 26,71 \text{ ton/rok}$

Redukcja emisji CO<sub>2</sub> wynosi zatem  $32892/78725 = 41,78\%$

- Roczne ograniczenie emisji tlenku węgla CO do atmosfery, t/rok:  $0,234 * 32,892 = 7,7 \text{ ton/rok}$
- Roczne ograniczenie emisji tlenku azotu NO<sub>x</sub> do atmosfery, t/rok:  $0,954 * 32,892 =$

**31,38 ton/rok**

- Roczne ograniczenie emisji tlenku siarki SO<sub>2</sub> do atmosfery, t/rok:  $1,516 * 32\ 892 =$   
**49,86 ton/rok**
- Roczne ograniczenie emisji pyłów ogólnych do atmosfery, t/rok:  $0,062 * 32\ 892 =$   
**2,04 ton/rok**

#### 4.5. Efekt ekonomiczny

Sumarycznie w skali roku zapotrzebowanie energetyczne obiektu jest na poziomie 78 725 kWh. Proponowana instalacja o mocy 39,44 kWp, wyprodukuje około 32 892 kWh. Koszt budowy instalacji, zgodnie z załączonym kosztorysem wynosi 171 102,00 zł netto.

Średni koszt pozyskania kWh wyniósł 0,70 zł. Z uwagi na charakter pracy zakładu nie prognozuje się wystąpienie nadwyżki energii dystrybuowanej do sieci energetycznej. Wdrożenie projektu pozwoli na uzyskanie efektu ekonomicznego, którego podstawowe parametry przedstawiono w tabeli.

**Tabela 6** Podstawowe wyniki symulacji .

<b>Efekt ekonomiczny</b>		
opis	wartość	j.m.
<b>Zapotrzebowanie na energię</b>	78725,00	kWh
<b>Energia wytworzona w PV</b>	32892,07	kWh
<b>Energia zużyta bezpośrednio</b>	32892,07	kWh
	<b>100</b>	%
<b>Szacowana nadwyżka energii wprowadzona do sieci</b>	0,00	kWh
	-	%
<b>Koszt jednostkowy energii</b>	0,70	zł/kWh
<b>Oszczędność</b>	<b>23 024,45</b>	zł
<b>Cena sprzedaży energii</b>	0,17	zł/kWh
<b>Sprzedaż nadwyżek</b>	-	zł
<b>Wartość Inwestycji</b>	171 102,00	zł

## 5. Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary testerem instalacji PV zgodnym z normą VDE0126-23(EN 62446):

- stanu izolacji kabli zasilających DC (1000V),
- pomiar napięcia jałowego U<sub>oc</sub> do 1000VDC,
- pomiar prądu zwarciovego I<sub>sc</sub>,
- weryfikacja polaryzacji połączeń DC

oraz :

- stanu izolacji kabli zasilających AC (według normy PN-HD 60364-6:2008),
- rezystancji uziemienia (według normy PN-HD 60364-6: 2008),
- sprawdzenie wyłączników różnicowo-prądowych (według normy PN-HD 60364-6:2008);
- pomiar skuteczności pętli zwarcia (według normy PN-HD 60364-6:2008).

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić protokoły (według norm PN-HD 60364-6:2008, EN 62446) stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętej opracowaniem instalacji.

## **6. UWAGI KOŃCOWE**

- 1) Całość robót instalacyjno-montażowych wykonać zgodnie z Polskimi Normami i Przepisami.
- 2) Całość prac wykonać ze szczególnym uwzględnieniem wymagań BHP.
- 3) Stosować materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie,
- 4) Zmiany należy uzgodnić z autorem opracowania.
- 5) Prace w pobliżu i na częściach czynnych urządzeń elektroenergetycznych wykonywać po wyłączeniu zasilania, uziemieniu i dopuszczeniu do pracy pod nadzorem upoważnionych pracowników Inwestora.
- 6) Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji wykonawca obowiązany jest dostarczyć inwestorowi dokumentację powykonawczą, w tym:
  - dokumentację techniczną z naniesionymi ewentualnymi zmianami,
  - protokół badań rezystancji izolacji,
  - protokół badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
  - certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych.

## 7. LITERATURA

### 7.1. Normy

- PN-E-83017 Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
- PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów.
- PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi.
- PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.
- PN-EN 60439-4:2008 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne.
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych.
- PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzenie.
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
- PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.



- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.
- PN-IEC 60364-5-534:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
- PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
- PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych.
- PN-E-05125: 1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-HD 62305-1:2008 Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-HD 62305-2:2008 Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- PN-HD 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-HD 62305-4:2009 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.

## 8. Załączniki

- Schemat strukturalny – PV-1;
- Rzut terenu. Lokalizacja urządzeń. – PV-2;
- Schemat elektryczny – PV-3;
- Schemat rozdzielnic DC – PV-4.1, PV-4.2;
- Schemat rozdzielnic AC – PV-5;
- Symulacja produkcji energii elektrycznej.

*mgr inż. Karol Citkowski*  
 Upr. bud. do projektowania bez ograniczeń w  
 specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i  
 urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych  
 Nr upr. PDI.005.0001.POOE/08  
 POIB Nr PDI.005.0001.0124/08

MAPA DO CELÓW PROJEKTOWYCH	
Oznaczenia kancelaryjne zgłoszonej pracy Nr Rob. Wyk. 76/2015 GG.6641.349.2015	
<b>MIEJSCOWOŚĆ</b> DLUGOLEKA	
Jednostka ewidencyjna	200805_2
KRYPNO	
Identyfikator nazwa	200805_2.0004
Identyfikator nazwa	DLUGOLEKA
Obszr ewidencyjna nazwa	1:500 (przeznaczenie ze skali 1:1000)
<b>SKALA MAPY</b>	1:500 (przeznaczenie ze skali 1:1000)
Nazwa układu współrzędnych	układ 1985 arena 2
Wysokościowy	KRONSZTADT 60
Oznaczenie granic obszaru który był przedmiotem aktualizacji -----	
Oznaczenie i informacje o skutekownościach gruntowych mających wpływ na zagospodarowanie gruntów zokolizowanych w granicach projektowanej inwestycji brak	
Oznaczenie i symbol konturu wzyru gruntowego, który nie jest uprawniony w bieżce danych ewidencyjnych i budowlanych	
Data opracowania mapy	20.05.2015
Aлк. mapy zasadniczej	245.12.11.111
Podpisane Biuro Geodety Kancelaria i Rekonstrukcji Gruntów s.c. Grzegorz Kocmyński, Jerzy Kocmyński 15-084 Bielżyce, ul. E. Orzeszowej 32 NIP 6540-77-72-590, REGON 052133479 tel./fax 65 1326 131, e-mail: podkrp@wp.pl Grzegorz Kocmyński 20.05.2015	
MWMA / inż. / zakres Wzrostki data / podpis osoby odpowiedzialnej Nr R. 01/14/17-01	

INFORMACJA O PUNKTACH OSNOWY PODSTAWOWEJ I SZCZEGÓLWEJ W GRANICACH OPRACOWANIA	
Nr punktu brak	Rodzaj stabilizacji



