

|  |
|--|
|  |
|--|

*Inwestor:*



Zarząd Dróg Wojewódzkich w Zielonej Górze  
Rejon Dróg Wojewódzkich  
Ul. Nowa 1, Zielona Góra

*Biuro Projektów:*



OFF GRID ENERGIA Sp. z o.o.  
ul. Zjednoczenia 102/B7  
65-120 Zielona Góra  
biuro@offgridenergia.pl

|                             |   |   |        |
|-----------------------------|---|---|--------|
| Stadium:                    | Zamierzenie budowlane:  |   |        |
|                             | Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii w Rejonie Dróg Wojewódzkich w Zielonej Górze |   |        |
| Tom:                        | Obiekt usytuowany na działkach:<br>Ul. Nowa 1, Zielona Góra   |   |        |
|                             | Obiekt budowlany:<br>Budynek biurowy i budynek garażowy   |   |        |
| Branża                      | Tytuł opracowania:  |   |        |
| Kod CPV:                    | Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii w Rejonie Dróg Wojewódzkich w Zielonej Górze |   |        |
|                             |   |   |        |
| Stanowisko                  | Imię i Nazwisko   | Uprawnienia   | Podpis |
| Projektant br. elektrycznej | <b>mgr inż. Krzysztof Łojewski</b>  | <b>LBS/0003/PWBE/17<br/>w specjalności elektrycznej w pełnym zakresie</b> |        |

|                |       |                 |           |
|----------------|-------|-----------------|-----------|
| Nr archiwalny: | Data: | Nr egzemplarza: | Nr umowy: |
|                |       |                 |           |

Projekt zawiera ..... stron

## ▪ SPIS TREŚCI

*Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii w Rejonie Dróg Wojewódzkich w Zielonej Górze* 1

|  |    |
|--|----|
| <b>I. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA</b> .....             | 3  |
| <b>I. PRZYNALEŻNOŚĆ DO IZBY PROJEKTANTA</b> .....    | 4  |
| <b>II. UPRAWNIENIA BUDOWLANE PROJEKTANTA</b> .....   | 5  |
| 1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.....               | 6  |
| 2. PODSTAWA OPRACOWANIA .....                        | 6  |
| 3. CHARAKTERYSTYKA ELEKTROENERGETYCZNA OBIEKTU ..... | 7  |
| 4. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO .....                     | 7  |
| 5. BILANS MOCY .....                                 | 7  |
| 6. ZASILANIE I ROZDZIAŁ ENERGII .....                | 9  |
| 7. TABLICA ROZDZIELCZA PV-AC.....                    | 9  |
| 8. TRASY KABLOWE .....                               | 9  |
| 9. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA .....                   | 10 |
| 10. INWERTER I TABLICA DC .....                      | 12 |
| 11. MAGAZYN ENERGII .....                            | 13 |
| 12. PRZEWODY DC .....                                | 14 |
| 13. ZESTAWIENIE MATERIAŁOWE .....                    | 14 |
| 14. INSTALACJA ODGROMOWA .....                       | 15 |
| 15. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA .....                 | 16 |
| 16. OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA.....                     | 16 |
| 17. UWAGI MONTAŻOWE .....                            | 17 |
| 18. PRZEPISY I NORMY .....                           | 18 |

## ▪ SPIS RYSUNKÓW

|  |    |
|--|----|
| 1. Rys. nr E-1 – rzut dachu.....           | 20 |
| 2. Rys. nr E-2 – lokalizacja urządzeń..... | 21 |
| 3. Rys. nr ES-1 – schemat elektryczny..... | 22 |

## I. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

mgr inż. Krzysztof Łojewski

Zielona Góra, dnia 10.07.2024 r.

.....  
(imię i nazwisko)

### Oświadczenie

Oświadczam, że projekt techniczny pn. „Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii w Rejonie Dróg Wojewódzkich w Zielonej Górze” dla inwestora Zarząd Dróg Wojewódzkich w Zielonej Górze, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi normami, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

.....  
(podpis)

## I. PRZYNALEŻNOŚĆ DO IZBY PROJEKTANTA



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:  
LBS-KY9-RJX-SDA \*

Pan Krzysztof Łojewski o numerze ewidencyjnym LBS/IE/0046/17  
adres zamieszkania ul. Obywatelska 31B/3, 65-736 Zielona Góra  
jest członkiem Lubuskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-08-01 do 2024-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-07-26 roku przez:

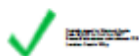
Wojciech Poręba, Przewodniczący Rady Lubuskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go  
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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



## II. UPRAWNIENIA BUDOWLANE PROJEKTANTA

Gorzów Wlkp., dnia 20-05-2017r.

