



|                     |   |   |  |
|---------------------|---|---|--|
| <b>INWESTOR:</b>    | Przedsiębiorstwo Kom. Miejskiej w Czechowicach-Dziedzicach Sp. z o.o.<br>ul. Michała Drzymały 16<br>43-502 Czechowice-Dziedzice |   |  |
| <b>ZAMAWIAJĄCY:</b> | Przedsiębiorstwo Kom. Miejskiej w Czechowicach-Dziedzicach Sp. z o.o.   |   |  |
| <b>PROJEKTANT:</b>  |    | OMEGA-electric Mróz, Bibro Sp. j.<br>33-100 Tarnów, ul. Słowackiego 4/3<br><a href="http://www.omega-electric.pl">www.omega-electric.pl</a> |  |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>OPRACOWANIE:</b>          | PROGRAM FUNKCJONALNO - UŻYTKOWY   |
| <b>INWESTYCJA:</b>           | Gruntowa instalacja fotowoltaiczna o mocy maksymalnej 50kWp dla lokalizacji zajezdni PKM przy ul. Michała Drzymały 16                       |
| <b>BRANŻA:</b>               | Elektryczna   |
| <b>JEDNOSTKA PROJEKTOWA:</b> | OMEGA-electric Mróz, Bibro Sp. j.<br>33-100 Tarnów, ul. Słowackiego 4/3<br><a href="http://www.omega-electric.pl">www.omega-electric.pl</a> |

|  |
|--|
| <b>NAZWY I KODY ROBÓT BUDOWLANYCH OBJĘTYCH PRZEDMIOTEM ZAMÓWIENIA (CPV):</b>   |
| 09331200 - Słoneczne moduły fotoelektryczne<br>09332000 - Instalacje słoneczne<br>45311100 - Roboty w zakresie okablowania elektrycznego<br>45311200 - Roboty w zakresie instalacji elektrycznych<br>45315100 - Instalacyjne roboty elektrotechniczne<br>45315300 - Instalacje zasilania elektrycznego<br>71323100 - Usługi projektowania systemów zasilania energią elektryczną |

| Zakres, branża | Projektant<br>Imię i Nazwisko<br>Nr uprawnień, specjalność   | Data    | Podpis   |
|----------------|--|---------|--|
| IE             | Ryszard Mróz<br>A-NB-7342/169/92<br>Specjalność instalacyjna w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych | 03.2023 |  |
| IE             | Mikołaj Kaźmierczak<br>OZE-W/19/000101/20<br>Specjalność instalacyjna w zakresie OZE i systemów fotowoltaicznych                           | 03.2023 |  |



## Spis treści

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA.....  | 3  |
| 1.1   | PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....   | 3  |
| 1.2   | PODSTAWA OPRACOWANIA.....   | 3  |
| 2     | CZĘŚĆ OPISOWA .....   | 4  |
| 2.1   | OPIS OGÓLNY PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA .....   | 4  |
| 2.1.1 | Charakterystyczne parametry określające wielkość obiektu i zakres robót budowlanych .....                         | 7  |
| 2.1.2 | Aktualne uwarunkowania wykonania przedmiotu zamówienia .....  | 8  |
| 2.1.3 | Ogólne właściwości funkcjonalno-użytkowe .....  | 9  |
| 2.1.4 | Szczegółowe właściwości funkcjonalno-użytkowe .....   | 10 |
| 2.2   | OPIS WYMAGAŃ ZAMAWIAJĄCEGO W STOSUNKU DO PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA .....  | 13 |
| 2.2.1 | Cechy obiektu dotyczące rozwiązań budowlano-konstrukcyjnych i wskaźników ekonomicznych .....                      | 13 |
| 2.2.2 | Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych odpowiadających zawartości specyfikacji technicznej wykonania ..... | 19 |
| 3     | CZĘŚĆ INFORMACYJNA .....  | 22 |
| 3.1   | DOKUMENTY POTWIERDZAJĄCE ZGODNOŚĆ ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO Z WYMAGANAMI WYNIKAJĄCYMI Z ODRĘBNYCH PRZEPISÓW .....   | 22 |
| 3.2   | OŚWIADCZENIE ZAMAWIAJĄCEGO O POSIADANYM PRAWIE DO DYSPONOWANIA NIERUCHOMOŚCIĄ NA CELE BUDOWLANE.....              | 22 |
| 3.3   | WSKAZANIE PRZEPISÓW PRAWNYCH I NORM ZWIĄZANYCH Z PROJEKTOWANIEM I WYKONANIEM ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO .....        | 22 |
| 4     | ZAŁĄCZNIKI .....  | 24 |

# 1 ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA

## 1.1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Zamierzeniem Inwestora jest budowa gruntowej instalacji fotowoltaicznej o mocy maksymalnej do 50kWp będącej mikroinstalacją w myśl ustawy OZE i prawa budowlanego. Przedmiotem niniejszego opracowania jest zdefiniowanie zakresu prac, kosztów oraz wymagań dodatkowych Inwestora niezbędnych dla terminowej, zgodnej z prawem i sztuką budowlaną realizacji zamierzenia inwestycyjnego. Program funkcjonalno-użytkowy sporządzono jako wytyczna dla oferentów zainteresowanych wykonaniem danego zamierzenia w formule „zaprojektuj i wybuduj”, mający zastosowanie w ramach przetargu wg prawa zamówień publicznych.

## 1.2 PODSTAWA OPRACOWANIA

Opracowanie powstało na podstawie:

- 1) Umowy Projektanta z Inwestorem;
- 2) Ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz.U. 2015 poz. 478);
- 3) Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414);
- 4) Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. 2021 poz. 2454);
- 5) Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. 2007 nr 93 poz. 623);
- 6) Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 z 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającego kodeks sieci dotyczącego wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci (NC RfG);
- 7) Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja;
- 8) Wytycznej „Bezpieczeństwo pożarowe instalacji PV” firmy FRONIUS , edycja 2020;
- 9) Publikacji „Instalacje fotowoltaiczne” autorstwa Bogdana Szymańskiego, edycja 2021;
- 10) Bloga „Badanie bezpieczeństwa i efektywności instalacji fotowoltaicznych zgodnie z normą PN-EN 62446” firmy MERSERWIS.

## 2 CZĘŚĆ OPISOWA

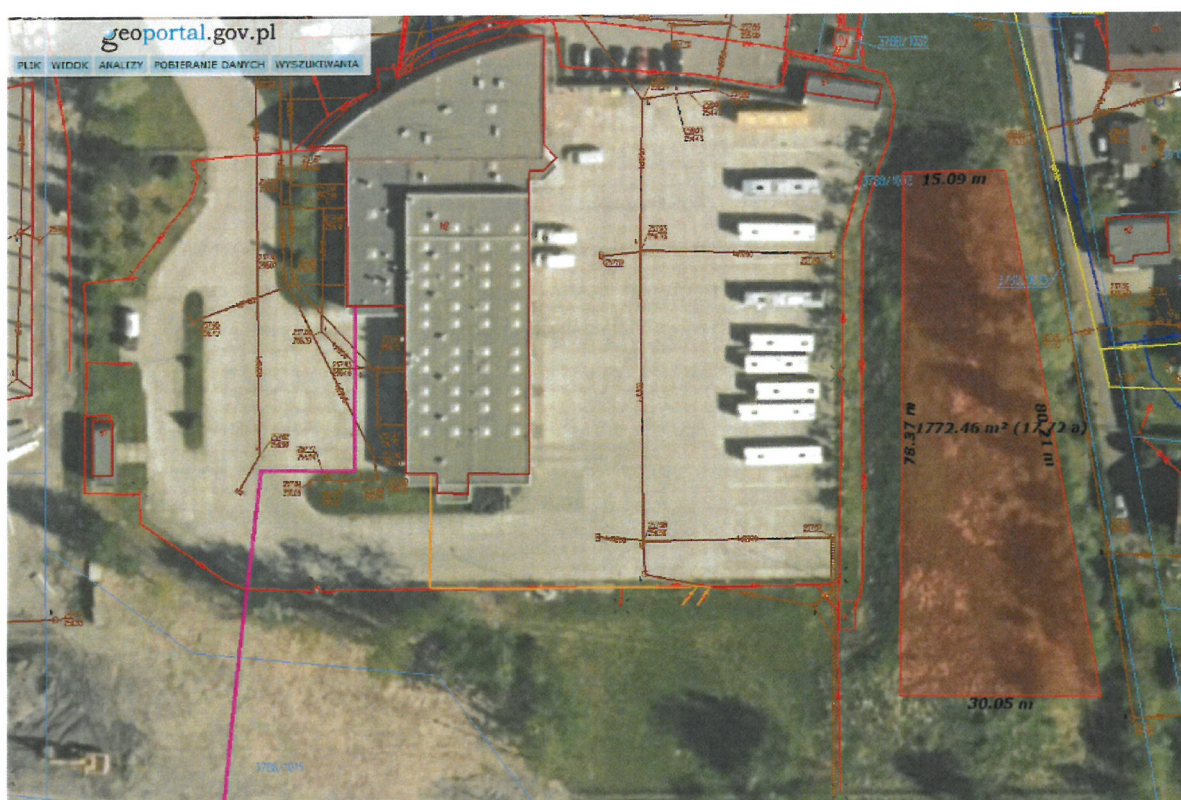
### 2.1 OPIS OGÓLNY PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Główna siedziba i jednocześnie lokalizacja zamierzenia inwestycyjnego Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej w Czechowicach-Dziedzicach Sp. z o.o., będącego Inwestorem w przedmiotowym zamierzeniu, mieści jest przy ulicy Michała Drzymały 16 na działce 3788/1033 oraz 3788/1032 w Czechowicach-Dziedzicach. Inwestor będący operatorem publicznego transportu zbiorowego od ponad 40 lat świadczy w rejonie usługi przewozu osób. W ramach posiadanego taboru Inwestor wykorzystuje autobusy wyposażone w konwencjonalny układ napędowy, posiada także pojazdy wyposażone w niskoemisyjny napęd hybrydowy. W roku 2022 w ramach postępowania „Dostawa dwóch fabrycznie nowych niskopodłogowych autobusów przegubowych z napędem elektrycznym wraz z infrastrukturą ładowania, na potrzeby realizacji projektu pod nazwą: „Elektromobilna komunikacja miejska w Czechowicach-Dziedzicach”. Numer referencyjny: UE-1/2020” flota pojazdów Inwestora została wzbogacona o dwa osiemnastometrowe bateryjne autobusy elektryczne, zasilane z lokalnej sieci energetycznej operatora Tauron. W ramach danego postępowania w przedmiotowej lokalizacji, na zajezdni PKM przy ul. Michała Drzymały 16, Inwestor wybudował linię SN, stację transformatorową oraz linie nN dla zasilenia dwóch stacji ładowania o mocy maksymalnej 100kW każda. Mając na uwadze niepewną sytuację na rynku energii, w szczególności znaczny wzrost kosztów ładowania floty pojazdów elektrycznych, Inwestor postanowił wybudować instalację fotowoltaiczną, w ramach dostępnego miejsca w przestrzeni zajezdni. W pierwszym etapie ma powstać instalacja o mocy do 50kWp, czyli mikroinstalacją w myśl ustawy o OZE i Prawa budowlanego. W kolejnym etapie zakłada się rozbudowę instalacji fotowoltaicznej, tak aby w maksymalnym stopniu wykorzystać dostępne miejsce na zajezdni oraz doposażenie instalacji w magazyn energii, który pozwoli na zwiększenie udziału zużycia energii własnej.

