

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ul. 30-lecia 22, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	120, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie koncepcji budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych w celu uzyskania dofinansowania. Przed rozpoczęciem budowy wykonawca obowiązany jest do przygotowania indywidualnych projektów budowlano-wykonawczych.

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $TcI = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $TcP = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $TcP = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 3,92 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 3000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 150 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **3,92 kWp**. – 14 szt. modułów

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym E-01 – E-012.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych (rys. budowa systemu).

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyładowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielniczy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$I_B = 4,34 \text{ A}$  – dla instalacji trójfazowej o mocy 3,92 kW

$I_B = 5,78 \text{ A}$  – dla instalacji trójfazowej o mocy 4,48 kW

$I_B = 7,23 \text{ A}$  – dla instalacji trójfazowej o mocy 5,04 kW

$I_B = 7,23 \text{ A}$  – dla instalacji trójfazowej o mocy 5,60 kW

$I_B = 8,67 \text{ A}$  – dla instalacji trójfazowej o mocy 6,44 kW

$I_B = 8,67 \text{ A}$  – dla instalacji trójfazowej o mocy 6,72 kW

$I_B = 11,53 \text{ A}$  – dla instalacji trójfazowej o mocy 8,96 kW

$I_B = 14,45 \text{ A}$  – dla instalacji trójfazowej o mocy 9,80 kW

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 10A dla instalacji trójfazowej o mocy 3,92 kW

## 4.2 Dobór przewodów

### A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{l \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:



- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x4 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 3,92 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ul. 30-lecia 22, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	120, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

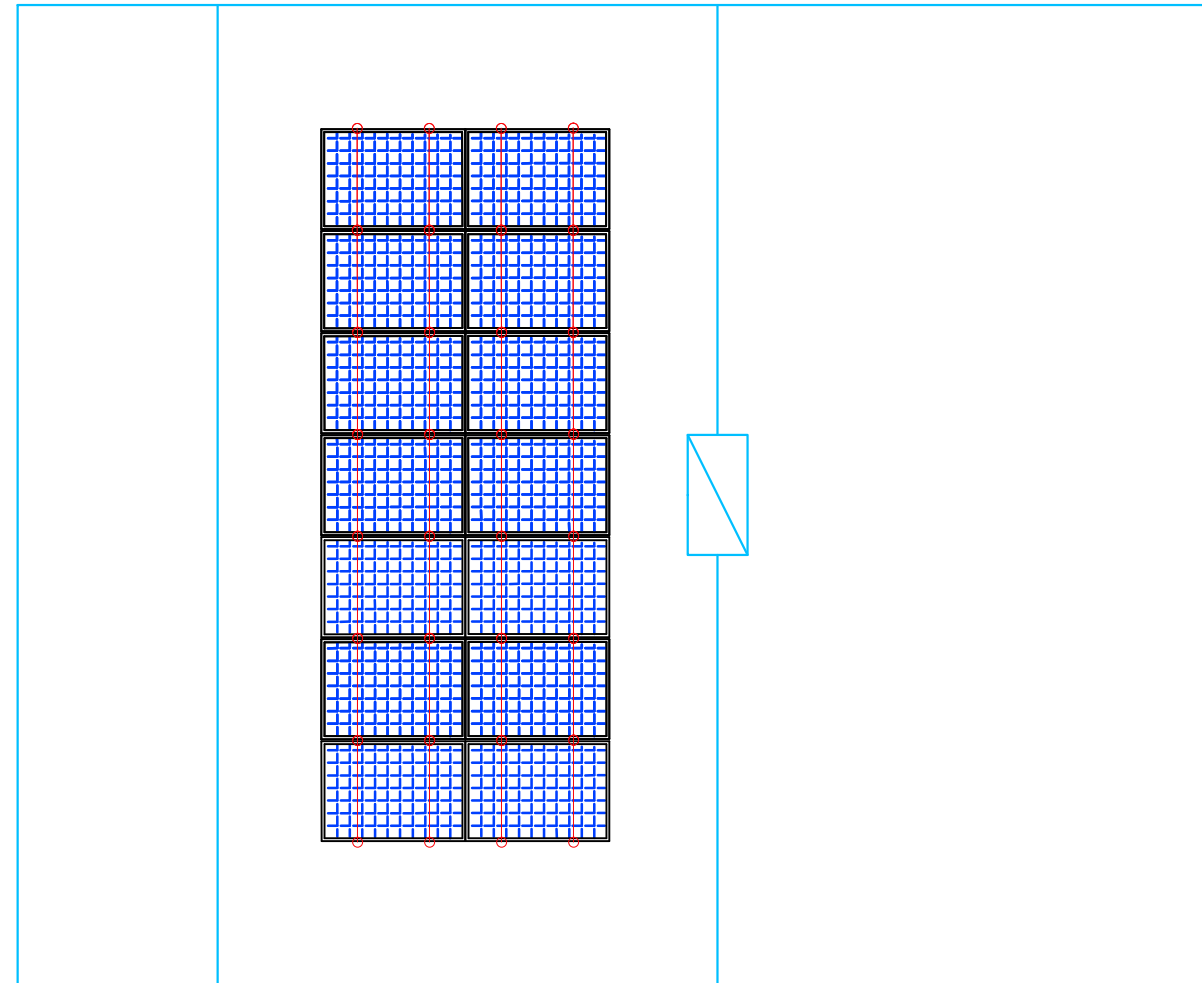
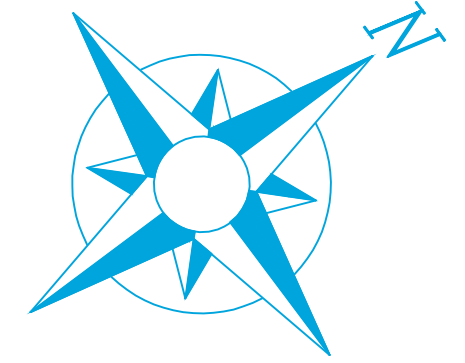
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

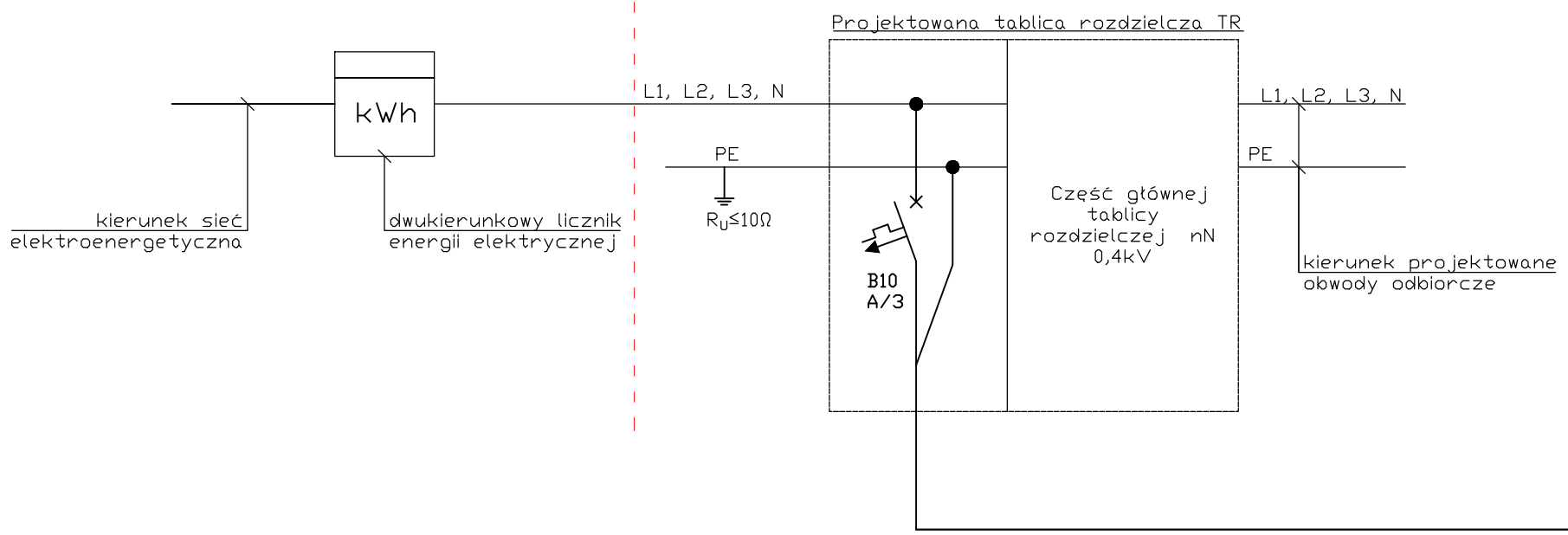
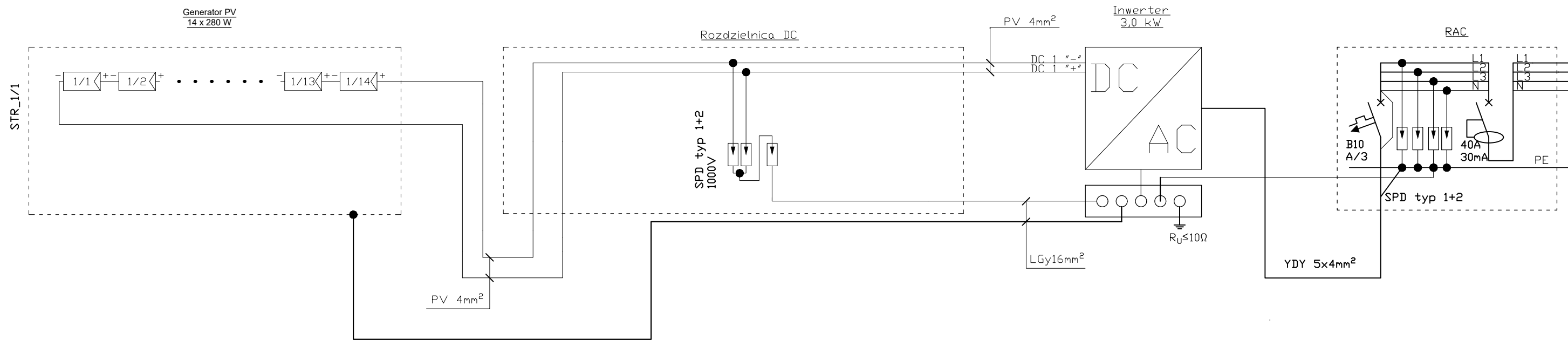
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 14  
Moc pojedynczego modułu: 350W  
Moc instalacji: 3,92 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	ul. 30lecia 22, Rybno, dz. nr 120		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-01



Granica własności

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	ul. 30lecia 30, Rybno, dz. nr 520		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.	Rys. nr K-01	

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ul. 30-lecia 30, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	300, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna



## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie koncepcji budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych w celu uzyskania dofinansowania. Przed rozpoczęciem budowy wykonawca obowiązany jest do przygotowania indywidualnych projektów budowlano-wykonawczych.

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $TcI = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $TcP = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $TcP = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 5,04 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 5000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 163 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **5,04 kWp. – 18 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych (rys. budowa systemu).

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzebieciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przebiegami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wylądowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielnicy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 7,23A \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 5,04 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 10A dla instalacji trójfazowej o mocy 3,92 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:  
- YDY 5x4 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 5,04 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ul. 30-lecia 30, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	300, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	



## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

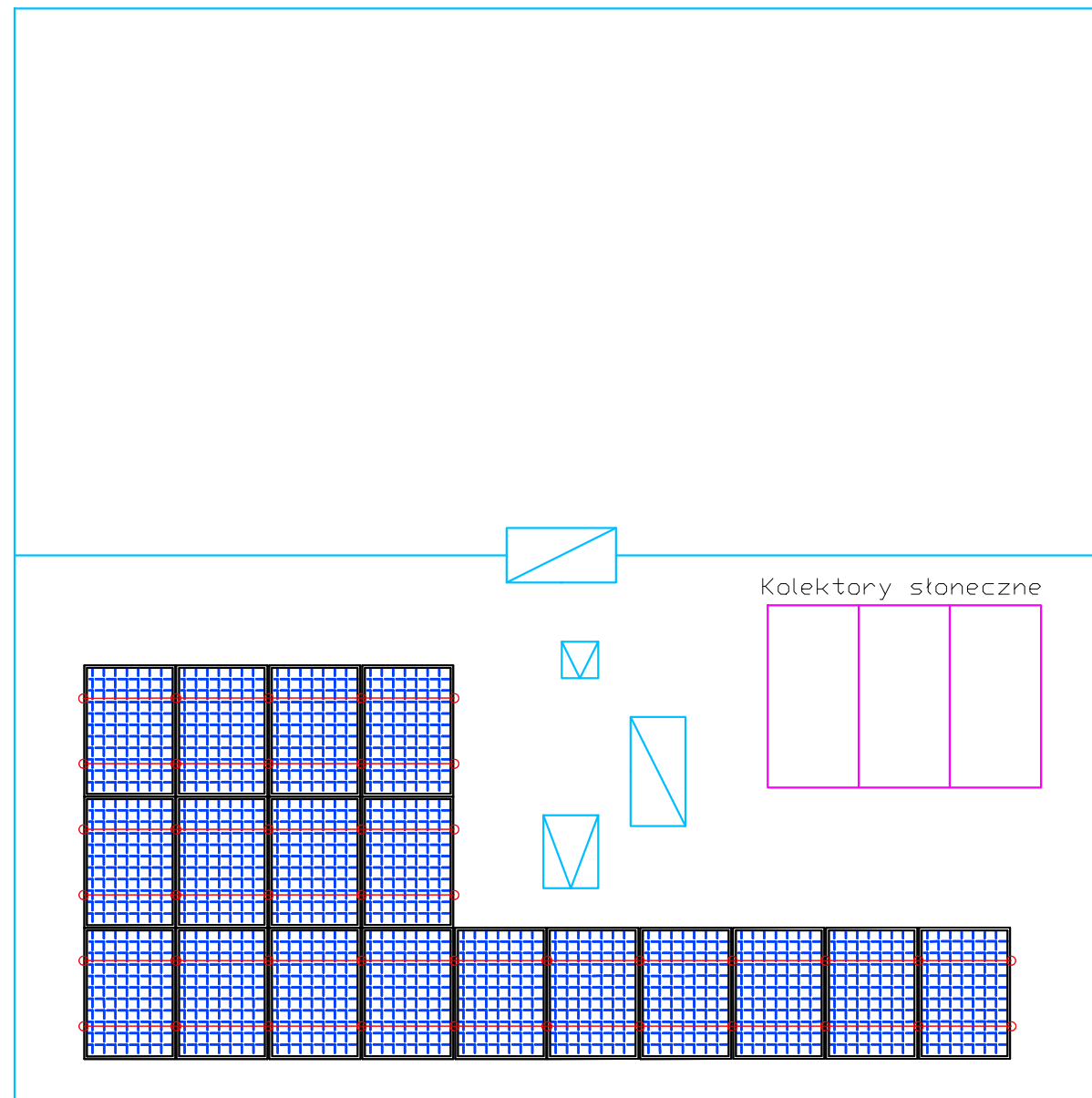
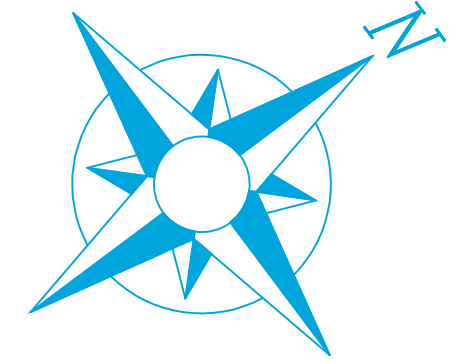
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