Lubuska Okręgowa Izba  
Inżynierów Budownictwa  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. LBS/OKK/0054/0022/17

### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. (Dz. U. 2016.1725 j.t.) i art.12 ust.2 i ust. 3, ust. 4c pkt 2, art.14 ust.1 pkt 4 lit.c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.2016.290 j.t. ze zm. oraz § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. 2014.1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan **KRZYSZTOF ŁOJEWSKI**  
magister inżynier elektrotechniki  
urodzony dnia 15-05-1983 r. w Zielonej Górze

otrzymuje  
**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny LBS/0003/PWBE/17  
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności instalacyjnej  
**W ZAKRESIE SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH I  
ELEKTROENERGETYCZNYCH**  
bez ograniczeń

### UZASADNIENIE

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

### Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Lubuskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej**

1. mgr inż. Józef Krzyżanowski
2. inż. Edward Więckowski
3. mgr Emilia Kucharczyk

Otrzymują:

1. Pan **KRZYSZTOF ŁOJEWSKI**  
Zam. ul. Obywatelska 31B/3; 65-736 Zielona Góra
2. Okręgowa Rada Lubuskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

# OPIS TECHNICZNY – część elektryczna

do projektu technicznego instalacji fotowoltaicznej

## 1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest instalacja fotowoltaiczna z magazynem energii w budynku biurowym na terenie obwodu drogowego Zarządu Dróg Wojewódzkich w m. Zielona Góra

Zakres projektu technicznego:

- bilans mocy,
- WLZ i tablica rozdzielcza nn 0,4kV,
- rozdzielnica DC z inwerterem,
- panele PV.

Niniejsze opracowanie nie obejmuje instalacji elektrycznych w zakresie:

- projektu przyłącza elektroenergetycznego budynku (w zakresie dostawcy energii),
- projektu przyłączy telekomunikacyjnych (w zakresie dostawcy mediów),
- projektu pomiaru energii elektrycznej (w zakresie dostawcy energii),
- oraz innych nie objętych niniejszym opracowaniem.

## 2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Umowa o prace projektowe,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2019 poz. 1065 z późniejszymi zmianami),
- Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 2020 poz. 1333 ze zm.),
- Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów i terenów (Dz. U. 2010, nr 109, poz. 719),
- Wytoczne Inwestora,
- Aktualnie obowiązujące przepisy i normy (PN-IEC 60364, N SEP-E-004, N SEP-E-002, DIN VDE 0100 Art. 520/Art. 530, DIN VDE 0271, PN-E-90401:1993, PN-E-90400:1993, PN-E-90403:1993),
- Uzgodnienia branżowe.

### 3. CHARAKTERYSTYKA ELEKTROENERGETYCZNA OBIEKTU

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Umowna moc przyłączeniowa   | 22 kW                    |
| Moc znamionowa falownika    | 20 kW                    |
| Maksymalna osiągalna moc AC | do 20 kVA                |
| Zainstalowana moc DC        | do 21,68 kWp             |
| Napięcie zasilania          | 0,42/0,23kV, 50Hz        |
| Rząd izolacji               | 1kV                      |
| Wymagany współczynnik mocy  | $\text{tg}\phi \leq 0,4$ |
| Układ połączeń              | TN-S                     |
| Grupa przyłączeniowa        | IV                       |

### 4. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

Aktualnie na dachu budynku inwestora znajduje się pokrycie dachowe z papy. Na dachu znajduje się istniejąca instalacja odgromowa oraz liczne kominki i wentylatory. Budynek zasilany jest z sieci dystrybucyjnej ENEA operator.

### 5. BILANS MOCY

W oparciu o parametry projektowanego inwertera, opracowano bilans mocy w postaci tabelarycznej.

Poniżej przedstawiono zestawienie przyjętych mocy dla projektowanego obwodu w rozdzielnicę głównej budynku garażowego dla zasilania tablicy PV-AC, z której docelowo przyłączony będzie falownik o mocy 20 kW , wraz z koordynacją zabezpieczeń nadprądowych z przewodami.

