

## DOKUMENTACJA TECHNICZNA

### Sygnatura

mikroPV-SGGW-Obory

### Nazwa

Dokumentacja techniczna mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy do 50,0 kW



### Obiekt

Nazwa SGGW RZD Wilanów-Obory (Dział produkcji zwierzęcej)  
Adres Obory 101, 05-520 Obory  
Działka 29/7 obręb [0016] Obory

### Inwestor

Nazwa Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Adres ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

### Zespół Projektowy

| Opis         | Imię i nazwisko, nr uprawnień   | Podpis  |
|--------------|---|---|
| Projektant   | <b>inż. Aleksandra Janczak</b><br>Nr upr. GT-III-7210/40/77<br>Uprawnienia budowlane do projektowanie bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych |  |
| Opracowujący | <b>inż. Patryk Kuławiak</b><br>nr OZE-W/03/000025/21<br>Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego instalatora odnawialnych źródeł energii: systemów fotowoltaicznych (PV)   |  |

18.09.2023 r.

## Spis treści

|   |    |
|---|----|
| Oświadczenie projektantów                                   | 3  |
| Kopia uprawnień zespołu projektowego                        | 4  |
| I. Wstęp  | 7  |
| 1. Podstawa opracowania                                     | 7  |
| 2. Przedmiot opracowania                                    | 7  |
| 3. Zakres opracowania                                       | 8  |
| 4. Opis stanu istniejącego i lokalizacji inwestycji         | 8  |
| II. Opis techniczny – część opisowa                         | 10 |
| 1. Opis rozwiązań projektowych                              | 10 |
| 2. Dobór urządzeń   | 11 |
| 2.1. Moduły fotowoltaiczne / Panele PV                      | 11 |
| 2.2. Falowniki fotowoltaiczne (ang. Inverters)              | 12 |
| 2.3. Optymalizatory mocy (ang. Power Optimizers)            | 13 |
| 2.4. Konstrukcja wsporcza modułów PV                        | 13 |
| 3. Okablowanie  | 14 |
| 3.1. Strona prądu stałego (DC)                              | 14 |
| 3.2. Strona prądu przemiennego (AC)                         | 15 |
| 4. Zabezpieczenia   | 16 |
| 4. 1. Przetężeniowe - strona stałoprądowa – DC              | 16 |
| 4. 2. Przetężeniowe - strona zmiennoprądowa – AC            | 16 |
| 4. 3. Przeciwporażeniowe – uzupełniające                    | 16 |
| 4. 4. Ochrona przepięciowa instalacji                       | 16 |
| 5. Uziemienia i połączenia wyrównawcze                      | 17 |
| 6. Instalacja odgromowa                                     | 17 |
| 7. Rozdzielnice   | 18 |
| 8. Ochrona ppoż.  | 18 |
| 9. System monitoringu instalacji                            | 18 |
| 10. Uwagi końcowe   | 18 |
| III. Zestawienie materiału                                  | 20 |
| IV. Symulacja pracy instalacji                              | 21 |
| 1. Model symulacyjny  | 21 |
| 2. Wyniki symulacji pracy                                   | 21 |
| 3. Prezentacja zacięcia powierzchni modułów PV w skali roku | 22 |
| 4. Bilans energetyczny instalacji                           | 23 |
| 5. Produkcja energii na przestrzeni miesięcy                | 24 |
| V. Opis techniczny – część rysunkowa                        | 25 |

## Spis załączników



- Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB)
- Przedmiar robót i kosztorys inwestorski
- Opinia Uprawnionego Konstruktora - Ekspertyza możliwości sytuowania modułów fotowoltaicznych

## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

Zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 oraz z 2022 r. poz. 88, 1557, 1768, 1783, 1846, 2206.) oświadczamy, że:

**Dokumentacja techniczna mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy do 50,0 kW dla obiektu  
SGGW RZD Wilanów-Obory (Dział produkcji zwierzęcej), Obory 101, 05-520 Obory.**

sporządzona dnia 18.09.2023 r. została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami w tym techniczno-budowlanymi oraz zasadami wiedzy technicznej.

| Opis         | Imię i nazwisko, nr uprawnień   | Podpis  |
|--------------|---|---|
| Projektant   | <b>inż. Aleksandra Janczak</b><br>Nr upr. GT-III-7210/40/77<br>Uprawnienia budowlane do projektowanie bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych |  |
| Opracowujący | <b>inż. Patryk Kulawiak</b><br>nr OZE-W/03/000025/21<br>Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego instalatora odnawialnych źródeł energii: systemów fotowoltaicznych (PV)   |  |

## Kopia uprawnień zespołu projektowego

Wydział Inżynierii  
Katedra Inżynierii  
ul. Kłobucka 10  
45-050 Bydgoszcz 20  
tel.: 01-811-7210/40 177

Bydgoszcz, dnia ..... marca ..... 1977 r.

### STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie  
Na podstawie § 1.1.1.1.2 ..... i § 13 ust. 1 pkt. 4 lit. d  
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska  
z dnia 20.11.1975r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w  
budownictwie /Dz.U. Nr 8, poz. 46/ stwierdza się, że:

Osoba: ka Aleksandra Teresa Janczak  
inżynier elektryk

uzyskała przygotowanie zawodowe uprawniające do wykonywania samodziel-  
nych funkcji projektanta  
instalacyjno-inżynieryjnej  
specjalności .....  
Osoba: ka Aleksandra Teresa Janczak jest uprawniona do:

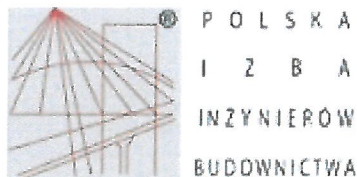
1. Do sporządzania projektów instalacji elektrycznych
2. W budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego instalacji elektrycznych

Podpis:  
ka Aleksandra Teresa Janczak

a/a







### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

KUP-LAD-3YB-XLI \*

Pani ALEKSANDRA JANCZAK o numerze ewidencyjnym KUP/IE/0638/03

adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-06-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-06-26 roku przez:

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

§ 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.pib.org.pl](http://www.pib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa





## **I. Wstęp**

### **1. Podstawa opracowania**

Podstawę do opracowania niniejszej dokumentacji stanowiły następujące materiały wyjściowe:

- Przeprowadzona wizja lokalna;
- Obowiązujące normy i przepisy oraz wytyczne producentów urządzeń instalacji fotowoltaicznych;  
Podstawowe normy, przepisy i dokumenty techniczne:
  - norma PN-EN 61730 – część 1:2018. Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV);
  - norma PN-EN 61853 – część 1:2011. Badanie własności modułów fotowoltaicznych (PV);
  - norma PN-EN 62305 – część 1:2011. Zasady Ogólne;
  - norma PN-EN 62305 – część 2:2012. Zarządzanie ryzykiem;
  - norma PN-EN 62305 – część 3:2011. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
  - norma PN-EN 62446 – część 1:2016. Systemy połączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór;
  - norma PN-HD 60364 – część 4-41:2017. Ochrona przed porażeniem elektrycznym;
  - norma PN-HD 60364 – część 4-43:2012. Ochrona przed prądem przetężeniowym;
  - norma PN-HD 60364 – część 5-51:2011. Postanowienia ogólne;
  - norma PN-HD 60364 – część 5-52:2011. Oprzewodowanie;
  - norma PN-HD 60364 – część 5-54:2011. Uziemienia, przew. ochronne i poł. wyrównawczych;
  - norma PN-HD 60364 – część 5-56:2019. Instalacje bezpieczeństwa;
  - norma PN-HD 60364 – część 6:2016. Sprawdzanie;
  - norma PN-HD 60364 – część 7:2016. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2019 poz. 1830);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2003 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2019 poz. 1065);
- Ustawa: O odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015r. (Dz. U. z 2015 r., poz. 478, z późn. zm.)
- Ustawa: O ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz.U. z 2020r. poz. 961);
- Ustawa: Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.);
- Ustawa: Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 2019 r. poz. 755 z późn. zm.).

### **2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest dokumentacja techniczna instalacji fotowoltaicznej o mocy 50,0 kW na terenie obiektu: SGGW RZD Wilanów-Obory (Dział produkcji zwierzęcej), Obory 101, 05-520 Obory. Projektowana instalacja zostanie posadowiona na połaci dachowej budynku, wchodzącego w skład kompleksu obiektu, na budynku Obory nr 3. Instalacja fotowoltaiczna ma na celu produkcję energii elektrycznej w celu autokonsumpcji na potrzeby zapotrzebowania w energię elektryczną obiektu oraz z powiązaniem z siecią osiedlowego operatora sieci dystrybucyjnej, na zasadach rozliczeniowych prosumenta mikroinstalacji, w trybie przyłączenia w formie zgłoszenia mikroinstalacji do sieci.

Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.), Art. 29 ust. 4 pkt. 3 c) instalowanie urządzeń fotowoltaicznych o mocy nie większej niż 50 kW – nie wymaga pozwolenia na budowę oraz zgłoszenia robót budowlanych. Z zaznaczeniem, że dla instalacji powyżej 6,50 kW stosuje się uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a.



### 3. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi:

- dobór następujących urządzeń: modułów fotowoltaicznych, konstrukcji wsporczej PV, infrastruktury towarzyszącej w tym: optymalizatorów mocy, falowników, rozdzielnic pośredniczących;
- określenie instalacji: połączeń wyrównawczych i uziemiających, linii kablowych zasilających strony prądu stałego – DC, linii kablowych zasilających strony prądu przemiennego nN – AC;
- opcjonalnej modernizacji istniejącej instalacji odgromowej;
- zestawienia materiału głównych komponentów instalacji;
- symulacja komputerowa pracy instalacji, w tym: zacięń od istniejącej infrastruktury oraz przedstawienie szacunkowej produkcji energii oraz wskaźników efektu ekologicznego w skali roku.

### 4. Opis stanu istniejącego i lokalizacji inwestycji

Właścicielem terenu jest Inwestor, tzn. posiada prawo do korzystania z nieruchomości, celem budowy i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Obiekt jest zasilany w energię elektryczną z istniejącego punktu poboru energii nr PL\_ZEWD\_1418050528\_03. Układ pomiarowo-rozliczeniowy zgodnie z istniejącymi warunkami przyłączenia, istniejący licznik jedno-kierunkowy. Wymiany układu pomiarowo-rozliczeniowego/licznika energii dokonuje OSD na podstawie zgłoszenia mikroinstalacji fotowoltaicznej do sieci, w trybie przyłączenia - niniejsze jest poza zakresem opracowania. Na etapie realizacji inwestycji Wykonawca instalacji w dokumentacji powykonawczej zobowiązany jest do przekazania wypełnionego zgłoszenia mikroinstalacji, wraz z załącznikami wymaganymi przez przynależnego OSD oraz winien zapewnić pomocą merytoryczną i formalną Zamawiającemu.

Montaż instalacji planowany jest na południowo-zachodniej połaci dachowej budynku obory nr 3, zgodnie z rysunkiem nr 01 – plan zagospodarowania terenu oraz przedstawionymi poniżej ilustracjami.



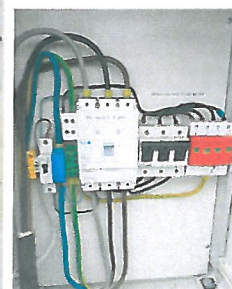
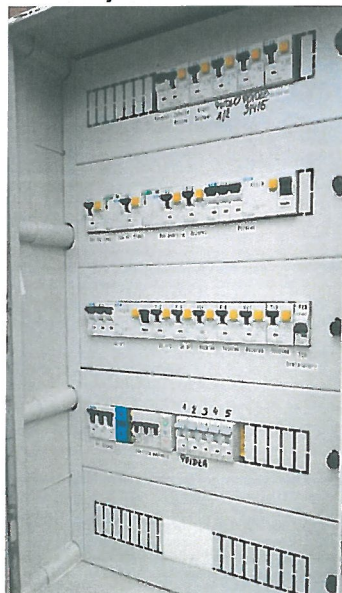
*Ilustracja: Lokalizacja budynku na którym planowany jest montaż instalacji PV (oznaczono obramowaniem, koloru żółtego), względem całości obiektu*



Wpływy obiektu budowlanego (Planowanej mikroinstalacji PV) na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne oraz wykazać, że przyjęte w dokumentacji, rozwiązania przestrzenne, funkcjonalne i techniczne, ograniczają lub emitują wpływ obiektu budowlanego na środowisko przyrodnicze, zdrowie ludzi i inne obiekty budowlane, zgodnie z odrębnymi przepisami – **brak negatywnego wpływu na środowisko, zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 10.09.2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko stwierdza się, że na podstawie §3, pkt. 54 – planowana instalacja fotowoltaiczna nie będzie oddziaływać na środowisko.**



*Ilustracja: Widok budynku dla którego planowany jest montaż instalacji*



*Ilustracja: Widok pkt. przyłączenia proj. instalacji (istn. aparatura)*



## II. Opis techniczny – część opisowa

### 1. Opis rozwiązań projektowych

Rozmieszczenie projektowanej instalacji fotowoltaicznej wraz z opisem wykazano na poniższym modelu. Pozwoliło to w maksymalny sposób wykorzystać walory przedmiotowego obiektu, przy uwzględnieniu stanu na dzień opracowania dokumentacji.



| Symb. | Kierunek nachylenia | Kąt  | Opis   |
|-------|---------------------|------|--|
| A1    | Połuniowy-Zachód    | ~17° | <p>Pokrycie blachą trapezową – brak defektów na dzień wyk. dok.</p> <p>Istn. Instalacja odgromowa – brak defektów na dzień wyk. dok.</p> <p>Powierzchnia proj. modułów objęta istniejącą ochronną – brak konieczności modernizacji.</p> <p>Poszycie blachy nieizolowane względem inst. odgromowej – należy zastosować ograniczniki przepięć DC typu 1i2.</p> <p>Niewielkie zacienie od istniejącego pobliskiego budynku.</p> <p>Połąć orientacją oraz kierunkiem nachylenia korzystniejsza niż A2.</p> <p>Odpowiednia do montażu modułów fotowoltaicznych.</p> |
| A2    | Północny-Wschód     | ~17° | <p>Z uwagi na niekorzystną orientację względem południa oraz kąt nachylenia, połąć nie rekomendowana do obłożenia modułami PV.</p>   |

#### Parametry projektowanej instalacji przedstawiają się następująco:

|   |        |                |
|---|--------|----------------|
| Moc instalacji PV   | 50,0   | kWp            |
| Sumaryczna powierzchnia modułów PV                                    | 244,38 | m <sup>2</sup> |
| Liczba modułów PV   | 125    |                |
| Liczba falowników   | 1      |                |
| 1) o mocy znamionowej 50,0 kW   |        |                |
| Liczba optymalizatorów mocy   | 125    |                |
| Rozmieszczenie i miejsce montażu aparatury, zgodnie z rysunkiem nr 01 |        |                |



## 2. Dobór urządzeń

### 2.1. Moduły fotowoltaiczne / Panele PV

Projektowane moduły muszą spełniać poniższe wymagania:

- posiadać certyfikaty IEC61215; IEC61730 lub równoważne;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- posiadać minimum 83% wartości mocy początkowej po 25 latach eksploatacji;
- posiadać wyłącznie dodatnią tolerancję mocy;
- posiadać stopień ochrony skrzynki przyłączeniowej co najmniej IP67;
- nie mogą być wyprodukowane wcześniej niż 12 miesięcy przed montażem;
- posiadać parametry zgodne z tabelą równoważności;

W dokumentacji proponuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższej tabeli. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

| Sym.   | j. m. | Nazwa  | Wartość          | Tabela równoważności<br>(Dopuszczalne odchylenia) |
|--|-------|--|------------------|---|
| <b>Parametry wyznaczone dla uwarunkowań testowania STC</b> |       |  |                  |   |
| $P_{max}$  | W     | Moc maksymalna   | 400,0            | Nie mniej niż 400                                 |
| $I_{MPP}$  | A     | Prąd znamionowy MPP (ang. <i>maximum power point</i> )   | 12,83            | +/- Brak ograniczeń                               |
| $U_{MPP}$  | V     | Napięcie znamionowe                                      | 31,20            | +/- Brak ograniczeń                               |
| $I_{SC}$   | A     | Prąd zwarcia, SC (ang. <i>short circuit</i> )            | 13,73            | +/- Brak ograniczeń                               |
| $U_{OC}$   | V     | Napięcie obwodu otwartego OC (ang. <i>open circuit</i> ) | 37,10            | +/- Brak ograniczeń                               |
| $\eta$   | %     | Sprawność / Wydajność                                    | 20,48            | Nie mniej niż 20,40                               |
| <b>Współczynniki temperaturowe</b>                         |       |  |                  |   |
| $\gamma_T$   | %/°C  | Wsp. temperaturowy mocy                                  | -0,350           | +/- Brak ograniczeń                               |
| $\alpha_T$   | %/°C  | Wsp. temperaturowy prądu                                 | 0,045            | +/- Brak ograniczeń                               |
| $\beta_T$  | %/°C  | Wsp. temperaturowy napięcia                              | -0,280           | +/- Brak ograniczeń                               |
| <b>Parametry projektowe / konstrukcyjne</b>                |       |  |                  |   |
| -  | Szt.  | Liczba ogniw   | 108              | Nie mniej niż 60                                  |
| -  | -     | Rodzaj ogniw   | Monokrystaliczne | Monokrystaliczne                                  |
| $I_{rev}$  | A     | Maksymalna wartość prądu rewersyjnego                    | 25,0             | Nie mniej niż 20,0                                |
| $U_{max}$  | V     | Maksymalne napięcie „krytyczne”                          | 1500             | Nie mniej niż 1000                                |
| Wym.   | m     | Wysokość/Szerokość/Grubość                               | 1724/1134/30     | +/- Brak ograniczeń                               |
| Waga   | kg    | Waga   | 21,8             | Nie więcej niż 23,0                               |
| -  | Pa    | Obciążenie śniegiem (dodatniego)                         | 5400             | Nie mniej niż 5400                                |
| -  | Pa    | Obciążenia wiatrem (ujemnego)                            | 2400             | Nie mniej niż 2400                                |
| -  | W     | Tolerancja mocy  | -0/+5            | Wyłączenie dodatnia                               |
| -  | %     | Moc pozostała po 25 latach                               | 84,8             | Nie mniej niż 83%                                 |