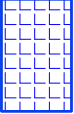


- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

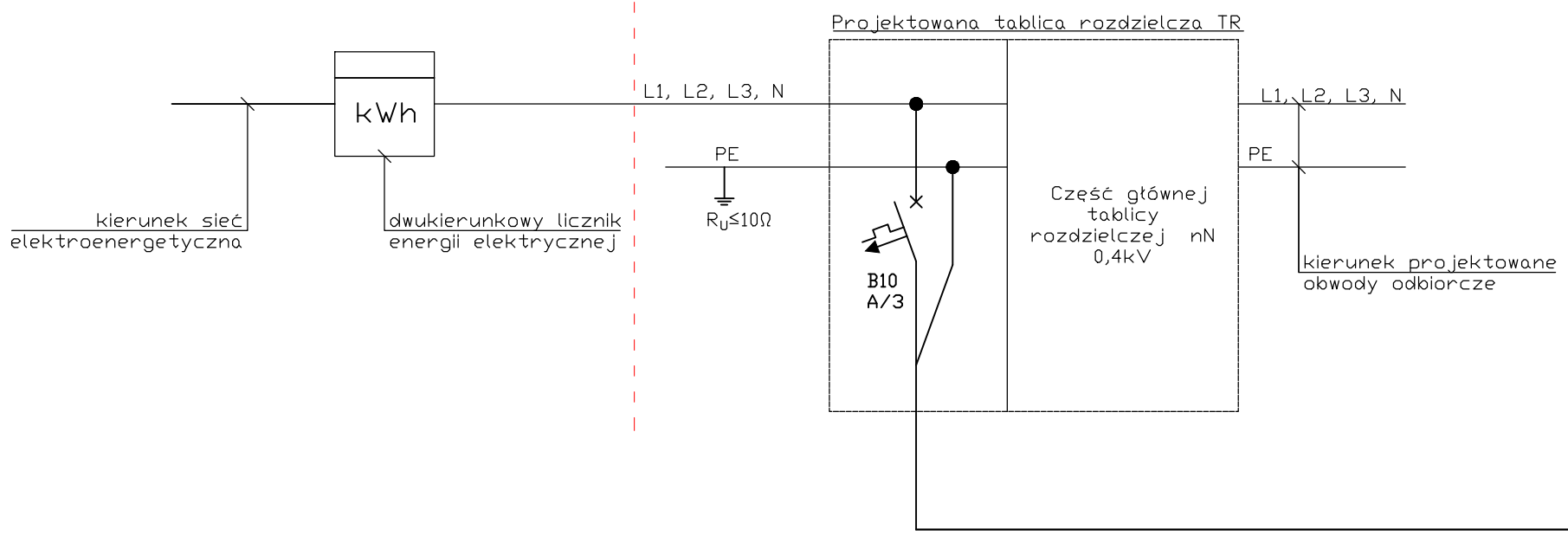
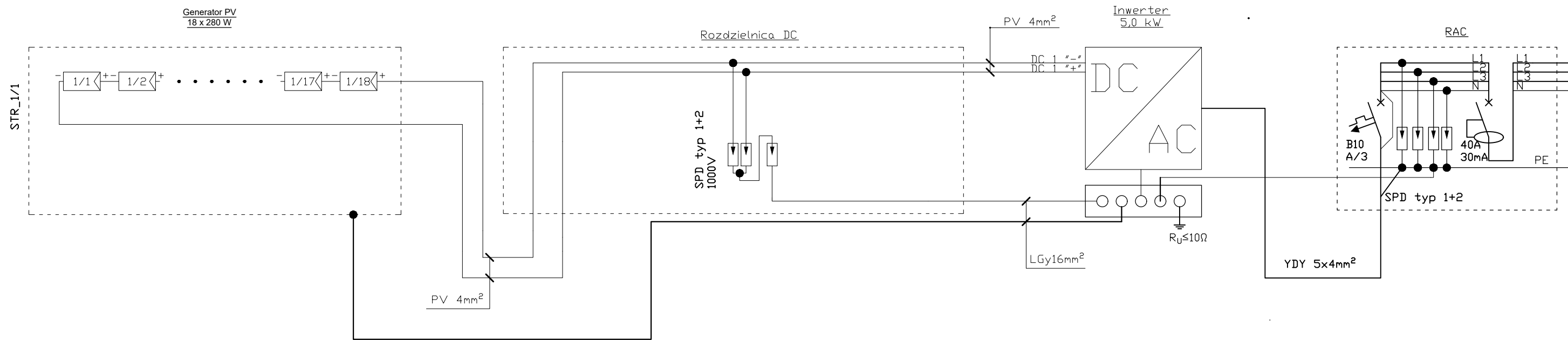
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 18  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 5,04 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	ul. 30lecia 30, Rybno, dz. nr 300		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-01



Granica własności

Rysunek:	Schemat techniczny		
Adres obiektu:	ul. 30lecia 30, Rybno, dz. nr 300		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.	Rys. nr S-01	

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ćmiszew Rybnowski 27A , 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 9/3, obręb Ćmiszew Rybnowski, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PW0E/15	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $T_{cl} = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $T_{cP} = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $T_{cP} = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 6,72 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 6000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 195 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,



### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **6,72 kWp. – 24 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzebieciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przebiegami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyładowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielnicy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 8,67 \text{ A} \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 6,72 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 16A dla instalacji trójfazowej o mocy 6,72 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

**[1]**

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

**[2]**

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

**[3]**

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x6 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 6,72 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ćmiszew Rybnowski 27A , 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 9/3, obręb Ćmiszew Rybnowski, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

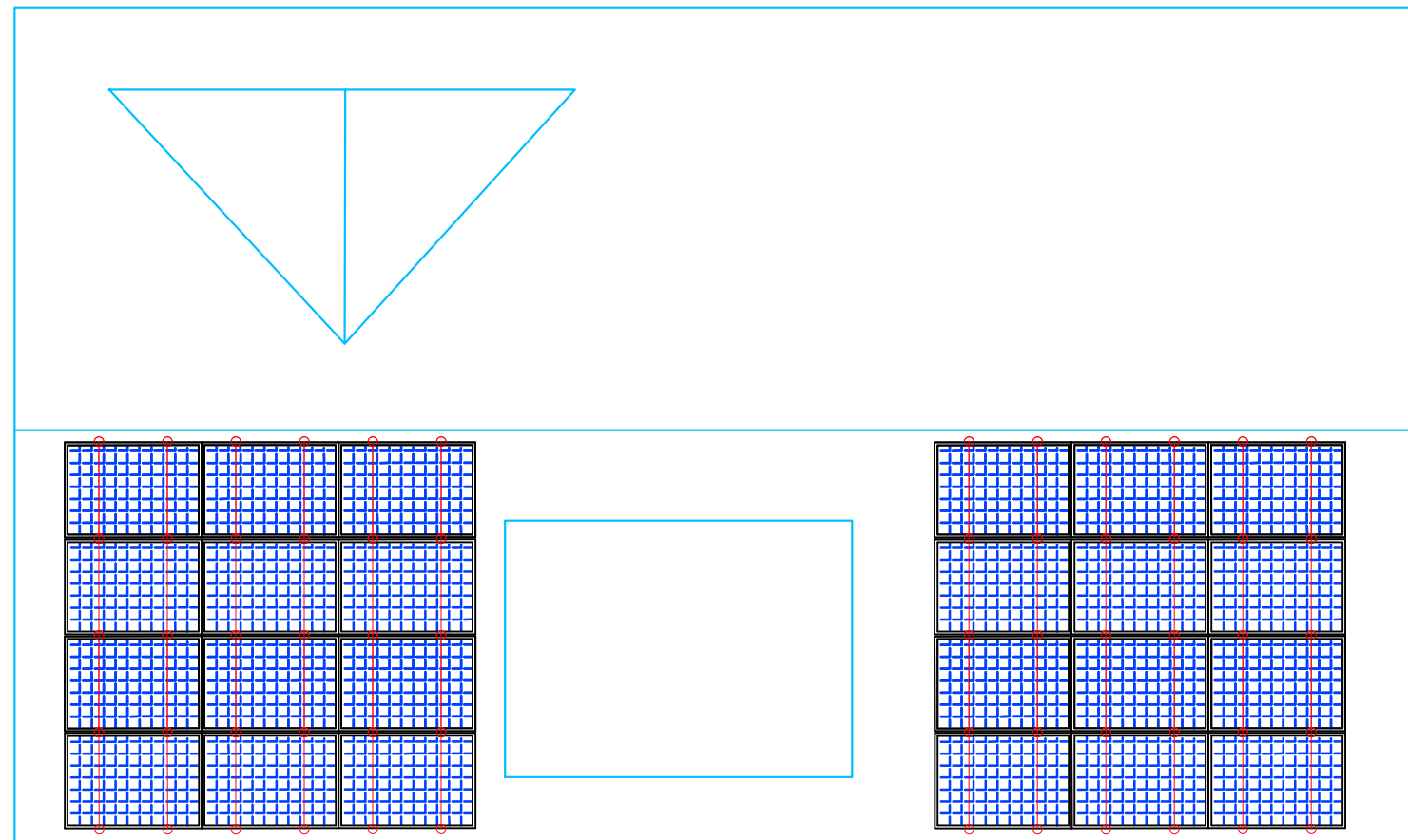
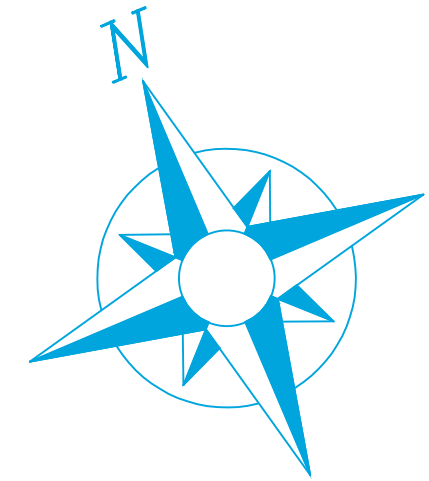
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.

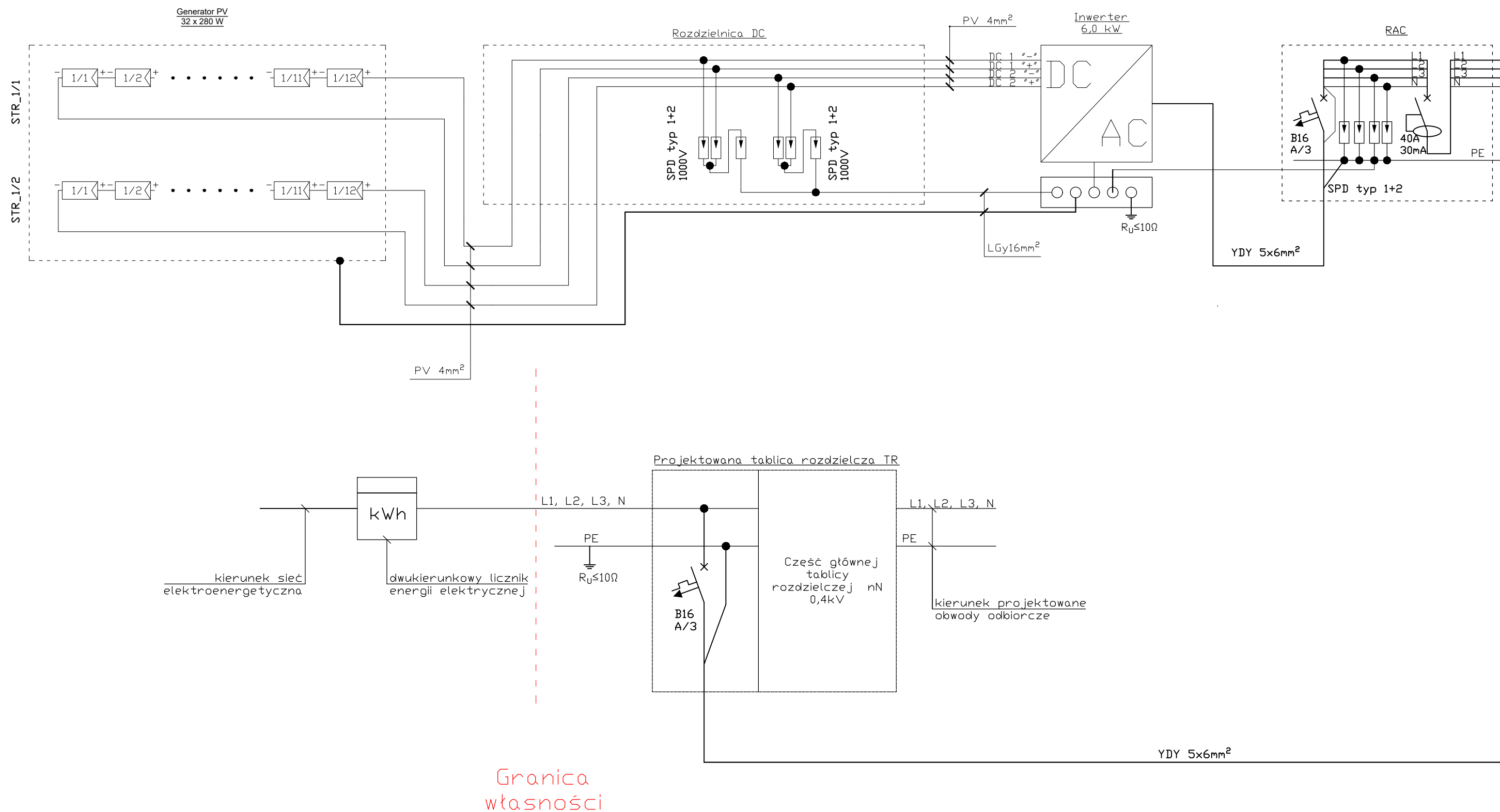


LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 24  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 6,72 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Ćmiszew Rybnowski 27A, dz. nr 9/3		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-01





Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej	
Adres obiektu:	Ćmiszew Rybnowski 27A, dz. nr 9/3	
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno	
Projektował:		
Opracował:		
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.	Rys. nr S-01

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Cypriany 5A, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 52, Obręb Cypriany, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PW0E/15	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $T_{cl} = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $T_{cP} = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $T_{cP} = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy do instalacji o mocy 8,96 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 8000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 267 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony przeciwporażeniowej – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **8,96 kWp. – 32 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyladowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielnicy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 11,53 \text{ A} \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 8,96 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 16A dla instalacji trójfazowej o mocy 8,96 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$



gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x6 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 8,96 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Cypriany 5A, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 52, Obręb Cypriany, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## **5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów**

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## **5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych**

n/d

## **5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi**

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## **5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych**

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

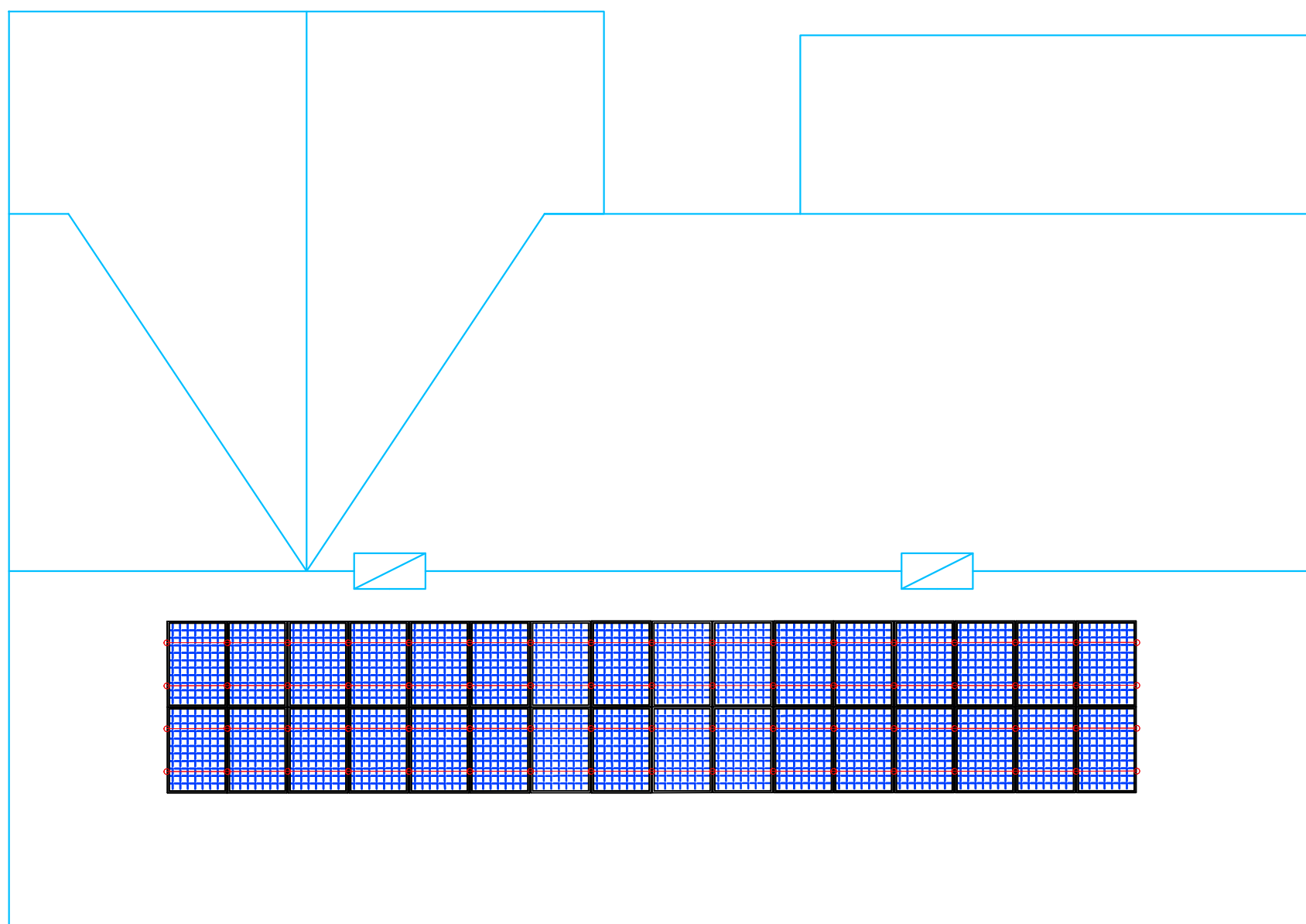
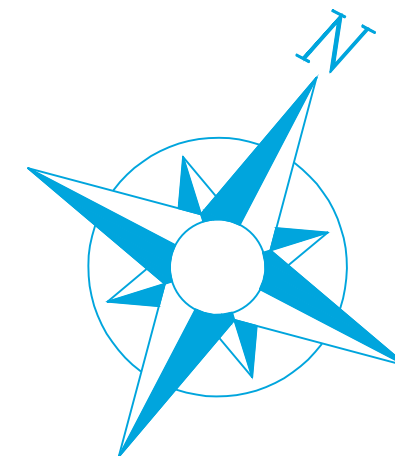
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

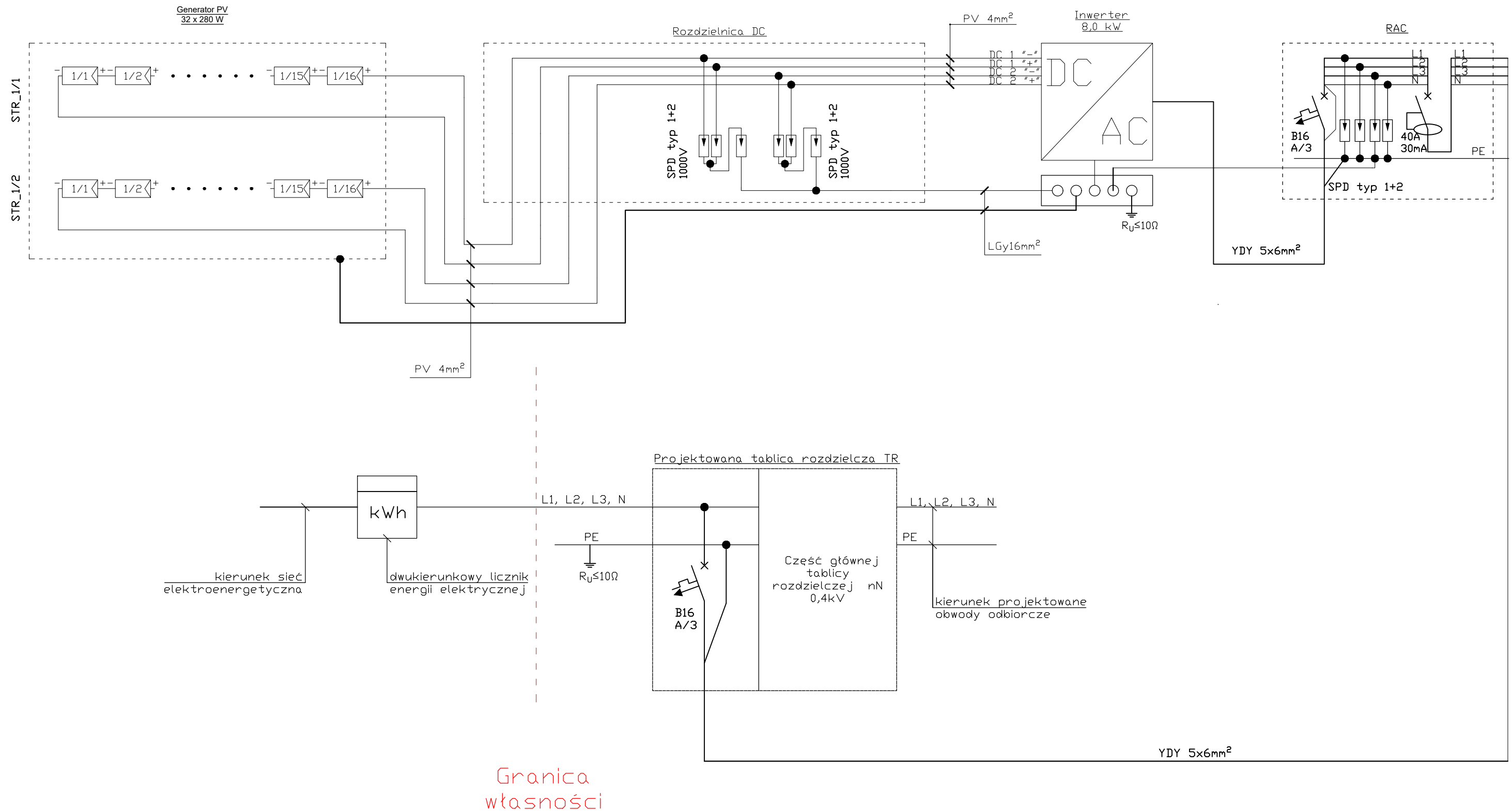
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 32  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 8,96 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	ul. Cypriany 5A, Rybno, dz. nr 52		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	OD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-01



Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	ul. 30lecia 22, Rybno, dz. nr 120		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: n.d.	Data: 05.2020 r.		Rys. nr S-01

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Jasieniec 26, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. 80, obręb Jasieniec, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PW0E/15	
Data opracowania:		05.2020

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna



## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie koncepcji budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych w celu uzyskania dofinansowania. Przed rozpoczęciem budowy wykonawca obowiązany jest do przygotowania indywidualnych projektów budowlano-wykonawczych.

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $T_{cl} = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $T_{cP} = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $T_{cP} = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 5,60 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 5000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC\ max1} / I_{DC\ max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 163 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **5,60 kWp. – 20 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych (rys. budowa systemu).

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzebieciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przebiegami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wylądowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielnicy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 7,23A \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 5,04 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 10A dla instalacji trójfazowej o mocy 3,92 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x4 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 5,60 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Jasieniec 26, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. 80, obręb Jasieniec, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNIE WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.



### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

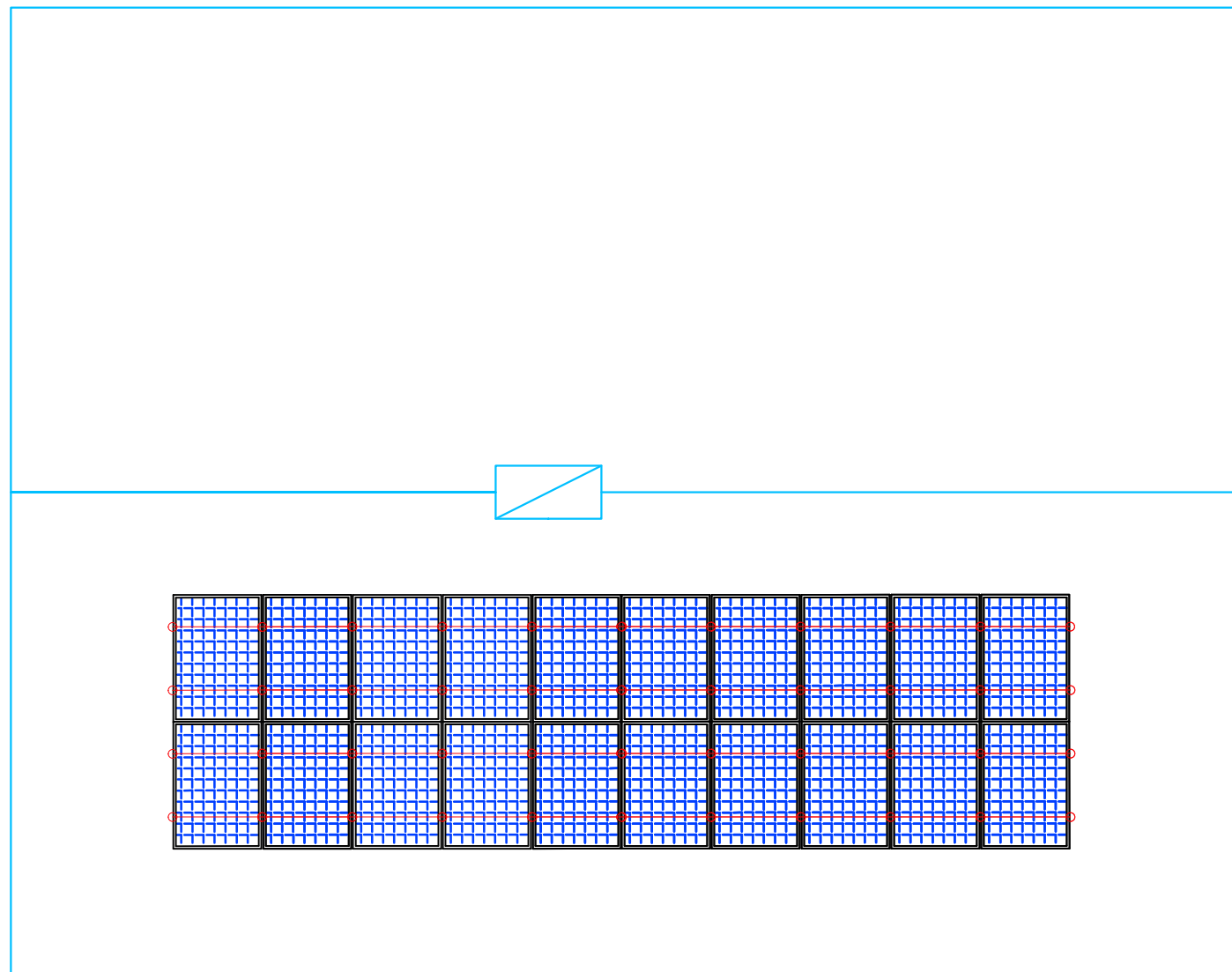
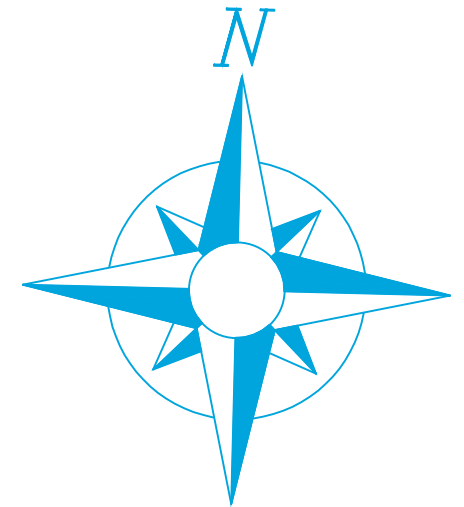
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