Inwestor w pierwszej kolejności zdecydował o budowie instalacji o mocy do 50kWp, ponieważ chciałby wykorzystać uproszczony sposób procedowania przyłączenia tego typu instalacji do sieci, zgłaszając fakt gotowości do przyłączenia w ramach aktualnie posiadanych warunków zasilania. Instalacja do 50kWp na mocy ustawy o OZE i ustawy Prawo budowlane, zwolniona jest z obowiązku uzyskania pozwolenia na budowę czy zgłoszenia rozpoczęcia budowy we właściwym terytorialnie organie architektoniczno-budowlanym. Nie wymaga też uzyskania decyzji środowiskowej w myśl Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839). Dodatkowo, zgodnie z aktualnym kodeksem sieci IRiESD, nie wymaga zabudowy dodatkowej kosztownej telemechaniki (układ zabezpieczeniowy NS, zespół wyłącznikowy ZW, wyposażenie dodatkowe RPW), dzięki której operator sieci dystrybucyjnej (OSD) w sytuacji różnego rodzaju zagrożenia w systemie energetycznym, spowodowanej np. zbyt

dużą ilością energii w sieci w danej chwili i punkcie przyłączenia, może żądać lub ma prawo wyłączyć instalację (zatrzymać generację), co ma wpływ na poziom rentowności inwestycji.

Z analizy aktualnego rozwoju i dostępności odnawialnych źródeł energii (OZE) oraz w perspektywie znanych i dostępnych środków oraz zasobów Inwestora wynika, że najprostszą i najkorzystniejszą metodą ograniczenia kosztów zużywanej energii w perspektywie długookresowej, jest budowa instalacji fotowoltaicznej na gruncie i pracującej na sieć energetyczną (układ on-grid). Szczególnego znaczenia nabiera fakt posiadania przez Inwestora wielkopowierzchniowego i niezacienionego nasypu, zlokalizowanego we wschodniej części działki 3788/1033, idealnie nadającego się do tego zastosowania (rys.1).



Rys. 1. Widok na lokalizację zajezdni PKM w Czechowicach-Dziedzicach przy ul. Michała Drzymały 16, dz. 3788/1033 wraz z preferowanym miejscem dla zabudowy instalacji fotowoltaicznej [geoportal.gov.pl].

Wybór sieciowej instalacji fotowoltaicznej (on-grid) wynika w szczególności z nadal zbyt wysokiego kosztu magazynowania energii w miejscu jej zużycia, dzięki któremu możliwe byłoby zwiększenie poziomu autokonsumpcji energii generowanej z mikroinstalacji. Wraz z nowelizacją ustawy o OZE w 2022 roku zmienił się sposób rozliczania nadwyżek energii przekazywanych przez prosumentów do sieci. Dotychczasowy net-metering (system opustów) został zastąpiony przez nieco bardziej złożony net-billing. Net-metering zapewniał bardzo proste zasady rozliczenia prosumenckiego. Nadwyżki prądu produkowanego przez instalacje fotowoltaiczne były oddawane do tzw. wirtualnego magazynu operatora sieci dystrybucyjnej i zapisywane na saldzie prosumenta. Można je było odebrać w ciągu

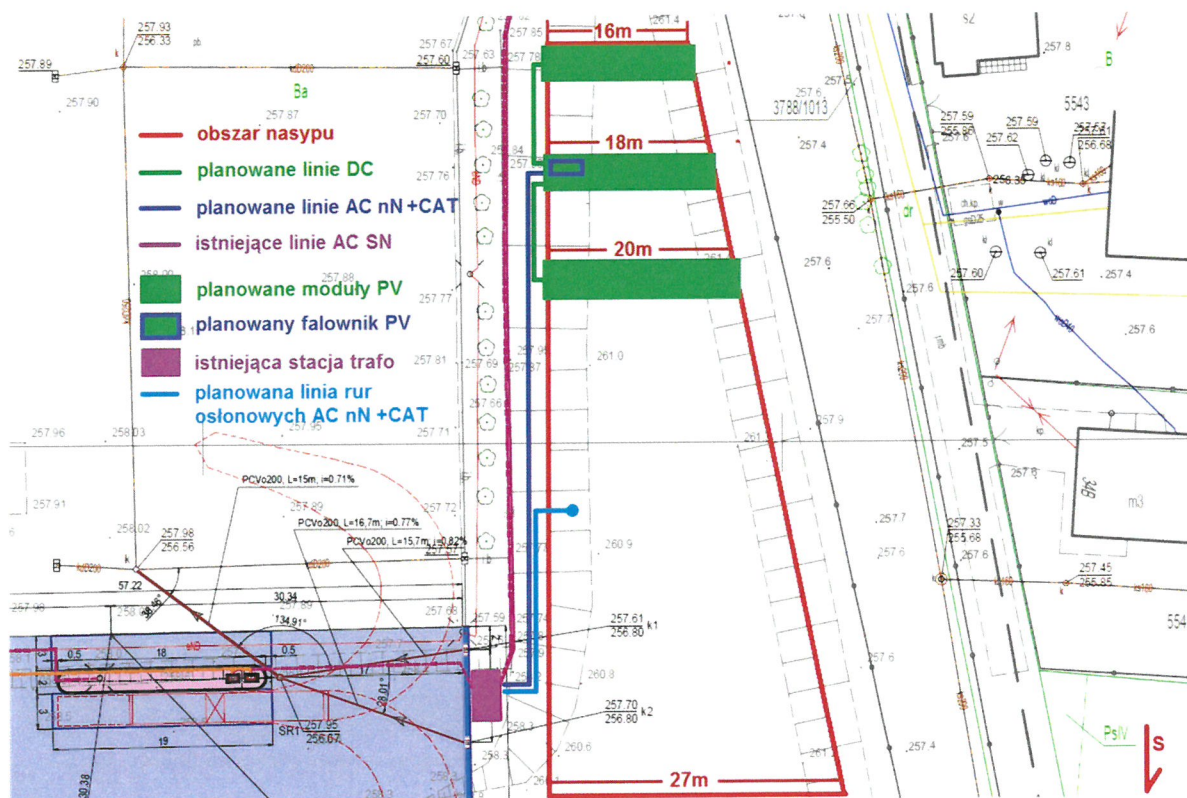
następnych 12 miesięcy z zachowaniem proporcji 70% wartości energii wprowadzonej do sieci, tj. 0,7 kWh za każdą 1 kWh w przypadku instalacji o mocy od 10 do 50 kWp. Obecny system net-billing opiera się o wartość energii zakupionej i oddanej, tak że nadwyżki wprowadzane do sieci są sprzedawane i przeliczane na wartość pieniężną, co odbywa się według średnich rynkowych cen energii (obecnie są aktualizowane co miesiąc, od 2024 roku mają być aktualizowane co godzinę). Saldo prosumenta jest wyrażane w określonej kwocie pieniędzy. Gdy natomiast prosument chce pobrać energię z sieci, jest ona rozliczana po standardowej stawce według ustalonej taryfy. Saldo za sprzedaż pomniejsza rachunek za pobór prądu. I teraz w sytuacji gdy ogromna większość energii w skali roku generowana jest w miesiącach letnich a szczyt zapotrzebowania przypada w miesiącach zimowych, system ten jest znacznie mniej korzystny jak poprzedni sposób rozliczania w opustach, wciąż jednak opłacalny, szczególnie przez pryzmat kolejnych nadchodzących wzrostów kosztów zakupu energii.