## 2.2. Falowniki fotowoltaiczne (ang. Inverters)

Projektowane falowniki muszą spełniać poniższe wymagania:

- wyznaczone przez przynależnego operatora sieci dystrybucyjnej (OSD), wraz z szczegółami określonymi w przepisach: NC RfG oraz IRiESD, w zakresie mikroinstalacji PV, z wyróżnieniem:
  - zabezpieczenie „przed pracą wyspowa” - uniemożliwienie dostarczenia wygenerowanej energii przy stanie zaniku napięcia z sieci elektroenergetycznej;
  - nastawy parametrów elektrycznych „granicznych” (poziomy napięć oraz częstotliwości),
  - odpowiednie nastawy/sterowanie generowaną mocą bierną;
- być 3-fazowymi (400 VAC) przekształtnikami energoelektronicznymi wykonanymi w technologii beztransformatorowej;
- posiadać stopień ochrony co najmniej IP65;
- być wyposażone w moduł komunikacyjny RS485;
- umożliwiać komunikację poprzez sieć Ethernet oraz Wi-Fi;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- brak przeciwwskazań do współpracy z optymalizatorami mocy;
- nie mogą być wyprodukowane wcześniej niż 12 miesięcy przed montażem.

W dokumentacji proponuje się zastosowanie falowników charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższych tabelach. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

| Sym.  | j. m. | Nazwa                                    | Tabela równoważności<br>(Dopuszczalne odchylenia) |   |
|---|-------|--|---|---|
| <b>Parametry dotyczące strony wejściowej DC</b> |       |  | <b><math>P_N = 50,0 \text{ kW}</math></b>         |   |
| $P_{PVmax}$                                     | kW    | Maksymalna moc podłączonych modułów PV   | 75,0  | Nie mniej niż moc proj. modułów PV                          |
| $U_{INmax}$                                     | V     | Maksymalne napięcie wejściowe            | 1000,0  | + Brak ograniczeń   |
| $U_{MPPmin}$<br>$U_{MPPTmax}$                   | V     | Znamionowe napięcie pracy MPP            | 750,0   | W przedziale 500-850  |
| $I_{MPPmax}$                                    | A     | Maksymalny prąd znamionowy               | 36,25 / 36,25                                     | Nie mniej niż prąd proj. modułów PV                         |
| $I_{SCmax}$                                     | A     | Maksymalny prąd obwodu zwartego          | 36,25 / 36,25                                     | Nie mniej niż prąd proj. modułów PV                         |
| MPPT  | Szt.  | Liczba śledzących maksymalny punkt pracy | 1   | + Brak ograniczeń;<br>Możliwa praca z optymalizatorami mocy |
| <b>Parametry dotyczące strony wyjściowej AC</b> |       |  |   |   |
| $P_N$   | kW    | Znamionowa moc wyjściowa                 | 50,0  | W przedziale 0,8-1,2<br>Mocy Proj. PV                       |
| $S$   | kVA   | Maksymalna moc wyjściowa                 | 50,0  | + Brak ograniczeń   |
| $I_{max}$                                       | A     | Maksymalny prąd wyjściowy                | 72,50   | +/- Brak ograniczeń   |
| <b>Parametry konwersji</b>                      |       |  |   |   |
| $\eta_{max}$                                    | %     | Sprawność maksymalna                     | 98,30   | Nie mniej niż 98,0  |
| $\eta_{EURO/CEC}$                               | %     | Sprawność europejska (tzn. ważona)       | 98,0  | Nie mniej niż 97,50   |

### 2.3. Optymalizatory mocy (ang. Power Optimizers)

Projektowane optymalizatory mocy muszą spełniać poniższe wymagania:

- realizacja optymalizacji mocy na poziomie każdego z modułów fotowoltaicznych;
- posiadać certyfikaty IEC61000-6-2; IEC61000-6-3;
- posiadać co najmniej 10 lat gwarancji producenta;
- posiadać stopień ochrony co najmniej IP67;
- brak przeciwwskazań do pracy z zastosowanym modelem falownika.

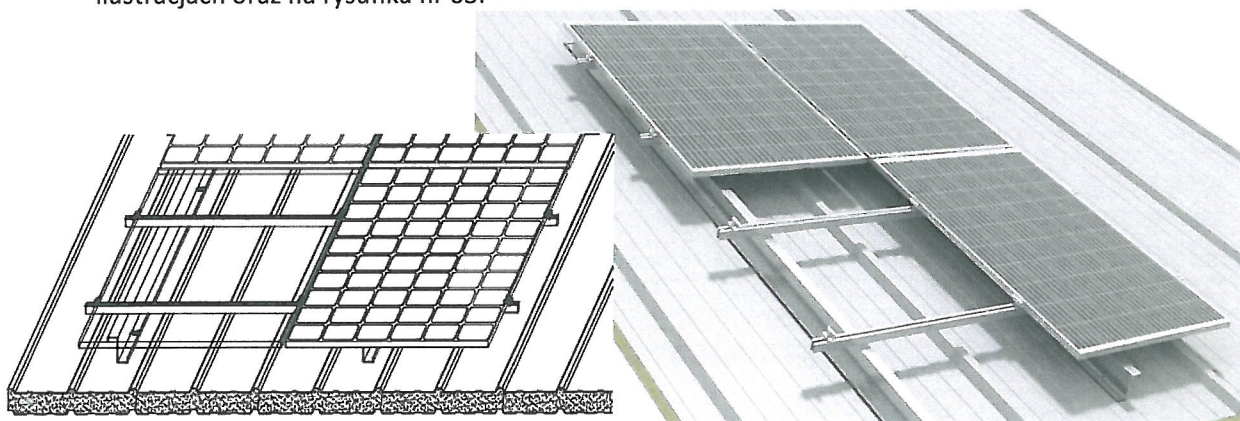
W dokumentacji proponuje się zastosowanie optymalizatorów mocy charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższej tabeli. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

| Sym.  | j. m. | Nazwa                           | Wartość | Tabela równoważności<br>(Dopuszczalne odchylenia) |
|---|-------|---------------------------------|---------|---|
| $P_{PVmax}$   | kW    | Maksymalna moc wejściowa        | 440,0   | Nie mniej niż moc proj. modułów PV                |
| $U_{INmax}$   | V     | Maksymalne napięcie wejściowe   | 60,0    | Nie mniej niż napięcie proj. modułów PV           |
| $U_{INmin}$   | V     | Minimalne napięcie wejściowe    | 8,0     | Nie więcej niż napięcie proj. modułów PV          |
| $I_{SCmax}$   | A     | Maksymalny prąd obwodu zwartego | 14,50   | Nie mniej niż prąd proj. modułów PV               |
| $\eta_{max}$  | %     | Sprawność maksymalna            | 99,50   | Nie mniej niż 99,0                                |
| Zezwala się na zastosowanie jednego optymalizatora na dwie szt. modułów PV, przy spełnieniu warunku wielokrotności powyższych parametrów. |       |                                 |         |   |

### 2.4. Konstrukcja wsporcza modułów PV

Mając na uwadze stan istniejący oraz optymalne rozmieszczenie instalacji. Projektowane moduły fotowoltaiczne montowane będą za pomocą dedykowanych systemów konstrukcji wsporczych pod instalacje fotowoltaiczne, zgodnie z poniższym opisem oraz przykładowym rozmieszczeniem wstępnym zgodnym z rys. 01 oraz przedstawionymi wizualizacjami.