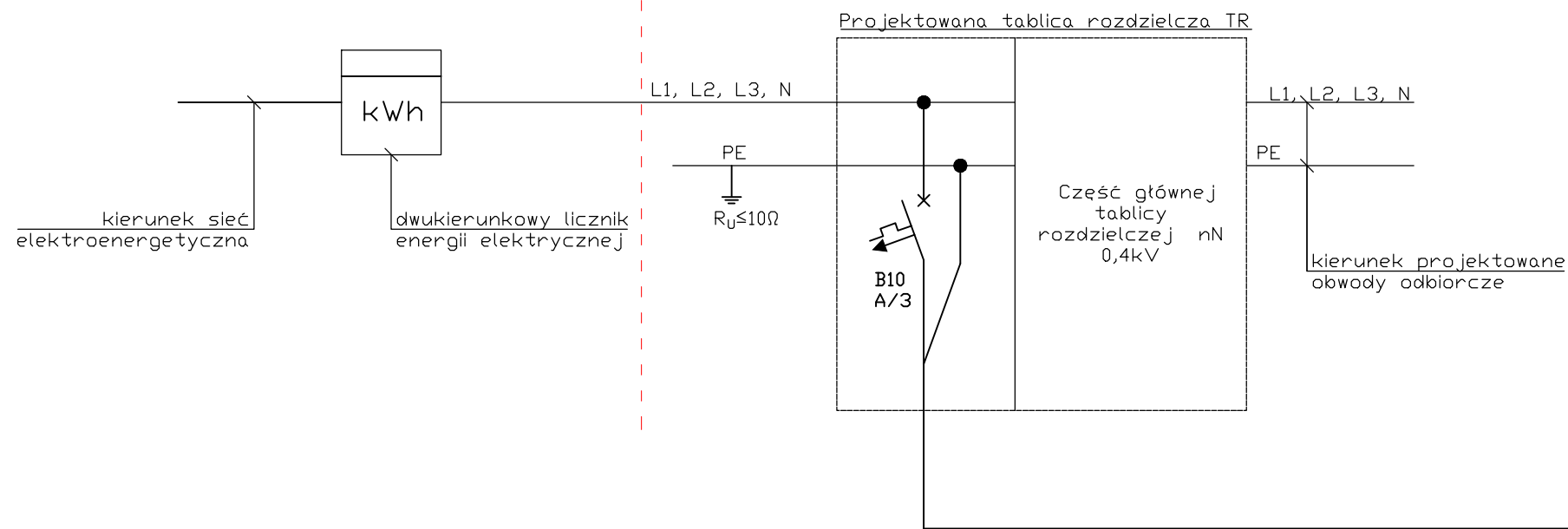
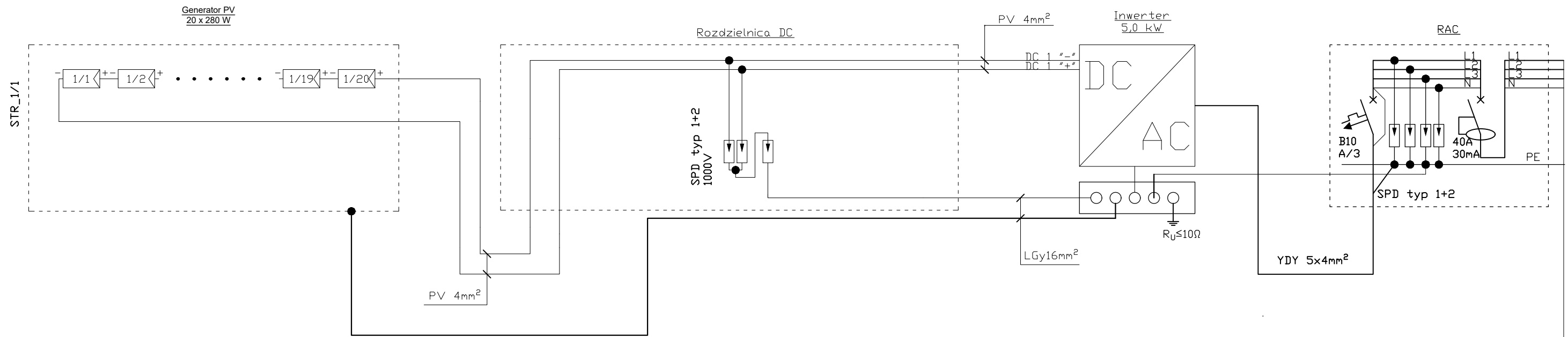
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 20  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 5,6 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Jasieniec 26, dz. nr 80		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-01



Granica własności

YDY 5x4mm<sup>2</sup>

Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Jasieniec 26, dz. nr 80		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż	Lukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr S-01

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Karolków Szwarocki 20B, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 1/23, obręb Karolków Szwarocki, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie koncepcji budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych w celu uzyskania dofinansowania. Przed rozpoczęciem budowy wykonawca obowiązany jest do przygotowania indywidualnych projektów budowlano-wykonawczych.

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $TcI = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $TcP = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $TcP = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 5,60 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 5000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 163 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **5,60 kWp. – 20 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych (rys. budowa systemu).

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.



Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzebieciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przebiegami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wylądowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielnicy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 7,23A \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 5,60 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 10A dla instalacji trójfazowej o mocy 5,60 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x4 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 5,60 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Karolków Szwarocki 20B, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 1/23, obręb Karolkó Szwarocki, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

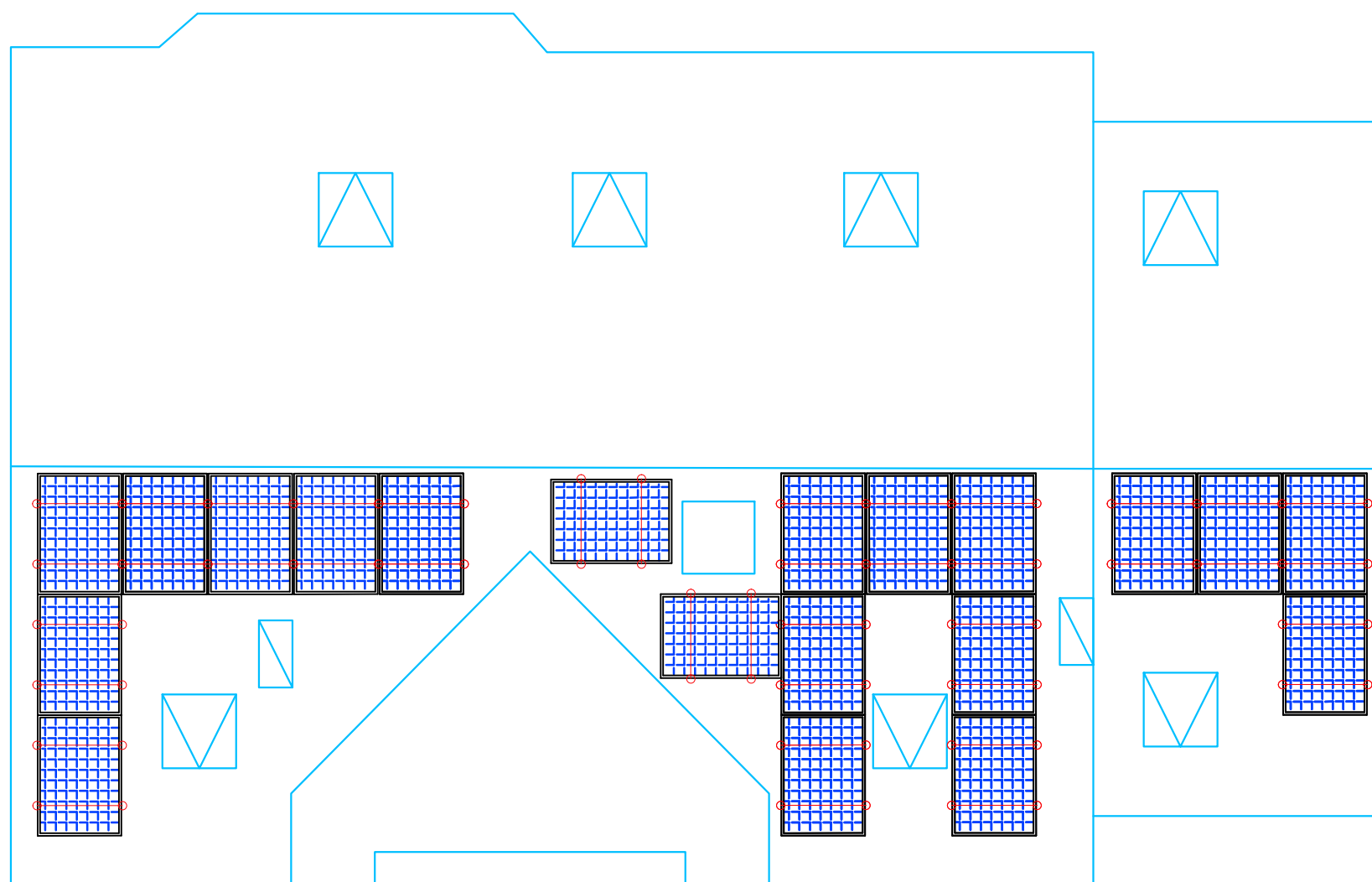
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

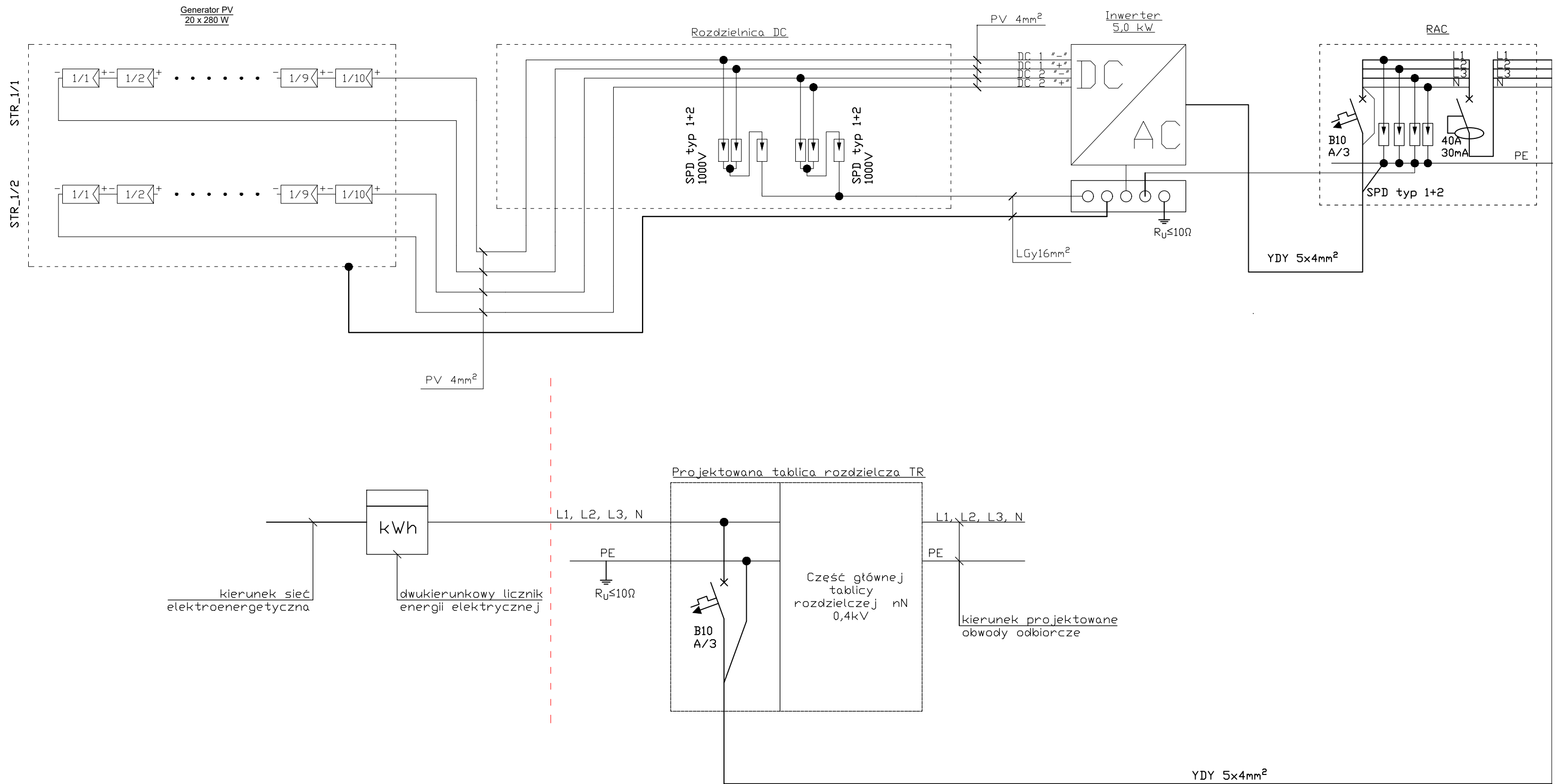
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 20  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 5,6 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Karolków Szwarocki 20B, dz. nr 1/23		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PW0E/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-01



Granica własności

Rysunek:	Schemat techniczny		
Adres obiektu:	Karolków Szwarocki 20B, dz. nr 1/23		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	OD/2721/PW0E/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr S-01



**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Nowy szwarocin 4, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 6/2, Obręb Nowy Szwarocin, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $T_{cl} = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $T_{cP} = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $T_{cP} = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy do instalacji o mocy 8,96 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 8000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 267 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony przeciwporażeniowej – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **8,96 kWp. – 32 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachą trapezową.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez szyny montażowe oraz blachowkręty. (rys. budowa systemu). Na pości dachowej wyznaczyć punkty montażu szyn. W wyznaczonych miejscach zamontować szyny montażowe za pomocą blachowkrętów (det.1, det.2) Na szynach kładziemy pierwszy, skrajny panel i trzymając go montujemy klemmy końcowe (det.4). Następnie wstępnie montujemy klemmy środkowe (det. 3) nie skręcając ich. Zakładamy następnie kolejny panel i skręcamy panele klemmami środkowymi (det. 3). Czynność powtarzamy aż do zamontowania wszystkich paneli w rzędzie. Kończąc ostatni panel również przy pomocy klemmy końcowej. Pokrycie dachu powinno być odizolowane od szyn montażowych za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych (det.1).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcie. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyladowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielnicy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 11,53 \text{ A} \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 8,96 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 16A dla instalacji trójfazowej o mocy 8,96 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x6 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 8,96 kW



## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Nowy szwarocin 4, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 6/2, Obręb Nowy Szwarocin, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

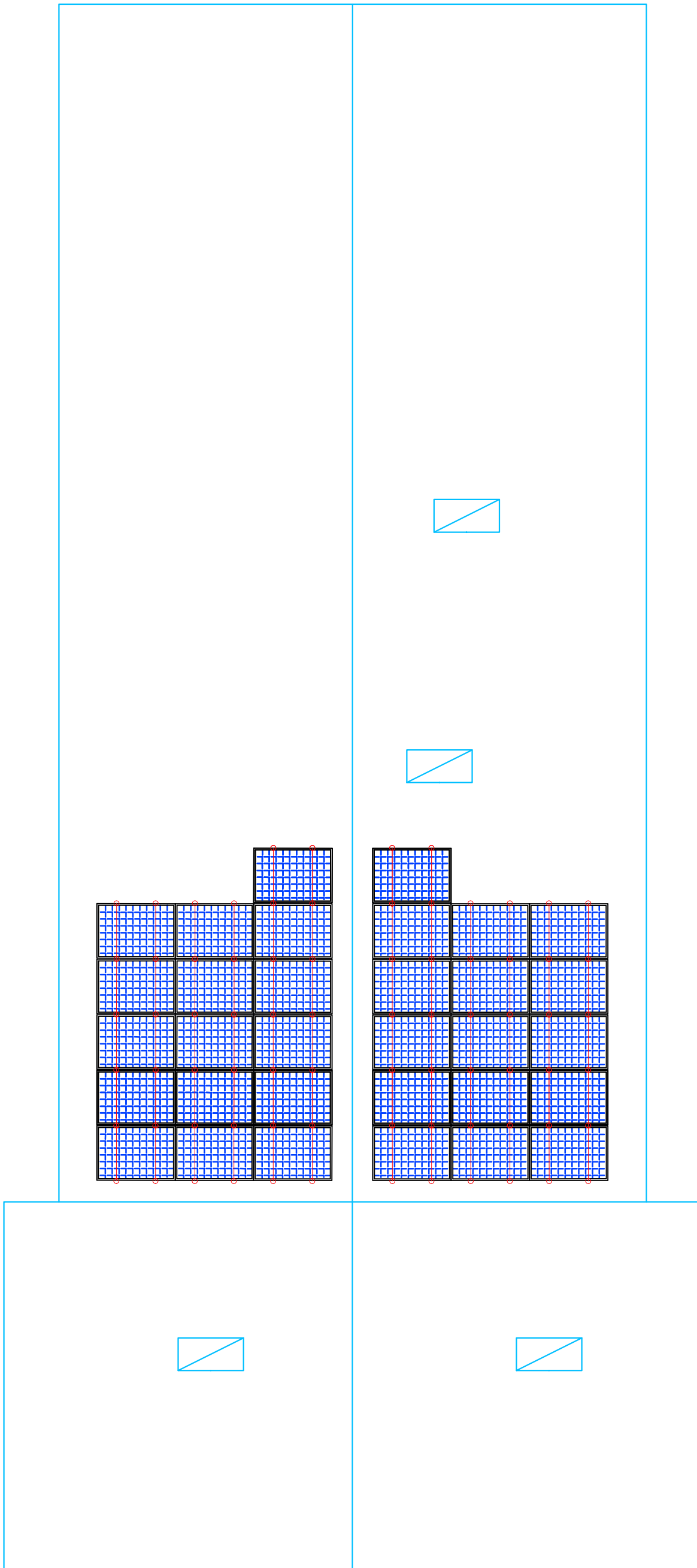
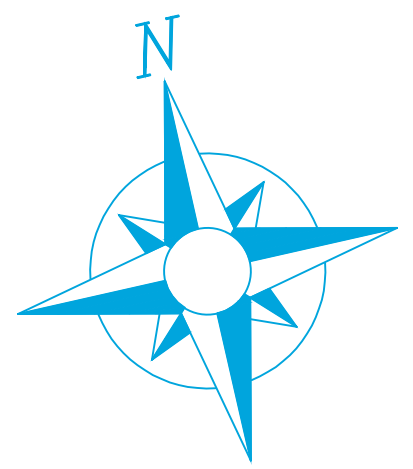
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

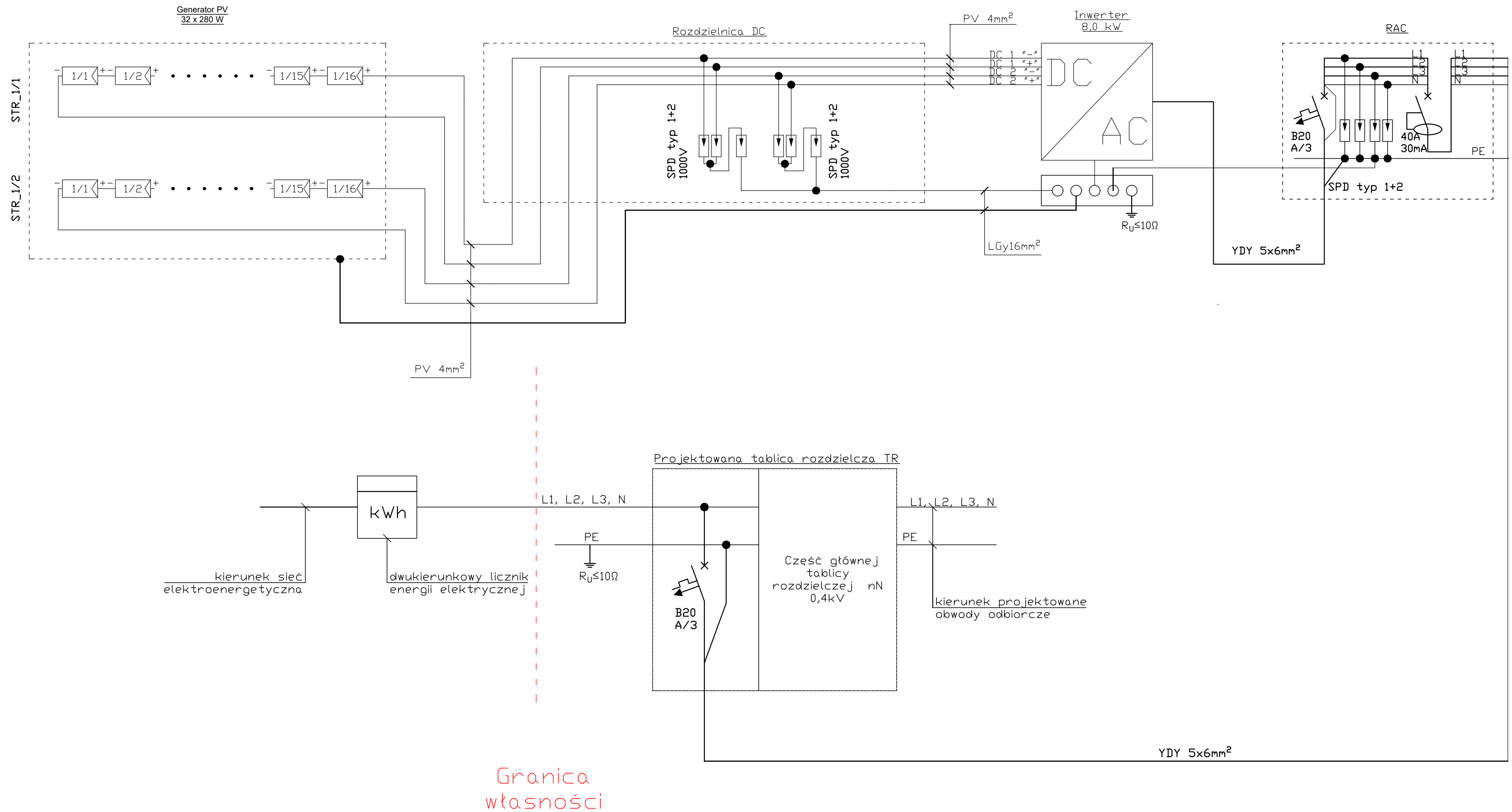
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 32  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 8,96 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Nowy Szwarocin 4 dz. nr 6/2		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-01



Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Nowy Szwarocin 4 dz. nr 6/2		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr S-01

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ul. Parkowa 16A, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 324/2, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:		05.2020

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	



### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie koncepcji budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych w celu uzyskania dofinansowania. Przed rozpoczęciem budowy wykonawca obowiązany jest do przygotowania indywidualnych projektów budowlano-wykonawczych.

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $TcI = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $TcP = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $TcP = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 5,60 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 5000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC\ max1} / I_{DC\ max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 163 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **5,60 kWp. – 20 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych (rys. budowa systemu).

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzebieciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przebiegami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłoby się indukować napięcie. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wylądowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicach RAC i Rozdzielnicz Głównych nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 7,23A \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 5,60 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 10A dla instalacji trójfazowej o mocy 5,60 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

**[1]**

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

**[2]**

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

**[3]**

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x4 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 5,60 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ul. Parkowa 16A, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 324/2, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNIE WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

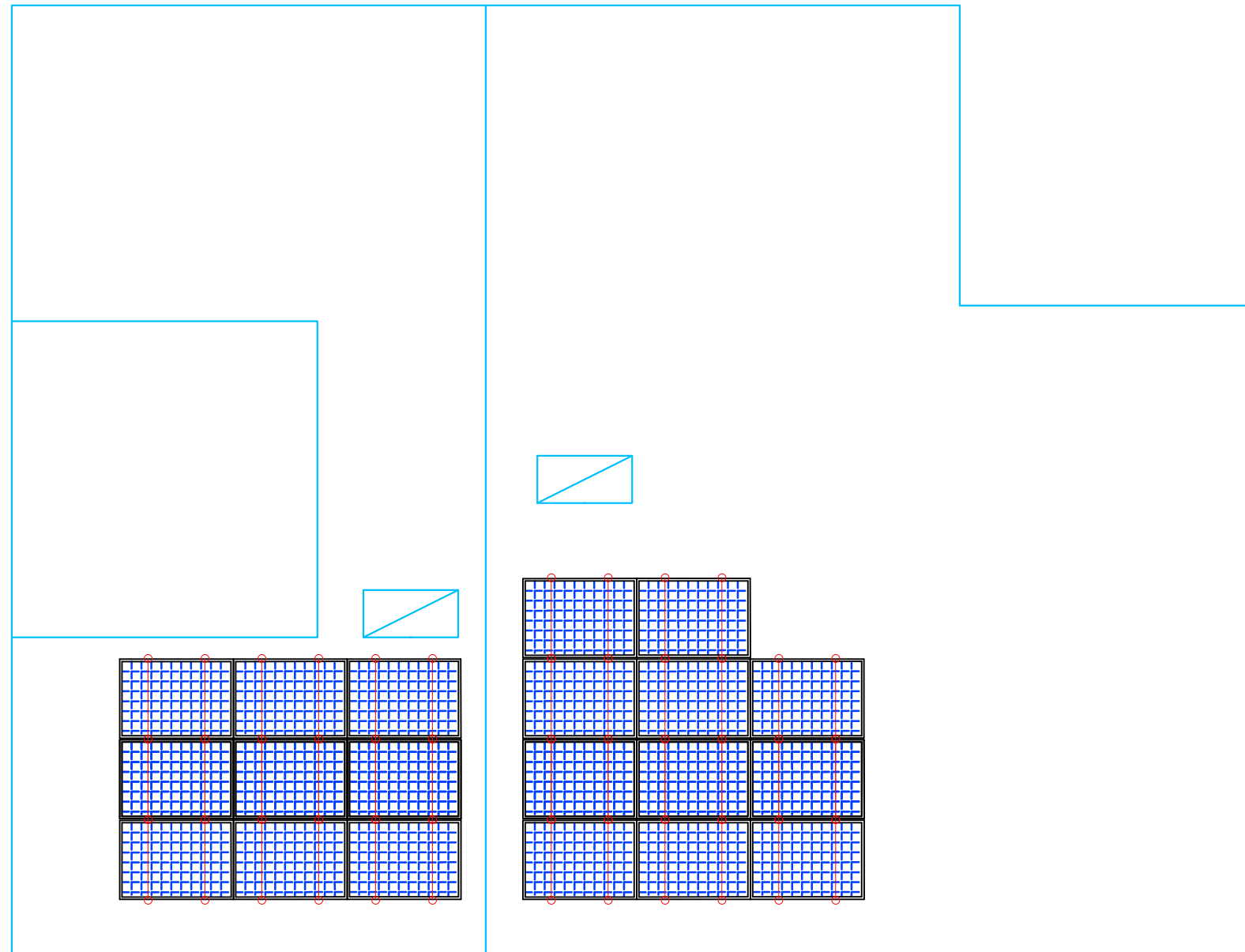
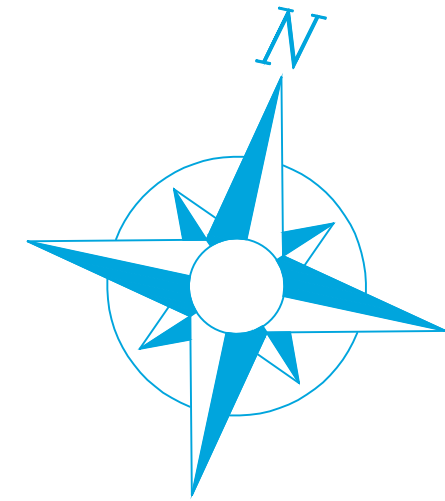
- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.