*Rys. 2. Przykładowe zdjęcie gruntowej instalacji fotowoltaicznej pracującej na sieć (on-grid) [oprac. wł.].*

### 2.1.1 Charakterystyczne parametry określające wielkość obiektu i zakres robót budowlanych

Nasyp o powierzchni użytkowej ok. 1700m<sup>2</sup>, zlokalizowany we wschodniej części działki 3788/1033, stanowiący bazę dla budowy mikroinstalacji fotowoltaicznej, został przebudowany w ostatnim czasie staraniem Inwestora w ten sposób, że jego powierzchnia uległa zwiększeniu i przekracza specyfikację wynikającą z PZT z ostatniego postępowania infrastrukturalnego. Na rys. 3 przedstawiono preferowaną lokalizację tzw. stołów z modułami fotowoltaicznymi. Zadaniem Wykonawcy będzie maksymalne wykorzystanie dostępnego miejsca, aby umożliwić w późniejszym czasie rozbudowę instalacji w kierunku południowym. Rys. 3 przedstawia także preferowany sposób prowadzenia linii AC od falownika, lokalizowanego razem z odpowiednio wyposażonymi rozdzielnicami AC i DC pod jednym ze stołów, aż do rozdzielnicy nN zabudowanej w istniejącej stacji transformatorowej. Dodatkowo należy zabudować rury osłonowe dla ułatwienia prac na kablach AC przy przyszłej rozbudowie instalacji oraz przewidzieć rury osłonowe i przewód komunikacyjny odpowiedniej kategorii dla późniejszej integracji falowników. Na poniższym KZT w niebieskim tle oznaczono zrealizowany zakres prac z ostatniego postępowania infrastrukturalnego, a który to nie dotyczy obecnego postępowania.



Rys. 3. KZT - preferowana lokalizacja i układ mikroinstalacji fotowoltaicznej [oprac. na PZT Inwestora].



## 2.1.2 Aktualne uwarunkowania wykonania przedmiotu zamówienia

Zajezdnia autobusowa PKM w Czechowicach-Dziedzicach, zlokalizowana przy ul. Michała Drzymały 16, zasilana jest ze stacji transformatorowej ZPUE typu MRw-bpp 20/630-3, rok produkcji 2021 (rys. 4.). Budynek zajezdni, tak samo jak obie stacje ładowania autobusów elektrycznych o mocy maksymalnej DC 100 kW każda, zasilane są poprzez dziesięciopolową rozdzielnicę nN typu RN-W, wyposażoną w rozłączniki bezpiecznikowe typu BTVC-400A. Siedem pól rozdzielnicy nN pozostaje wolne do wykorzystania. W danej stacji zlokalizowano układ pomiarowo-rozliczeniowy. Umowna moc przyłączeniowa obiektu wynosi 450 kW. Usługa sprzedaży energii dla całego obiektu zajezdni świadczona jest na jednym punkcie poboru energii (PPE).



Rys. 4. Zdjęcia stacji transformatorowej w tle nasypu pod mikroinstalację oraz rozdzielnicy nN [oprac. wł.].

### 2.1.3 Ogólne właściwości funkcjonalno-użytkowe

W zakresie realizacji przedmiotowego zamówienia na wykonanie mikroinstalacji fotowoltaicznej, przy uwzględnieniu pozostałych zapisów niniejszego PFU, należy:

1) wykonać i skompletować niezbędną dokumentację dla montażu i skutecznego zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji do sieci energetycznej w uzgodnieniu z OSD, w szczególności niezbędne obliczenia, schemat elektryczny, plan stringów, karty danych i świadectwa komponentów poświadczane przez certyfikowane jednostki badawcze i zgodne z aktualnym kodeksem sieci IRIESD oraz NC RfG;

2) dostarczyć i dokonać montażu kompletnej instalacji o mocy nominalnej od 48 do 50kWp, opartej na modułach bifacjalnych, falowniku sieciowym, dedykowanej konstrukcji wsporczej, okablowaniu i zabezpieczeniach po stronie DC i AC, instalacji uziemiającej, inteligentnego licznika energii (smart meter), routera komunikacji przewodowej i lub bezprzewodowej oraz pozostałego wymaganego wyposażenia niezbędnego do prawidłowej i niezawodnej pracy instalacji;

3) zabezpieczyć agrowłókniną i pokryć białym tłuczniem (grysem) powierzchnię gruntu w najbliższym otoczeniu instalacji, tzn. obszar bezpośrednio pod oraz w odległości około dwóch metrów od tzw. stołów z modułami, dla poprawy uzysku energetycznego z promieniowania odbitego padającego na tylną stronę modułów (tzw. albedo);

4) przeprowadzić pomiary instalacji wg norm EN 62446-1/-2 dedykowanym i wzorcowanym miernikiem, sprawdzić moment dokręcenia elementów instalacji wg zaleceń producentów i skontrolować stan modułów (w szczególności ogniów pod kątem tzw. gorących punktów) kamerą termowizyjną zgodnie z normą EN 62446-3;

5) dokonać kompletu czynności oraz udzielić niezbędnego wsparcia Inwestorowi dla przyłączenia mikroinstalacji do sieci przez OSD, wymiany lub kalibracji posiadanego licznika energii, zawarcia nowej umowy ze sprzedawcą energii lub aneksowania posiadanej oraz uruchomienia mikroinstalacji wraz z zainstalowaniem na nośnikach Inwestora dedykowanych aplikacji falownika i smart meteringu;

6) zapewnić obsługę posprzedażną i gwarancję na całość przedsięwzięcia na okres minimum 2 lat od czasu uruchomienia instalacji, wraz z niezbędnymi pomiarami i gwarancją uzysku w pierwszym roku na poziomie minimum 52 MWh przy zakładanym poziomie albedo min. 10%.

## 2.1.4 Szczegółowe właściwości funkcjonalno-użytkowe

W tabeli 1 zaprezentowano kluczowe i minimalne parametry komponentów mikroinstalacji fotowoltaicznej będącej przedmiotem niniejszego opracowania.

**Tab. 1. Kluczowe parametry składowych elementów mikroinstalacji fotowoltaicznej będącej przedmiotem niniejszego zamierzenia inwestycyjnego [oprac. własne na podst. Instalacje fotowoltaiczne, B. Szymański].**