Proponuje się konstrukcję odpowiednią dla płyty warstwowej, bazującą na nośnych profilach kotwionych do stalowych płyt konstrukcji dachu oraz profilami poprzecznymi do montażu klem i modułów PV, równoległe do połaci dachowej. Przykładowy model konstrukcji ukazano na poniższych ilustracjach oraz na rysunku nr 03.



Zastosowana konstrukcja wsporcza powinna spełniać wymogi:

- możliwości montażu zadeklarowanej ilości modułów w opracowaniu lub ekwiwalentu założonej mocy modułów PV, projektowanej instalacji - przy uwzględnieniu istniejącej przestrzeni montażowej oraz braku naruszenia szczelności pokrycia i walorów konstrukcyjnych;
- certyfikatu zgodności z normami PN-EN 1090-1, PN-EN 1090-2+A1 (dla elementów stalowych) oraz PN-EN 1090-3 (dla elementów aluminiowych);
- odpowiedniego dopasowania względem obciążenia śniegiem i wiatrem – zgodnie z: PN-EN 1991-1-3:2005 oraz PN-EN 1991-1-4:2010.

### 3. Okablowanie

#### 3.1. Strona prądu stałego (DC)

Połączenia poszczególnych modułów fotowoltaicznych wykonywać przez okablowanie dostarczone do danego sprzętu. Połączenia do odpowiednich obwodów falowników realizować za pomocą kabli dedykowanych do zastosowań fotowoltaicznych, tzn. napięcie pracy 1000 V, izolacja odporna na promieniowanie UV, ze złączkami dedykowanymi DC (+/-) o przekroju żył roboczych nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup> oraz przy uwzględnieniu poniżej przedstawionych warunków.

Kable należy układać zgodnie z praktyką inżynierską, tak aby unikać pętli indukcyjnej. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikami, będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz: rury osłonowe lub listwy instalacyjne będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi rozwiązań dt. trasowania okablowania.

*Warunek obciążalności prądowej:*

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie:  $I_z^*$  – skorygowana o  $k_g$ , obciążalność długotrwała przewodów;  $I_z$  – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania,  $k_g$  – współczynnik korygujący;  $I_B$  – prąd obciążenia obwodu – odpowiada  $I_{MPP}$  modułu.

*Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, w instalacjach fotowoltaicznych przyjmuje się 1%:*

$$\Delta U [\%] = \frac{(\text{ilość STRING} \cdot P_{PV}) \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot (\text{ilość STRING} \cdot U_{MPP(T_{max})})^2} \leq 1\%$$

gdzie:  $P_{PV}$  – moc modułu PV;  $l$  – długość okablowania;  $U_{MPP(T_{max})}$  – napięcie MPP w maksymalnej temperaturze, z zależności;  $\gamma$  – konduktywność materiału żyły, przyjęta dla miedzi;  $s$  – przekrój przewodu.

W poniższej tabeli zestawiono dobór okablowania dla skrajnych wariantów obwodów.

| Dł.<br>Trasy | PV   | P <sub>pv</sub> | $I_B$ | $U_{MPP}$ | Sposób<br>ułożenia | Rodzaj<br>przewodów | $s$ | $I_z^*$ | $I_{sum}$ | $\Delta U\%$ | Sprawdzenie<br>warunków |                       |
|--------------|------|-----------------|-------|-----------|--------------------|---------------------|-----|---------|-----------|--------------|-------------------------|-----------------------|
|              | Szt. |                 |       |           |                    |                     |     |         |           |              | $I_B \leq I_z^*$        | $\Delta U\% \leq 1\%$ |
| 10           | 31   | 12400           | 12,83 | 750,0     | B1                 | H1Z2Z2-K 1x         | 6,0 | 41,0    | 51,0      | 0,347        | Zgodny                  | Zgodny                |
| 20           | 31   | 12400           | 12,83 | 750,0     | B1                 | H1Z2Z2-K 1x         | 6,0 | 41,0    | 71,0      | 0,483        | Zgodny                  | Zgodny                |
| 30           | 31   | 12400           | 12,83 | 750,0     | B1                 | H1Z2Z2-K 1x         | 6,0 | 41,0    | 91,0      | 0,619        | Zgodny                  | Zgodny                |
| 40           | 32   | 12800           | 12,83 | 750,0     | B1                 | H1Z2Z2-K 1x         | 6,0 | 41,0    | 112,0     | 0,787        | Zgodny                  | Zgodny                |

### 3.2. Strona prądu przemiennego (AC)

Połączenia pomiędzy falownikiem, rozdzielnicą AC (zabezpieczeniami falownika), a miejscem przyłączenia należy wykonać kablem o izolacji przystosowanej na napięcie 0,6/1 kV: 5-żyłowym, o przekroju nie mniejszym niż wynikającym z poniżej przedstawionych warunków. Na schemacie ideowym – rysunek nr 02, zawarto przykładowy komponent spełniający wymagania.

Podłączenia względem aparatury należy wykonać, zgodnie z dedykowanymi złączkami i praktyką inżynierską. Okablowanie AC prowadzić zgodnie z projektem zagospodarowania terenu, bądź w sposób optymalizujący rozmieszczenie kabli. Kable nie prowadzone w gruncie będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz wymaga się aby były przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Okablowanie prowadzone w gruncie układać w rurze osłonowej na głębokości minimum 0,7 m na 10 cm podsypce z piasku oznaczając tabliczkami z napięciem, typem, przekrojem, kierunkiem i właścicielem co 10 m. Następnie przysypać 10 cm warstwą piasku oraz 15 cm ziemi rodzimej. Na trasie kabla ułożyć folię z tworzywa sztucznego o trwałym kolorze niebieskim. Pozostałą część wykopu zasypać ziemią rodzimą. W przypadku odsłonięcia istniejących urządzeń w ziemi należy je odpowiednio zabezpieczyć przed uszkodzeniem, a po zakończeniu prac przywrócić teren do stanu pierwotnego zachowując sposób ułożenia linii kablowej zgodnie z normą SEP N-E-004. Prace ziemne prowadzone w pobliżu istniejącej infrastruktury należy wykonywać ręcznie (łopatą). Teren po wykonanych robotach ziemnych podlega odtworzeniu do stanu pierwotnego. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi rozwiązań dt. trasowania okablowania.

Warunek obciążalności prądowej:

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie:  $I_z^*$  – skorygowana o  $k_g$ , obciążalność długotrwała przewodów;  $I_z$  – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania,  $k_g$  – współczynnik korygujący;  $I_B$  – prąd obciążenia obwodu – odpowiada  $I_{max}$  falownika.

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, dla falownika (generatora) przyjmuje się 1%:

$$\Delta U [\%] = \frac{P_{max} \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot U_N^2} \leq 1\%$$

gdzie:  $P_{max}$  – moc maksymalna urządzenia (falownika);  $l$  – odległość urządzenia od miejsca przyłączenia;  $U_N$  – napięcie znamionowe sieci (międzyprzewodowe);  $\gamma$  – konduktywność materiału żyły;  $s$  – przekrój przewodu.

W poniższej tabeli zestawiono dobór okablowania.

| Zasilanie | $P$ | $I_B$ | Sposób ułożenia | Mat. | Rodzaj przewodów | $s$             | $I_z$ | $k_g$ | $I_z^*$ | $l$  | $\Delta U\%$ | Sprawdzenie warunków |                       |
|-----------|-----|-------|-----------------|------|------------------|-----------------|-------|-------|---------|------|--------------|----------------------|-----------------------|
|           | kW  | A     |                 |      |                  | mm <sup>2</sup> | A     | -     | A       | m    | %            | $I_B \leq I_z^*$     | $\Delta U\% \leq 1\%$ |
| 3-fazowe  | 50  | 72,5  | B2              | Cu   | YKY(żo) 5x       | 25,0            | 112,0 | 1,00  | 112,0   | 20,0 | 0,463        | Zgodny               | Zgodny                |



#### 4. Zabezpieczenia

##### 4. 1. Przetężeniowe - strona stałoprądowa – DC

Dla zabezpieczeń szeregów (stringów) modułów PV przewiduje się montaż rozłączników bezpiecznikowych przystosowanych do pracy pod napięciem DC 1000 V, wraz z wkładkami bezpiecznikowymi odpowiednimi do rozwiązań fotowoltaicznymi, tzn. typu gPV o wartości znamionowej prądu zadziałania nie większej niż dopuszczalna wartość prądu rewersyjnego zastosowanych modułów fotowoltaicznych.

