

# DOKUMENTACJA TECHNICZNA MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY ZNAMIONOWEJ DC 49,78 kWp

OBIEKT/NAZWA ZADANIA:

***”Mikroinstalacja fotowoltaiczna o mocy znamionowej 49,78 kWp”***  
Przychodnia Rejonowa Specjalistyczna, ul. Józefa Bożka 13, 55-220 Jelcz  
Laskowice

LOKALIZACJA:

**Ul. Józefa Bożka 13, 55-220 Jelcz Laskowice**

INWESTOR:

**Przychodnia Rejonowa Specjalistyczna  
55-220 Jelcz Laskowice  
Ul. Józefa Bożka 13**

BRANŻA	Imię i nazwisko	Pieczętka / Nr uprawnień
OZE	mgr Teofil Jarosz	OZE-E/28/000019/17

**Data wykonania opracowania:** kwiecień 2021

Spis zawartości dokumentacji:

**A. Dokumentacja techniczna**

1. Podstawa prawna dokumentacji
2. Wprowadzenie
3. Dokumenty formalno-prawne
4. Przedmiot i cel opracowania
5. Inwestor
6. Lokalizacja inwestycji
7. Stan istniejący
8. Zakres opracowania
9. Rozwiązanie projektowe instalacji fotowoltaicznej
  - 9.1 Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej
  - 9.2 Zasilanie i wyprowadzenie mocy, kable / przewody AC
  - 9.3 Rozdzielnica RPV AC
  - 9.4 Rozdzielnica RPV DC
  - 9.5 Kable / przewody DC
  - 9.6 Złącza i wtyki DC, typ. MC4
  - 9.7 Moduły / panele fotowoltaiczne
  - 9.8 Inwertery / falowniki fotowoltaiczne
  - 9.9 Ochrona przeciwporażeniowa, przed przeciążeniami i zwarciami
  - 9.10 Ochrona przeciwprzepięciowa, odgromowa, uziemienie ochronne i wyrównawcze
  - 9.11 Zabezpieczenie przed podaniem napięcia na sieć w sytuacjach awaryjnych
  - 9.12 Monitorowanie instalacji
  - 9.13 System zarządzania energią SZE
  - 9.14 Pomiar energii elektrycznej wytworzonej i oddanej
  - 9.15 Konstrukcja systemowa dedykowana do fotowoltaiki
10. Warunki ochrony przeciwpożarowej
11. Obliczenia techniczne
12. Uwagi końcowe
13. Spis rysunków i załączników
  - 13.1 E-1 Schemat elektryczny – **uzgodniony z Rzecznikiem ds. Ochrony Przeciwpożarowej**
  - 13.2 E-2 String plan - schemat połączenia elektrycznego modułów fotowoltaicznych
  - 13.3 E-3 Rysunek - schemat połączenia ograniczników przepięć SPD typ 1
  - 13.4 E-4 Rysunek – analiza zacielenia modułów fotowoltaicznych
  - 13.5 Karta katalogowa modułu fotowoltaicznego JASolar 380W
  - 13.6 Karta katalogowa inwertera Fronius
  - 13.7 Karta katalogowa ograniczników przepięć SPD

**B. BIOZ**

**C. Symulacja Wydajności**

## 1. Podstawa prawna dokumentacji

- Zlecenie inwestora
- Uzgodnienia z Inwestorem
- Wizja lokalna

### Akty prawne, normy, karty produktów, instrukcje

Obowiązujące normy i przepisy dotyczące budowy i odbioru instalacji fotowoltaicznych:

- PN-HD 60364-7-712:2016-05 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania,
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym,
- PN-HD 60364-6:2016-07 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzenie;
- N-SEP-E-004 – Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa;
- PN-EN 62446-1:2016-08 - Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór,
- PN-EN 61724-1:2017-10 – Wydajność systemu fotowoltaicznego – Część 1: Monitorowanie,
- PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji
- PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r., O Odnawialnych Źródłach Energii (Dz. U. 2015 poz. 478 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2020r., poz. 961 tekst jednolity)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 21 kwietnia 2006r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U.Nr.80,poz.563).[9].
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002 ( Dz. U. Nr 75 z dn. 15 czerwca 2002 r. Poz. 690 ).
- Karty techniczne urządzeń fotowoltaicznych
- Instrukcje montażu urządzeń fotowoltaicznych

## 2. Wprowadzenie

Zgodnie z Ustawą z dnia 13 lutego 2020 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2020 poz. 471) z dnia 19.09.2020 nowe brzmienie otrzymał Art. 29 prawa budowlanego a wraz z nim:

„4. Nie wymaga decyzji o pozwoleniu na budowę oraz zgłoszenia [...] wykonywanie robót Budowlanych polegających na:

3) instalowaniu:

c) pomp ciepła, wolnostojących kolektorów słonecznych, **urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50kW** z zastrzeżeniem, że do urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwanej dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o której mowa w art. 56 ust. 1a”

### 3. Dokumenty – formalno prawne

mgr Teofil Jarosz

Wszeradów, dnia 26.04.2021

Wszeradów 2, 46-100 Namysłów

*Uprawnienia:*

UDT OZE-E/28/000019/17

Specjalista ds. OZE

## OŚWIADCZENIE OPRACOWUJACEGO DOKUMENTACJĘ

Ja niżej podpisany akredytowany instalator Urzędu Dozoru Technicznego w specjalności instalacji Systemów Fotowoltaicznych numer uprawnień: OZE-E/28/000019/17, oświadczam, że dokumentacja techniczna została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi, zasadami wiedzy technicznej, Polskimi Normami i wytycznymi i zostaje wydany w stanie kompletnym z punktu widzenia celu jakiemu ma służyć.

.....  
pieczętka i podpis



#### **4. Przedmiot i cel opracowania**

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja techniczna budowy mikroinstalacji fotowoltaicznej dachowej o mocy 49,78kWp i przyłączeniu jej do wewnętrznej linii zasilania. Instalacja fotowoltaiczna będzie pracowała w układzie „on-grid”. Energia elektryczna produkowana będzie na użytek własny obiektu. Dokumentacja jest opracowaniem techniczno-koncepcyjnym i ma umożliwić zakup i montaż instalacji fotowoltaicznej dla przedmiotowego obiektu. Przedstawia rozwiązania oraz warunki ochrony przeciwpożarowej dla obiektu wyposażonego w mikroinstalację fotowoltaiczną.

#### **5. Inwestor**

**NZOZ Przychodnia Rejonowa Specjalistyczna**  
**55-220 Jelcz Laskowice**  
**Ul. Józefa Bożka 13**

#### **6. Lokalizacja inwestycji**

*Adres inwestycji:*  
55-220 Jelcz Laskowice  
Ul. Józefa Bożka 13  
Budynek A i B

#### **7. Stan istniejący**

Budynek Przychodni Rejonowo-Specjalistycznej w Jelczu-Laskowicach przy ul. Bożka 13, zlokalizowany jest po między ulicami Bożka i ulicą Oławską na działce n 9/2 o powierzchni 0,3937 ha, zabudowanej budynkiem 2 kondygnacyjnym częściowo podpiwniczonym.