| Element instalacji  | Wymagania minimalne  | Norma, parametr  |
|---|--|--|
| Moduł PV oparty na ogniwach z krzemu krystalicznego i konstrukcji typu szyba-szyba, zdolny do obustronnego pochłaniania energii promieniowania słonecznego (tzw. bi-facial) | Klasa A ogniw  | Współczynnik wypełnienia FF powyżej 0,75, gdzie $wwFF = ((V_{mpp} * I_{mpp}) / (V_{oc} * I_{sc}))$ |
|   | Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu   | EN 61215-1-1   |
|   | Bezpieczeństwo. Wymagania dotyczące badań  | EN IEC 61730-2   |
|   | Maksymalne napięcie w łańcuchu   | 1500V DC   |
|   | Współczynnik temperaturowy Voc   | Maksimum -0,3%/°C  |
|   | Wytrzymałość obciążeniowa na śnieg i wiatr   | 5400/ 2400 Pa  |
|   | Gwarancja producenta   | Minimum 12 lat   |
|   | Gwarancja na użytek  | Minimum 30 lat   |
|   | W przypadku producenta z poza Europy   | Status Top Performer PVEL oraz Tier1   |
| Sieciowy falownik szeregowy (ang. on-grid string inverter) renomowanego europejskiego producenta  | Deklaracje zgodności UE  | CE, RoHS, WEEE   |
|   | Bezpieczeństwo. Wymagania ogólne   | EN 62109-1, EN 62109-2   |
|   | Kompatybilność elektromagnetyczna EMC, harmoniczne THD                                     | EN 61000-3, EN 61000-6   |
|   | Zabezpieczenie przed pracą wyspowa w sytuacji zaniku napięcia w sieci OSD                  | IEC 62116  |
|   | Wymagania odnośnie przyłączenia do sieci publicznej (NC RfG)                               | EN 50549-1, EN 50549-2   |
|   | Spełnione wymagania aktualnie obowiązującej instrukcji sieciowej OSD                       | IRIESD   |
|   | Koncepcja budowy falownika   | Beztransformatorowa  |
|   | Odporność na warunki zewnętrzne  | IP65   |
|   | Zintegrowane zabezpieczenia  | Przebiegiowe T1+T2, RCMU, AFCI   |
|   | Ilość modułów śledzenia mocy max. (MPPT)   | Minimum 3  |
|   | Moduł komunikacji bezprzewodowej i przewodowej, integracja ze smart meterem                | WiFi/ Ethernet LAN RJ45/ RS-485  |
|   | Aplikacja z historią uzysków i zużycia energii   | Bezpłatna webowa, aktualizowana  |
|   | Europejski współczynnik sprawności   | Minimum 97,7 %   |
|   | Gwarancja producenta i aktualizacje aplikacji  | Minimum 7 lat  |
| Konstrukcja wsporcza  | Wymagania ogólne   | EN 1090-2, EN 1090-3   |
|   | Gwarancja producenta   | Minimum 10 lat   |
| Dodatkowe zabezpieczenia w rozdzielniach  | Przem. ograniczniki przepięć na klasę T1+T2 i całkowity prąd udarowy 12,5 kA dla 10/350 μs | EN 61643-11, IEC 60364, EN 61643-31  |
|   |  |  |
| Okablowanie   | Trwałość minimum 25 lat wg   | EN 50618, IEC 62930  |
|   | Maksymalne napięcie pracy  | 1000V AC/ 1500V DC   |
|   | Złącza DC stosowane w systemach PV wg  | IEC 62852  |

W ramach realizacji przedmiotowego zamówienia należy wykonać instalację fotowoltaiczną na gruncie, spełniającą wymagania pozostałych zapisów niniejszego PFU oraz treści tabeli 1 i składającą się z nw. elementów:

1) dwustronnych (bifacjalnych) modułów fotowoltaicznych typu szyba-szyba zbudowanych z ogniw z krzemu krystalicznego o łącznej mocy nominalnej zawierającej się w przedziale od 48 do 50kWp. Typ i moc pojedynczego modułu należy dobrać w relacji do dostępnego miejsca na nasypie oraz pozostałych parametrów instalacji, w szczególności specyfikacji falownika, tak aby każdego dnia w ciągu roku falownik pracował w punkcie mocy maksymalnej (MPP). Jakość modułów, w sytuacji wyboru producenta z poza obszaru Europy, należy zweryfikować na stronie <https://modulescorecard.pvel.com/top-performers/> pod kątem posiadania statusu Top Performer PVEL;

2) sieciowego falownika szeregowego (ang. on-grid string inverter) renomowanego europejskiego producenta, spełniającego aktualne wymagania operatora sieci dystrybucyjnej (OSD), zapisy niniejszego PFU i dedykowanego do tego typu zastosowań. Producent falownika musi posiadać odpowiednią bazę serwisową na lokalnym rynku dla możliwie krótkich czasów reakcji w ramach obsługi posprzedażnej. Konstrukcja falownika musi umożliwiać optymalizację uzysku z pracy instalacji dzięki zastosowaniu minimum 3 modułów śledzenia mocy maksymalnej (ang. MPP tracker), do których należy dobrać odpowiednią ilość łańcuchów modułów fotowoltaicznych oraz tzw. stołów z modułami. Zakłada się lokalizację falownika pod wybranym stołem i prowadzenie linii AC wzdłuż nasypu aż do rozdzielni nN istniejącej abonenckiej stacji transformatorowej, będącej we władaniu Inwestora;

3) dedykowanej konstrukcji wsporczej, składającej się z profili aluminiowych lub stalowych tworzących tzw. stoły, o nośności i typie odpowiadającym ilości i specyfikacji zastosowanych modułów fotowoltaicznych. Ze względu na skład nasypu (utwardzone grzyzy, popioły, etc.) należy przewidzieć mocowanie do betonowych fundamentów, profili wkręcanych lub inny sposób mocowania stołów do podłoża dla zachowania stałości parametrów i niezawodności pracy instalacji. Inwestor potwierdza, że nasyp jest na tyle stabilny, że utrzymuje bez odkształceń ciężar poruszającego się człowieka, co w przybliżeniu odpowiada masie instalacji odniesionej do metra powierzchni, niemniej wymaga dodatkowych środków zapobiegawczych ze względu na niską i niepewną nośność tego gruntu;

4) rozłączników nadprądowych i ograniczników przepięć dedykowanych dla obwodów DC i AC, dobranych w sposób selektywny do napięć i prądów pracy modułów fotowoltaicznych oraz falownika. W sytuacji rekomendowanej zabudowy jednego falownika na kilka stołów i prowadzenia linii DC pod powierzchnią gruntu, pomimo zachowania odstępu separacyjnego od istniejących metalowych masztów oświetlania placu postojowego

autobusów, należy wyposażyć każdy łańcuch DC w ogranicznik przepięć jak wyspecyfikowano w tab. 1. Wartość wymaganej rezystancji uziemienia (10 Ohm) metalowych elementów instalacji należy zweryfikować na naruszonej warstwie anodowej ramek modułów;

5) doposażenia istniejącego przycisku przeciwpożarowego, zlokalizowanego na stacji transformatorowej, w odpowiedni układ dla możliwości spowodowania zdalnego wyłączenia instalacji, w sytuacji pożaru lub innego zagrożenia;

6) dedykowanego okablowania DC podwyższonej trwałości o podwójnej izolacji, zaprojektowanego i sprawdzonego do pracy pod napięciem do 1500V DC, z możliwością układania w ziemi, odpornego zarówno na działanie wody jak i promieniowanie UV;

7) inteligentnego licznika energii (tzw. smart metera) wraz z niezbędnymi przekładnikami do zabudowania za rozdzielnią nN stacji transformatorowej, przy liczniku OSD oraz modułu komunikacji bezprzewodowej i lub przewodowej, zintegrowanymi z zastosowanym falownikiem i umożliwiającymi zdalny dostęp do danych zużycia oraz ilości wygenerowanej energii w całym obiekcie zajezdni, z podziałem na dni, miesiące i lata, przy użyciu bezpłatnej aplikacji dostępnej z poziomu przeglądarki internetowej.

## 2.2 OPIS WYMAGAŃ ZAMAWIAJĄCEGO W STOSUNKU DO PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Wykonawca zobowiązany jest do realizacji przedmiotu zamówienia zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami prawa, najnowszą wiedzą techniczną, wytycznymi branżowymi i zgodnie z niniejszym opracowaniem PFU. Wykonawca na każdym etapie realizacji zamierzenia, zobowiązany jest dochować należytej staranności i przeprowadzić prace zgodnie z profesjonalnym charakterem prowadzonej działalności. Wykonawca zobowiązany jest ponadto do prowadzenia prac w sposób bezpieczny, zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami BHP i ppoż., po przeszkoleniu SEP oraz pod nadzorem osoby posiadającej certyfikat UDT instalatora OZE o specjalności systemu fotowoltaiczne (PV).

### 2.2.1 Cechy obiektu dotyczące rozwiązań budowlano-konstrukcyjnych i wskaźników ekonomicznych

#### Nachylenie, azymut i produkcja energii instalacji fotowoltaicznej

W celu maksymalizacji uzysku energii a jednocześnie optymalizacji obszaru jaki zajmuje, biorąc również pod uwagę lokalizację miasta Czechowice-Dziedzice, instalację należy zwrócić w kierunku południowym i nachylić pod kątem od 25° do 35°. Wówczas uzyskamy napromieniowanie na powierzchnię instalacji wynoszącą ok. 1250 kWh/m<sup>2</sup>-rok i odpowiednio wysoki uzysk energii w ciągu roku, który dla danej lokalizacji, zależnie od powierzchni generatora i sprawności wybranych modułów fotowoltaicznych oraz przy założeniu strat na poszczególnych komponentach, ale bez dod. uzysku z tzw. albedo, można w przybliżeniu szacować na poziomie ok. 1050 kWh z 1 kWp mocy zainstalowanej (rys. 5).