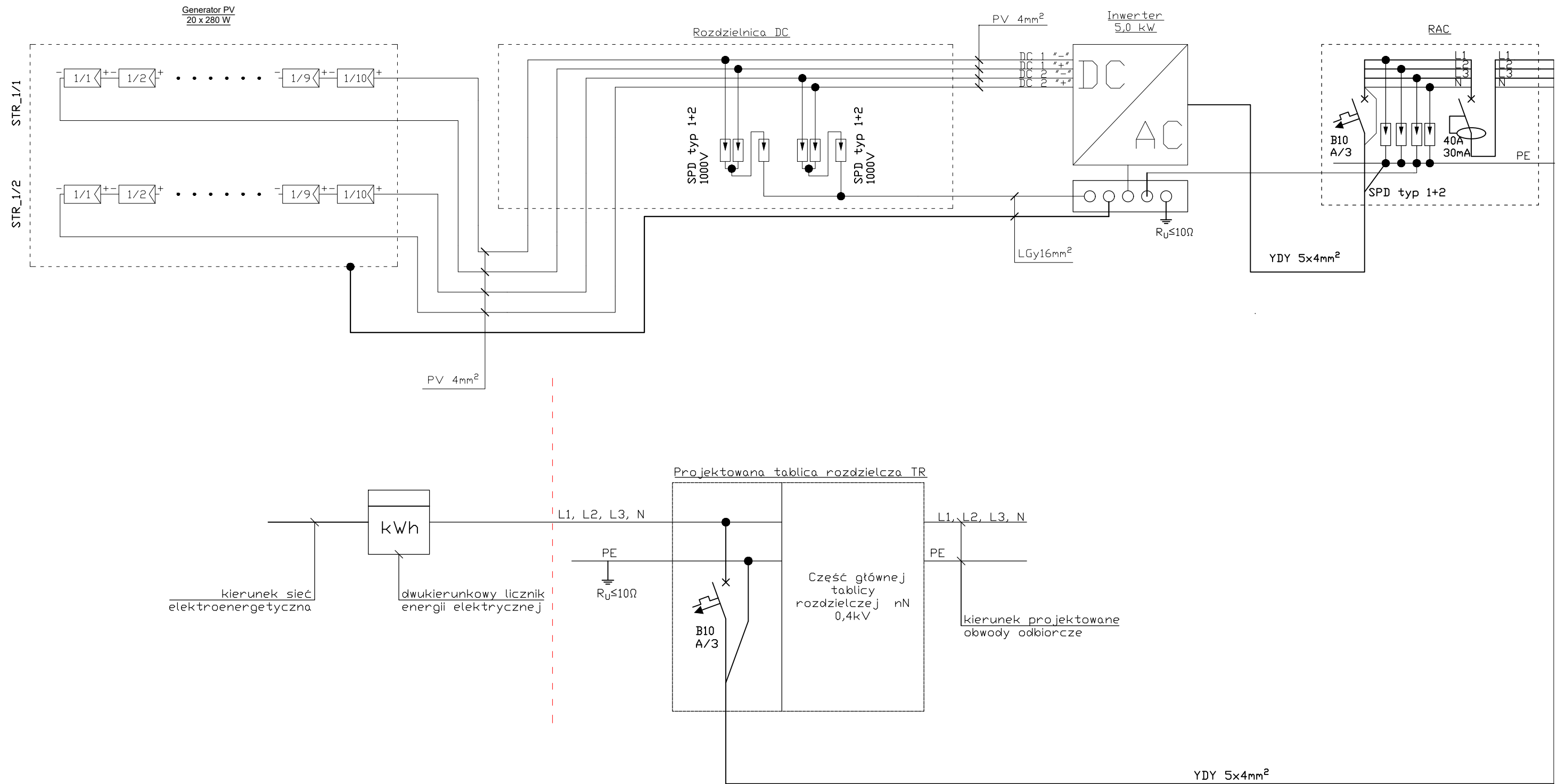




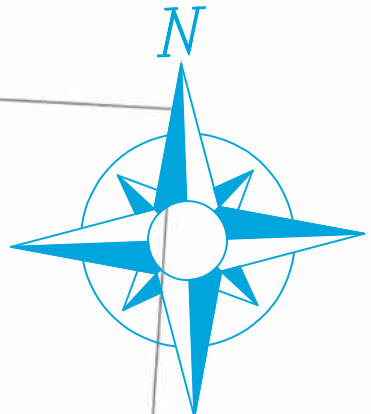
LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 20  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 5,6 kW

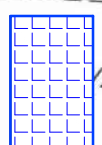


Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	ul. Parkowa 16A, Rybno, dz. nr 61/1		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:			
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.	Rys. nr K-01	



Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	ul. Parkowa 16A, Rybno, dz. nr 61/1		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr T-01



**LEGENDA:**

-  2 PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
-  PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
-  MIEJSCA MONTAŻU

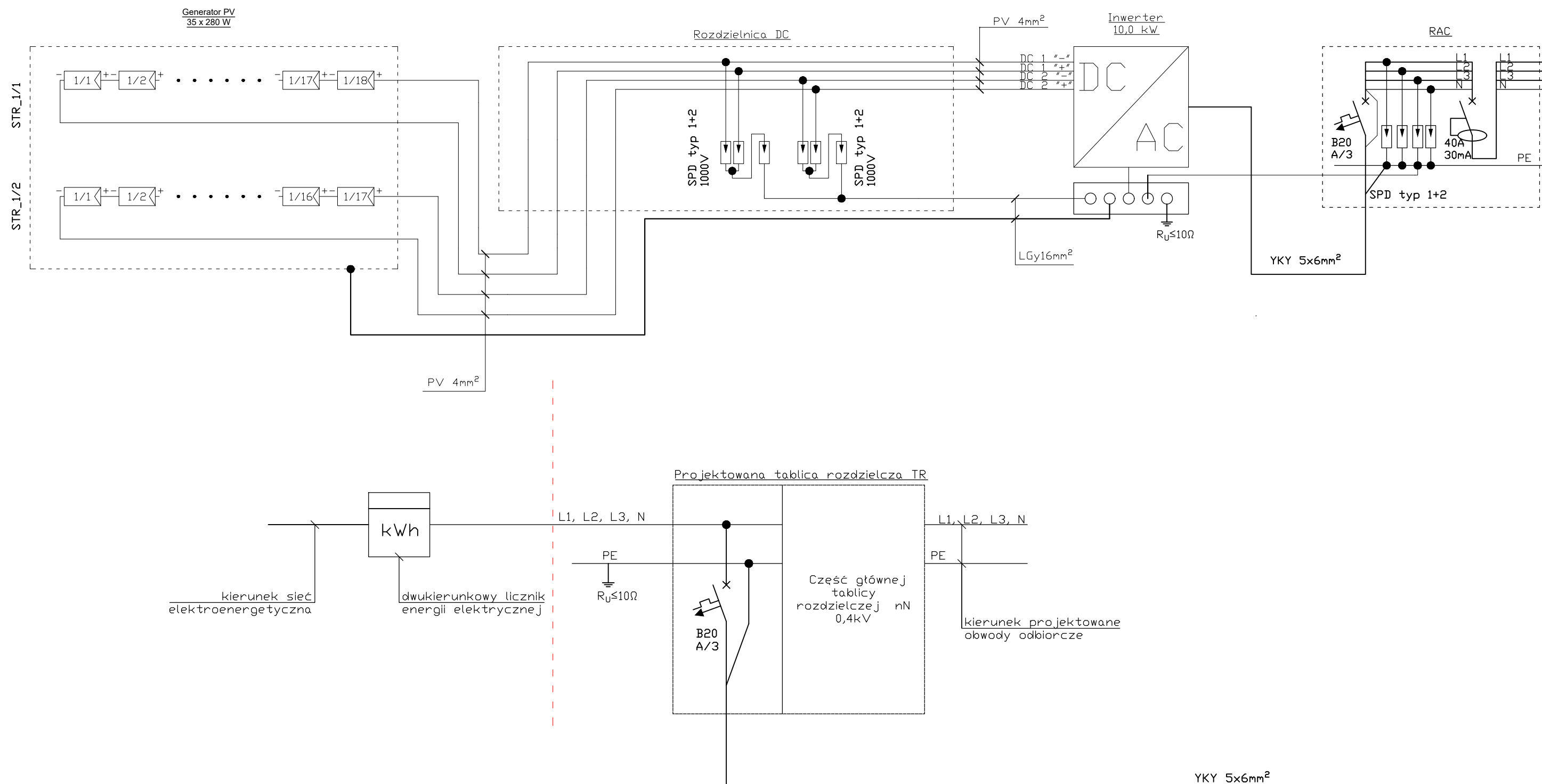


**WYCINEK Z MAPY ZASADNICZEJ**  
 Gmina: 142806 2 RYBNO  
 Obreb: 0019 RYBNO  
 Skala: 1:1000

Starosta Sochaczewski  
 Nazwa materiału zasobu: **MAPA ZASADNICZA**  
 Identyfikator ewidencyjny materiału zasobu: **GN.6642.362.2020**  
 Sochaczew, dn. **10.02.2020**  
 Imię, nazwisko i podpis osoby reprezentującej organ:  
**Małgorzata Kęska**  
 w Wydziale Geodezji, Kadr i Szkolenia Państwowego Urzędu Geodezji i Gospodarki Nieruchomościami

252/8  
 Ilość modułów: 35  
 Moc pojedynczego modułu: 280W  
 Moc instalacji: 9,8 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Sochaczewska 7, Rybno, dz. nr 160		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PW0E/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-09



Granica własności

Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Sochaczewska 7, Rybno, dz. nr 160		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr T-01

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Sochaczewska 7, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 160, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:		05.2020

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $T_{cl} = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $T_{cP} = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $T_{cP} = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 9,8 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 10000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 27,0 A / 16,5 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 270 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,



### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **9,80 kWp. – 35 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Instalacja posadowiona na gruncie. System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych w gruncie. Projektuje się konstrukcję stalową ocynkowaną z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Konstrukcja nośna, na której mocuje się panele fotowoltaiczne, składa się z płatwi giętych na zimno z blach. Konstrukcja palowana w gruncie na głębokość 1,5 m. Blachy stalowej ocynkowanej wg PN-EN 10346, jakość krawędzi po odcinaniu-krawędzie zabezpieczone powłoką cynku.

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym

powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłoby się indukować napięcie. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyładowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielniczy RAC i Rozdzielniczy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 14,45 \text{ A} \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 9,80 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 20A dla instalacji trójfazowej o mocy 9,80 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{l \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- $A$  – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- $l$  – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- $P$  – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,

- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 6mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

**[1]**

$$I_z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

**[2]**

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

**[3]**

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x6 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 8,96 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Sochaczewska 7, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 160, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## **5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów**

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## **5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych**

n/d

## **5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi**

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## **5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych**

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

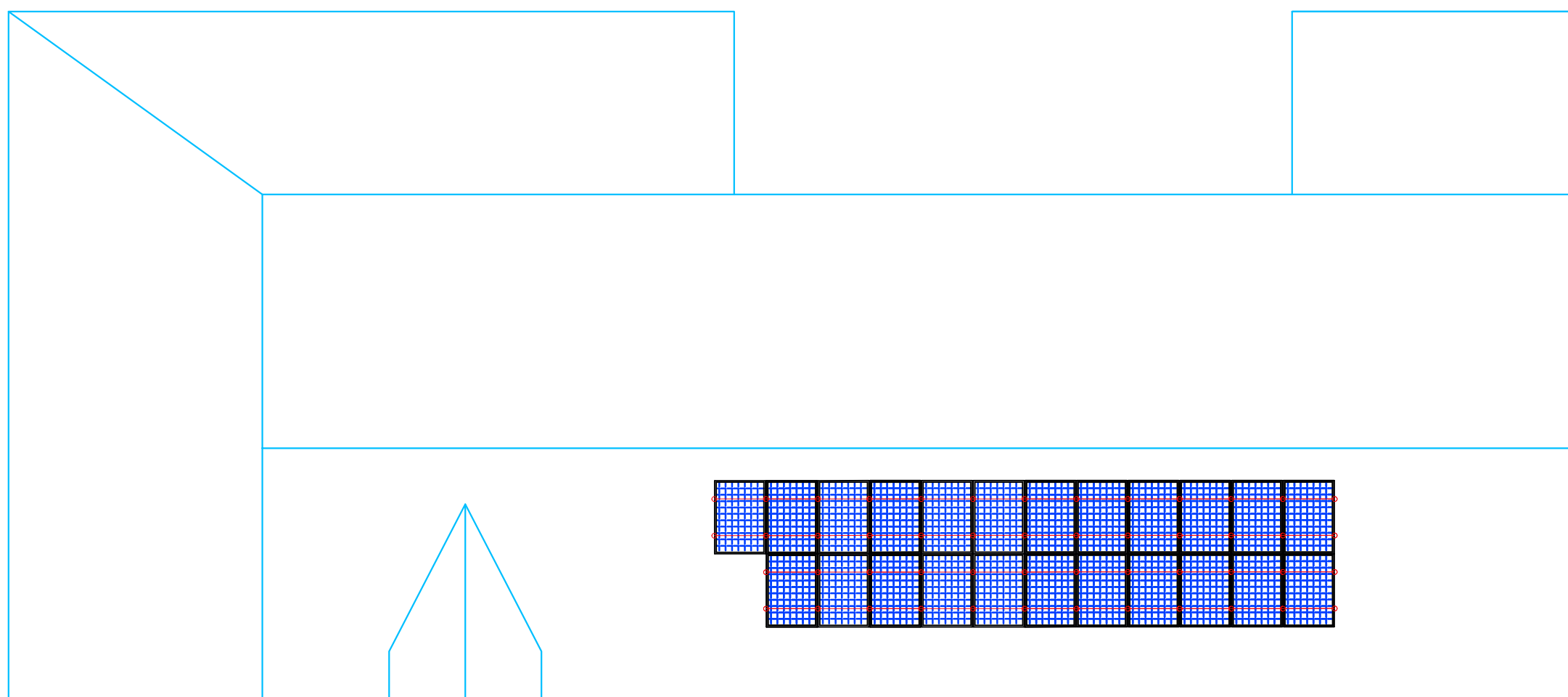
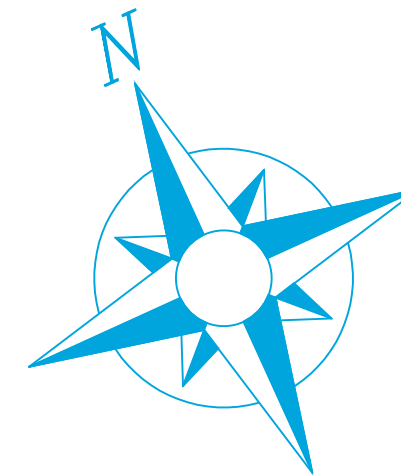
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.