Budynek przychodni składa się z dwóch obiektów „A”, i „B”.

Budynki połączone są ze sobą łącznikiem z którego jest możliwe przejście po przez następujące kondygnacje:

- a) parter
- b) I piętro

Budynek „A” stanowi część zespołu Przychodni, w którym znajdują się Gabinety Specjalistyczne Pediatrów, Gabinety Lekarskie, Rejestracja, laboratorium, administracja pomieszczenia socjale i gospodarczo magazynowe, konserwatora oraz pomieszczenia wynajmowane dla osób z zewnątrz.

Budynek „B” Przychodni, w którym znajdują się Gabinety specjalistów- ginekolog, chirurg, laryngolog, kardiolog, neurolog lekarz medycyny pracy, RTG, Dział Rehabilitacji i fizjoterapii, USG, pomieszczenia socjalne, optyk.

Wejście główne do budynku Przychodni dla budynku „B” na poziomie parteru zlokalizowane od strony ul.Bożka, natomiast dla budynku „A” od strony parkingu po schodach lub przez łącznik.

## **8. Zakres opracowania**

### **W zakres opracowania dokumentacji technicznej wchodzi:**

- Dobór i konfiguracja urządzeń wchodzących w skład instalacji fotowoltaicznej.
- Obliczenia konfiguracyjne instalacji fotowoltaicznej
- Opis techniczny sposobu montażu modułów PV i infrastruktury elektrycznej.
- Obliczenia produktywności energii elektrycznej za pomocą programu projektowego PV SOL Premium.
- Uzgodnienie dokumentacji technicznej z Rzecznikiem Ochrony Przeciwpożarowej

### **Zestawienie podstawowych instalacji i urządzeń:**

- 1) - instalacja fotowoltaiczna o mocy do 50kW
- 2) - wewnętrzna linia zasilania PV,
- 3) - przeciwpożarowy wyłącznik prądu,
- 4) - przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa DC
- 5) - główny wyłącznik prądu w RGNN 0,4kV,
- 6) - rozdzielnice oddziałowe RPVAC i RPVDC,
- 7) - system zarządzania energią ZSE
- 8) - układy pomiarowe energii elektrycznej
- 9) - instalacja odgromowa, uziemiająca i wyrównawcza
- 10) - ochrona przeciwprzepięciowa,
- 11) - ochrona przeciwporażeniowa
- 12) - ochrona przeciw przeciążeniowa
- 13) - ochrona przeciwpożarowa

### **Poza zakresem:**

- 1) Analiza ryzyka wyładowań atmosferycznych zgodnie z PN
- 2) Projekt wykonawczy instalacji odgromowej
- 3) Projekt wykonawczy konstrukcji i obliczenia statyczne
- 4) Projekt wykonawczy instalacji elektrycznej w tym PWP
- 5) Licznik rozliczeniowy energii elektrycznej z Tauron Dystrybucja
- 6) Aktualizacja instrukcji bezpieczeństwa przeciwpożarowego IBP
- 7) Zgłoszenie ZM uruchomienia mikroinstalacji do operatora sieci dystrybucyjnej tj. Tauron Dystrybucja
- 8) Inne dokumenty obowiązujące wykonawcę wynikające z przepisów i aktów prawnych na dzień realizacji zadania.

## **9. Rozwiązania projektowe**

Projektowana Instalacja Fotowoltaiczna będzie oparta o dwa inwertery trójfazowe współpracujące z modułami fotowoltaicznymi. Moduły PV będą tworzyły zespół prądotwórczy o łącznej mocy znamionowej 49,78kWp o napięciu wejściowym (DC) nie większym niż 1000 V oraz po przekształceniu w prąd przemienny o napięciu wyjściowym (AC) 230/400 VAC. Zespół będzie się składał z 7 łańcuchów



DC podłączonych do inwerterów. Projektuje się iż do pierwszego falownika należy przyłączyć trzy łańcuchy w układzie 3x21, a do drugiego falownika należy podłączyć cztery łańcuchy w układzie 4x 17 modułów połączonych ze sobą szeregowo każdy. Po stronie DC należy zastosować kable w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV. Całe dostępne okablowanie należy prowadzić w korytach odpornych na promieniowanie UV podwieszonych na konstrukcji montażowej modułów PV. Przy połączeniach okablowania DC należy zastosować system złączy MC4. Należy zwrócić szczególną uwagę przy zarabianiu złączy. Mają tu zastosowanie specjalistyczne zarabiarki i obrabiarki. Okablowanie wykonać zgodnie ze schematem elektrycznym w załączniku. Obwody kablowe nie powinny być łączone dodatkowymi złączkami, lecz w całości sprowadzone do falownika.

### 9.1. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy  $P_n = 49,78\text{kWp}$ , Zaprojektowano 131 modułów o mocy 380 Wp każdy, które zamontowane będą na konstrukcji dedykowanej do systemów fotowoltaicznych instalowanych na dachu. Przewidziano 2 falowniki o łącznej mocy maksymalnej AC 40000W. Dla instalacji przewidziano montaż rozdzielnic fotowoltaicznych, w której będą umieszczone zabezpieczenia DC i AC.

#### **Rozdzielnia fotowoltaiczna PV z zabezpieczeniami R1 -RPV-AC:**

- Wyłącznik nadprądowy C40 -2szt.
- Pomiar wytworzonej energii - inteligentny licznik z przekładnikami i listwą Wago
- Wyłącznik różnicowoprądowy 63A/0.1A typ A
- Ogranicznik przepięć typ 1: Dehn Shield 255
- Rozłącznik izolacyjny 100A

#### **Zabezpieczenia w rozdzielnicy R2 -RPV DC 1**

- Ogranicznik przepięć strony DC – Dehn Combo YPV SCI 1000

#### **Zabezpieczenia w rozdzielnicy R3 -RPV DC 2**

- Pożarowy wyłącznik bezpieczeństwa po stronie DC – 2szt.

Dane techniczne Instalacji Fotowoltaicznej 40,0 kW AC:

- Azymut paneli PV: Południe
- Kąt nachylenia paneli PV: 15°
- Moc znamionowa: 49,78kWp DC
- Moc znamionowa zespołu inwerter 1: 20,0 kW AC
- Moc znamionowa zespołu inwerter 2: 20,0 kW AC
- Liczba zespołów prądotwórczych: 2
- Liczba łańcuchów DC w inwerterze 1: 3
- Liczba łańcuchów DC w inwerterze 2: 4
- Łączna liczba łańcuchów (stringów) DC: 7
- Liczba modułów PV inwerter 1/string 1 : 21
- Liczba modułów PV inwerter 1/string 2 : 21
- Liczba modułów PV inwerter 1/string 3 : 21

- Liczba modułów PV inwerter 1/string 1 : 17
- Liczba modułów PV inwerter 2/string 2 : 17
- Liczba modułów PV inwerter 2/string 3 : 17
- Liczba modułów PV inwerter 2/string 4 : 17
- Liczba modułów PV: 131

## 9.2. Zasilanie, kable po stronie AC

Wpięcie Instalacji fotowoltaicznej do wewnętrznej linii zasilania zaprojektowano w rozdzielnicy głównej obiektu RGNN 0,4kV. Rozdzielnię Fotowoltaiczną AC połączyć z wewnętrzną linią zasilania kablem YKY 5x16 mm<sup>2</sup>.