| Miasto<br>Location                          | Roczna produkcja energii<br>Expected yearly energy yield [kWh/kWp] |             |             | Roczne<br>napromieniowanie<br>Average yearly<br>irradiation [30°]<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] | Różnica<br>Difference<br>[kWh/kWp] |
|---|--|-------------|-------------|--|------------------------------------|
|   | min.   | średnia     | max.        |  |                                    |
| Białystok                                   | 913  | 1033        | 1132        | 1272   | -12                                |
| Bydgoszcz                                   | 950  | 998         | 1096        | 1237   | -47                                |
| Gdańsk                                      | 950  | 1031        | 1132        | 1263   | -14                                |
| Kalisz                                      | 986  | 1059        | 1169        | 1308   | 14                                 |
| Katowice                                    | 950  | 1031        | 1169        | 1269   | -14                                |
| Kielce                                      | 986  | 1059        | 1169        | 1299   | 14                                 |
| Koszalin                                    | 913  | 1019        | 1132        | 1255   | -26                                |
| Kraków                                      | 986  | 1055        | 1169        | 1302   | 10                                 |
| Łódź  | 950  | 1023        | 1132        | 1267   | -22                                |
| Lublin                                      | 1023   | 1084        | 1205        | 1337   | 39                                 |
| Olsztyn                                     | 913  | 1010        | 1132        | 1246   | -35                                |
| Opole                                       | 986  | 1067        | 1169        | 1319   | 22                                 |
| Płock                                       | 950  | 1037        | 1132        | 1278   | -8                                 |
| Poznań                                      | 950  | 1025        | 1132        | 1267   | -20                                |
| Rzeszów                                     | 1023   | 1096        | 1242        | 1351   | 51                                 |
| Szczecin                                    | 913  | 986         | 1132        | 1230   | -59                                |
| Tarnów                                      | 1023   | 1084        | 1205        | 1339   | 61                                 |
| Warszawa                                    | 950  | 1035        | 1132        | 1275   | -10                                |
| Wrocław                                     | 950  | 1049        | 1169        | 1304   | 4                                  |
| Zielona Góra                                | 913  | 1010        | 1132        | 1247   | -35                                |
| <b>Średnia / Average<br/>60 lokalizacji</b> | <b>959</b>   | <b>1045</b> | <b>1171</b> | <b>1289</b>  |                                    |

Rys. 5. Mapa nasłonecznienia [kWh/m<sup>2</sup>] oraz roczna produkcja energii [kWh/kWp] w Polsce [SolarGIS].

### Odstępy między rzędami modułów PV

W celu uniknięcia wzajemnego zacielenia się przez rzędy modułów, należy obliczyć minimalny odstęp pomiędzy nimi. Obliczenia należy przeprowadzić dla najbardziej niekorzystnego dnia w roku, 22 grudnia, gdy słońce góruje najniżej na horyzoncie. Należy wówczas skorzystać ze wzorów:

$$x = \frac{h_2}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\sin \beta \cdot d}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$z = \frac{d \cdot \sin(180^\circ - \alpha - \beta)}{\sin \alpha}$$

gdzie:

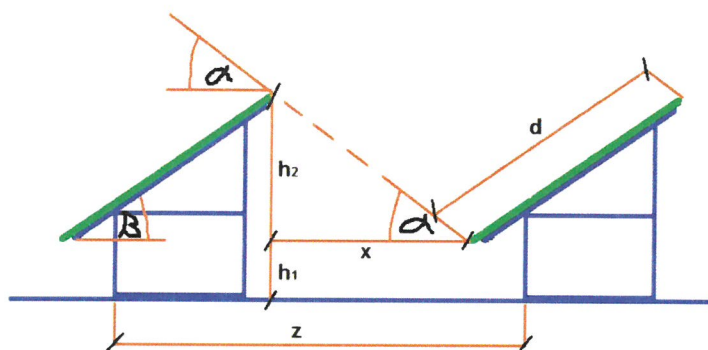
$$\alpha = 90^\circ -$$

$$\text{szer. geogr.} - 23,45^\circ =$$

$$90^\circ - 50^\circ - 23,45^\circ = 16,55^\circ$$

oraz:

$$25^\circ \leq \beta \leq 35^\circ$$



Rys. 6. Sposób obliczenia min. odległości między rzędami modułów [oprac. na podst. Instalacje fotowoltaiczne, B. Szymański].

### Dobór przekroju poprzecznego żył przewodów DC i AC w instalacji

W celu dobrania odpowiedniej powierzchni przekroju żył przewodów w instalacji, przy założeniu dopuszczalnego poziomu strat 1%, należy skorzystać ze wzorów:

$$A_{DC} = \frac{I \cdot L}{U \cdot k \cdot 0,01} [mm^2]$$

$$A_{AC} = \frac{I \cdot U \cdot L}{400^2 \cdot k \cdot 0,01} [mm^2]$$

gdzie:

I – natężenie prądu  $I_{mpp}$  w warunkach NOCT [A]

U – napięcie obwodu  $U_{mpp}$  w warunkach NOCT [V]

L – sumaryczna długość obwodów „+” i „-” DC lub linii 400VAC [m]

k- przewodność właściwa, dla miedzi 50, dla aluminium 30 [m/ohm · mm<sup>2</sup>] (zał.)

0,01 – dopuszczalna zał. strata na przewodach 1%

### Maksymalny prąd zwarcia łańcuchu modułów PV

Chwilowa moc generowana przez instalację fotowoltaiczną w ciągu dnia, przy względnie stałym poziomie napięcia, silnie zależy od wartości natężenia prądu modułów, a ta przede wszystkim wynika z chwilowej wartości natężenia promieniowania słonecznego, której maksymalna wartość może zostać przekroczona ponad laboratoryjne 1000 W/m<sup>2</sup> (warunki STC) w sytuacji załamania na krawędzi chmury czy odbicia od podłoża. Do obliczeń maksymalnej wartości prądu zwarcia  $I_{SCmax}$  oraz maksymalnej wartości prądu roboczego  $I_{mppMAX}$  należy skorzystać ze wzorów:

$$I_{SCmax} = I_{scSTC} \cdot 1,25$$

$$I_{mppMAX} = I_{mppSTC} \cdot 1,15$$

gdzie:

$I_{scSTC}$  – wartość prądu zwarcia w punkcie mocy maksymalnej w warunkach STC

$I_{mppSTC}$  – wartość prądu roboczego w punkcie mocy maksymalnej w warunkach STC

### Minimalne i maksymalne napięcie oraz liczba modułów w łańcuchu PV

Moduły fotowoltaiczne należy łączyć w łańcuchy a w sytuacji braku wystarczającej ilości tzw. trackerów punktu mocy maksymalnej w falowniku i jednocześnie takiej samej ilości modułów w łańcuchu, ich pochylenia i kierunku orientacji (dopasowanie prądowo-napięciowe), dodatkowo równolegle na wejściu do falownika. Ze względu na możliwość wystąpienia zjawiska niebezpiecznie dużego prądu rewersyjnego, należy unikać połączenia równoległego więcej jak 2 łańcuchów modułów i dobrać falownik wyposażony minimum w 3 trackery MPP.

Napięcie w łańcuchu modułów silnie zależy od ich temperatury. Czechowice-Dziedzice położone są na mapie Polski w III strefie klimatycznej, zatem dla obliczeń granicznych napięć należy przyjąć odpowiednie wartości obliczeniowe temperatur i skorzystać ze wzorów:

$$V_{OCmax} = V_{ocSTC} + (\beta \cdot V_{ocSTC} \cdot \Delta T_{Voc})$$

$$V_{mppMIN} = V_{mppSTC} - (\beta \cdot V_{ocSTC} \cdot \Delta T_{rMAX})$$





gdzie:

$V_{OCmax}$  maksymalne napięcie obwodu otwartego w możliwie najniższej zakładanej temperaturze obliczeniowej  $T_{Voc} = -20^{\circ}C$

$V_{mppMIN}$  minimalne napięcie robocze w punkcie mocy maksymalnej w możliwie najwyższej zakładanej temperaturze obliczeniowej  $T_{rMAX} = +70^{\circ}C$

$V_{ocSTC}$  – napięcie obwodu otwartego w warunkach STC ( $+25^{\circ}C$ )

$V_{mppSTC}$  – napięcie robocze w punkcie mocy maksymalnej w warunkach STC ( $+25^{\circ}C$ )

$\beta$  – temperatury wskaźnik napięcia obwodu otwartego wyrażony w ułamku dziesiętnym

$\Delta T_{Voc}$  – wartość bezwzględna z różnicy temperatur między  $+25^{\circ}C$  a  $T_{Voc}$ , przyj.  $\Delta T_{Voc} = 45^{\circ}C$

$\Delta T_{rMAX}$  – wartość bezwzględna z różnicy temp. między  $+25^{\circ}C$  a  $T_{rMAX}$ , przyj.  $\Delta T_{rMAX} = 45^{\circ}C$

Falownik fotowoltaiczny może pracować w szerokim, ale ograniczonym zakresie napięcia MPP, do którego należy dobrać odpowiednią ilość modułów PV w łańcuchu. Każdy z producentów podaje maksymalną chwilową nieniszczącą falownik wartość napięcia, którą należy zweryfikować w relacji do napięcia obwodu otwartego łańcuchu modułów w niskiej temperaturze. Na uzysk w ciągu roku kluczowe znaczenie będzie miało z kolei dobranie takiej ilości modułów w łańcuchu, aby w skrajnie wysokich temperaturach upalnego lata utrzymać minimalne napięcia pracy w zakresie MPP. Nie bez znaczenia pozostaje również sprawdzenie maksymalnie dopuszczalnego prądu zwarcia falownika w relacji do prądów zwarcia łańcuchów połączonych równolegle, jeżeli tego typu połączenie okaże się niezbędne.