| PARAMETRY ODBIORU |                    |              |                    |      |                       |                   |                       |                 |                 |                   | ZABEZPIECZENIE   |   |                 |       |                        | LINIA ZASILAJĄCA    |                       |     |                        |                   |                  |              |                      |          |                  |                                     |                                   |                         | SPRAWDZANIE SZYBKIEGO WYŁĄCZANIA |                           |         |                 |                    |                             |                    |                             |   |  |
|-------------------|--------------------|--------------|--------------------|------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|---|-----------------|-------|------------------------|---------------------|-----------------------|-----|------------------------|-------------------|------------------|--------------|----------------------|----------|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------|-----------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|---|--|
| Lp                | Opis obciążenia    | Numer obwodu | Moc czynna zainst. |      | Współ. jednoczesności | Współczynnik mocy | Stopień skompenowania | Moc bierna obl. | Moc czynna obl. | Prąd obliczeniowy | Moc pozorna obl. | Rodzaj zabezp. /<br>W-wyłącznik<br>B- bezpiecznik | Prąd znamionowy |       | Nastawa zabezpieczenia | Prąd zabezpieczenia | Prąd zadziałania zab. | Typ | Przekrój żyły roboczej | Ilość żył na fazę | Przekrój żyły PE | Ilość żył PE | Obciążalność prądowa | Materiał | Sposób układania | Współczynnik od sposobu prowadzenia | Współczynnik od sposobu układania | Współczynnik poprawkowy | Obciążalność rzeczywista         | $I_2 < I_{dd} \cdot 1,45$ | Długość | Spadek napięcia | IMP. PETLI ZWARCIA | SPODZIEWANY PRĄD ZWARCIA 1f | IMP. PETLI ZWARCIA | SPODZIEWANY PRĄD ZWARCIA 3f | CHARAKTERYSTYKA ZAB.:<br>F - BEPIECZNIK;<br>B,C,D - WYŁĄCZNIKI<br>CZAS WYŁĄCZENIA:<br>t<0.4s,<br>t<5s | SPELNIENIE WARUNKU:<br>$Z_k \cdot I_2 < 230$ |
|                   |                    |              | Pi [kW]            | kz   |                       |                   |                       |                 |                 |                   |                  |   | In [A]          | IrxIn |                        |                     |                       |     |                        |                   |                  |              |                      |          |                  |                                     |                                   |                         |                                  |                           |         |                 |                    |                             |                    |                             |   |  |
|                   |                    |              | 1                  | 2    | 3                     | 4                 | 5                     | 6               | 7               | 8                 | 9                |   | 10              | 11    | 12                     | 13                  | 14                    |     | 15                     | 16                | 17               | 18           | 19                   | 20       | 21               | 22                                  | 23                                | 24                      | 25                               | 26                        | 27      | 28              | 29                 | 30                          | 31                 | 32                          | 33  | 34   |
| ROZDZIELNICA TB-G |                    |              |                    |      |                       |                   |                       |                 |                 |                   |                  |   |                 |       |                        |                     |                       |     |                        |                   |                  |              |                      |          |                  |                                     |                                   |                         |                                  |                           |         |                 |                    |                             |                    |                             |   |  |
| 1                 | Rozdzielnica PV-AC | FPV (F1)     | 20,00              | 1,00 | 0,93                  | 0,40              | 7,9                   | 20,00           | 31,0            | 21,5              | B                | 32  | 1               | 32    | 51                     | YKY-2o 5x           | 10                    | 1   | 10                     | 1                 | 65               | Cu           | F                    | 0,8      | 0,9              | 1                                   | 47                                | SPELNI                  | 4                                | 0,09                      | 0,03    | 8,0             | 0,02               | 15,4                        | F                  | <0,4s                       | 6,4   |  |



## 6. ZASILANIE I ROZDZIAŁ ENERGII

Na granicy działki znajduje się złącze kablowe ZK-2+TL z którego zasilona jest Rozdzielnica Główna w budynku. Układ pomiarowy bezpośredni zlokalizowany jest w złączu kablowym. Projektuje się tablicę rozdzielczą RG-BU w osobnej obudowie podtynkowej, zlokalizowaną w pomieszczeniu wiatrołapu. Tablica RG-BU wyposażona będzie w interfejs zasilania gwarantowanego SOLAREEDGE oraz wyłącznik nadprądowy dla zasilania projektowanych inwerterów o mocy do 20 kW. Projektowaną tablicę przyłączyć w tablicy TB-G (zlokalizowanej we wiatrołapie) do wyłącznika p.poż zgodnie z rys. ES-1. Zasilanie projektowanego inwertera wykonać przewodem YKY 5x10mm<sup>2</sup> do rozdzielnicy RG-PV-AC. Dojście do inwertera wykonać w korycie lub peszlu odpornym na UV.

Zacisk ochronny PE falownika uziemić.

– przyłączyć do szyny PE w tablicy PV-AC.

Wszystkie przewody miedziane, układać na drabinkach, korytkach kablowych, w kanałach kablowych oraz n/t w rurach ochronnych zgodnie z wytycznymi projektowymi oraz wiedzą techniczną i wytycznymi normy N SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa” i „Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych nr 464/2011 Część D, zeszyt 4”.

## 7. TABLICA ROZDZIELCZA PV-AC

W projektowanej tablicy rozdzielczej PV-AC projektuje się ochronnik przeciwprzepięciowy klasy B+C z dobezpieczeniem w postaci rozłącznika bezpiecznikowego.

Projektuje się wyposażenie w aparaturę zabezpieczającą i rozdzielczą o minimalnej znamionowej zwarciowej zdolności łączeniowej 6kA wg IEC/EN60947-2 zapewniającą wysoką selektywność w stosunku do poprzedzającego zabezpieczenia topikowego dzięki niewielkiej energii przepuszczanej. Zastosowane aparaty muszą posiadać zaciski przyłączeniowe windowe z góry i z dołu, możliwość oszynowania z góry i z dołu, możliwość przyłączenia styków pomocniczych i wyzwalaczy. Stosować aparaty spełniające wymagania koordynacji izolacji tj. odstęp zestyków >4mm, dla pewniejszego elektrycznego rozłączenia. Tablice wyposażać w osprzęt zgodnie ze schematem elektrycznym. Wszystkie aparaty należy opisać a wewnątrz rozdzielnicy i tablic umieścić zaalaminowane schematy elektryczne powykonawcze.