Dobrano zabezpieczenie gPV 20A dla każdego z projektowanych szeregów modułów PV, zgodnie z poniższą zależnością:

$$\begin{aligned} I_2 &\leq I_z^* \cdot 1,45 \\ I_2 &= I_n \cdot k_2 \\ 20,0 \cdot 1,20 &\leq 41,0 \cdot 1,45 \\ 24,0 &\leq 59,45 \end{aligned}$$

gdzie:  $I_z^*$  – skorygowana o  $k_g$ , obciążalność długotrwała przewodów;  $I_n$  – znamionowy prąd urządzenia zabezpieczającego;  $I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego;  $k_2$  – współczynnik krotności zabezpieczenia

##### 4. 2. Przetężeniowe - strona zmiennoprądowa – AC

Dla obwodów: falownik – miejsce przyłączenia, należy zastosować zabezpieczenia przetężeniowe w postaci wyłączników nadprądowych o charakterystyce B. Doboru dokonać, zgodnie z poniższymi zależnościami. Na schemacie ideowym – rysunek nr 02, zawarto przykładowy komponent spełniający wymagania.

$$I_B \leq I_n \leq I_z^*$$

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

$$I_2 = I_n \cdot k_2$$

gdzie:  $I_z^*$  – skorygowana obciążalność długotrwała przewodów, zgodnie z rozdziałem doboru przewodów;  $I_B$  – prąd obciążenia obwodu – maksymalna wartość prądu na wyjściu falownika;  $I_n$  – znamionowy prąd urządzenia zabezpieczającego;  $I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego;  $k_2$  – współczynnik krotności zabezpieczenia, dla wyłączników nadprądowych z charakterystykami B,C,D = 1,45.

W poniższej tabeli zestawiono dobór zabezpieczenia głównego.

| $I_B$ | $I_z^*$ | Typ zap. | $I_n$ | $1,45 \cdot I_z^*$ | $I_2$ | Sprawdzenie warunków      |                             |
|-------|---------|----------|-------|--------------------|-------|---------------------------|-----------------------------|
|       |         |          |       |                    |       | $I_B \leq I_n \leq I_z^*$ | $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z^*$ |
| A     | A       |          | A     | A                  | A     |                           |                             |
| 72,5  | 112,0   | 3P B     | 80,0  | 162,4              | 116   | Zgodny                    | Zgodny                      |

##### 4. 3. Przeciwporażeniowe – uzupełniające

Układ sieci projektowanej instalacji to TN-S. Ochrona podstawowa oraz ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana będzie przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych. Jako drugi stopień ochrony przeciwpożarowej projektuje się wyłącznik różnicowy-prądowy (RCD) o prądzie upływu 100 mA oraz typie A.



#### 4. 4. Ochrona przepięciowa instalacji

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony DC dla każdej grupy modułów fotowoltaicznych przynależnych do wykorzystanego wejścia MPPT falownika, zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy wynoszącym nie mniej niż 1000 V. Typ zastosowanego ogranicznika przepięć uzależniony jest od stanu instalacji odgromowej w obiekcie, w momencie realizacji działań montażowych przez Wykonawcę.

- Typ 2 (T2) – gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową.

- Typ 1 i 2 (T1+T2) – gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku ogranicznik należy połączyć z szyną wyrównawczą (SW) przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm<sup>2</sup>. Dodatkowo konstrukcję wsporczą modułów należy połączyć z instalacją odgromową, za pomocą złącz krzyżowych oraz linki miedzianej o przekroju min. 16 mm<sup>2</sup>.

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony AC dla falownika/ów zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy na każdą z faz wynoszącym nie mniej niż 255 V oraz o typie 2. Gdy w miejscu przyłączenia nie występuje istniejąca aparatura ograniczników przepięć konieczne jest zastosowanie ograniczników przepięć AC typu 1 i 2 (T1+T2).

Rezystancja uziemienia szyny wyrównawczej, do której podłączany zostaje ogranicznik przepięć powinna spełniać warunek  $R \leq 10 \Omega$ . Projektowaną szynę wyrównawczą uziemić przez połączenie żyły ochronnej (żo) kabla zasilającego, uziemionej w punkcie przyłączenia instalacji (istniejącego uziomu) oraz uzupełnić o dodatkowy uziom pionowy/szpilkowy, w miejscu montażu falownika.

#### 5. Uziemienia i połączenia wyrównawcze

Przy wykonywaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC, powinny być wspólne. Także nie należy wykonywać nieuziemionych połączeń wyrównawczych. Sposób wykonania połączenia wyrównawczego modułów fotowoltaicznych oraz ich konstrukcji wsporczej jest zależny od rodzaju instalacji odgromowej w jaką wyposażony jest obiekt:

- gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (zgodnie z PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową. Połączenia należy wykonać przewodem o przekroju nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup>, łącząc moduły fotowoltaiczne oraz ich konstrukcję wsporczą doprowadzając przewód do szyny wyrównawczej;

- gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku połączenia należy wykonać przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm<sup>2</sup> oraz łącząc moduły fotowoltaiczne oraz ich konstrukcję wsporczą z instalacją odgromową obiektu przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm<sup>2</sup>.

Dla uziemienia ramki modułów PV, a konstrukcji stosować dedykowane podkładki uziemiające. Rezystancja uziemienia szyny wyrównawczej, powinna spełniać warunek rezystancji  $R \leq 10 \Omega$ , zgodnie z rysunkiem nr 02.

## 6. Instalacja odgromowa

Przy wykonywaniu instalacji – rozmieszczeniu modułów PV stosować się do wytycznych PN-EN-62305-3:2011, tzn. jeżeli odstęp separacyjny pomiędzy instalacją odgromową a konstrukcją wsporczą modułów PV nie został zachowany, należy zastosować odpowiednie środki opisane w rozdziale dt. ochrony przepięciowej instalacji oraz połączeń wyrównawczych. Przy jednoczesnym uwzględnieniu istniejącego poziomu ochronny (LPS) obiektu, względem projektowanej instalacji fotowoltaicznej, tzn. projektowana instalacja PV musi zostać objęta ochroną odgromową.

Na dzień wykonywania wizji lokalnej stan instalacji odgromowej obiektu, nie wykazywał degradacji. Powierzchnia projektowanych modułów zostanie objęta istniejącą ochroną odgromową – brak konieczności modernizacji. Jednakże poszycie blachy nieizolowane względem zwodów poziomych instalacji odgromowej – należy zastosować ograniczniki przepięć DC typu 1i2.

## 7. Rozdzielnice

Projektowaną aparaturę zabezpieczającą należy umieścić w rozdzielnicach natynkowych o klasie IP nie gorszej niż IP40 dla zastosowań wewnętrznych, bądź IP65 dla zastosowań zewnętrznych. Wraz z zastosowaniem oznaczeń odpowiednich dla danej rozdzielnicy. Rozdzielnice instalacji PV montować w pobliżu falownika, zgodnie z rysunkiem nr 01 – ostateczne miejsce montażu Wykonawca ustali z Inwestorem na etapie realizacji inwestycji.

## 8. Ochrona ppoż.

Rozdzielnica główna budynku Obory nr 3 wyposażona jest w główny rozłącznik ppoż. dla danego budynku, z zintegrowaną cewką wyzwającą powiązaną z istniejącymi przyciskami obwodów ppoż. Za miejsce przyłączenia instalacji zakłada się projektowany wyłącznik nad-prądowy w części zabezpieczeń odbiorów, rozdzielnicy głównej budynku Obory nr 3 (objętej ochroną ppoż. głównego wyłącznika prądu), zgodnie z rysunkiem nr 02. Brak zasilania w budynku skutkuje zatrzymaniem pracy falownika z uwagi na zabezpieczanie przed pracą wyspową.

Jako dodatkową aktywne rozwiązania techniczne w celu ograniczenia ryzyka wystąpienia pożaru stosuje się: wyłącznik różnicowoprądowy (RCD) oraz zastosowanie optymalizatorów mocy ograniczających napięcie strony stałoprądowej (DC) do poziomu napięcia bezpiecznego, w sytuacji braku pracy falownika/zasilania.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie wpływa na zmianę warunków ochrony przeciwpożarowej obiektu w odniesieniu do zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz w odniesieniu dostępności i warunków do drogi pożarowej.

Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.), Art. 29 ust. 4 pkt. 3 c) instalacje o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej.

## 9. System monitoringu instalacji

W celu realizacji aktywnego monitoringu konieczne jest zapewnienie dostępu do sieci Internet do falownika. Zrealizowane zostanie to przez wykorzystanie: istniejącej bezprzewodowej sieci Wi-Fi lub istniejącej infrastruktury LAN – połączenie Ethernet. Niniejsze Wykonawca ustali z Inwestorem na etapie realizacji inwestycji.