Dla obliczenia minimalnej i maksymalnej liczby modułów PV w łańcuchu należy skorzystać ze wzorów:

$$\text{Maksymalna liczba modułów PV łączonych szeregowo} = \frac{U_{max}}{V_{OCmax}} \text{ lub } \frac{U_{MPPTmax}}{V_{MPPmax}}$$

$$\text{Minimalna liczba modułów PV łączonych szeregowo} = \frac{U_{MPPTmin}}{V_{MPPmin}}$$

$$\text{Maksymalna liczba modułów PV łączonych równolegle} = \frac{I_{fmax}}{I_{SCmax}} \text{ i } \frac{I_{frob}}{I_{MPPmax}}$$

gdzie:

$U_{max}$  – maksymalne dopuszczalne napięcie falownika [V]

$U_{MPPTmax}$  – górna granica napięcia MPPT falownika [V]

$U_{MPPTmin}$  – dolna granica napięcia MPPT falownika [V]

$I_{fmax}$  – maksymalna wartość prądu zwarcia falownika [V]

$I_{frob}$  – maksymalna wartość prądu pracy falownika [V]

### **Zapewnienie ochrony w razie pożaru lub innego zagrożenia**

Planowana instalacja fotowoltaiczna zabudowana zostanie na gruncie poza strefą pożarową budynku, a wszelkie trasy kablowe DC prowadzone będą w jej najbliższym otoczeniu. W tej sytuacji Inwestor oczekuje zabudowy odpowiedniego doposażenia istniejącego przycisku ppoż., zlokalizowanego na istniejącej stacji transformatorowej, do której przyłączona ma zostać planowana instalacja, dla bezpiecznego, zdalnego i zgodnego z aktualnymi wytycznymi, wyłączenia instalacji w sytuacji pożaru lub innego zagrożenia. Inwestor dopuści rozwiązanie powodujące awaryjne wyłączenie w pierwszej kolejności strony AC instalacji, poprzez uruchomienie zabudowanego w falowniku algorytmu ochrony przed pracą wyspową, o ile czas wyłączenia falownika będzie zgodny z wymaganiami normy IEC 62116 oraz Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej. Falownik musi być wyposażony w układ awaryjnego wyłączenia w sytuacji wykrycia nadmiarowych prądów upływu, np. RCMU, a także w układ wykrywania i przerywania łuków elektrycznych, np. moduł AFCI.

### **Analiza rentowności instalacji w systemie net-billingowym**

Przeprowadzono próbę obliczenia przepływów pieniężnych w okresie 25 lat działania instalacji i oczekuje się, że Wykonawca potwierdzi w obliczeniach analizę opłacalności danego zamierzenia inwestycyjnego. Do analizy przyjęto następujące wartości parametrów technicznych i finansowych:

- 1) nominalny uzysk energii w pierwszym roku pracy instalacji: 52.000 kWh;
- 2) liniowy spadek mocy modułów PV: 0,5%;
- 3) łączny koszt instalacji (zakupu i utrzymania instalacji): 250.000 PLN;
- 4) poziom autokonsumpcji generowanej energii: 20%;
- 5) początkowa średnioroczna cena odkupu energii: 0,50 PLN / kWh;
- 6) początkowa średnioroczna cena zakupu energii: 0,70 PLN / kWh;
- 7) coroczny wzrost cen odkupu i zakupu energii: 5%.

Dla tak zdefiniowanych parametrów oraz założeń dla analizowanego okresu, obliczono prognozowane poziomy uzysku energii z instalacji, obliczeniowe poziomy przychodów i kosztów zakupu energii w ramach rozliczenia net-billingowego ze sprzedawcą umownym oraz skumulowane strumienie przepływów pieniężnych. Dla przyjętych wartości parametrów technicznych i finansowych obliczono, że inwestycja zwróci się w ósmym roku pracy (tab. 2).

**Tab. 2. Analiza rentowności instalacji w systemie net-billingowym [oprac. własne].**

| Rok | Produkcja energii kWh/rok | Śr. cena odkupu energii PLN/kWh | Przychód ze sprzedaży energii w PLN | Śr. cena zakupu energii PLN/kWh | Koszt zakupu energii w PLN | Skumulowany koszt zakupu energii w PLN BEZ INSTALACJI | Skumulowany koszt zakupu energii w PLN Z INSTALACJĄ | Skumulowane przepływy pieniężne PLN |
|-----|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---|---|-------------------------------------|
| 1   | 52000                     | 0,50                            | 20800,00                            | 0,70                            | -29120,00                  | -36400,00   | -250000,00  | -250000,00                          |
| 2   | 51480                     | 0,53                            | 21621,60                            | 0,74                            | -30270,24                  | -74237,80   | -258320,00  | -221920,00                          |
| 3   | 50960                     | 0,55                            | 22473,36                            | 0,77                            | -31462,70                  | -113566,18  | -266968,64  | -192730,84                          |
| 4   | 50700                     | 0,58                            | 23476,64                            | 0,81                            | -32867,29                  | -154650,29  | -275957,98  | -162391,80                          |
| 5   | 50440                     | 0,61                            | 24524,05                            | 0,85                            | -34333,68                  | -197567,39  | -285348,64  | -130698,35                          |
| 6   | 50180                     | 0,64                            | 25617,52                            | 0,89                            | -35864,53                  | -242398,05  | -295158,26  | -97590,87                           |
| 7   | 49920                     | 0,67                            | 26759,03                            | 0,94                            | -37462,64                  | -289226,35  | -305405,27  | -63007,22                           |
| 8   | 49660                     | 0,70                            | 27950,64                            | 0,98                            | -39130,90                  | -289226,35  | -316108,88  | -26882,53                           |
| 9   | 49400                     | 0,74                            | 29194,52                            | 1,03                            | -40872,33                  | -338139,98  | -327289,14  | 10850,84                            |
| 10  | 49140                     | 0,78                            | 30492,91                            | 1,09                            | -42690,07                  | -389230,39  | -338966,95  | 50263,44                            |
| 11  | 48880                     | 0,81                            | 31848,15                            | 1,14                            | -44587,41                  | -442592,98  | -351164,11  | 91428,87                            |
| 12  | 48620                     | 0,86                            | 33262,68                            | 1,20                            | -46567,75                  | -498327,23  | -363903,37  | 134423,87                           |
| 13  | 48360                     | 0,90                            | 34739,04                            | 1,26                            | -48634,66                  | -556536,92  | -377208,44  | 179328,48                           |
| 14  | 48100                     | 0,94                            | 36279,89                            | 1,32                            | -50791,85                  | -617330,25  | -391104,06  | 226226,20                           |
| 15  | 47840                     | 0,99                            | 37887,97                            | 1,39                            | -53043,16                  | -680820,06  | -405616,01  | 275204,05                           |
| 16  | 47580                     | 1,04                            | 39566,16                            | 1,46                            | -55392,63                  | -747124,01  | -420771,20  | 326352,81                           |
| 17  | 47320                     | 1,09                            | 41317,45                            | 1,46                            | -55392,63                  | -816364,79  | -436597,67  | 379767,12                           |
| 18  | 47060                     | 1,15                            | 43144,95                            | 1,53                            | -57844,43                  | -888670,33  | -453124,65  | 435545,68                           |
| 19  | 46800                     | 1,20                            | 45051,91                            | 1,60                            | -60402,93                  | -964174,00  | -470382,63  | 493791,37                           |
| 20  | 46540                     | 1,26                            | 47041,70                            | 1,68                            | -63072,68                  | -1043014,84   | -488403,39  | 554611,45                           |
| 21  | 46280                     | 1,33                            | 49117,85                            | 1,77                            | -65858,39                  | -1125337,83   | -507220,07  | 618117,75                           |
| 22  | 46020                     | 1,39                            | 51284,00                            | 1,86                            | -68764,99                  | -1211294,06   | -526867,21  | 684426,84                           |
| 23  | 45760                     | 1,46                            | 53543,97                            | 1,95                            | -71797,60                  | -1301041,06   | -547380,81  | 753660,24                           |
| 24  | 45500                     | 1,54                            | 55901,73                            | 2,05                            | -74961,56                  | -1394743,01   | -568798,40  | 825944,61                           |
| 25  | 45240                     | 1,61                            | 58361,41                            | 2,15                            | -78262,43                  | -1492571,04   | -591159,09  | 901411,95                           |
|     |                           |                                 |                                     | 2,26                            | -81705,97                  | -1594703,51   | -614503,66  | 980199,85                           |