Z inwertera do rozdzielnicy RPV AC należy wyprowadzić przewód LgY 5x10 mm<sup>2</sup>, całość prowadzić w listwach CTS/rurkach elektroinstalacyjnych/rurach karbowanych wewnątrz. Od rozdzielnicy RPV AC do RG wyprowadzić kabel energetyczny YKY 5x16 mm<sup>2</sup>.

## 9.3. Rozdzielnice R1 -RPV AC

Rozdzielnice oddziałową wykonać natynkowo, w pobliżu inwerterów zamontować rozdzielnicę RPV AC - 24polową lub większą, np. typ SRN firmy Elektroplast.

## 9.4. Rozdzielnice R2 i R3 -RPV DC

Rozdzielnice oddziałową wykonać natynkowo, w pobliżu inwerterów zamontować rozdzielnicę R2 - RPV DC - 24polową lub większą. Rozdzielnica musi być przystosowana do napięcia do 1000V DC i posiadać certyfikat, np. typ RH-24 firmy Elektroplast. Przy montażu na dachu rozdzielnica R3-RPVDC muszą być odporne na promieniowanie UV oraz muszą posiadać szczelność w klasie IP65.

## 9.5. Kable / przewody DC

Po stronie DC należy zastosować kable o właściwościach:

- Pojedynczy przewód wykonany z cienkich drutów typu linka,
- Wytrzymały, odporny na wysokie obciążenia mechaniczne i ścieranie, odporność na wodę, oleje i substancje chemiczne,
- Odporny na wysoką temperaturę i na promieniowanie UV oraz ozon,
- Odporny na niskie temperatury.

W zaprojektowanej instalacji fotowoltaicznej do połączeń obwodów DC zostanie zastosowany kabel fotowoltaiczny PV MG Wires o przekroju 6 mm<sup>2</sup> jest on wykorzystywany w elektrowniach słonecznych do łączenia modułów fotowoltaicznych z inwerterami sieciowymi. Są bardzo elastyczne, co ułatwia ich układanie w korytach kablowych a także mają szczególnie długą żywotność. Są one testowane na minimalny okres eksploatacji ponad 25 lat i posiadają najnowsze certyfikaty. Oznacza to brak konieczności konserwacji okablowania przez cały okres eksploatacji systemu fotowoltaicznego. Dzięki wysokiej odporności na amoniak, promieniowanie UV i Ozon kable PV MG Wires mogą być stosowane zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz obiektów przemysłowych, rolniczych oraz w miejscach



gdzie występuje ryzyko wybuchu. Zaletą tych kabli jest również rozprzestrzenianie się płomieni w wiązkach kabli oraz emisja dymu, te parametry są lepsze od ogólnych standardów dotyczących kabli elektrycznych, co również jest przebadane w certyfikowanych ośrodkach.

## 9.6. Złącza i wtyczki DC

Złączki i wtyki muszą być dopasowane i pochodzić od jednego producenta. Zastosowany został system złączy MC4- Multi-Contact. Mają zastosowanie dla kabli 4 – 6 mm<sup>2</sup>. Dla połączeń o polaryzacji „+” zastosowano szeregowy typ MC4 (+) PV-KBT4, a dla polaryzacji „-” zastosowano szeregowy typ MC4 (-) PV-KST4.

Parametry techniczne złączy:

Napięcie znamionowe	- 1000V (IEC) i 600 V (UL)
Prąd znamionowy w temperaturze 90 ° C i Ø4/6mm <sup>2</sup>	- 30A
Prąd znamionowy w temp. 85 ° C i Ø4/6mm <sup>2</sup>	- 39/45A
Temperatura pracy	- -40 ° C. ... +90 ° C (IEC)
Test voltage	- 5kV (50Hz, 1min)
Stopień ochrony	- IP68 (1h/1m)

***Należy zwrócić szczególną uwagę przy zarabianiu złączy. Mają tu zastosowanie specjalistyczne zarabiarki i obrabiarki.***

## 9.7. Moduły fotowoltaiczne / panele

Zaprojektowano zastosowanie modułów firmy JA Solar model JAM60S20 380/MR o mocy znamionowej 380 Wp. Karta katalogowa modułów fotowoltaicznych oraz szczegółowy opis w załączniku.

## 9.8. Inwertery/ falowniki fotowoltaiczne

Zaprojektowano 2x inwertery trójfazowe firmy Fronius International dla rozwiązań przemysłowych:

- Fronius Symo 20.0-3-M

Moc wyjściowa inwertera wynosi 20000W. Inwertery należy zamontować w rozdzielni głównej RGNN budynku. Pomieszczenie jest suche, w RG należy zapewnić dobry przepływ powietrza w celu odpowiedniej wentylacji. Jeśli w trakcie użytkowania stwierdzi się, że inwertery mają zbyt małą wentylację i się przegrzewają, wtedy będzie konieczność wykonania wentylacji wymuszonej lub wstawienia klimatyzatora.

## 9.9. Bezpieczeństwo pożarowe

### ***Przeciwpowozarowy wyłącznik prądu -PWP***

Przy głównym wejściu lub wejściach do budynku należy zabudować przyciski pożarowego wyłącznika prądu PWP ppoż, wyłączające napięcie z całego budynku. Do przycisków PPOŻ doprowadzić kabel HDGs 3x1,5mm<sup>2</sup> PH90. Kabel do przycisku ppoż należy prowadzić podtynkowo lub trasami odporności ogniowej (koryta lub dyble metalowe). Naciśnięcie przycisku PWP ppoż spowoduje wyzwolenie cewki wybijakowej i wyłączenie głównego wyłącznika prądu zamontowanego w rozdzielnicy RGNN z wykluczeniem obwodów zasilających urządzenia przeciwpowozarowe m.in.

oświetlenie awaryjne, zestaw hydroforowy, centrale ppoż, oddymianie itd.. W RGNN należy zamontować główny wyłącznik prądu typu DPX z wyzwalaczem.

### **Pożarowy wyłącznik bezpieczeństwa DC**

W przypadku pożaru strażacy mogą być narażeni na bardzo poważne potencjalne zagrożenia. Ale jeśli strażacy wyłączyli prąd zmienny przed gaszeniem pożaru, wyłącznik bezpieczeństwa serii PEFS wykryje awarię sieci, a po 5 sekundach PEFS automatycznie wyłączy przełącznik izolacji. Ponieważ ten wyłącznik bezpieczeństwa jest zamontowany blisko panelu fotowoltaicznego, prąd stały w budynku jest odłączony, co stwarza bezpieczne środowisko dla strażaków, zmniejsza potencjalne uszkodzenia i zapewnia bezpieczeństwo systemu fotowoltaicznego. Wyłącznik można pominąć jeśli wprowadzamy okablowanie do budynku w szachcie wydzielonym pożarowo (ogniodopornym).