### **10. Uwagi końcowe**

- Przed przystąpieniem do prac montażowych, Wykonawca zobowiązany jest do wykonania dokumentacji wykonawczej, zawierającej m. in.:
  - plan wymiarowy oraz schemat instalacji, z uwzględnieniem ew. zmian stosowanych komponentów instalacji oraz aktualnymi na dzień wykonywania uzgodnieniami z Inwestorem.
- Roboty instalacyjno-montażowe wykonać zgodnie z Normami PN-IEC 30364, PN-EN 62305-1-4; PN-HD 60364-7-712, SEP-E-004; i Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji, Wykonawca obowiązany jest dostarczyć Inwestorowi dokumentację powykonawczą, a w szczególności:
  - dokumentację techniczną, uwzględniającą zmiany względem koncepcji wstępnej;
  - protokół badań rezystancji izolacji;
  - protokół badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej;
  - protokół pomiaru rezystancji uziemień;
  - certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych;
  - uzupełnione zgłoszenie mikroinstalacji, wraz z załącznikami wymagane przez przynależnego OSD oraz zapewnić pomocą merytoryczną i formalną Inwestorowi;
  - wykonać instrukcję eksploatacji, wraz z danymi dostępowymi do systemu monitoringu instalacji oraz przeprowadzić przeszkolenie osób wyznaczonych przez Inwestora.

### III. Zestawienie materiału

W poniższej tabeli zestawiono przykładowe główne komponent projektowanej instalacji fotowoltaicznej, przy założeniu zastosowania 125 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy znamionowej 400 W. Przy doborze materiału należy stosować się do opisu niniejszej dokumentacji oraz towarzyszącej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWIORB)

| Lp. | Nazwa   | j. m. | Ilość |
|-----|---|-------|-------|
| 1   | Moduł fotowoltaiczny o mocy znamionowej 400 W<br>(Parametry zgodne z tabelą równoważności)  | szt.  | 125   |
| 2   | Falownik sieciowy o mocy znamionowej 50,0 kW<br>(Parametry zgodne z tabelą równoważności)   | szt.  | 1     |
| 3   | Optymalizator mocy<br>(Parametry zgodne z tabelą równoważności)   | szt.  | 125   |
| 4   | Dedykowana systemowa konstrukcja wsporcza PV – „płyta warstwowa”, oraz zgodna z wymaganiami opisu technicznego Umożliwiająca montaż 125 szt. modułów PV | komp. | 1     |
| 5   | Dedykowany wkopywany stelaż dla montażu falownika   | komp. | 1     |
| 6   | Zew. rozdzielnica natynkowa min. IP65, 1x12 modułowa  | szt.  | 1     |
| 7   | Zew. rozdzielnica natynkowa min. IP65, 2x16 modułowa  | szt.  | 1     |
| 8   | Główna szyna uziemiająca (SW+akcesoria)   | komp. | 1     |
| 9   | Pionowy uziom szpilkowy h=3,0 m   | szt.  | 2     |
| 10  | Ogranicznik przepięć DC 1000 V, typ 1i2   | szt.  | 4     |
| 11  | Ogranicznik przepięć AC 3-fazowy, typ 1i2   | szt.  | 1     |
| 12  | Podstawa bezpiecznikowa DC (+ i -)  | szt.  | 4     |
| 13  | Wkładka bezpiecznikowa gPV 20A  | szt.  | 8     |
| 14  | Wyłącznik nad-prądowy 3P B80A   | szt.  | 1     |
| 15  | Wyłącznik nad-prądowy 3P C80A   | szt.  | 1     |
| 16  | Wyłącznik różnicowo-prądowy 4P 100mA  | szt.  | 1     |
| 17  | Okablowanie DC – 1000 V, 6mm <sup>2</sup>   | m     | 325   |
| 18  | Okablowanie AC – YKYżo 5x25mm <sup>2</sup>  | m     | 20    |
| 19  | Linka poł. uziemiających i wyrównawczych - LgY 16mm <sup>2</sup>  | m     | 65    |
| 20  | Złączki MC (+)i(-)  | komp. | 16    |
| 21  | Peszel giętki UV 750N 25 lub 32 mm + akcesoria montażowe  | m     | 163   |
| 22  | Rura karbowana DVK min. Fi40 (niebieska)  | m     | 10    |

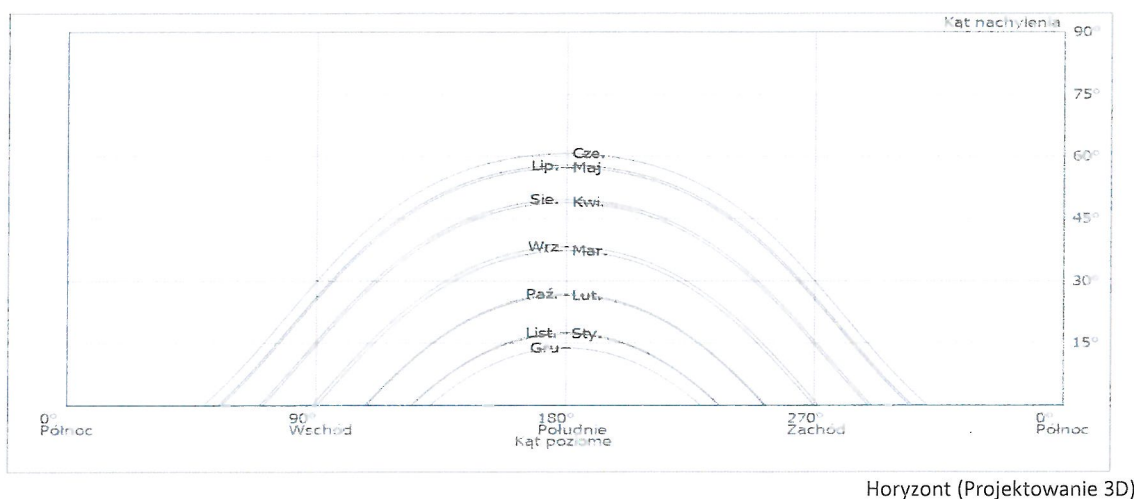
## IV. Symulacja pracy instalacji

### 1. Model symulacyjny

Szacunkową produkcję w skali roku oszacowano na bazie przeprowadzonej symulacji komputerowej pracy instalacji w środowisku PVSol, na podstawie modelu zgodnego z poniższą tabelą.

#### Dane klimatyczne – Model symulacyjny w środowisku PVSol

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Lokalizacja  | Warszawa, POL (1991 - 2010) |
| Rozdzielczość danych                                 | 1 h                         |
| Zastosowane modele symulacji:                        |                             |
| - Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej | Hofmann                     |
| - Nasłonecznienie powierzchni nachylonej             | Hay & Davies                |



### 2. Wyniki symulacji pracy

W poniższej tabeli zestawiono wyniki pracy instalacji w skali roku. Nie uwzględnia się spadku wydajności na przestrzeni lat z uwagi na degradację modułów fotowoltaicznych – wg. SWZ maksymalny spadek wydajności nie większy niż 83% na przestrzeni 25 lat.

|  |         |          |
|--|---------|----------|
| Moc generatora PV  | 50,0    | kWp      |
| Spec. uzysk roczny   | 1009,11 | kWh/kWp  |
| Stosunek wydajności (PR)   | 90,51   | %        |
| Zmniejszenie uzysku na skutek zacielenia   | 2,8     | %/rok    |
| Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)  | 50 426  | kWh/rok  |
| Pobór falownika w trybie czuwania  | 53,0    | kWh/rok  |
| Emisja CO <sub>2</sub> , której dało się uniknąć:  | 40 902  | kg / rok |
| <i>Oszacowanie emisji dwutlenku węgla - 0,812 Mg CO<sub>2</sub>/MWh w przypadku energii elektrycznej, na podstawie zgodnie z wytycznymi Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (energia elektryczna – współczynnik referencyjny dla KSE, energia cieplna – współczynnik dla ciepła sieciowego).</i> |         |          |



### 3. Prezentacja zacieniania powierzchni modułów PV w skali roku

Na poniższych ilustracjach zestawiono procentową wartości zacienienia powierzchni modułów PV w skali roku – wynikająca z istniejącej infrastruktury oraz obiektów zacieniających.