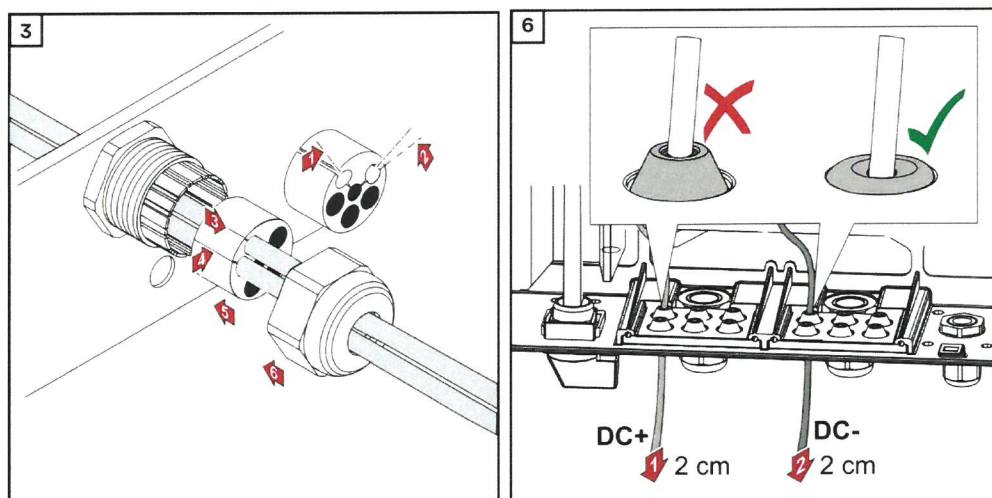
## 2.2.2 Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych odpowiadających zawartości specyfikacji technicznej wykonania

### Montaż modułów i konstrukcji wsporczej

Wszelkie prace na komponentach instalacji fotowoltaicznej należy przeprowadzać po wcześniejszym zapoznaniu się z instrukcjami montażu producenta, a w sytuacji braku kompletności informacji zawartych w tych dokumentach, w konsultacji z dystrybutorem. W szczególności należy mieć na uwadze, że deklarowana przez producenta ramkowych modułów PV wytrzymałość na śnieg i wiatr na poziomie najczęściej 5400/ 2400 Pa w dużej mierze zależy od sposobu i miejsca mocowania modułów do szyn konstrukcji wsporczej. Moment dokręcenia śrub klem montażowych, mocujących moduły do konstrukcji wsporczej, a także śrub łączeniowych instalacji wsporczej, należy zapewnić i zweryfikować poprzez użycie klucza dynamometrycznego o odpowiednim zakresie roboczym.

### Montaż falownika oraz rozdzielnic AC i DC

Należy przewidzieć miejsce na montaż falownika oraz rozdzielnic AC i DC pod jednym ze stołów instalacji, w ten sposób aby były osłonięte przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych i opadów atmosferycznych. Wszelkie przejścia przewodów AC i DC w obrębie danych komponentów należy zabezpieczyć przed dostępem wody i zwierząt. Należy zachować odpowiednie odległości pomiędzy falownikiem i sąsiadującymi pozostałymi elementami instalacji, zgodnie z zaleceniem producentów, aby uniknąć ich nadmiernego przegrzewania się. Należy pamiętać, że dla zachowania deklarowanego przez producenta poziomu IP65 obudowy falownika i rozdzielnic, konieczne jest przestrzeganie momentów skręcenia śrub dla uniknięcia nieszczelności powstałych w wyniku mikropęknięć na częściach wykonanych z tworzyw sztucznych. Należy też zastosować dedykowane zaślepki, przypisane do poszczególnego wyposażenia i pamiętać o technice prowadzenia okablowania przez uszczelki systemowe (rys. 7).



Rys. 7. Systemowe zabezpieczenia przejść przewodów w falownikach marki Fronius [Fronius].

### **Prowadzenie okablowania AC i DC**

Warunki i sposób ułożenia linii kablowych powinny być zgodne z postanowieniami normy SEP N SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”. Projektowane linie kablowe należy układać na głębokości 0,7m poniżej poziomu terenu zielonego. Kable należy układać na podsypce piaskowej grubości 0,1m i zasypać warstwą 0,1m piasku, następnie 0,25m gruntu rodzimego. Trasę kabla należy przykryć w odległości minimum 0,25m i na całej długości folią z tworzywa sztucznego o trwałym kolorze niebieskim i grubości minimalnej 0,5mm. W miejscach przejścia kabli pod nawierzchniami utwardzonymi oraz w miejscach skrzyżowań z innymi urządzeniami podziemnymi uzbrojenia terenu kable należy chronić w przepustach rurowych AROT typu DV K110 barwy niebieskiej. W przypadku łączenia rur należy stosować szczelne złączki z elastycznymi pierścieniami uszczelniającymi typu MT. Wszelkie wejścia kablowe do budynku stacji transformatorowej należy wykonać jako wodo- i gazoszczelne.

Wszelkie prace na okablowaniu należy prowadzić bez podanego napięcia, przy użyciu izolowanych i profesjonalnych narzędzi (IEC 60900), w szczególności w przypadku przewodów DC należy stosować zaciskarki konektorów oraz klucze do skręcania złącz i ściągacze izolacji, dedykowane dla instalacji fotowoltaicznych. Użyte złączki solarne muszą być tego samego typu i tego samego producenta jak będące na wyposażeniu modułów fotowoltaicznych. Przewody należy prowadzić w rurach osłonowych z tworzywa sztucznego, odpornych na działanie promieniowania UV. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby przewody układać z odpowiednim zapasem luzu i bez ryzyka przenoszenia przez nie obciążenia pod wpływem śniegu i wiatru. Złącz DC nie należy lokalizować w miejscach w których może gromadzić się woda. Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy zapobiec powstaniu pętli indukcyjnej, w szczególności należy zastosować odpowiednio długi przewód ujemny, aby jego powrót zawsze odbywał się wzdłuż przewodu dodatniego przez długość wszystkich modułów.

### **Kontrola wykonania, pomiary i testy**

Badanie bezpieczeństwa i efektywności instalacji fotowoltaicznych należy przeprowadzić zgodnie z polską edycją normy EN 62446, w szczególności należy wykonać nw. czynności:

- 1) sprawdzenie dokumentacji, w szczególności pod kątem kompletności informacji o zainstalowanej mocy, użytych komponentach, kontrola certyfikatów, dat, danych kontaktowych Wykonawcy, schematu jednokreskowego wraz z instrukcją zachowania w razie awarii;
- 2) oględziny instalacji w celu sprawdzenia poprawności doboru i montażu poszczególnych elementów, rozplanowania modułów i konstrukcji wsporczej, oznaczeń;
- 3) dobór odpowiedniego przyrządu pomiarowego zgodnie PN-EN 61557 i PN-EN 61010;

- 4) dobór i wykonanie kompletu pomiarów strony AC zgodnie z normą PN-HD 60364-6, w szczególności:
  - a. sprawdzenie uziemienia;
  - b. badanie ochrony przeciwporażeniowej;
  - c. pomiar impedancji pętli zwarcia;
- 5) dobór i wykonanie kompletu pomiarów strony DC zgodnie z normą PN-EN 62446-1, w szczególności:
  - a. pomiar ciągłości połączeń ochronnych i opcjonalny pomiar rezystancji uziemienia;
  - b. sprawdzenie polaryzacji przewodów i stringów;
  - c. pomiar napięcia otwartego obwodu  $V_{oc}$ ;
  - d. pomiar prądu zwarcia  $I_{sc}$  lub prądu pracy;
  - e. sprawdzenia funkcjonalne komponentów instalacji;
  - f. pomiar rezystancji izolacji;
- 6) badanie kamerą termowizyjną zgodnie z normą PN-EN 62446-3;
- 7) sporządzenie protokołu z wykonanych pomiarów i testów, zawierającego informacje:
  - a. dane Inwestora, adres instalacji, osoba uprawniona do wykonywania pomiarów;
  - b. dane techniczne modułów PV, falownika, konstrukcji, zabezpieczeń i przewodów;
  - c. pomiary elektryczne i przyrządy pomiarowe;
  - d. oświadczenia, pieczętki i podpisy.

### **Odbiory i dokumentacja powykonawcza**

Mikroinstalacja fotowoltaiczna nie wymaga odbiorów w rozumieniu przepisów prawa budowlanego. Podstawą odbioru końcowego instalacji będzie skuteczne zgłoszenie przez Wykonawcę jej przyłączenia do sieci OSD, zgodnie z zapisami Ustawy Prawo energetyczne (Dz. U. 1997 Nr 54 poz. 348, art. 7, ust. 8d<sup>4</sup>) oraz uruchomienie instalacji wraz z zainstalowaniem na nośnikach Inwestora dedykowanych aplikacji falownika i smart meteringu. Odbiór końcowy zostanie poświadczony protokołem z odbioru końcowego robót sporządzony wg wzoru ustalonego przez Inwestora.