### **Złącza i wtyczki DC**

Na okablowaniu stałoprądowym należy stosować tylko i wyłącznie wtyczki kompatybilne ze sobą i najlepiej od jednego producenta. Przy zarabianiu wtyczek trzeba zachować szczególną ostrożność aby połączenie wykonać prawidłowo.

## **9.10. Ochrona przeciwporażeniowa, przed przeciążeniami i zwarciami**

Za środek ochrony przeciwporażeniowej podstawowej przyjęto izolację kabli i podstawowych części czynnych. Jako środek ochrony przy uszkodzeniu przyjęto samoczynne wyłączanie zasilania realizowane przez wyłącznik różnicowoprądowy (RCD 4P typ A 0,1mA) i nadprądowy (3P63A), oraz zabezpieczenia wewnętrzne falownika.

## **9.11. Ochrona przeciwprzepięciowa, odgromowa, uziemienie ochronne i wyrównawcze**

### ***Ochrona przeciwprzepięciowa***

Zapewnić ochronę obiektu poprzez urządzenie odłączająco-zwierające dla bezpiecznego gaszenia łuku prądu stałego (DC) – bez ryzyka pożaru. Do generatora PV dobrano kombinowany ogranicznik do instalacji fotowoltaicznych o napięciu do 1000V DC, model ochronnika DC DEHNcombo YPV SCI 1000V DC, typu 1. Ograniczniki wbudować w rozdzielnicę RPV DC

Do ochrony instalacji niskiego napięcia przed przepięciami, również przy bezpośrednich trafieniach piorunów dobrano kompaktowy ogranicznik kombinowany typu 1, model DEHNshield 255. Ochronnik ma zapewnić ochronę falownika i należy zabudować go w rozdzielnicę RPV AC.

Urządzenia do ograniczania przepięć (SPD) **powinny wytrzymywać bez uszkodzenia** spodziewaną część płynącego przez nie prądu pioruna. SPD powinny również mieć zdolność gaszenia elektroenergetycznych prądów następczych sieci zasilającej, jeżeli są przyłączone do jej przewodów.

SPD łączyć z uziemieniem o możliwie niskiej rezystancji (zalecana  $R < 10\Omega$ ). Podłączenie ograniczników wykonać zgodnie z rysunkiem E-3.

### ***Ochrona odgromowa***

Należy zapewnić skoordynowaną ochronę odgromową wraz z ogranicznikami przepięć. Wykonawca zobowiązany jest aby skoordynowaną ochronę odgromową poprzedził opracowaniem analizy ryzyka. Na podstawie wniosków z analizy należy zmodernizować i przebudować instalację, tak

aby zwody pionowe swoim zasięgiem chroniły moduły fotowoltaiczne. Ze względu na dużą ilość i rozległy układ paneli oraz brak możliwości zachowania odstępów izolacyjnych dlatego projektuje się instalację odgromową podłączyć do konstrukcji instalacji fotowoltaicznej. Przy takim układzie należy zastosować ograniczniki przepięć typu 1.

Analiza ryzyka wg. odrębnego opracowania.

### ***Uziemienie ochronne i robocze połączenia wyrównawcze***

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia. W szczególności należy uziemić: konstrukcje rozdzielnic i szaf, falowniki, aluminiową konstrukcję nośną modułów fotowoltaicznych. Połączenie wyrównawcze konstrukcji z GSU realizować za pomocą linku LGY 16mm<sup>2</sup>. Konstrukcję paneli fotowoltaicznych połączyć w kilku miejscach z instalacją odgromową. Zwody poziome połączyć drutem aluminiowym fi8, zastosować atestowane złącza odgromowe. Po montażu sprawdzić ciągłość połączeń. Rezystancja uziemienia Falowników, SPD, GSU powinno wynosić  $R < 10\Omega$ .

## **9.12. Zabezpieczenie przed podaniem napięcia na sieć dystrybucyjną w sytuacjach awaryjnych (anty-wyspowe)**

Falowniki muszą posiadać zgodnie z wymaganiami przepisów i norm zabudowany w sobie układ bezpieczeństwa wymagany przy pracy w systemie „on-grid” tzw. moduł Grid Guard, który wyłącza inwertery w przypadku zaniku (awaria, konserwacja) napięcia na sieci dystrybucyjnej. Dzięki temu systemowi bezpieczeństwa nie ma zagrożenia przed podaniem wstecznym napięcia na części wyłączonej sieci.

## **9.13. Monitorowanie instalacji**

Projektuje się inteligentny sterownik typu: Datamanager przeznaczony do systemów fotowoltaicznych współpracujący z falownikami sieciowymi np. Fronius. Poprzez połączenie z siecią Internet za pośrednictwem interfejsu LAN lub WLAN urządzenie przesyła wartości instalacji fotowoltaicznej bezpośrednio do portalu online „Fronius Solar.web”, co pozwala zachować całkowitą kontrolę nad pracą instalacji w dowolnej chwili. Datamanager umożliwia bezpośrednie połączenie falowników z siecią Internet za pośrednictwem interfejsu WLAN. Optymalne monitorowanie pracy instalacji i konfiguracja urządzenia są możliwe dzięki własnemu interfejsowi sieci Web na zintegrowanym z urządzeniem serwerze.

W celu archiwizacji danych dotyczących produkcji energii z instalacji fotowoltaicznej nie wymaga się dodatkowego komputera/serwera. Wszelkie dane zbierane są i archiwizowane na platformie Fronius Solar.web, platforma jest stroną www i nie wymaga instalowania odrębnego oprogramowania. W celu skonfigurowania falownika z istniejącą siecią WLAN/LAN Zamawiający musi udostępnić sieć Internet w pobliżu falownika z odblokowanymi portami 49049 UDP, 15015 TCP oraz 80.

## **9.14. System zarządzania energią SZE**

System SZE ma umożliwić rozwiązania zapewniające wydajne zarządzanie energią, które można indywidualnie dostosować do swoich potrzeb i wymagań, a także je rozbudować. System zarządzania energią firmy Fronius wspomaga użytkownika instalacji fotowoltaicznej w maksymalnie wydajnym

wykorzystaniu samodzielnie wytworzonego prądu fotowoltaicznego. W zależności od obecnie dostępnej ilości prądu automatycznie może włączać lub wyłączać poszczególne odbiorniki, dzięki temu możemy zwiększać udział zużycia własnego. System należy zrealizować za pomocą dwukierunkowego inteligentnego licznika, który ma za zadanie wykonywać pomiar energii elektrycznej dostarczanej i oddawanej do obiektu. Pomiar wykonać jako układ półpośredni, typ przekładnika prądowego dobrać na etapie wykonawczym. Licznik i szynę pomiarową zabudować w rozdzielnicy lub szafie w RGNN. Komunikację RS485 między układem pomiarowym a falownikiem (datamanager) realizować za pomocą kabla teleinformatycznego np. F/UTP kat5e . Dzięki SZE będzie można min. monitorować: krzywą obciążenia, produkcję i zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne, ilość energii oddanej i pobranej z tauronu, napięcia na fazach, prądy, energię czynną, bierną, itd. .