**STAROSTA POWIATU  
MONIECIEGIEGO**

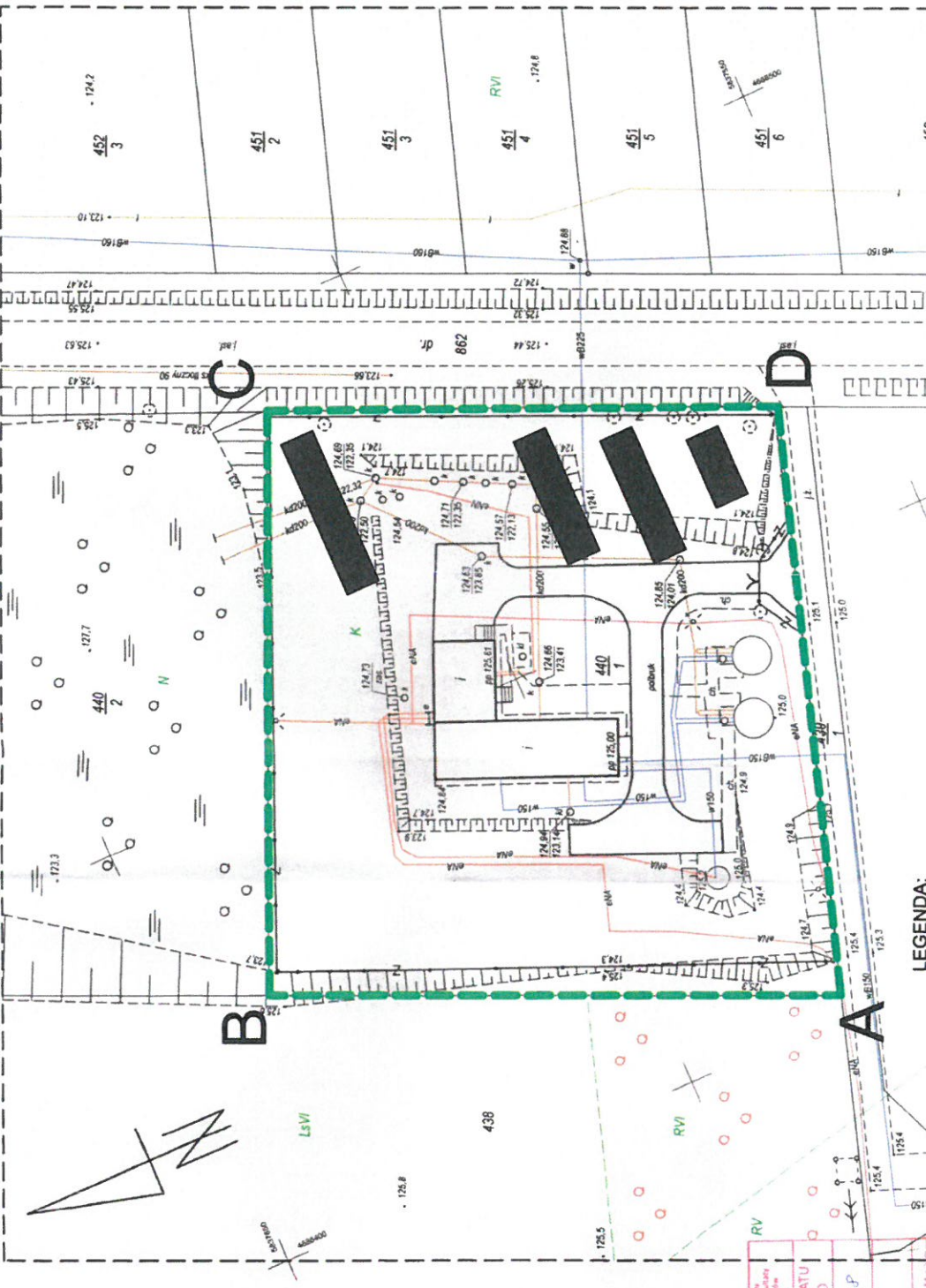
**P 2008. 20.12.24.P**

**03 CIE. 2015**

**Z up. STAKOŚĆ podinapektu**

*Jerzy Bukowski*

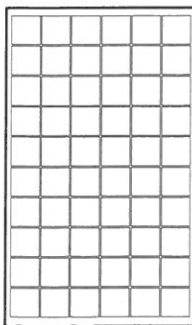
Przewidywana rok. do 30.09.2015 r. na podstawie danych z dnia 19.07.2015 r. w sprawie planu gospodarczego i budżetu powiatu monieckiego na 2015 r. (z wyjątkiem budżetu budżetowego powiatu monieckiego) w sprawie budżetu powiatu monieckiego na 2015 r. (z wyjątkiem budżetu budżetowego powiatu monieckiego)



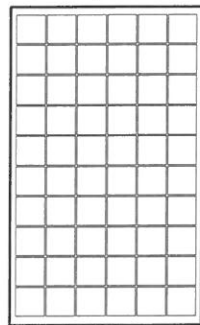
<b>AJAKA</b> PRACOWNIA PROJEKTOWA I REALIZACJI INWESTYCYJ JANUSZ KARSKI 15-113 Bielżyce, ul. Gen. W. Andersza 38 lok. 308 tel. (085) 675 50 20	
INWESTOR	Gmina Krypno
ADRES	Krypno Koszelińska 23b, 19-111 Krypno
STADIUM	Dokumentacja Techniczna
NAZWA	Rzut dachu
Zespół autorski	Nazwisko i Imię Uprawnienia Podpis
Opracował	mjr inż. Karol Chłowski
Współpracował	mjr inż. Grzegorz Twardowski
Współpracował	mjr inż. Patryk Ostrowski
Współpracował	inż. Lukasz Ciko

LEGENDA:	
A, B, C, D - zakres opracowania	-----
439/2 - zakres opracowania	-----

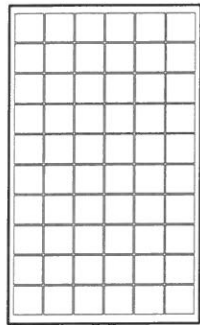
Sekcja DC1  
2x22' (290Wp)