## 8. TRASY KABLOWE

W celu rozprowadzenia instalacji na dachu przewody należy układać w rurach typu „peszel” odpornych na UV i wewnątrz pod wiatą wykonać trasy kablowe korytami mocowanymi do konstrukcji ścianki. Rozprowadzenie tras kablowych wykonać zgodnie z rys. E-1. Wewnątrz hali trasy kablowe mocować systemowo zgodnie z wytycznymi producenta co do rodzaju konstrukcji w zależności od rodzaju podłoża. Zastosować materiały producentów oferujących systemy o stabilnych

połączeniach zatraskowych przebadanych jednocześnie pod kątem zapewnienia ciągłości elektrycznej połączeń zgodnie z DIN EN 61537 (VDE 0639):2007-09; EN 61537:2007 o impedancjach nie przekraczających 50mΩ obok złącza i 5mΩ/m bez złącza.

## 9. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

Należy zgodnie z ustaleniami z inwestorem zamontować instalację fotowoltaiczną, która ma na celu pomniejszenie zużycia energii na obiekcie i ewentualną odsprzedaż energii elektrycznej do operatora systemu energetycznego. Projektuje się system paneli fotowoltaicznych umieszczonych na dachu budynku o łącznej mocy 21,68 kWp, składający się z 51 szt. monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych (PV) o mocy 425W każdy, połączonych z optymalizatorami zamontowanymi szeregowo w układzie dwóch stringów obsługiwanych przez dwa inwertery o mocy do 20kW zlokalizowane zgodnie z rysunkiem E-2.

Panele podłączyć w konfiguracji:

- pierwszy falownik, 1 string – 27 szt. paneli o mocy 425 Wp
- drugi falownik, 1 string – 24 szt. paneli o mocy 425 Wp

Montaż paneli na dachu za pomocą dedykowanej systemowej konstrukcji balastowej. Propozycję rozłożenia paneli na dachu przedstawia rys. 1. System montażowy i rozłożenie balastu są opisane w projekcie konstrukcyjnym.

W celu zminimalizowania wystąpienia pętli indukcyjnej po stronie DC, przewody należy układać równolegle na całej długości stringów.

Poniżej w postaci tabeli parametry zastosowanego panela fotowoltaicznego:

|   |                                   |           |
|---|-----------------------------------|-----------|
| 1 | Moc znamionowa (Pmpp/Wp)          | 425       |
| 2 | Napięcie znamionowe (Vmpp/V)      | 32.10     |
| 3 | Prąd zmianowy (Impp/A)            | 13.24     |
| 4 | Napięcie obwodu otwartego (Voc/V) | 38.20     |
| 5 | Prąd zwarciov (Isc/A)             | 13.98     |
| 6 | Sprawność modułu                  | 21.8%     |
| 7 | degradacja liniowa                | ≤0,45%    |
| 8 | Współczynnik temperatury (Voc)    | -0.24%/°C |

|    |                                 |                      |
|----|---------------------------------|----------------------|
| 9  | Współczynnik temperatury (Pmpp) | -0.30%/°C            |
| 10 | Współczynnik temperatury (Isc)  | +0.043%/°C           |
| 11 | Temperatura pracy modułu (NMOT) | 41±2°C               |
| 12 | IP skrzynki przyłączeniowej     | IP 68                |
| 13 | Wymiary zewnętrzne (L x W x H)  | 1722 x 1134 x 30 mm  |
| 14 | ZGODNOŚĆ Z NORMAMI              | IEC61215<br>IEC61730 |

Parametry zastosowanego optymalizatora:

|  |   |     |
|--|---|-----|
| WEJŚCIE  |   |     |
| Znamionowa moc wejściowa DC(1)                 | 440   | W   |
| Absolutnie maksymalne napięcie wejściowe (Voc) | 60  | Vdc |
| Zakres roboczy MPPT                            | 8 – 60  | Vdc |
| Maksymalny prąd zwarcia (Isc)                  | 14,5  | Adc |
| Maksymalna wydajność                           | 99,5  | %   |
| Ważona wydajność                               | 98,6  | %   |
| Kategoria przepięciowa                         |   | II  |
| WYJŚCIE PODCZAS PRACY                          |   |     |
| Maksymalny prąd wyjściowy                      | 15  | Adc |
| Maksymalne napięcie wyjściowe                  | 60  | Vdc |
| WYJŚCIE W TRYBIE GOTOWOŚCI                     |   |     |
| Bezpieczne napięcie optymalizatora             | 1 ± 0,1   | Vdc |
| ZGODNOŚĆ Z NORMAMI                             |   |     |
| Kompatybilność elektromagnetyczna              | FCC Część 15 klasa B, IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, CISPR11, EN-55011 |     |
| Bezpieczeństwo                                 | IEC62109-1 (bezpieczeństwo klasy II), UL1741                        |     |
| Tworzywo                                       | UL94 V-0, odporny na działanie promieniowania UV                    |     |
| RoHS   | Tak   |     |
| Bezpieczeństwo przeciwpożarowe                 | VDE-AR-E 2100-712:2018-12   |     |