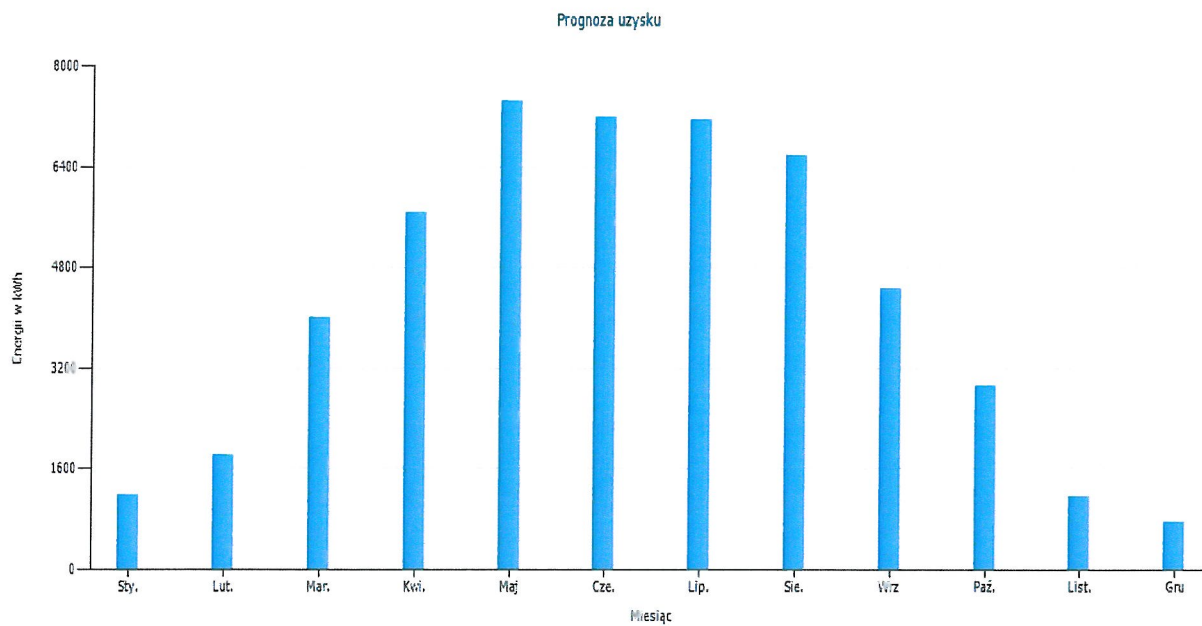
#### 4. Bilans energetyczny instalacji

W poniższej tabeli zestawiono szczegółowy bilans energetyczny pracy instalacji.

|  |                                   |          |
|--|-----------------------------------|----------|
| <b>Promieniowanie globalne, poziomo</b>                            | <b>1 067,73 kWh/m<sup>2</sup></b> |          |
| Odchylenie od standardowego widma                                  | -10,68 kWh/m <sup>2</sup>         | -1,00 %  |
| Odbicie od gruntu (albedo)   | 6,37 kWh/m <sup>2</sup>           | 0,60 %   |
| Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych                   | 57,24 kWh/m <sup>2</sup>          | 5,38 %   |
| Zacienienie niezależne od modułu                                   | -8,45 kWh/m <sup>2</sup>          | -0,75 %  |
| Odbicia na powierzchni modułu                                      | -6,26 kWh/m <sup>2</sup>          | -0,56 %  |
| <b>Globalne nasłonecznienie na moduł</b>                           | <b>1 105,95 kWh/m<sup>2</sup></b> |          |
|  | 1 105,95 kWh/m <sup>2</sup>       |          |
|  | x 244,377 m <sup>2</sup>          |          |
|  | = 270 269,18 kWh                  |          |
| <b>Globalne nasłonecznienie PV</b>                                 | <b>270 269,18 kWh</b>             |          |
| Zanieczyszczenie   | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 20,48 %) | -214 930,67 kWh                   | -79,52 % |
| <b>Znamionowa energia PV</b>                                       | <b>55 338,51 kWh</b>              |          |
| Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu                       | -1 027,34 kWh                     | -1,86 %  |
| Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia                         | -196,28 kWh                       | -0,36 %  |
| Odchylenie od znamionowej temperatury modułu                       | -998,76 kWh                       | -1,85 %  |
| Diody  | -16,94 kWh                        | -0,03 %  |
| Niedopasowanie (dane producenta)                                   | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)                          | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| Optymalizator mocy (przetwarzanie prądu DC/zregulowanie)           | -1 085,95 kWh                     | -2,05 %  |
| <b>Energia PV (DC) bez regulacji falownika</b>                     | <b>52 013,24 kWh</b>              |          |
| Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC                            | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| Regulacja zakresu napięcia MPP                                     | -9,63 kWh                         | -0,02 %  |
| Regulacja maks. prądu DC   | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| Regulacja maks. mocy prądu DC                                      | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi                              | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| Adaptacja MPP  | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| <b>Energia PV (DC)</b>   | <b>52 003,62 kWh</b>              |          |
| <b>Energia na wejściu falownika</b>                                | <b>52 003,62 kWh</b>              |          |
| Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego                    | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| Konwersja z prądu DC na AC   | -1 577,94 kWh                     | -3,03 %  |
| Pobór w trybie czuwania (Falownik)                                 | -53,42 kWh                        | -0,11 %  |
| Straty całkowite w kablu   | 0,00 kWh                          | 0,00 %   |
| <b>Energia PV (AC) odjąć zużycie podczas czuwania</b>              | <b>50 372,25 kWh</b>              |          |
| <b>Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)</b>             | <b>50 425,67 kWh</b>              |          |

## 5. Produkcja energii na przestrzeni miesięcy

Na poniższym wykresie zestawiono szacunkową produkcję energii elektrycznej z projektowanej instalacji fotowoltaicznej na przestrzeni miesięcy.



## **V. Opis techniczny – część rysunkowa**

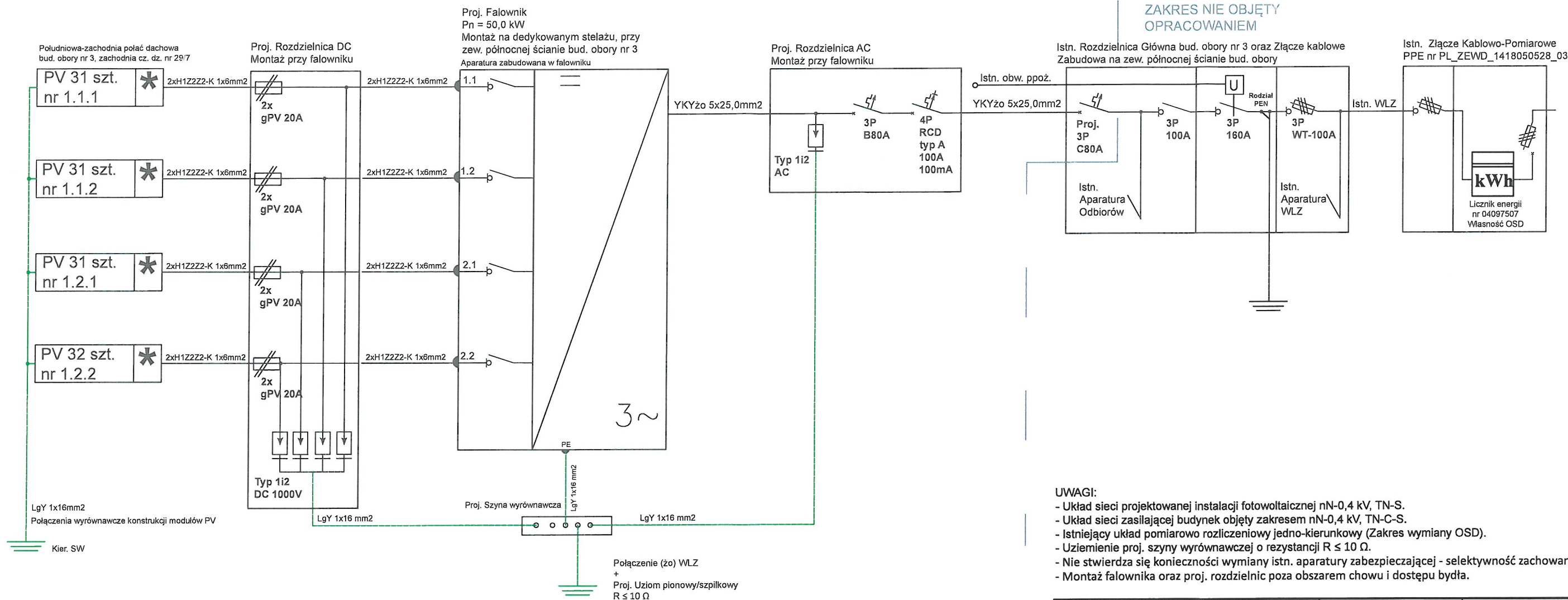
Spis rysunków:

- Rys. nr 01 – plan zagospodarowania terenu
- Rys. nr 02 – schemat ideowy instalacji
- Rys. nr 03 – plan wymiarowy





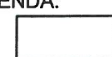




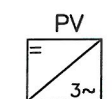
- UWAGI:
- Układ sieci projektowanej instalacji fotowoltaicznej nN-0,4 kV, TN-S.
  - Układ sieci zasilającej budynek objęty zakresem nN-0,4 kV, TN-C-S.
  - Istniejący układ pomiarowo rozliczeniowy jedno-kierunkowy (Zakres wymiany OSD).
  - Uziemienie proj. szyny wyrównawczej o rezystancji  $R \leq 10 \Omega$ .
  - Nie stwierdza się konieczności wymiany istn. aparatury zabezpieczającej - selektywność zachowana.
  - Montaż falownika oraz proj. rozdzielnic poza obszarem chowu i dostępu bydła.