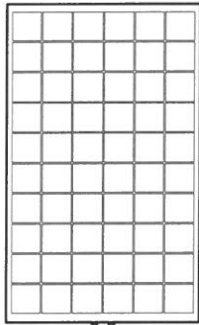
Sekcja DC2  
2x18' (290Wp)



Sekcja DC3  
2x18' (290Wp)

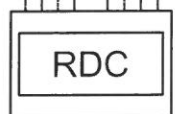


Sekcja DC4  
1x20' (290Wp)



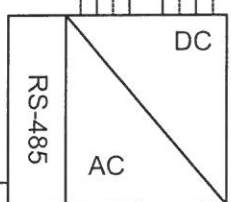
14x Solar 4mm<sup>2</sup>

Napięcie max.  
1000V DC



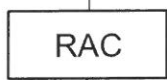
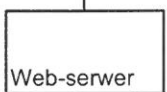
Ogranicznik przepięć DC

8x Solar 4mm<sup>2</sup>



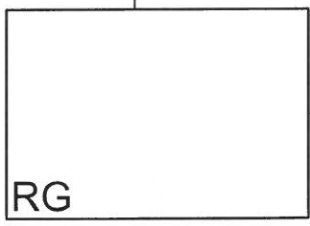
Inwerter  
P = 36 kW, S = 40 kVA

FTP 4x2x0,5; kat. 5e



YKYżo 5x25

YAKY 4x150



Sieć zasilająca PGE