## 10. INWERTER I TABLICA DC

Projektuje się wykonanie rozdzielnicy DC zgodnie ze schematem rys. nr ES-1. Tablice rozdzielczą DC, wykonać jako natynkową o stopniu szczelności min. IP65 w II klasie izolacji. Tablica zamykana jest osobnymi drzwiczkami. Tablice DC zgodnie ze schematem elektrycznym rys. nr ES-1 wyposażać w zabezpieczenia projektowanych obwodów, stringów typu FB01 D 2P 32A z wkładką bezpiecznikową CH10x38 16A gPV oraz zabezpieczenia przeciwprzepięciowe typu TYP SG2E DG PV T1+T2. Tablicę PV-DC zabudować w obudowie zamykanej na ścianie obok rozdzielnicy PV-AC przy falowniku. Inwerter również zlokalizować na ścianie obok PV-AC zgodnie z rys. E-1.

Projektuje się dwa inwertery o łącznej mocy do 20 kW. Falowniki powinny być wyposażone w moduł rozszerzeń, umożliwiający dostęp do rejestratora danych za pomocą interfejsu Ethernet lub WIFI – monitorowanie parametrów zarówno lokalnie jak i zdalnie w portalu www za pośrednictwem połączenia sieci LAN lub WiFi. Moduł rozszerza funkcjonalność systemu o przystępną wizualizację danych odnośnie mocy produkowanej (chwilowej, dziennej, miesięcznej, rocznej) całego układu i poszczególnych paneli. Wszystkie te dane jak również dane historyczne o funkcjonowaniu systemu, alerty, raporty i ustawienia systemu dostępne są przez przeglądarkę internetową po wcześniejszym zalogowaniu. Do inwertera od najbliższego punktu rozgałęźnego sieci LAN ułożyć przewód UTP kat.6 4x2x0,54 celem wpięcia inwertera do sieci LAN, ewentualnie wykorzystać połączenie przez WiFi. Miejsce wpięcia do sieci LAN zarówno kablowe RJ45 jak i po WiFi ustalić na miejscu z zarządcą placówki.

Podstawowe parametry falownika pokazano poniżej:

| WYJŚCIE AC |  |                 |
|------------|--|-----------------|
| 1          | Znamionowa moc wyjściowa   | 10000 VA        |
| 2          | Maksymalna moc AC zasilania awaryjnego wyjściowa   | 10000 VA        |
| 3          | Napięcie wyjściowe AC - faza do fazy / faza do przewodu zerowego (napięcie znamionowe)   | 400 / 230 Vac   |
| 4          | AC - zakres napięcia wyjściowego - faza do przewodu zerowego   | 184 - 264,5 Vac |
| 5          | Częstotliwość AC   | 50/60 ± 5 Hz    |
| 6          | Maksymalny ciągły prąd wyjściowy (na fazę)   | 16 A            |
| 7          | Monitoring sieci, ochrona przed tworzeniem wysp, konfigurowany współczynnik mocy, konfigurowane w zależności od kraju wartości progowe | Tak             |
| WEJŚCIE    |  |                 |
| 9          | Maksymalna moc DC (moduł STC)  | 20000 W         |
| 10         | Beztransformatorowe, nieuziemiowane, nieuziemiowane  | Tak             |
| 11         | Maksymalne napięcie wejściowe:   | 1000 Vdc        |

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
| 12                 | Znamionowe napięcie wejściowe:                      | 750 Vdc   |
| 13                 | Maksymalny prąd wejściowy:                          | 23 A <sub>dc</sub>  |
| 14                 | Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją:          | Tak   |
| 15                 | Detekcja zwarcí doziemnych                          | Czułość 700kΩ   |
| 16                 | Maksymalna sprawność falownika                      | 98 %  |
| 17                 | Sprawność europejska (ważona)                       | 97,6 %  |
| 18                 | Zużycie energii nocą                                | < 4 W   |
| POZOSTAŁE FUNKCJE  |   |   |
| 19                 | Obsługiwane interfejsy komunikacyjne                | RS485, Wi-Fi (opcjonalnie), sieć komórkowa GSM (opcjonalnie)          |
| 20                 | Ochrona przed łukiem elektrycznym                   | Tak, (zgodnie z UL1699B)  |
| ZGODNOŚĆ Z NORMAMI |   |   |
| 21                 | Bezpieczeństwo                                      | IEC-62103 (EN50178), IEC-62109, AS3100                                |
| 22                 | Przyłączenie do sieci                               | VDE-AR-N 4105,, EN 50549-1, VDE-V 0126-1-1, EN 50438, VDE 2510-2      |
| 23                 | EMC   | IEC61000-6-2, IEC61000-6- 3, IEC61000-3- 11, IEC 61000-3-12, EN 55011 |
| 24                 | RoHS: Tak   |   |
| 25                 | SPECYFIKACJA MECHANICZNA                            |   |
| 26                 | Średnica dławika wyjściowego AC / Przekrój przewodu | 15-21mm / Przewód jednodrutowy 2,5-16 mm <sup>2</sup>                 |
| 27                 | Wejście DC  | 2 pary MC4  |
| 28                 | Wym (H x W x D)                                     | 907 x 317 x 192 mm  |
| 29                 | Zakres temperatury eksploatacji                     | od -40 do +60(5) °C   |
| 30                 | Rodzaj chłodzenia:                                  | Wentylator  |
| 31                 | Emisja hałasu                                       | < 50 dBA  |
| 32                 | Stopień ochrony                                     | IP65 – na wolnym powietrzu lub w budynkach                            |