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|                                       | Sazet sp. z o. o.<br>Wójcin 239,<br>88-324 Jeziora Wielkie<br>NIP: 5571703105<br>+48 ~735 ~246 546<br>biuro@sazet.com.pl   | INWESTOR:<br>SGGW w Warszawie,<br>ul. Nowoursynowska 166,<br>02-787 Warszawa | SYGNATURA:<br>mikroPV-SGGW-Obory  |
|  |  |  | FORMAT:<br>A3   |
| NAZWA:<br>Dokumentacja techniczna mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy do 50.0 kW  |  |  | SKALA:<br>-   |
| OBIEKT:<br>SGGW RZD Wilanów-Obory (Dział produkcji zwierzęcej),<br>Obory 101, 05-520 Obory, Dz. nr 29/7 obręb [0016] Obory |  |  | NR RYS:<br>02   |
| TYTUŁ RYSUNKU:<br>Schemat ideowy instalacji  |  |  | DATA:<br>18.09.2023   |
| Projektant   | inż. Aleksandra Janczak<br>Nr upr. GT-III-7210/40/77<br>Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych |  |  |
| Opracowujący   | inż. Patryk Kulawiak<br>nr OZE-W/03/000025/21<br>Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego instalatora odnawialnych<br>źródeł energii - systemów fotowoltaicznych (PV)   |  |   |
|  |  |  |  |

LEGENDA:



Łańcuch modułów fotowoltaicznych  
X - nr falownika,  
Y- nr MPPT,  
Z - nr łańcucha dla danego MPPT  
Moduł fotowoltaiczny o mocy 400 W  
Falownik sieciowy o mocy 50,0 kW



\* Optymalizator mocy,  
montaż na każdym module PV



Cewka wyzwalająca



Wyłącznik różnicowoprądowy



Wyłącznik nadprądowy

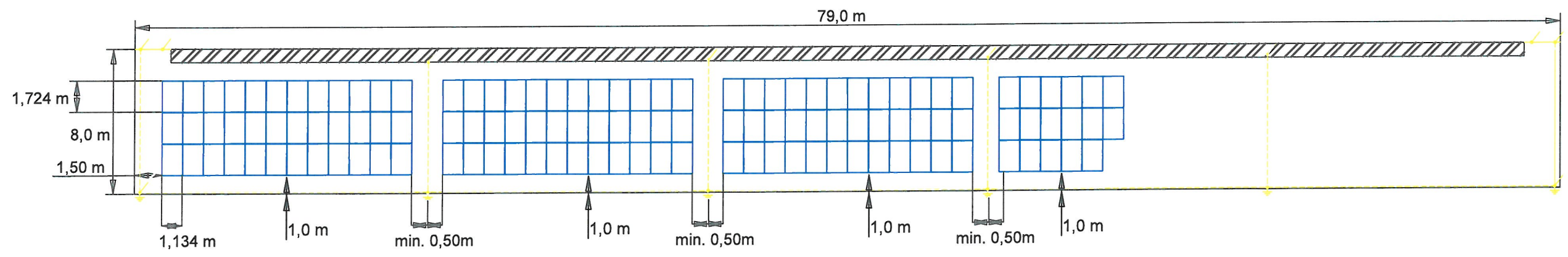
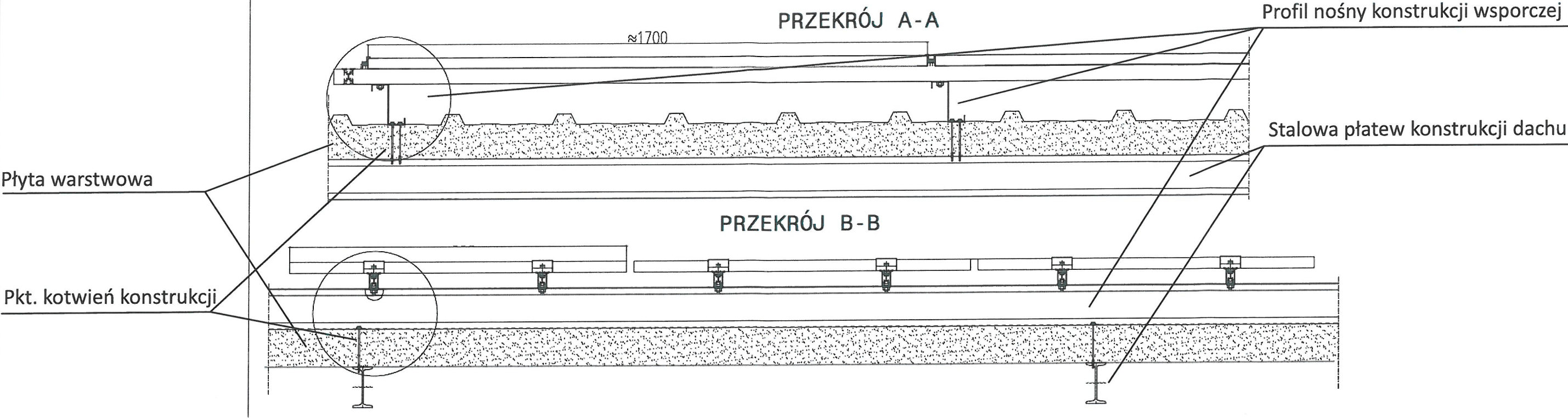










Ogranicznik przepięć



Rozłącznik izolacyjny





|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p><b>UWAGI:</b></p> <p>1) Projektowana instalacja PV objęta istniejącą instalacją odgromową. Poszycie dachu wykonane jako płyta warstwowa. Uziemiona wierzchnia część poszycia - stosować ochronę przepięciową typu 1 i 2.</p> <p>2) Stosować dedykowany system kotwień konstrukcji wsporczej do konstrukcji dachu oraz uszczelnić miejsca montażu, zgodnie z instrukcją montażową zastosowanej systemowej konstrukcji wsporczej.</p>  |  <p>Sazet sp. z o. o.<br/>Wólcin 239,<br/>88-324 Jeziora Wielkie<br/>NIP: 5571703105<br/>+48 ~735 ~246 546<br/>biuro@sazet.com.pl</p>             | INWESTOR:<br>SGGW w Warszawie,<br>ul. Nowoursynowska 166,<br>02-787 Warszawa | SYGNATURA:<br>mikroPV-SGGW-Obory   |
|   | NAZWA:<br>Dokumentacja techniczna mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy do 50,0 kW  |  | FORMAT:<br>A3  |
| <p><b>LEGENDA:</b></p> <p> Proj. moduł fotowoltaiczny o mocy 400 W<br/>Konstrukcja wsporcza - "Mostek trapezowy - równoległy do połaci dachowej"</p> <p> Istn. instalacja odgromowa, drut FeZn fi8<br/>W przypadku znacznej degradacji, konieczne ponowne ułożenie</p> <p> Występ odgromowy h=1,0 m, drut FeZn fi8</p> <p> Złącze krzyżowe lub proste</p> <p> Zwody pionowe - uziemienie instalacji odgromowej</p> | OBIEKT:<br>SGGW RZD Wilanów-Obory (Dział produkcji zwierzęcej),<br>Obory 101, 05-520 Obory, Dz. nr 29/7 obręb [0016] Obory   |  | SKALA:<br>1:250  |
|   | TYTUŁ RYSUNKU:<br>Plan wymiarowy   |  | NR RYS:<br>03  |
|   | Projektant<br>inż. Aleksandra Janczak<br>Nr upr. GT-III-7210/40/77<br>Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych |  | DATA:<br>18.09.2023  |
|   | Opracowujący<br>inż. Patryk Kulawiak<br>nr OZE-W/03/000025/21<br>Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego instalatora odnawialnych źródeł energii: systemów fotowoltaicznych (PV)   |  | <br> |