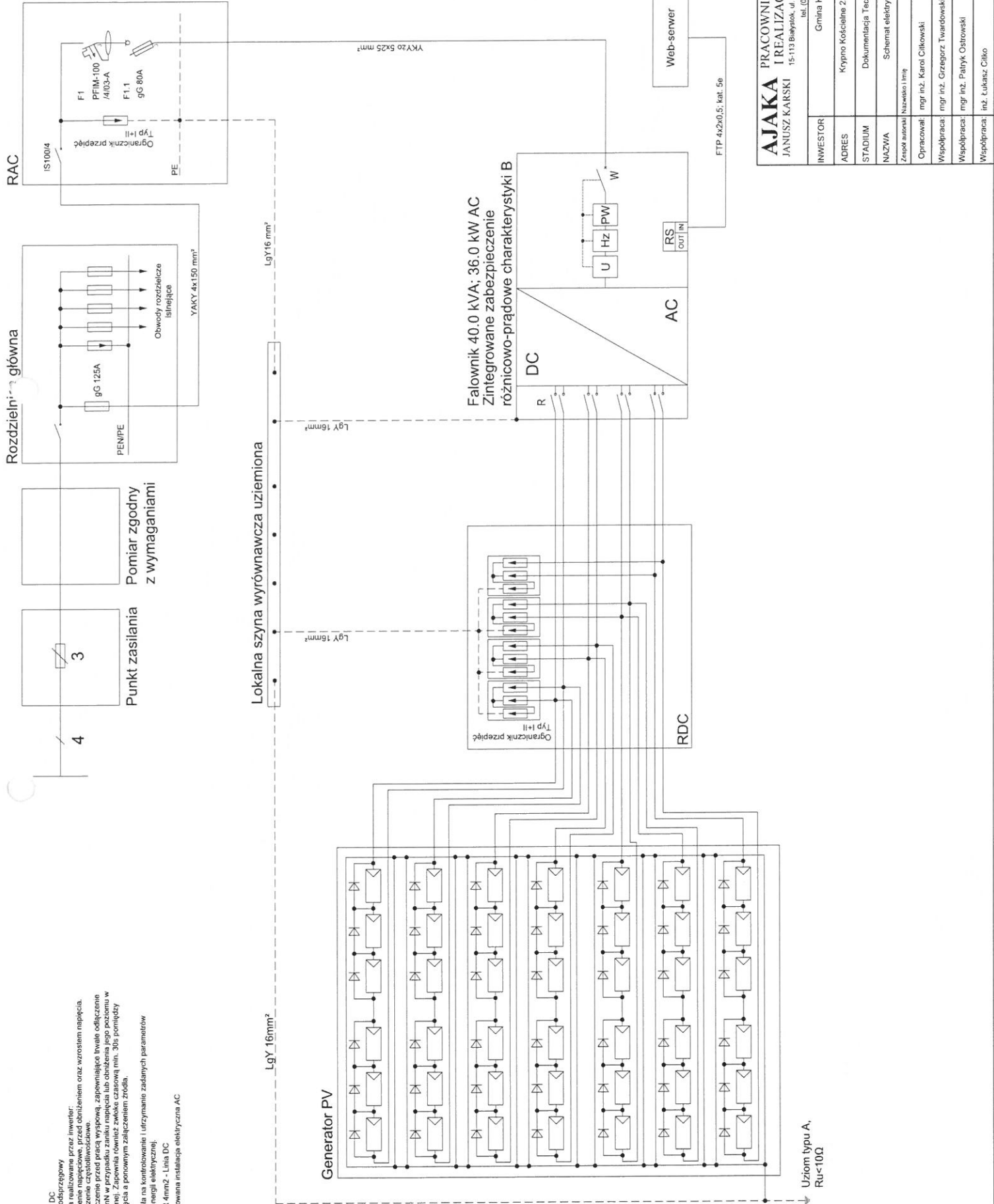
<b>AJAKA</b> PRACOWNIA PROJEKTOWA I REALIZACJI INWESTYCJI JANUSZ KARSKI 15-113 Białystok, ul. Gen. W. Andersa 38 lok. 308 tel. (085) 675-20-20			
INWESTOR	Gmina Krypno		
ADRES	Krypno Kościelne 23b, 19-111 Krypno		
STADIUM	Dokumentacja Techniczna	Rys. nr	PV-2
NAZWA	Schemat strukturalny	Data	03.2017
Zespół autorski	Nazwisko i Imię	Uprawnienia	Podpis
Opracował:	mgr inż. Karol Citkowski	PDL/0058/POOE/08	<i>[Signature]</i>
Współpraca:	mgr inż. Grzegorz Twardowski		
Współpraca:	mgr inż. Patryk Ostrowski		
Współpraca:	inż. Łukasz Citko		