#### **9.15. Pomiar energii elektrycznej wytworzonej i oddanej (rozliczeniowy)**

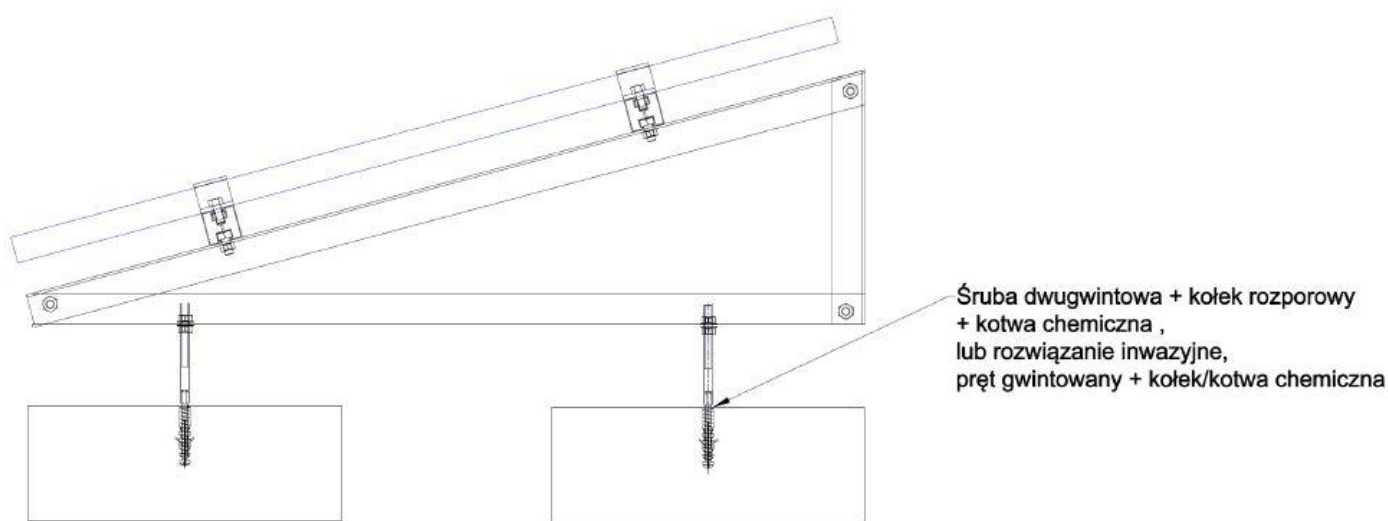
Pomiar energii wytworzonej należy zrealizować za pomocą licznika elektronicznego zamontowanego w RPV AC, w taki sposób aby mierzył całość energii wytworzonej z 2 lub więcej inwerterów.

Liczniki energii elektrycznej do rozliczenia z Tauronem oraz opcjonalnie zegar sterujący zainstaluje Tauron Dystrybucja S.A.. Powyższy zakres prac jest poza zakresem niniejszego opracowania. Wykonawca wykona zgłoszenie mikroinstalacji na druku ZM do Tauronu 30 dni przed planowanym uruchomieniem instalacji.

#### **9.16. Konstrukcja systemowa dedykowana do fotowoltaiki**

Dach obiektu pokryty papą o niewielkim stopniu nachylenia, dlatego planuje się konstrukcję wsporczą balastową typu „ekierka”, która podniesie kąt posadowienia modułów o 15 stopni względem płaszczyzny. Zaplanowana konstrukcja jest bezinwazyjnym rozwiązaniem, moduły zostaną posadowione na profilu montażowym aluminiowym 40x40 i przymocowane przy pomocy zacisków (klema końcowa i środkowa) śruby imbusowej i wpustu do niego. Profil ułożony zostanie na przeciwprostokątnej trójkąta zbudowanego z kątownika aluminiowego (trójkąt o kącie podniesienia 15 stopni). Dłuższa przyprostokątna zostanie przymocowana przy pomocy śrub dwugwintowych, kołka rozporowego do bloczka betonowego (po dwa na trójkąt) o wadze ok 25 kg każdy.

Moduły należy rozmieścić zgodnie z rysunkiem E2.



Dla powyższego rozwiązania należy przeprowadzić obliczenia statyczno wytrzymałościowe lub opracować projekt wykonawczy wg. odrębnego opracowania.

## 10. Warunki ochrony przeciwpożarowej

*Na podstawie opublikowanych wniosków i analiz oraz raportów m.in. przez TUV Rheinland z współpracy z Instytutem Systemów Energetyki Słonecznej wskazują, że pożary wywołane przez systemy PV stanowią zaledwie 0,016% w odniesieniu do wszystkich instalacji fotowoltaicznych powstałych w Niemczech. Natomiast zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre – niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji „Fire and Solar PV System” mówiący o tym, że prawidłowo zaprojektowana i eksploatowana instalacja fotowoltaiczna nie stwarza dodatkowego zagrożenia pożarowego dla obiektu/lokalizacji.*

Przedmiotowy obiekt Przechodni Leczniczej posiada IBP Instrukcję Bezpieczeństwa Pożarowego w której zawarte są rozwiązania i warunki ochrony przeciwpożarowej, które należy bezwzględnie przestrzegać. Dokumentacja techniczna mikroinstalacji PV zawiera propozycję rozwiązań w celu poprawy bezpieczeństwa pożarowego przy okazji budowy instalacji fotowoltaicznej. Po montażu i uruchomieniu instalacji fotowoltaicznej należy zaktualizować instrukcję IBP.

Charakterystyka obiektu:

Przedmiotowy obiekt zaliczany jest do obiektu niskiego (N)

Powierzchnia zabudowy 1436,00m<sup>2</sup>

Powierzchnia użytkowa 2552,80m<sup>2</sup>

Kubatura 10269,00m<sup>3</sup>

Powierzchnia użytkowa poszczególnych budynków:

- Budynek „A” 1231m<sup>2</sup>

- Budynek „B” 1321,80m<sup>2</sup>

### **10.1 Informacje o kategorii zagrożenia ludzi przedmiotowego budynku**

Obiekt w kategorii zagrożenia ZL. Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie zmienia kategorii zagrożenia ludzi.

### **10.2 Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego**

Dla przedmiotowego obiektu gęstości obciążenia ogniowego nie oblicza się. Gęstość obciążenia pojedynczych pomieszczeń technicznych oraz innych przestrzeni PM będzie wynosiła do 500 MJ/m<sup>2</sup>.

### **10.3 Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych**

Mikroinstalacja nie ma wpływu oraz nie zwiększa ryzyka wybuchem, obiekt nie posiada pomieszczeń lub stref zagrożonych wybuchem.

### **10.4 Informacje o stopniu rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie stanowi przykrycia dachu których mowa § 216, § 218 §219 §235 §271 §274 §287 w Warunkach Technicznych. Zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień zewnętrznych zgodnie np. Polską Normą PN-ENV 1187:2004 „Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy”; badanie 1. Projektowany system należy traktować jako instalację posadowioną na dachu który spełnia kryteria projektowe dla danego budynku np. dach NRO / Broof. Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowym obiekcie jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczonych do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności

### **10.5 Podział obiektu na strefy pożarowe oraz strefy dymne**

Obiekt w jednej strefie pożarowej.