## 11. MAGAZYN ENERGII

Projektuje się dwa zespoły magazynów energii, każdy o pojemności 18,4 kWh tj. o łącznej pojemności 36,8 kWh. Magazyny będą przyłączone do falowników i będą posiadały funkcjonalność działania w przypadku zaniku zasilania z sieci dystrybucyjnej.

Falowniki będą sterowały ładowaniem i rozładowaniem magazynu. Za pomocą interfejsu zasilania gwarantowanego zamontowanego w rozdzielnicy RG-BU zlokalizowanej we wiatrołapie przy Tablicy Głównej budynku realizowane będzie przełączenie w tryb off grid. Ze względu na bezpieczeństwo pożarowe instalację oraz interfejs przyłączyć przed wyłącznikiem p.poż. zgodnie ze schematem ES-1. Działanie

Interfejsu sprzęc z działaniem PWP. Podczas montażu interfejsu oraz magazynów kierować się instrukcjami producentów urządzeń. Sugerowane umiejscowienie magazynów obrazuje rys. E-2.

## 12. PRZEWODY DC

Do połączenia paneli PV używać przewodów/ kabli przeznaczonych do instalacji fotowoltaicznych np. typu H1Z2Z2-K 1x6mm<sup>2</sup> 1,0kV AC/1,8kVDC z żyłą miedzianą w izolacji z usieciowanego polimeru LSZH-FR. Kabel przeznaczony do zastosowań w systemach fotowoltaicznych. Wyprodukowany zgodnie z HD 60364-7-712. Zalecany okres użytkowania 25 lat. Maksymalne napięcie pracy (DC) to 1,8kV. Z uwagi na montaż na zewnątrz kable muszą zapewniać odporność na ozon zgodnie z normą EN 50396, odporność na promieniowanie UV: test wg ISO 4892-2 (met.1). Temperatura pracy: -40 °C ... +90 / +120 °C.

## 13. ZESTAWIENIE MATERIAŁOWE

| <b><u>Zestaw fotowoltaiczny o mocy 21,68 kWp</u></b> |  |          |
|--|--|----------|
| Lp.  | Nazwa  | Ilość    |
| 1  | Panel 425 Wp   | 51 szt.  |
| 2  | Falownik   | 2 szt.   |
| 3  | Optymalizatory   | 1 kpl.   |
| 4  | Rozdzielnica PV-AC wg schematu ES-1                          | 1 szt.   |
| 5  | Rozdzielnica PV-DC wg schematu ES-1                          | 2 szt.   |
| 6  | Konektor MC-4  | 104 szt. |
| 7  | Przewód H1Z2Z2-K 1x6mm <sup>2</sup> 1,0kV AC / 1,8kV DC      | 350 m    |
| 8  | Linka LgY 10mm <sup>2</sup>                                  | 20 m     |
| 9  | Przewód YKY 5x10mm <sup>2</sup>                              | 20 m     |
| 10   | Ogranicznik przepięć SG2E DG PV T1+T2 – w rozdzielnicy PV-DC | 2 szt.   |
| 11   | Podstawa bezpiecznikowa 10x38 gPV 32A                        | 4 szt.   |
| 12   | 140605, KGJ/KCJ/KPJ50H42/3, Korytko                          | 10 m     |
| 13   | 753159, Trójkąt dostawny korytka TKDJ50H42                   | 1 szt.   |
| 14   | Magazyn energii 18,4 kWh                                     | 2 szt.   |

## 14. INSTALACJA ODGROMOWA

### 14.1. INSTALACJA ODGROMOWA NA DACHU

Istniejącą instalację odgromową stanowi drut odgromowy mocowany metodą nienaprężną za pomocą przeznaczonych do tego uchwytów, który może być wykorzystany do celów budowy ochrony odgromowej zgodnie z wytycznymi normy PN-EN 62305-1. Według analizy zagrożenia piorunowego oraz oceny uszkodzeń powodowanych przez wyładowania piorunowe obiekt według wykonanej wizji lokalnej został wcześniej określony jako wymagający ochrony odgromowej klasy IV. Przy projektowaniu rozmieszczenia elementów ochrony odgromowej na dachu wykorzystano metodę kąta ochronnego w celu objęcia ochroną paneli PV oraz metodę toczącej się kuli. Zwody poziome wykonać za pomocą drutu stalowego ocynkowanego o średnicy  $\Phi=8\text{mm}$  układanego na dachu na uchwytach dostosowanych do powierzchni dachu. Pionowe zejścia instalacji odgromowej wykonane są prawidłowo poprzez przyłączenie do siatki odgromowej na dachu. Wykonać połączenia metaliczne projektowanych iglic odgromowych z instalacją ułożoną na dachu.