**LEGENDA**

- R - Rozłączniki DC
- W - Wyłącznik odprężający
- Zabezpieczenia realizowane przez inwerter:
- U - Zabezpieczenie napięciowe, przed obniżeniem oraz wzrostem napięcia.
- Pz - Zabezpieczenie częstotliwościowe.
- Prz - Zabezpieczenie przed zwarciem.
- Prz - Zabezpieczenie przed zwarciem, zapewnienie białego odłączenia źródła energii od sieci dystrybucyjnej lub odłączenia jego poziomu w sieci dystrybucyjnej. Zapewnienie również zwłoki czasowej min. 30s pomiędzy powrotem napięcia a ponownym załączeniem źródła.

Inwerter pozwala na kontrolowanie i utrzymanie zadanych parametrów jakościowych energii elektrycznej.

- SOLAR 4mm<sup>2</sup> - Linia DC
- Projektowana instalacja elektryczna AC

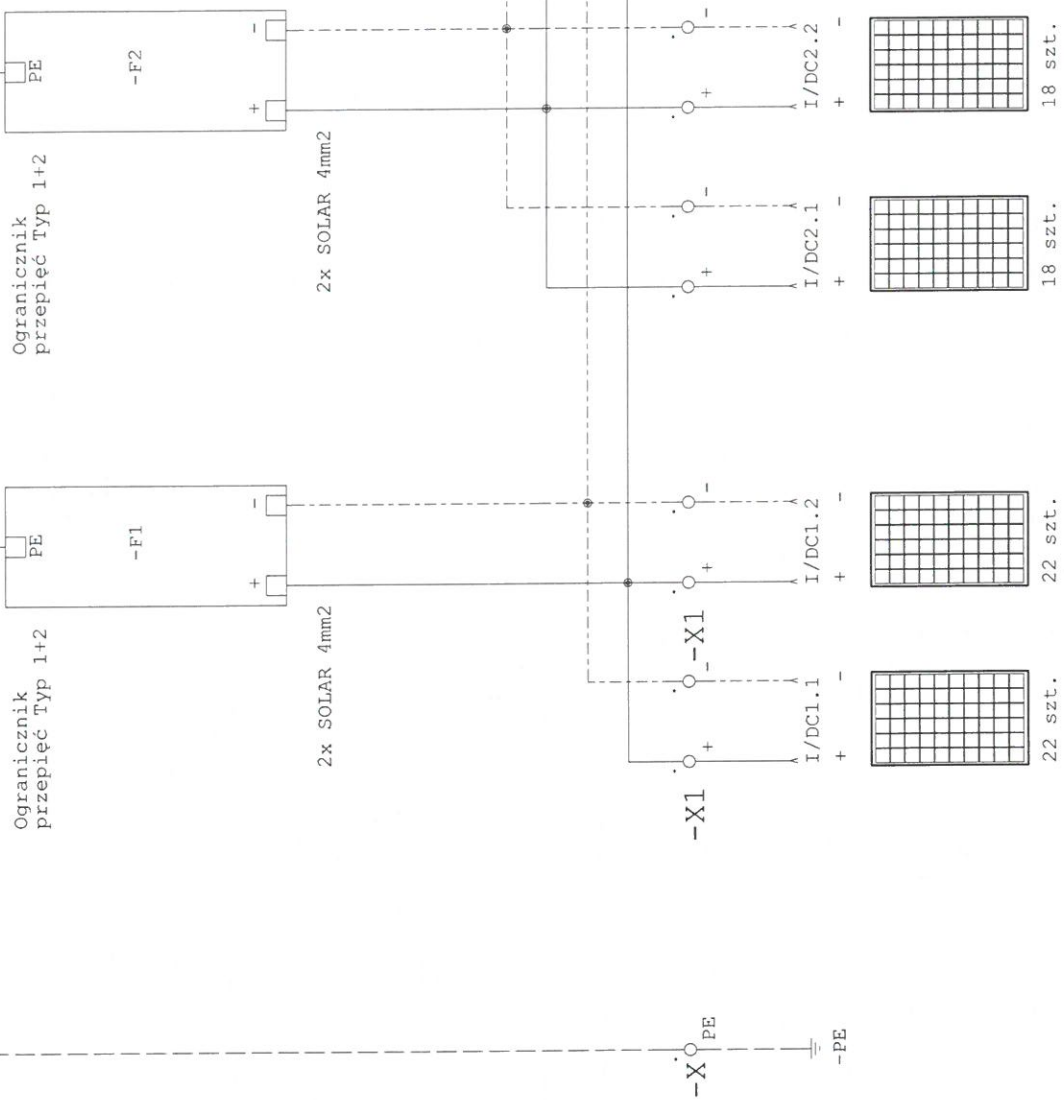


<b>AJAKA</b> PRACOWNIA PROJEKTOWA I REALIZACJI INWESTYCJI	
JANUSZ KARSKI 15-113 Białystok, ul. Gen. W. Andersa 38 lok. 308 tel. (085) 675-20-20	
INWESTOR	Gmina Krypno
ADRES	Krypno Kościelne 23b, 19-111 Krypno
STADIUM	Dokumentacja Techniczna
NAZWA	Schemat elektryczny
Zespół autorski	Nazwisko i Imię
Opracował:	mgr inż. Karol Cilkowski
Współpracował:	Pracownica
Współpracował:	mgr inż. Grzegorz Twardowski
Współpracował:	mgr inż. Patryk Ostrowski
Współpracował:	inż. Łukasz Cilkowski
Rys. nr	PV-3
Data	03.2017
Podpis	