Budynek „A” oraz budynek „B” stanowi jedną strefę pożarową wraz z łącznikiem oraz piwnicą, w której wydzieli się ogniowo pomieszczenie techniczne RG rozdzielni głównej.

Przy projektowaniu niniejszej instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących wymogów wynikających z warunków technicznych

- Panele fotowoltaiczne projektowane są poza niepalnymi pasami służącymi do oddzielenia ppoż.
- Niezależnie od występowania niepalnych pasów o których mowa powyżej, zapewnia się zachowanie odległości 1m względem ściany oddzielenia przeciwpożarowego.
- W stropie oddzielenia przeciwpożarowego nie przewiduje się perforacji stropu o powierzchni powyżej 0,5% stropu.
- W niniejszym projekcie przyjęto zasadę nie projektowania komponentów instalacji PV w pasach z materiału niepalnego tj. 2m EI 60 przewidzianych na granicy stref pożarowych. Pomimo braku obostrzeń Warunków Technicznych w zakresie występowania instalacji w obrębie pasów niepalnych, rozwiązanie przyjęto jako dobrą praktykę inżynierską.

### **10.6 Informacje o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących**

Odległość budynku Przechodni do budynków sąsiednich (ZL), które posadowione są na innych działkach budowlanych, wynosi ponad 8m we wszystkich kierunkach.



Instalacja fotowoltaiczna projektowana na przedmiotowym dachu pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki oraz dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

### **10.7 Informacje o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób.**

Parametry przejść i dojść ewakuacyjnych pozostają bez zmian – instalacja fotowoltaiczna nie ingeruje.

### **10.8 Informacje o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób.**

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybko złączek tego samego typu i producenta.
- Zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC.
- Trasy przewodów DC prowadzono w sposób bezpieczny – w miejscach gdzie to wymagane w odpowiednich osłonach/rurach.
- Kable instalacji PV nie będą prowadzone w obrębie istniejących szachtów wentylacyjnych.
- Trasy kablowe będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.
- Przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego, przez stropy, w części nadziemnej zostaną zabezpieczone do klasy nie gorszej niż były.
- Zapewniono ochronę odgromową urządzeń fotowoltaicznych,
- Wyposażono obiekt w przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP
- Wydzielono pomieszczenie RGNN pożarowo

### **10.9 Informacje o możliwym wpływie instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe i inne urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanemu do wymagań wynikających z przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń.**

Analizując zagrożenia pożarowe na przedmiotowym obiekcie oraz wpływ instalacji fotowoltaicznej na bezpieczeństwo pożarowe, należy zwrócić uwagę na obowiązkowe wyposażenie całego obiektu w przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP. Należy również zabezpieczyć obiekt przed wprowadzeniem do budynku napięcia niebezpiecznego tj. napięcia do 1000V prądu stałego, dlatego należy wyposażyć instalację PV w wyłącznik bezpieczeństwa po stronie DC przy modułach. Instalacja ingeruje również w rozdzielnię główną prądu RGNN, gdyż będzie ona teraz pracowała na zasadzie odbioru i oddawania energii do sieci, będzie zasilana dwustronnie. W RGNN zamontowane również będą falowniki fotowoltaiczne, dlatego też pomieszczenie techniczne rozdzielni powinno zostać wydzielone ogniowo. Pomieszczenie należy wyposażyć w drzwi przeciwpożarowe o szczelności ogniowej EI30 oraz wszystkie przepusty wykonać w odpowiedniej klasie odporności ogniowej atestowanymi środkami np. Hilti, Promat itd.. Zabezpieczenia przeciwpożarowe bierne powinna wykonać firma z uprawnieniami. RGNN wyposażyć w gaśnice proszkową 6kg oraz śniegową 5kg oraz koc gaśniczy.

W wyniku instalowania urządzeń fotowoltaicznych (paneli) należy również zmodernizować i przebudować istniejącą instalację odgromową obiektu.

### 10.10 Przeciwpowozarowy wylacznik pradu PWP

Przy przedmiotowej inwestycji nalezy zaprojektowac i wyposazyc rozdzielnie glowna RG w wylacznik mocy np. DPX oraz przycisk PWP przy wejsciu glownym. Przyciski PWP w miare mozliwosci powinno zamontowac sie rowniez przy innych wejsciach/wyjsciach do budynku.

**Przeciwpowozarowy wylacznik pradu,-** § 182 ust. 2 rozporzadzenia MI (pkt. 1.4) W zwiazku z przekroczona strefa powozarowa przekraczajaca 1000 m<sup>3</sup>, budynek nalezy wyposazyc w przeciwpowozarowy wylacznik pradu, wylaczajacy doplyw pradu elektrycznego, za wyjatkiem urzadzen ppoz. ktorych dzialanie w warunkach powozaru jest niezbedne do prowadzenia ewakuacji oraz dzialan ratowniczo – gasniczych (instalacja systemu oddymiania, oswietlenie awaryjne – ewakuacyjne itp.). Wylaczenie przeciwpowozarowe obiektu przewidziano recznie w rozdzielnicy glownej RG poprzez wylaczenie rozlacznika oraz zdalnie przez zamontowanie w miejscach ogolno dostepnych na zewnatrz budynku (przy wejsciach/wyjsciach) przyciskow ppoz. z tabliczka i napisem „Przeciwpowozarowy wylacznik pradu” zamontowane na wysokosci ok. 1,4m. Polaczenie wykonane przewodem ogniodpornym np. HDGS 2x1,5mm<sup>2</sup>. Lokalizacje w/w wylacznika oznakowac zgodnie z PN

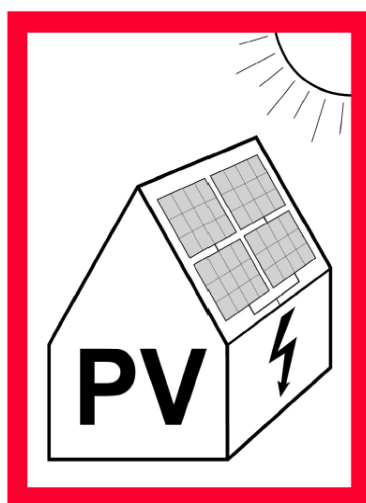
### 10.11 Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia dzialan ratowniczo-gasniczych.

Z uwagi na zapewnienie bezpieczenstwa ekip ratowniczych podczas dzialan, nalezy wykonac oznaczenia nastepujacych skladowych instalacji fotowoltaicznej w ramach uaktualnienia instrukcji bezpieczenstwa powozarowego lub wykonania planu urzadzenia fotowoltaicznego.