Na dachu należy wykonać instalację odgromową uwzględniając odstęp elektroizolacyjne, w celu ochrony elementów metalowych – konstrukcji pod panele wystających ponad powierzchnię dachu. Należy zachować minimalny odstęp izolacyjny zwodów pionowych od urządzeń. Połączenia instalacji odgromowej wykonać z zastosowaniem odpowiednich, przystosowanych do tego celu połączeń skręcanych – złącz krzyżowych, rynnowych, trójkątnych zabezpieczonych dodatkowo antykorozyjnie za pomocą wazeliny technicznej. Na rys. E-2 pokazano rozmieszczenie instalacji odgromowej instalacji PV.

Poniżej obliczenia odstępu izolacyjnego s.

$$s \geq k_i * \frac{k_c}{k_m} * L$$

gdzie:

$k_i$  – współczynnik zależny od wybranej klasy LPS – dla klasy III, IV wsp. 0,04,

$k_c$  – współczynnik zależny od wartości prądu płynącego w elementach LPS – przy liczbie przewodów odprowadzających  $n=2$  wsp. 1...0,5,

$k_m$  – współczynnik zależny od rodzaju materiału izolacyjnego w odstępie s – powietrze wsp. 1.

$$s \geq 0,04 * \frac{0,5}{1} * 19$$

$$s \geq 0,38\text{m}$$

Wszystkie materiały użyte do wykonania instalacji odgromowej muszą posiadać atesty i aprobaty techniczne. Po zakończeniu prac przedstawić protokoły pomiarowe a roboty zanikowe zgłosić Inspektorowi Nadzoru, który dokona odbioru wykonanych instalacji.

## **14.2. INSTALACJA UZIEMIAJĄCA**

Uziemienie instalacji odgromowej wykonane jest poprzez przyłączenie zwodów pionowych do istniejącego uziomu otokowego.

Należy również wykonać lub przyłączyć do istniejącego uziemienia szyny PE rozdzielnic PV-AC i PV-DC. Połączenie wykonać linką LgY 10mm<sup>2</sup>.

## **14.3. OCHRONA PRZECIWPRIĘCIOWA**

Projektuje się ochronniki przeciwprzebieciowe po stronie AC i DC. Ochronę przeciwprzebieciową zrealizować za pomocą ochronników typu:

- po stronie AC – SA1B3NA320R czterobiegunowy kombinowany ogranicznik przepięć, zawierający iskierniki i warystory w układzie równoległym, o konstrukcji modułowej, złożony z podstawy i modułów wymiennych. Przeznaczony do sieci TN-S 230/400 V AC. Typ 1 zgodnie z PN-EN 61643-11.

- po stronie DC - SG2E DG PV T1+T2 – ochronnik do zabezpieczania systemów fotowoltaiki kl. I/II o prądzie wyładowczym  $I_n=20\text{kA}$  z wymiennymi wkładami SPD i wskaźnikiem zadziałania.

## **15. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA**

Ochronę przeciwporażeń podstawową stanowi izolacja robocza przewodów, kabli i elementów obwodu elektrycznego. Ochronę przy uszkodzeniu stanowi samoczynne wyłączenie zasilania.

## **16. OCHRONA PRZECIWPÓŻAROWA**

W celu zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego w zakresie projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy stosować:

- aktywne rozwiązania techniczne w celu ograniczenia ryzyka wystąpienia pożaru,
- rozwiązania organizacyjne,
- rozwiązania techniczne w celu ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru i ułatwienia prowadzenia akcji gaśniczej.

Rozwiązania ograniczające ryzyko wystąpienia pożaru to przede wszystkim:

- stosowanie wyłączników różnicowoprądowych odpowiedniego typu o prądzie upływu 100 – 300mA w przypadku prowadzenia trasy kablowej strony AC przez lub w przegrodach palnych – w przedmiotowym przypadku nie stosuje się,
- monitorowanie stanu izolacji przewodów po stronie DC – falownik wyposażony w RCMU – wykrycie parametrów niezgodnych z wymaganiami skutkuje wyłączeniem falownika,
- stosowanie zabezpieczeń przed iskrzeniem AFCI, AFDD w przypadku prowadzenia tras kablowych w bezpośrednim sąsiedztwie lub w obrębie materiałów łatwopalnych – w przedmiotowym przypadku nie stosuje się.