LGY 1x16mm<sup>2</sup>

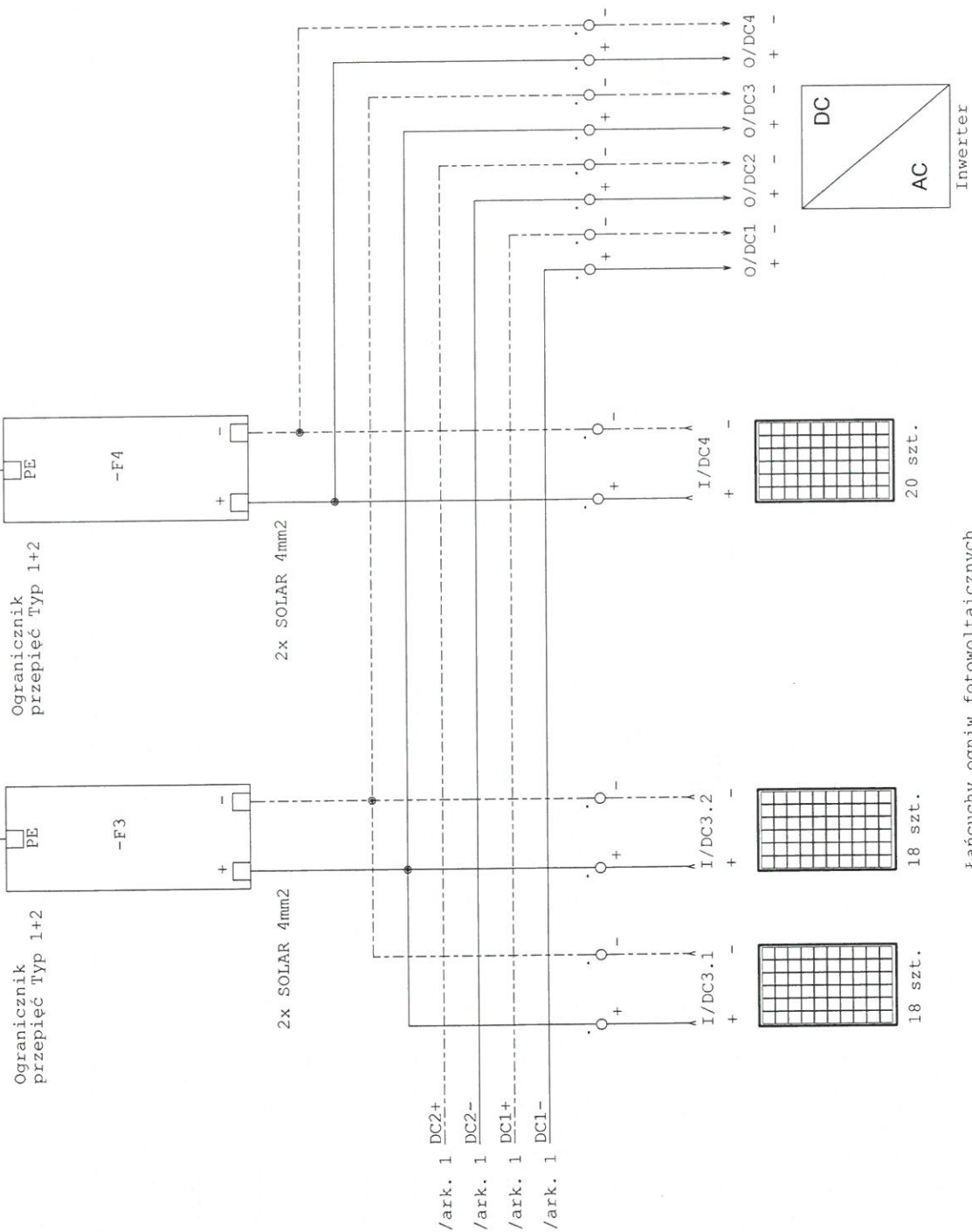
PE/ark. 2



Łańcuchy ogniw fotowoltaicznych

<b>AJAKA</b> PRACOWNIA PROJEKTOWA I REALIZACJI INWESTYCJI 15-113 Białystok, ul. Gen. W. Andersa 38 lok. 308 tel. (085) 675-20-20			
INWESTOR:	Gmina Krypno		
ADRES:	Krypno Kościelne 23b, 19-111 Krypno		
STADIUM:	Dokumentacja Techniczna		
NAZWA:	Rozdzielnica DC		
Zespół autorski	Nazwisko i Imię	Uprawnienia	Data
Opracował:	mgr inż. Karol Cilkowski	POI.0056.POOE08	03.2017
Współpraca:	mgr inż. Grzegorz Twardowski		Podpis
Współpraca:	mgr inż. Patryk Ostrowski		
Współpraca:	inż. Łukasz Cilkowski		

/ark. 1 PE



/ark. 1 DC2+  
/ark. 1 DC2-  
/ark. 1 DC1+  
/ark. 1 DC1-

18 szt.