Czesc graficzna powinna zawierac:

- obszar lokalizacji modułow PV,
- lokalizacje falownika/ow PV,
- miejsca usytuowania elementu (np. rozlacznika) zapewniajacego odlaczenie napiecia po stronie DC falownika (nawet jesli stanowi wyposazenie falownika PV),
- przebieg tras przewodow pradu stalego (po stronie DC) pozostajacych pod napieciem,
- opcjonalnie przebiegu tras kablowych pradu przemienneo,
- legende zastosowanych oznaczen graficznych i literowych,
- wskazanie osob lub podmiotow opracowujacych plan oraz date jego opracowania

### 10.12 Oznakowanie budynku.



W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczenstwa dla ekip ratowniczo gasniczych nalezy odpowiednio oznakowac obiekt wyposazony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712:

Piktogram z wizerunkiem modułow PV na dachu budynku powinien byc umieszczony:

- w miejscu przylaczenia instalacji PV,
- przy liczniku oraz
- przy glownym wylaczniku zasilania.

### 10.13 Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe

Projektowana instalacja PV w budynku nie powoduje dodatkowych obostrzeń w zakresie ilości wody potrzebnej do zewnętrznego gaszenia pożaru a także nie ingeruje w zasady prowadzenia dróg pożarowych do obiektu.

## 11. Obliczenia techniczne

Obliczenia układu wykonano programem specjalistycznym PV SOL premium. W programie zostały przeanalizowane różne konfiguracje:

- układ modułów fotowoltaiczny dla danej powierzchni dachowej:
  - układ pionowy
  - układ poziomy
- dobór falownika
- dobór zabezpieczeń i okablowania.

Dokonano również obliczeń metodą tradycyjną.

#### a. Dobór mocy falownika do paneli fotowoltaicznych

- Moc maksymalna falownika

$$\frac{P_p[kWp]}{0,9} = P_{Fmax}[kW]$$

$$F1 = \frac{23,94}{0,9} = 26,6$$

$$F2 = \frac{25,84}{0,9} = 28,71$$

- Moc minimalna falownika

$$\frac{P_p[kWp]}{1,30} = P_{Fmin}[kW]$$

$$F1 = \frac{23,94}{1,30} = 18,41$$

$$F2 = \frac{25,84}{1,30} = 19,87$$

gdzie:

$P_p$  – Łączna moc paneli PV podłączona do falownika,

$P_{Fmax}$  - Maksymalna moc falownika - system nie obciążony działający na 90% swoich możliwości,

$P_{Fmin}$  - Minimalna moc falownika – system obciążony działający na 130% swoich możliwości,

0,9;1,3 – Wartości graniczne pracy falownika.

Zgodnie z literaturą oraz nabytym doświadczeniem łączną moc paneli fotowoltaicznych należy przewymiarować w stosunku do falownika. W związku z tym dobrano dwa falowniki o mocy **20,0kW**. Przewymiarowanie wynosi odpowiednio F1=119%, F2=129%.

$$F1 = 0,9 < \frac{63 \cdot 380}{20000} \approx 1,19 < 1,3$$

$$F2 = 0,9 < \frac{68 \cdot 380}{20000} \approx 1,29 < 1,3$$

- Warunek spełniony

#### b. Sprawdzenie doboru falownika pod kątem napięć wejściowych

Dane falownika Fronius Symo

Fronius Symo	Symo 20.0-3-M
Dane wejściowe falownika	
Maks. Prąd wejściowy $I_{dc \max}$	33,0 A / 27,0 A
Maks. Prąd zwarcia, pole modułu (MPP1/MPP2)	49,5 A / 40,5 A
Min. Napięcie wejściowe ( $U_{dc \text{ start}}$ )	200 V DC
Napięcie rozpoczęcia pracy ( $U_{dc \text{ start}}$ )	200,0 V
Znamionowe napięcie wejściowe ( $U_{dc,r}$ )	600,0 V
Maks. napięcie wejściowe ( $U_{dc,max}$ )	1000 V
Zakres napięć MPP ( $U_{MPPmin} - U_{MPP \max}$ )	200 – 800 V
Liczba trackerów MPP	2
Liczba przyłączy prądu stałego DC	3 + 3

Dane techniczne modułu fotowoltaiczne JA Solar 380W

Moc maksymalna	$P_{MPP}$ [W]	380
Tolerancja	[%]	0/+5
Napięcie obwodu otwartego	$U_{OC}$ [V]	41,62
Prąd zwarcia	$I_{SC}$ [A]	11,47
Napięcie maksymalne	$U_{MPP}$ [V]	34,77
Maksymalne natężenie prądu	$I_{MPP}$ [A]	10,93
Sprawność modułu	[%]	20,03
Maksymalne napięcie systemu	[V]	1000
Współczynnik temperaturowy $\alpha$	$I_{SC}$ [%/°C]	+0,044
Współczynnik straty temperaturowej $\beta$	$U_{OC}$ [%/°C]	-0,272
Wymiary	[mm]	1776x1052x35
Waga	[kg]	20,87

Założenia:

- Zakres temperatur  $T_{min} = -25^{\circ}\text{C}$  ;  $T_{max} = 70^{\circ}\text{C}$

- Napięcie toru otwartego w temperaturze ujemnej  $T_{min} = 20^{\circ}\text{C}$ :  $U_{oc} = 40,0$  [V] ;  $\beta_T = -0,30$  %/°C

**Dla temperatury ujemnej:**

$$U_{OC(-25)} = 41,62 \cdot \left[ 1 + (-25 - 20) \cdot \frac{-0,272}{100} \right] \cong 46,71V$$

$$n_{max} \leq \frac{1000}{46,71} \leq 21,40 \Rightarrow 22$$

Maksymalna ilość paneli połączonych szeregowo –  $n_{max} = 22$  moduły PV (tak aby nie przekroczyć dopuszczalnego napięcia pracy falownika/modułu).

**Dla temperatury dodatniej:**

$$U_{OC(70)} = 41,62 \cdot \left[ 1 + (70 - 25) \cdot \frac{-0,272}{100} \right] \cong 36,52V$$

$$n_{min} \geq \frac{200}{36,52} \geq 5,48 \Rightarrow 6$$

Minimalna ilość paneli połączonych szeregowo -  $n_{\min} = 6$  moduły PV (tak aby napięcie nie było niższe niż napięcie startowe falownika).

Projektuje się 7 łańcuchów po 3x21, 4x17 modułów PV, a zatem:

$$U_{OC(70)} = 21 \cdot 36,52V = 766,92V > 200V U_{dc \text{ start}}$$

$$U_{OC(-25)} = 21 \cdot 46,71V = 980,91V < 1000V U_{dc \text{ max}}$$

$$U_{OC(70)} = 17 \cdot 36,52V = 620,84V > 200V U_{dc \text{ start}}$$

$$U_{OC(-25)} = 17 \cdot 46,71V = 794,07V < 1000V U_{dc \text{ max}}$$

### c. Dobór przewodów po stronie DC

Zaprojektowane falowniki fotowoltaiczne – Fronius Symo 20.0-3-M, Symo 20.0-3-M posiadają 2 MPPT.