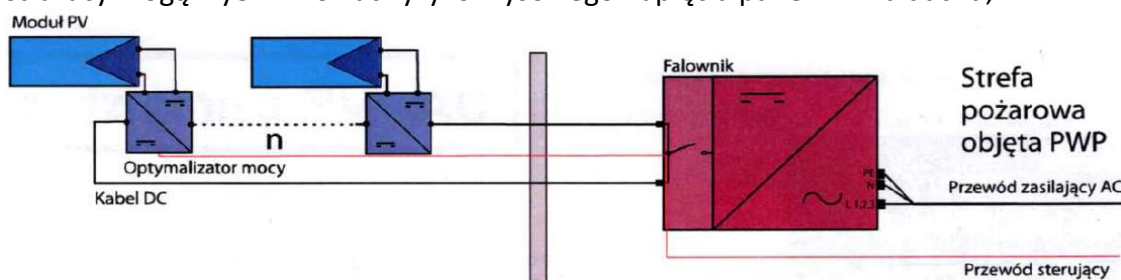
Rozwiązania organizacyjne poprawiające bezpieczeństwo pożarowe projektowanej instalacji PV to montaż i uruchomienie instalacji zgodnie z normą PN-EN 62446-1 „Systemy



fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy połączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór". Zgodnie z powyższą normą należy także prowadzić okresową konserwację instalacji fotowoltaicznej oraz wykonywać testy i pomiary według zawartych w niej wytycznych. Kolejnym środkiem organizacyjnym jest system monitorowania pracy instalacji PV umożliwiający identyfikację i powiadomienie o zdarzeniach awaryjnych.

Jako rozwiązania techniczne ograniczające rozprzestrzenianie się pożaru i ułatwiające prowadzenie akcji gaśniczej należy stosować:

- zabezpieczenia przepustów przez ściany i stropy (odporność ogniowa wyższa lub równa EI 60 / REI 60 oraz średnica otworu większa niż 4 cm) za pomocą uszczelnień dobranych do klasy odporności ogniowej materiału z którego wykonana jest ściana / strop,
- obniżenie napięcia do poziomu bezpiecznego tj. zastosowanie optymalizatorów mocy, które po zaniku napięcia na obiekcie obniżą napięcie z paneli do 1V co umożliwia bezpieczne prowadzenie akcji gaśniczo - ratowniczej – układ przedstawiony na rys. poniżej, - w przypadku pożaru, po wyłączeniu obwodu prądu przemiennego, napięcie obniża się, dzięki czemu strażacy mogą wyeliminować ryzyko wysokiego napięcia paneli PV na dachu,



- zabezpieczenie „antywyspowe” w falowniku.

## 17. UWAGI MONTAŻOWE

- Przed przystąpieniem do prac należy koniecznie dobrze zabezpieczyć przed wnikaniem pyłu, kurzu rozdzielnicę.
- Prace elektryczne należy wykonać zgodnie z niniejszym projektem i obowiązującymi w tym zakresie przepisami i normami.
- Montaż urządzeń prowadzić zgodnie z fabrycznymi instrukcjami i z zastosowaniem właściwych narzędzi.
- Prace wykonują osoby posiadające odpowiednie uprawnienia i kwalifikacje do prowadzenia robót w zakresie elektrycznym.
- W trakcie prowadzenia prac należy zachować koordynację z innymi branżami.
- Wszystkie stosowane urządzenia i użyte materiały elektryczne powinny posiadać aktualne deklaracje zgodności (atesty) i świadectwa dopuszczenia.
- Wszelkie zmiany i odstępstwa od niniejszego projektu w trakcie wykonawstwa, należy uzgodnić z Inwestorem, Kierownikiem robót elektrycznych i Projektantem.
- Po zakończeniu robót elektrycznych należy sporządzić dokumentację powykonawczą z naniesionymi ewentualnymi zmianami oraz z protokołami z pomiarów elektrycznych

- którą należy przekazać inwestorowi lub użytkownikowi obiektu.
- Wszystkie kable / przewody ułożone na dachu, nieodporne na promieniowanie UV należy ułożyć w peszlach ochronnych,
- Po zakończeniu robót należy przeprowadzić pomiary elektryczne w zakresie:
  - pomiarów rezystancji izolacji,
  - pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.
- Pomiary oraz badania odbiorcze należy wykonać zgodnie z wytycznymi inwestora oraz aktualnie obowiązującymi normami i przepisami.

## **18. PRZEPISY I NORMY**

- N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
- PN-HD 60364-4-443:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed przepięciami - Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi.
- PN-HD 60364-7-712:2007 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- PN-E-05033:1994 Wytyczne do instalacji elektrycznych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowania.
- PN-EN 50310:2007 Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym.
- PN-E-05204:1994 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania
- PN-86/E-05003.01 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
- PN-EN 62305-1 Ochrona odgromowa. Zasady ogólne.
- PN-EN 62305-2 Ochrona odgromowa. Zarządzanie ryzykiem.
- PN-EN 62305-3 Ochrona odgromowa. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia. Część 2: Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia.
- PN-EN 62305-4 Ochrona odgromowa - Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach. Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne. Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)
- PN-91/E-05010 Zakresy napięciowe instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych
- PN-1EC 60050-826:2000 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.

- PN-EN 50130-4: 1995 Kompatybilność elektromagnetyczna.
- PN-EN 62446-1 „Systemy fotowoltaiczne (PV) - Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór”

***Opracował: mgr inż. Krzysztof Łojewski***