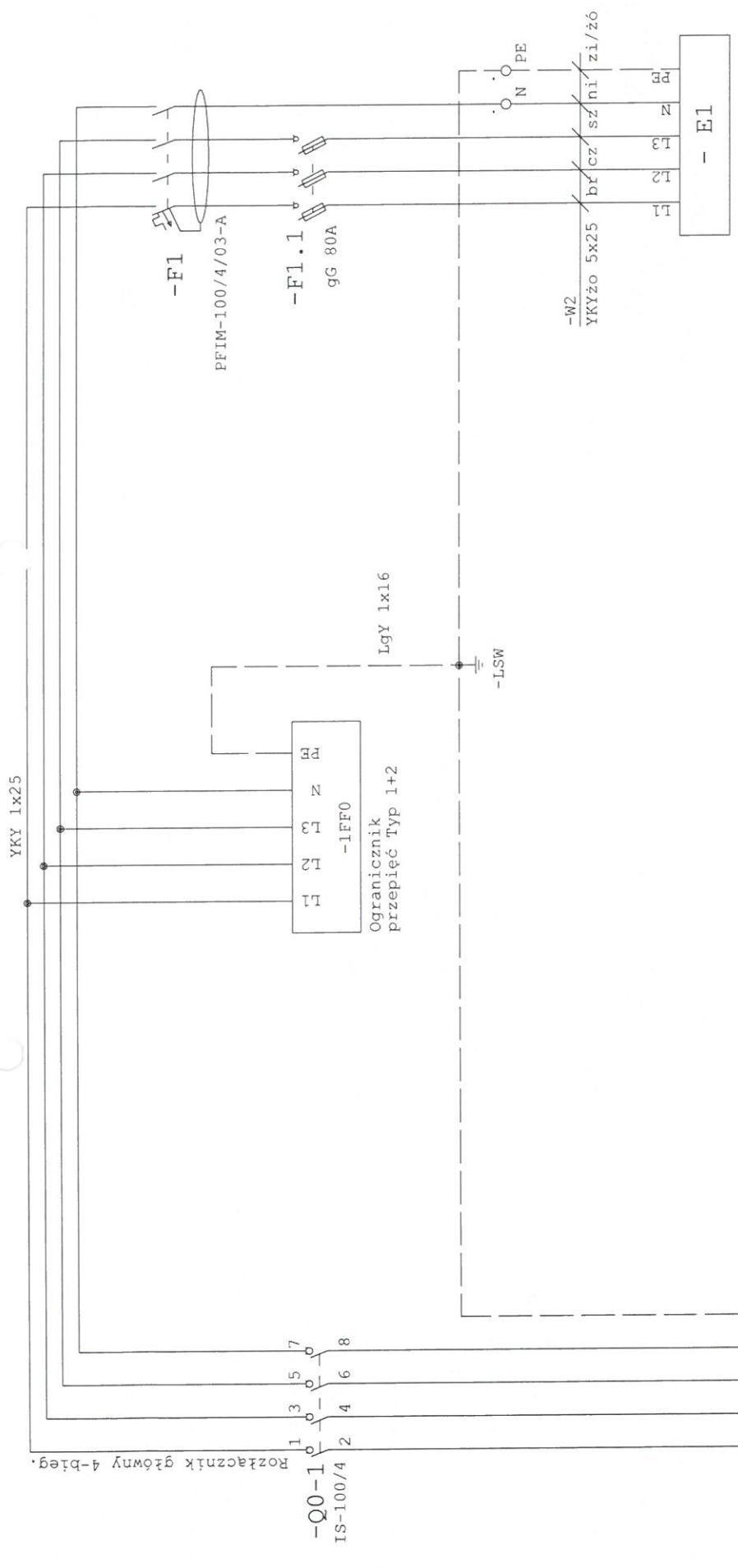
18 szt.

20 szt.

łańcuchy ogniw fotowoltaicznych

**AJAKA** PRACOWNIA PROJEKTOWA  
I REALIZACJI INWESTYCJI  
JANUSZ KARSKI 15-113 Białystok, ul. Gen. W. Andersa 38 lok. 308  
tel. (085) 675-20-20

INWESTOR	Gmina Krypno		
ADRES	Krypno Kościelne 23b, 19-111 Krypno		
STADIUM	Dokumentacja Techniczna	Rys. nr	PV-4.2
NAZWA	Rozdzielnica DC	Data	03.2017
Zespół autorski	Nazwisko i Imię	Uprawnienia	Podpis
Opracował:	mgr inż. Karol Cifkowski	PDU.0056/POOE/08	<i>d</i>
Współpraca:	mgr inż. Grzegorz Twardowski		
Współpraca:	mgr inż. Patryk Ostrowski		
Współpraca:	inż. Łukasz Cifko		



**AJAKA** PRACOWNIA PROJEKTOWA  
I REALIZACJI INWESTYCJI  
JANUSZ KARSKI  
15-113 Białystok, ul. Gen. W. Andersa 38 lok. 308  
tel. (085) 675-20-20

INWESTOR	Gmina Krypno		
ADRES	Krypno Kościelne 23b, 19-111 Krypno		
STADIUM	Dokumentacja Techniczna		
NAZWA	Rozdzielnica AC		
Zespół autorski	Nazwisko i Imię	Uprawnienia	Data
Opracował:	mgr inż. Karol Cilkowski	PDU0056/PO0E08	03.2017
Współpraca:	mgr inż. Grzegorz Twardowski		Podpis
Współpraca:	mgr inż. Patryk Ostrowski		<i>[Signature]</i>
Współpraca:	inż. Łukasz Cilkowski		

LgY 1x16  
Połączyć z uzziemieniem  
konstrukcji wsporczych