Układ połączeń:

Fronius Symo 20.0-3-M	Fronius Symo 20.0-3-M
MPPT 1 :	MPPT 1 :
S1 – 21	S1 – 17
S2 – 21	S2 – 17
MPPT 2 :	MPPT 2 :
S1 – 21	S1 – 17
	S2 – 17

Założenia:

Dla modułu JA solar 380W prąd zwarciový wynosi  $I_{sc} = 11,47A$

Dla modułu JA solar 380W maksymalny prąd wynosi  $I_{mp} = 10,93A$

#### - warunek 1

Przewód należy dobrać tak aby został spełniony warunek:

$$I_{sc} \leq I_z$$

gdzie:

$I_{sc}$  – Prąd zwarciový połączenia [A]

$I_z$  – Obciążalność prądowa przewodu [A]

Dobrano przewód solarny 1x6mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej  $I_z = 70A$

$$I_{sc} = 11,47 \leq I_z = 70A$$

#### Warunek spełniony

### d. Dobór przewodu i zabezpieczenia po stronie AC

Założenia:

Relacja falownik – rozdzielnia RPV-AC

Warunek 1 - zabezpieczenie przed prądem przeciążeniowym:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

$I_B$  – prąd obliczeniowy danego obwodu [A]

$I_z$  – obciążalność prądowa długotrwała przewodu [A]

$I_n$  – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego [A]

$I_2$  - prąd zapewniający skuteczne zadziałanie w umownym czasie urządzenia zabezpieczającego [A]

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{20000[W]}{\sqrt{3} \cdot 400[V] \cdot 1} = 28,90A$$

Dobrano **przewód LgY 5x10mm<sup>2</sup>** 0,6/1kV o dopuszczalnym prądzie długotrwałym  $I_z = 50A$

- Dobór zabezpieczenia

W celu zabezpieczenia falownika Fronius Symo 20.0-3-M dobrano wyłącznik nadprądowy o charakterystyce C i prądzie  $I_n=40A$

$k$  - (współczynnik krotności prądu), dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B,C i D -  $k= 1,45$

$$I_2 = k \cdot I_n$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 40A = 58A$$

Sprawdzenie warunku 1

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$28,90 \leq 40 \leq 50$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$58 \leq 1,45 \cdot 50 = 72,5A$$

Warunek 1 spełniony

#### e. Obliczanie spadków napięć po stronie AC

Relacja falownik – rozdzielnia RPV-AC – odległość  $L=3m$

$$\Delta U_{\%} = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot \gamma \cdot S} \cdot 100\% = \frac{20000 \cdot 3}{400^2 \cdot 54 \cdot 10} \cdot 100\%$$

$$\Delta U_{\%} = 0,06$$

Warunek spełniony  $\Delta U_{\%} \leq 1$

$$\Delta U_{\%} = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot \gamma \cdot S} \cdot 100\% = \frac{20000 \cdot 3}{400^2 \cdot 54 \cdot 6} \cdot 100\%$$

$$\Delta U_{\%} = 0,06$$

Warunek spełniony  $\Delta U_{\%} \leq 1$

Założenia:

Relacja rozdzielnia RPV-AC – RG (miejsce wpięcia)

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{40000[W]}{\sqrt{3} \cdot 400[V] \cdot 0,9} = 57,8A$$



**Dobór zabezpieczenia**

W celu zabezpieczenia rozdzielnic RPVAC dobrano wyłącznik nadprądowy o charakterystyce C i prądzie  $I_n=63A$   
 $k$  - (współczynnik krotności prądu), dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B,C i D -  $k= 1,45$ ,  
 w przypadku wyłączników bezpiecznikowych współczynnik krotności wynosi 1,6.

Dobrano **przewód YKY 5x16mm<sup>2</sup>** 0,6/1kV o dopuszczalnym prądzie długotrwałym  $I_z = 88A$

$$I_2 = k \cdot I_n$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 63A = 91,35A$$

Sprawdzenie warunku 1

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$43,35 \leq 63 \leq 88$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$91,35 \leq 1,45 \cdot 88 = 127,6A$$

Warunek 1 spełniony

Relacja rozdzielnic RPV-AC – rozdzielnic RG (miejsce wpięcia instalacji PV), L=31mb

$$\Delta U_{\%} = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot \gamma \cdot S} \cdot 100\% = \frac{40000 \cdot 31}{400^2 \cdot 54 \cdot 16} \cdot 100\%$$

$$\Delta U_{\%} = 0,89$$

Warunek spełniony  $\Delta U_{\%} \leq 1$

**UWAGA!**

**W przypadku przekroczenia odległości 31 mb trasy kablowej od instalacji PV (rozdzielnic RPV – AC) do miejsca wpięcia (RG) należy zastosować odpowiednio przewód o większym przekroju niż 16mm<sup>2</sup>.**

gdzie:

$U^2$  – napięcie międzyfazowe

P – Moc falownika [W]

$\gamma$  – konduktywność kabla  $\left[\frac{m}{\Omega mm^2}\right]$

L – długość kabla [m]

S – przekrój kabla [mm<sup>2</sup>]

**12. Uwagi końcowe**

Przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych należy przeprowadzić instruktaż pracowników, potwierdzony dokumentami, które należy dołączyć do dokumentacji budowy. Prace pod napięciem lub w pobliżu napięcia powinny być wykonywane przez osoby z odpowiednimi kwalifikacjami.

Całość robót należy wykonać zgodnie z dokumentami:

- Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych wydanie V
- - PN-EN 61724-1:2017-10 – Wydajność systemu fotowoltaicznego – Część 1: Monitorowanie
- - PN-HD 60364-7-712:2016-05 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
- - PN-HD 60364-4-41:2017-09 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- - PN-EN 62446-1:2016-08 - Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy połączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór
- - PN-HD 60364-6:2016-07 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzenie
- Składowanie materiałów odpadowych wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami

Przy odbiorze instalacji należy zgodnie z PBUE sprawdzić skuteczność ochrony przeciwporażeniowej przez szybkie wyłączenie zasilania oraz parametry wytrzymałościowe izolacji zastosowanych przewodów przewodzące prąd stały i zmienny. Wykonać należy również pomiary wszelkie badania i pomiary w tym ciągłość połączeń wyrównawczych oraz wartości uziemień.

Projekt chroniony jest Prawem Autorskim. Wszelkie zmiany i wykorzystanie projektu do innych celów niż inwestycja, której bezpośrednio on dotyczy, wymaga zgody autorów.

*Dopuszcza się w realizacji inwestycji zastosowania innych materiałów i urządzeń pod warunkiem zachowania wskazanych w projekcie parametrów technicznych oraz uzyskania akceptacji Projektanta i Inwestora. Za jakiegokolwiek zmiany dokonane bez ich wiedzy, autorzy projektu nie ponoszą odpowiedzialności.*

## 13. Spis rysunków i załączników

- 13.1 E-1 Schemat elektryczny – **uzgodniony z Rzecznikiem ds. Ochrony Przeciwpowodziowej**
- 13.2 E-2 String plan - schemat połączenia elektrycznego modułów fotowoltaicznych
- 13.3 E-3 Rysunek - schemat połączenia ograniczników przepięć SPD typ 1
- 13.4 E-4 Rysunek – analiza zacienienia modułów fotowoltaicznych
- 13.5 E-5 Rysunek – plan obiektu
- 13.6 Karta katalogowa modułu fotowoltaicznego JASolar 380W
- 13.7 Karta katalogowa inwertera Fronius
- 13.8 Karta katalogowa ograniczników przepięć SPD AC i DC