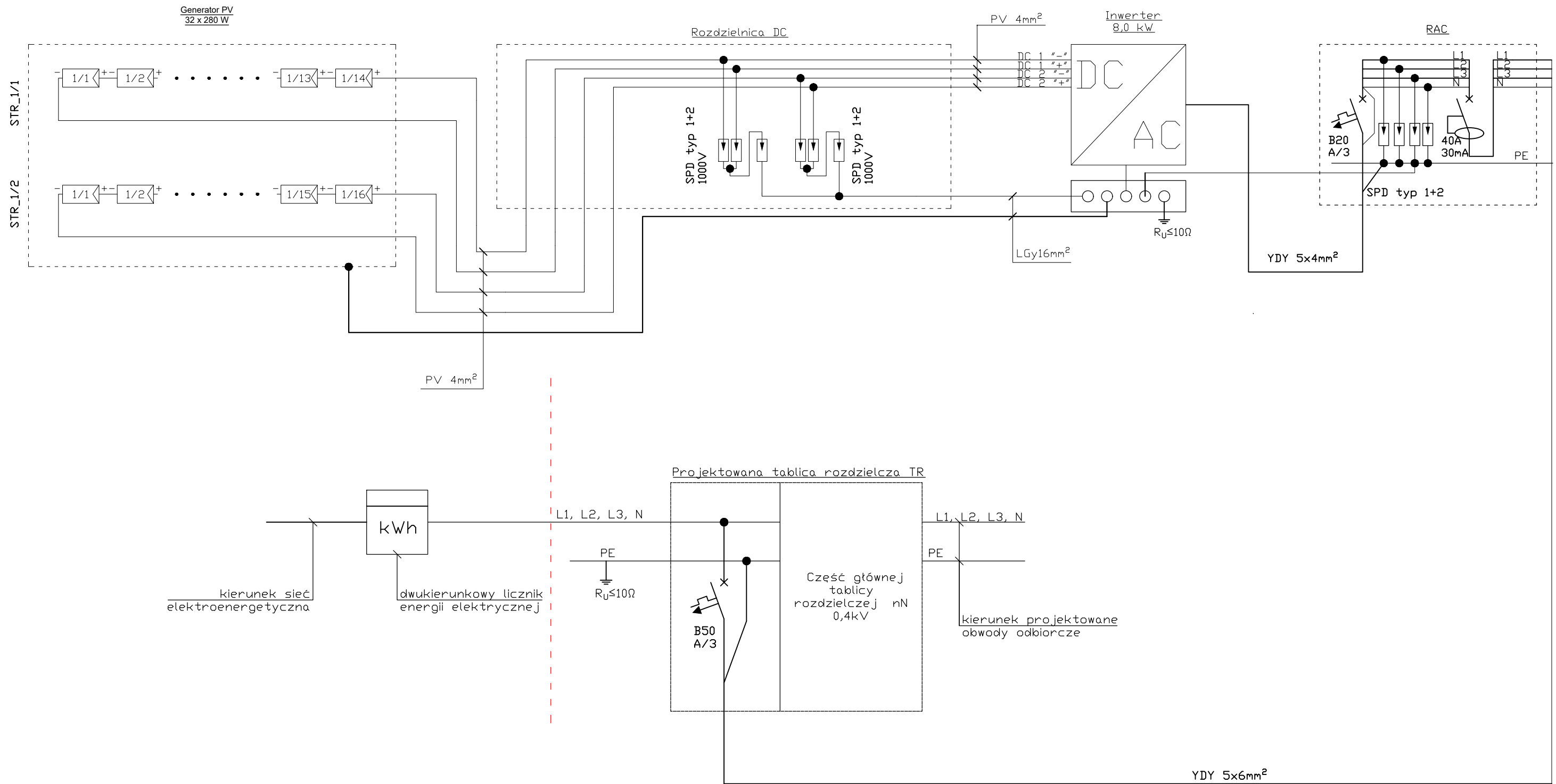


LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 23  
Moc pojedynczego modułu:  
280W  
Moc instalacji: 6,44 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Wężyki 18 dz. nr 88/3		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-1





Granica  
własności

Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Wężyki 18 dz. nr 88/3		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr S-1

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Wężyki 18, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 88/3, obrę Wężyki, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $TcI = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $TcP = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $TcP = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 6,44 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 6000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 195 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **6,44 kWp. – 23 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyładowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

#### Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielnicy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 8,67 \text{ A} \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 6,72 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 16A dla instalacji trójfazowej o mocy 6,44 kW

### 4.2 Dobór przewodów

#### A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$



gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x6 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 6,72 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Wężyki 18, 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 88/3, obrę Wężyki, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

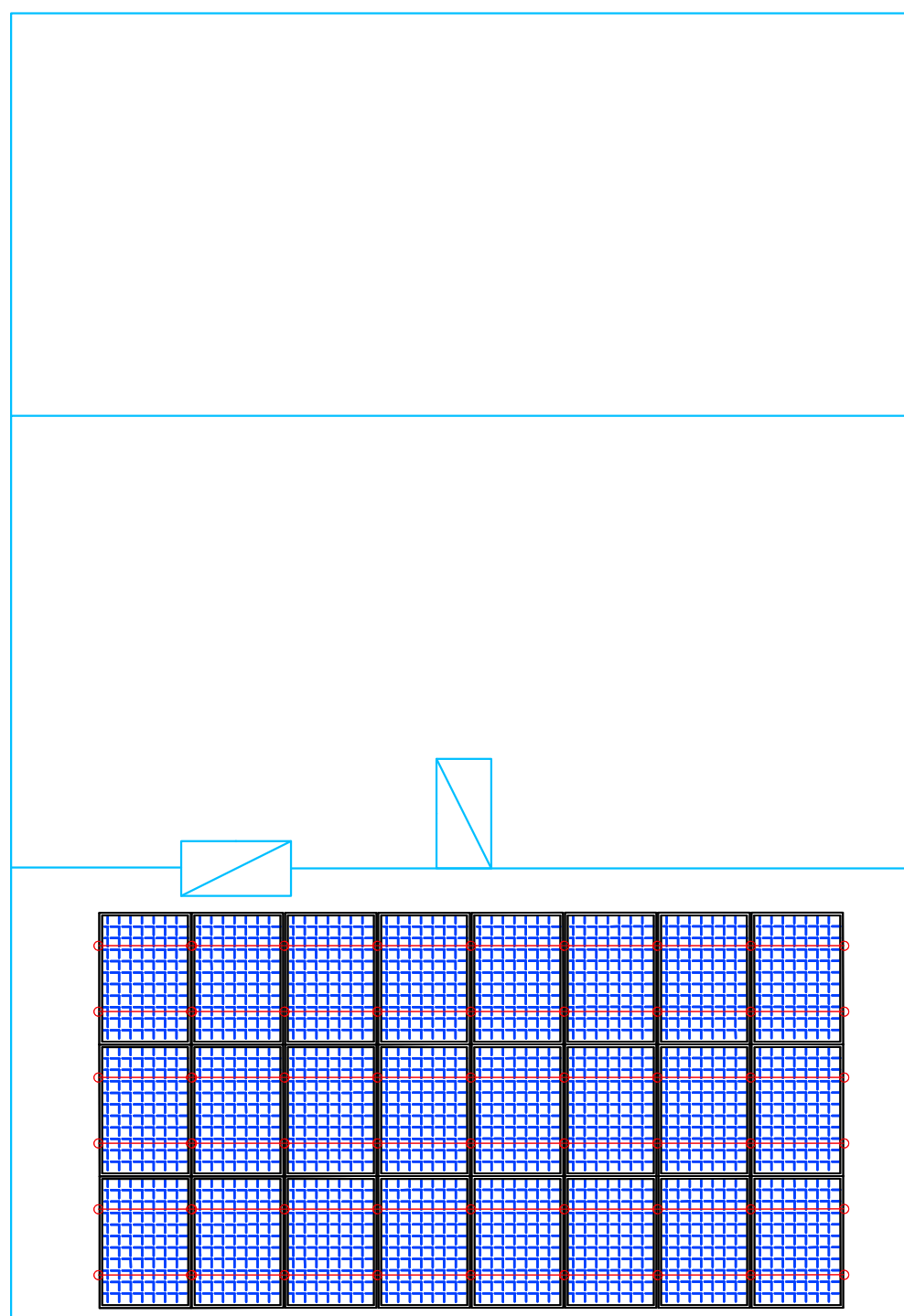
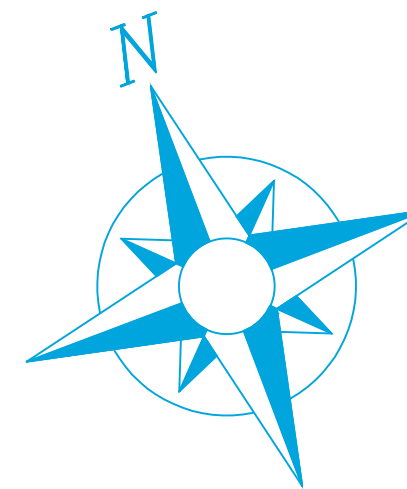
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

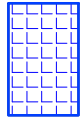

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

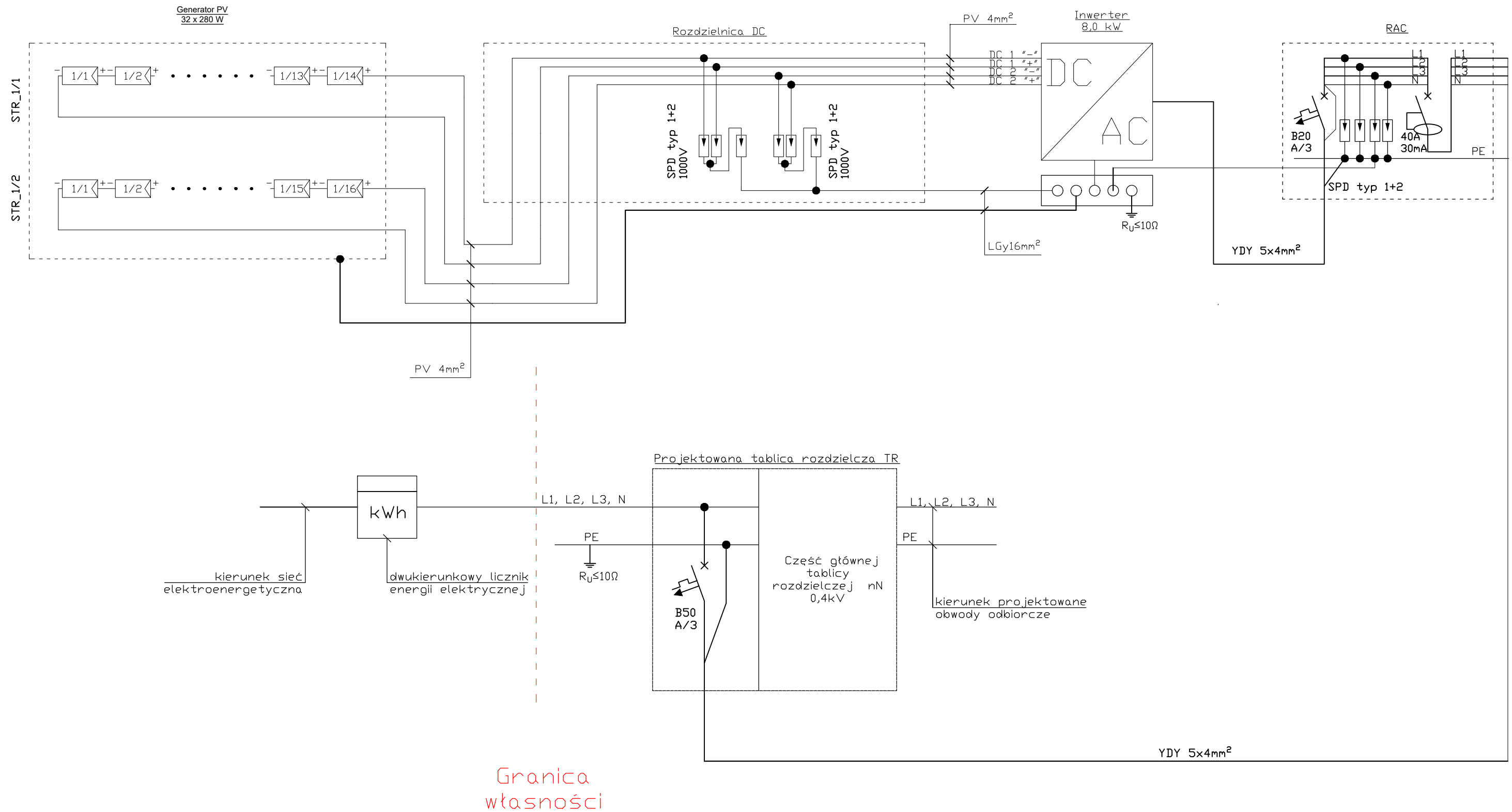
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 24  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 6,72 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Wyszogrodzka 23, Rybno dz. nr 125		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PW0E/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr K-1



Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej	
Adres obiektu:	Wyszogrodzka 23, Rybno dz. nr 125	
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno	
Projektował:		
Opracował:		
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.	Rys. nr S-1

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ul. Wyszogrodzka 23 , 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 125, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna



## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $TcI = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $TcP = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $TcP = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 6,44 kW / 6,72 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 6000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC max1} / I_{DC max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 195 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **6,72 kWp. – 24 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzebieciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przebiegami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wylądowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicach RAC i Rozdzielnicz Głównych nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 8,67 \text{ A} \text{ – dla instalacji trójfazowej o mocy } 6,72 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 16A dla instalacji trójfazowej o mocy 6,72 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x6 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 6,72 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Ul. Wyszogrodzka 23 , 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 125, obręb Rybno, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.



### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

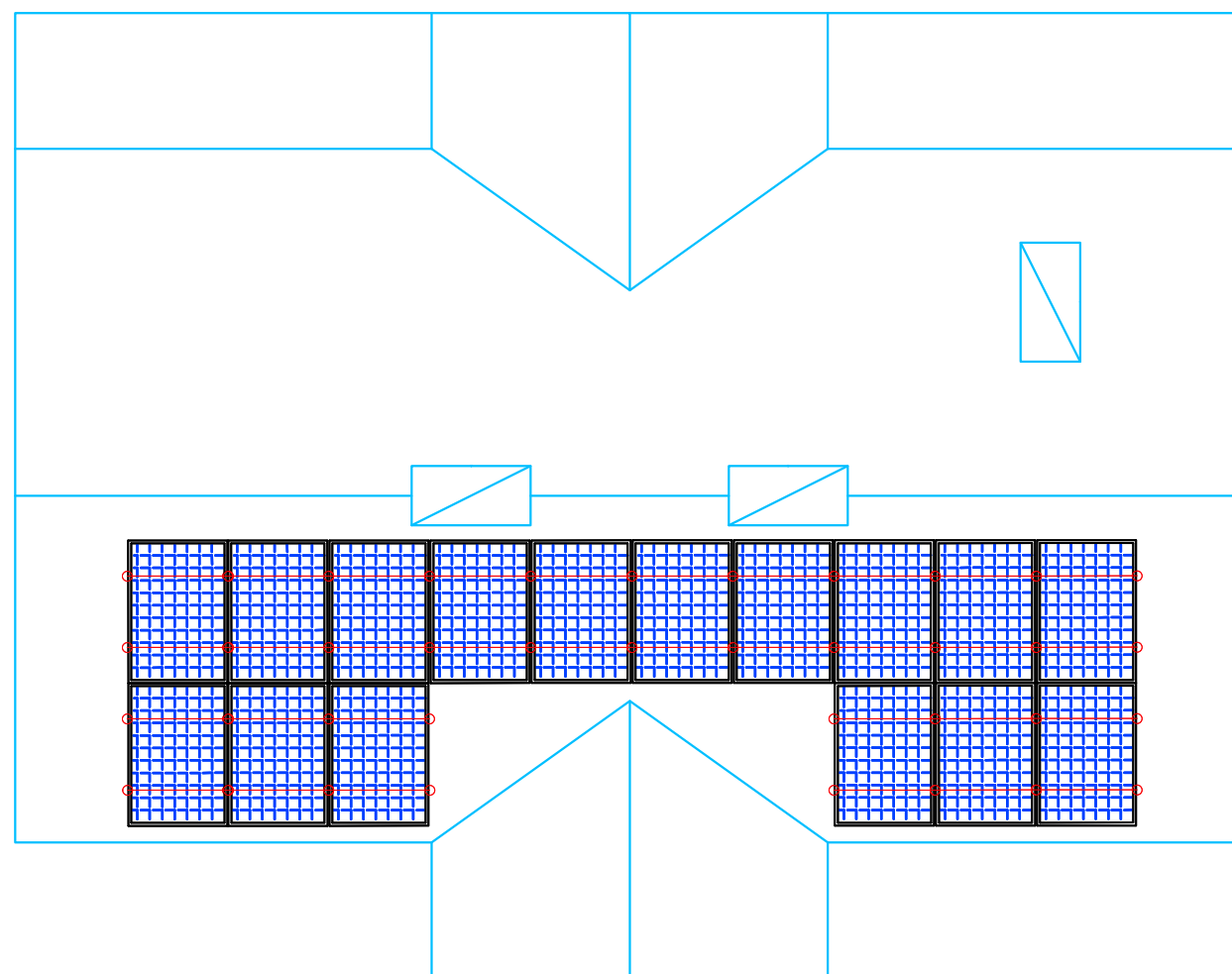
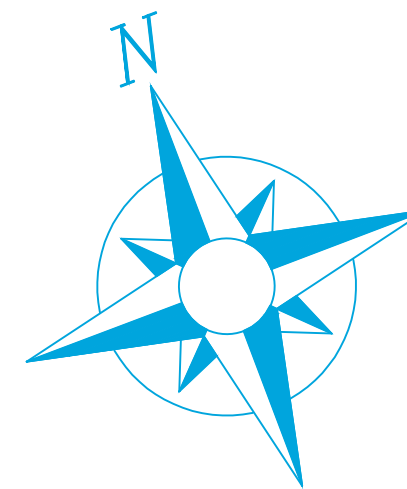
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

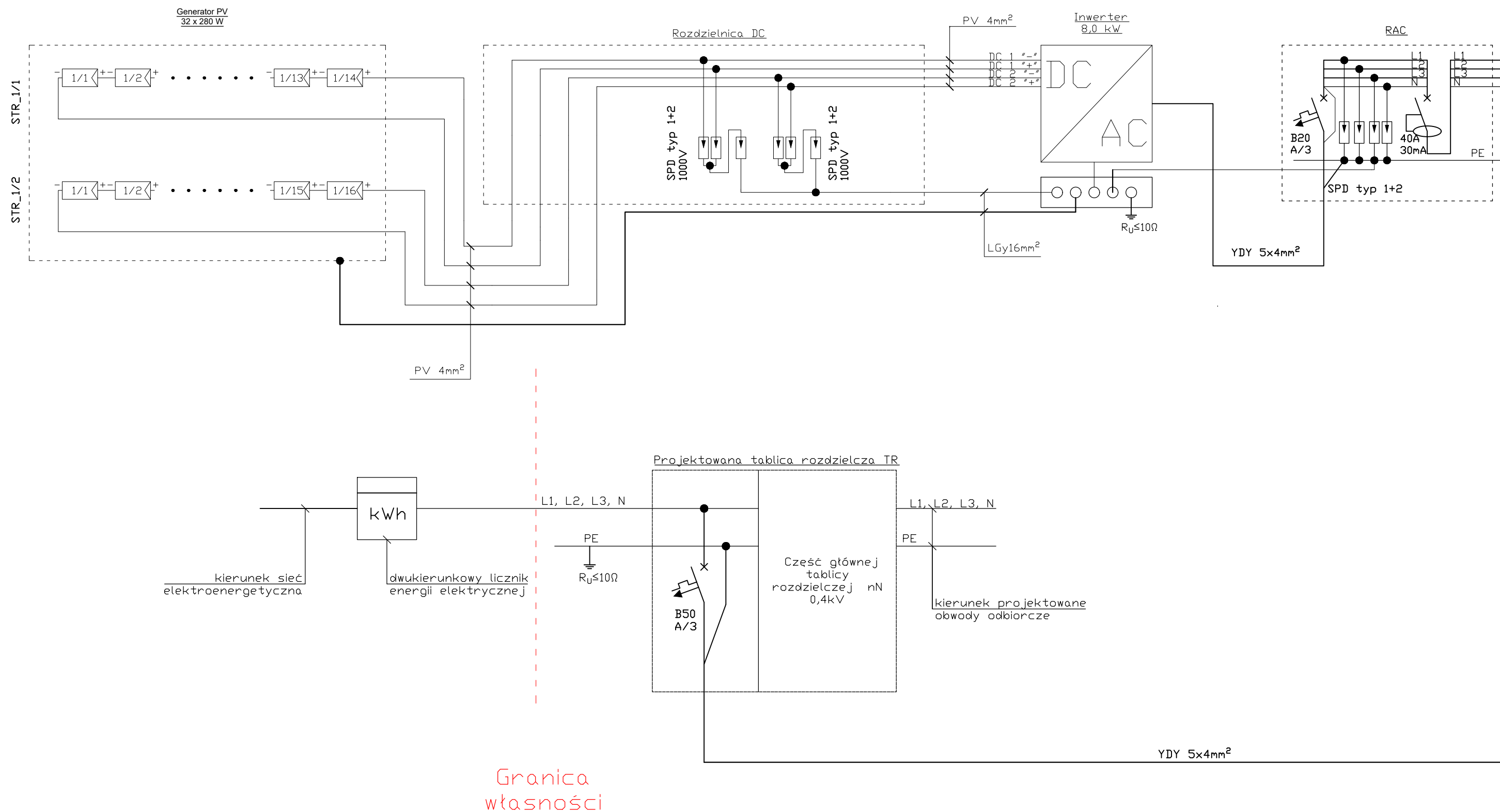
- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



LEGENDA:	
	PROJEKTOWANE PANELE FOTOWOLTAICZNE
	PROJEKTOWANE SZYNY MONTAŻOWE
	MIEJSCA MONTAŻU

Ilość modułów: 16  
Moc pojedynczego modułu: 280W  
Moc instalacji: 4,48 kW

Rysunek:	Posadowienie instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Złota 40, dz. nr 39/2		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:			
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.	Rys. nr K-12	



Rysunek:	Schemat instalacji fotowoltaicznej		
Adres obiektu:	Złota 40, dz. nr 39/2		
Inwestor:	Gmina Rybno ul. Długa 20, 96-514 Rybno		
Projektował:	mgr inż. Łukasz Świderek	LOD/2721/PWOE/15	
Opracował:			
Skala: 1:100	Data: 05.2020 r.		Rys. nr S-12

**„SANMAT”**

**USŁUGI PROJEKTOWE MATEUSZ KOZIARSKI**

Ul. Żeliwna 38, 95-040 Koluszki

TEL. 731324342 e-mail: sanmatuslugi@gmail.com

---

# Projekt Budowlany Instalacji Fotowoltaicznych

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Złota 40 , 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 39/2, obręb Złota, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

# 1. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości
3. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
7. Uprawnienia Projektanta
  
8. Część graficzna

## 2. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

### OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

„Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno”  
został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

### 3. Opis techniczny

#### 3.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- inwentaryzacja budynku,
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej w budynku,
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

#### 3.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany mikroinstalacji fotowoltaicznych wraz z przyłączeniem jej do istniejącej instalacji elektrycznej nN 0,4kV. Celem opracowania jest wykonanie projektu budowlanego w zakresie koncepcji budowy typowych mikroinstalacji fotowoltaicznych w celu uzyskania dofinansowania. Przed rozpoczęciem budowy wykonawca obowiązany jest do przygotowania indywidualnych projektów budowlano-wykonawczych.

#### 3.3 Zakres opracowania

- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC i DC,
- montaż wyposażenia dodatkowego rozdzielnic głównej budynku nN 0,4kV,
- montaż paneli fotowoltaicznych,
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC.

#### 3.4 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

##### Panel fotowoltaiczny

- moc -  $P_{max} = 280W$ ,
- materiał ogniwa – krzem monokrystaliczny
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 39,4 V$ ,
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 9,97 A$ ,
- sprawność = 18,3 %,
- temperaturowy współczynnik natężenia -  $TcI = +0,05\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik napięcia –  $TcP = -0,29\%/^{\circ}C$ ,
- temperaturowy współczynnik mocy –  $TcP = -0,40\%/^{\circ}C$ ,
- gniazdo przyłączeniowe – IP67
- waga modułu max. 19 kg
- obciążenie modułu, nacisk – min. 5400 Pa

##### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy dla instalacji o mocy 4,48 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc minimalna inwertera  $P_{min.inv} = 5000W$ ,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ( $I_{DC\ max1} / I_{DC\ max2}$ )  $I_{inv.max.} = 16,0 A / 16,0 A$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera  $U_{mppt.min} = 163 V$
- maksymalne napięcie wejściowe  $U_{max.inv} = 1000 V$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,

### 3.5 Panele fotowoltaiczne

Panele (ogniwa) fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy **280W** każdy.

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanych instalacji fotowoltaicznych wynosi:

- instalacja o mocy **4,48kWp. – 16 szt. modułów**

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV.

### 3.6 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym). Inwertery przyłączyć do istniejącej rozdzielniczy głównej budynku, za zasilaniem podstawowym. Kategorycznie zabrania się przyłączania falowników do dalszych części instalacji elektrycznej (tj. gniazdek elektrycznych, wyłączników różnicowoprądowych lub innych obwodów w rozdzielniczy budynku). Przedmiotowe instalacje będą składać się z **1szt.** inwertera fotowoltaicznego DC/AC. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające uruchomienie systemu monitoringu. Inwertery przyłączyć do istniejącej sieci wewnętrznej budynku zgodnie ze schematem elektrycznym.

### 3.7 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu lub gruncie. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danych rodzaju pokrycia dachowego.

Budynek posiada dach skośny, pokryty blachodachówką.

Należy zastosować systemową konstrukcję wsporczą umożliwiającą zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu poprzez profil nośny oraz system śrub dwugwintowych (rys. budowa systemu).

Konstrukcja wsporcza powinna być wykonana z profili nośnych ze stopu aluminium z wykorzystaniem elementów złącznych ze stali nierdzewnej. Na połąci dachowej zlokalizować krokwie. W wyznaczonych w ten sposób miejscach będą przykręcane śruby mocujące z gwintem podwójnym (det. 5). Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne (det. 1). Następnie montujemy kolejne panele fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi (det. 3) i końcowymi (det. 2). Pokrycie dachu powinno być odizolowane od konstrukcji wsporczej za pomocą przekładek izolujących odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Zastosować np. uszczelki EPDM na śrubie mocującej z gwintem podwójnym (det. 5).

Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

### 3.8 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV.

W celu połączenia poszczególnych elementów składowych systemu w całość wykorzystuje się złącza MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową.

Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY ( instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY ( instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.



Projektowane przewody wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić minimum 25 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach na większych niż 10 m.

### 3.9 Tablice elektryczne

Dla potrzeb instalacji zabezpieczeń mikroinstalacji fotowoltaicznej, projektuje się rozdzielnice RDC i RAC, które należy zainstalować w pobliżu inwertera. Całość zgodnie z częścią rysunkową

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

### 3.10 Instalacja odgromowa, przeciwprzebieciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przebiegami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (w przypadku braku instalacji odgromowej) lub typu 2 (w przypadku istnienia instalacji odgromowej).

Należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z częścią rysunkową.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

### 3.11 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Całość zgodnie z częścią rysunkową. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie rozdzielnie elektryczne instalacji PV powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### 3.12 Uwagi końcowe

Ze względu na wartość pieniężną instalacji fotowoltaicznej budynek powinien być ubezpieczony od skutków pożaru i innych zdarzeń losowych w tym następstw wyładowań atmosferycznych.

Warunkiem uruchomienia instalacji fotowoltaicznej jest modernizacja pokrycia dachowego i wymiana eternitu na inny rodzaj pokrycia.

Warunkiem uruchomienia instalacji w budynkach, w których prowadzona jest działalność gospodarcza i rolnicza, jest montaż licznika energii elektrycznej na obwodach zasilających zliczającego zużycie energii na ten cel.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1 Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia w rozdzielnicy RAC i Rozdzielnicy Głównej nN 0,4kV

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 5,78 \text{ A} - \text{dla instalacji trójfazowej o mocy } 4,48 \text{ kW}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy:

- o prądzie znamionowym 10A dla instalacji trójfazowej o mocy 5,60 kW

### 4.2 Dobór przewodów

A. Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC

$$A = \frac{I \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 40 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 1,17 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm<sup>2</sup> lub większy.

### B. Relacja inwerter – RAC – rozdzielnica główna nN 0,4kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 30 m).

Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym dobieram przewód:

- YDY 5x4 mm<sup>2</sup> dla instalacji trójfazowych o mocy 4,48 kW

## 5. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA:	Typowa mikroinstalacja fotowoltaiczna montowana na dachach i gruncie w Gminie Rybno
ADRESY OBIEKTÓW	Złota 40 , 96-514 Rybno
Działka nr ewid.:	Dz. Nr 39/2, obręb Złota, Gmina Rybno
INWESTOR	Gmina Rybno ul. Długa 20 96-514 Rybno

Projektant: branża elektryczna	mgr inż. Łukasz Świderek LOD/2721/PWOE/15	
Data opracowania:	05.2020	

## 5.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- a) budowa instalacji fotowoltaicznej składającej się z następujących elementów:
  - konstrukcji stalowych do montażu paneli fotowoltaicznych, posadowionych na dachu i elewacji budynku oraz gruncie
  - paneli fotowoltaicznych,
  - inwerterów,
  - układów pomiarowych energii elektrycznej
  - okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

## 5.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n/d

## 5.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych.

Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNI WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORĄŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

## 5.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

### **5.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

### **5.6 Przepisy związane**

- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. ( t.j. Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2019 poz. 755 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.