Do dnia odbioru końcowego, Wykonawca przedłoży Inwestorowi dokumentację powykonawczą, składającą się z:

- 1) protokół z wykonanych pomiarów i testów wraz ze specyfikacją instalacji;
- 2) komplet kart danych i certyfikatów komponentów oraz instrukcji obsługi;
- 3) koncepcję zagospodarowania terenu z naniesionymi elementami instalacji;
- 4) schemat jednokreskowy wraz z instrukcją postępowania w razie awarii;
- 5) poświadczenie zgłoszenia i przyłączenia mikroinstalacji do sieci OSD.

### **3 CZĘŚĆ INFORMACYJNA**

#### **3.1 DOKUMENTY POTWIERDZAJĄCE ZGODNOŚĆ ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO Z WYMAGANIAMI WYNIKAJĄCYMI Z ODRĘBNYCH PRZEPISÓW**

Inwestor oświadcza, iż na działce numer 3788/1033, na której planuje się realizację zamierzenia inwestycyjnego, obowiązuje miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (Uchwała Nr XLIII/348/01 Rady Miejskiej w Czechowicach-Dziedzicach z dnia 23 października 2001 roku). Na wskazanym terenie możliwa jest lokalizacja instalacji odnawialnych źródeł energii jako elementu infrastruktury technicznej. Zamierzenie inwestycyjne jest proekologicznym działaniem w zakresie rozwoju nowoczesnej infrastruktury komunikacyjnej i technicznej w myśl ustawy o OZE, wdrażającej Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

#### **3.2 OŚWIADCZENIE ZAMAWIAJĄCEGO O POSIADANYM PRAWIE DO DYSPONOWANIA NIERUCHOMOŚCIĄ NA CELE BUDOWLANE**

Zamawiający oświadcza, iż posiada prawo do dysponowania nieruchomościami, na których planuje się realizację zamierzenia inwestycyjnego.

#### **3.3 WSKAZANIE PRZEPISÓW PRAWNYCH I NORM ZWIĄZANYCH Z PROJEKTOWANIEM I WYKONANIEM ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO**

- 1) Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348);
- 2) Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz.U. 2015 poz. 478);
- 3) Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414);
- 4) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627);
- 5) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401);
- 6) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719);

- 7) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690);
- 8) Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. 2007 nr 93 poz. 623);
- 9) Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 z 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającego kodeks sieci dotyczącego wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci (NC RfG);





## 4 ZAŁĄCZNIKI

Tarnów, dnia 3 czerwiec 1992 r.

Urząd Wojewódzki  
w Tarnowie

Nr A-NB-7342)169)92

### DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

2 ust. 2 pkt. 2, § 5 ust. 2, § 6 ust. 3, § 7 4 d  
Na podstawie § ..... i § 13 ust. 1 pkt. .... lit. ....  
Rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20  
lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U.  
Nr 8, poz. 46 z późn. zm.) stwierdza się że:

Pan(i) Ryszard M r ó z  
Technik elektryczny (nazwisko)

urodzony(a) dnia 29 stycznia 1963 r. w Tarnowie  
(tytuł naukowy-zawodowy)

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej  
funkcji kierownika budowy i robót

w specjalności instalacyjno - inżynierskiej (rodzaj funkcji)

w zakresie sieci i instalacji elektrycznych (rodzaj specjalności technicznej-budowlanej)  
(specjalizacja zawodowa)

Pan(i) ..... Ryszard Mróz ..... jest upoważniony(a) do:  
(imię i nazwisko)

- 1) kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów sieci i instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie sieci i instalacji elektrycznych - o powszechnie znanych rozwiązaniach konstrukcyjnych .
- 2) posiada przygotowanie zawodowe do wykonywania samodzielnej funkcji projektanta w specjalności instalacyjno - inżynieryjne w zakresie instalacji i sieci elektrycznych nn i sn  
Upoważniony do sporządzania projektów technicznych instalacji sieci nn i sn o powszechnie znanych rozwiązaniach konstrukcyjnych i schematach technicznych

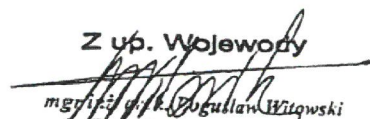
Otrzymuje :

1x- Pan Ryszard Mróz

1x- a) a.-

AK.-



Z up. Wojewody  
  
mgr inż. Witold Augustyn Witowski  
Z-ca Dyrektora Wydziału  
Architektury i Nadzoru Budowlanego



URZĄD DOZORU TECHNICZNEGO

02-353 Warszawa, ul. Szczęśliwicka 34



19202011033285

Adresat

( 90 )

MIKOŁAJ KAŻMIERCZAK

Urząd Dozoru Technicznego Oddział terenowy w Poznaniu przesyła certyfikat instalatora odnawialnych źródeł energii wydany przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego. Jednocześnie informujemy, że dane takie jak: imię (imiona) i nazwisko, datę i miejsce urodzenia oraz numer, datę i miejsce wydania certyfikatu, zostały wpisane do jawnego rejestru instalatorów odnawialnych źródeł energii. Jeśli została wyrażona zgoda, umieszczone zostaną również informacje dotyczące miejsca pracy lub wykonywania działalności gospodarczej.

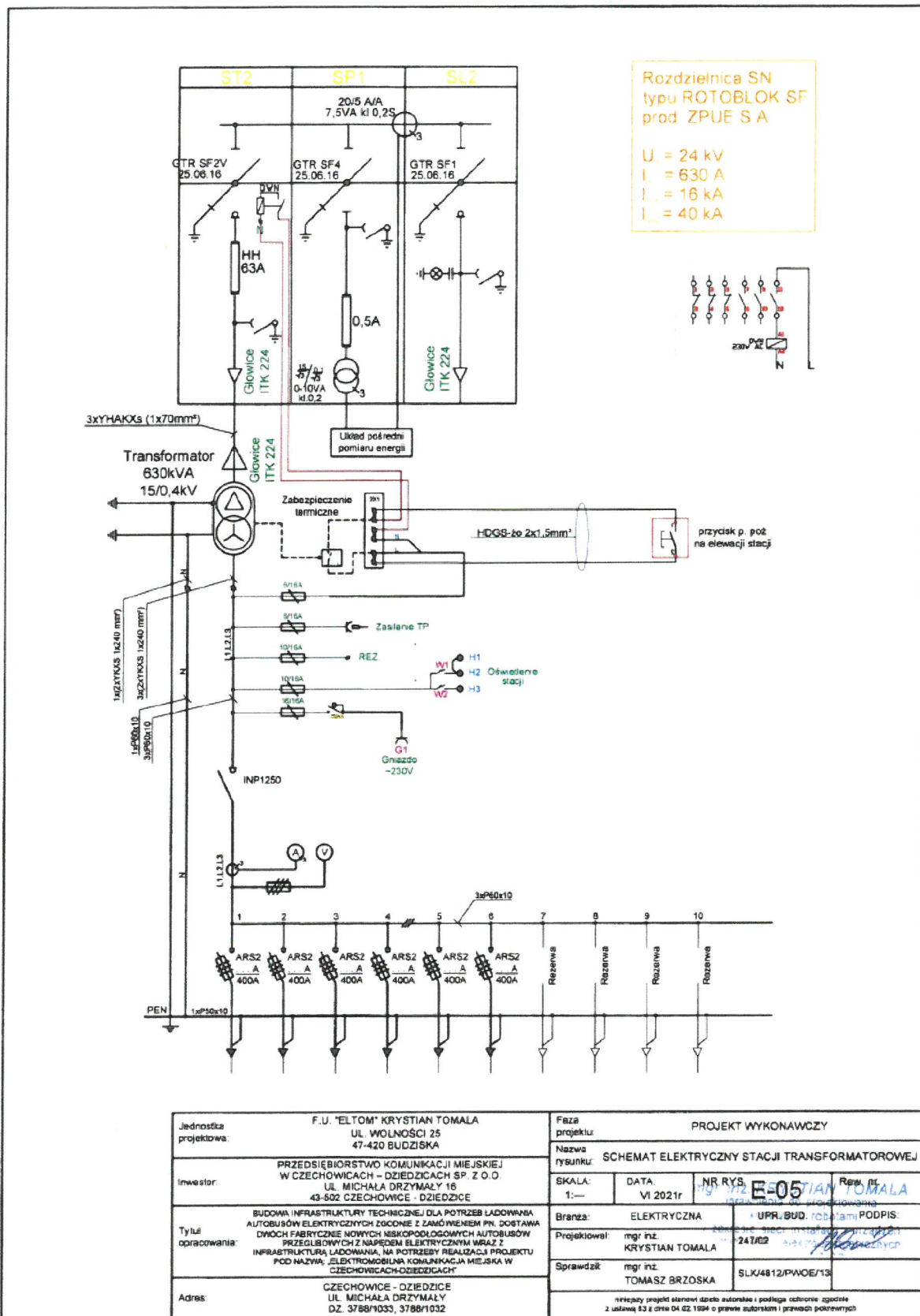
Załączniki: 1 certyfikat.

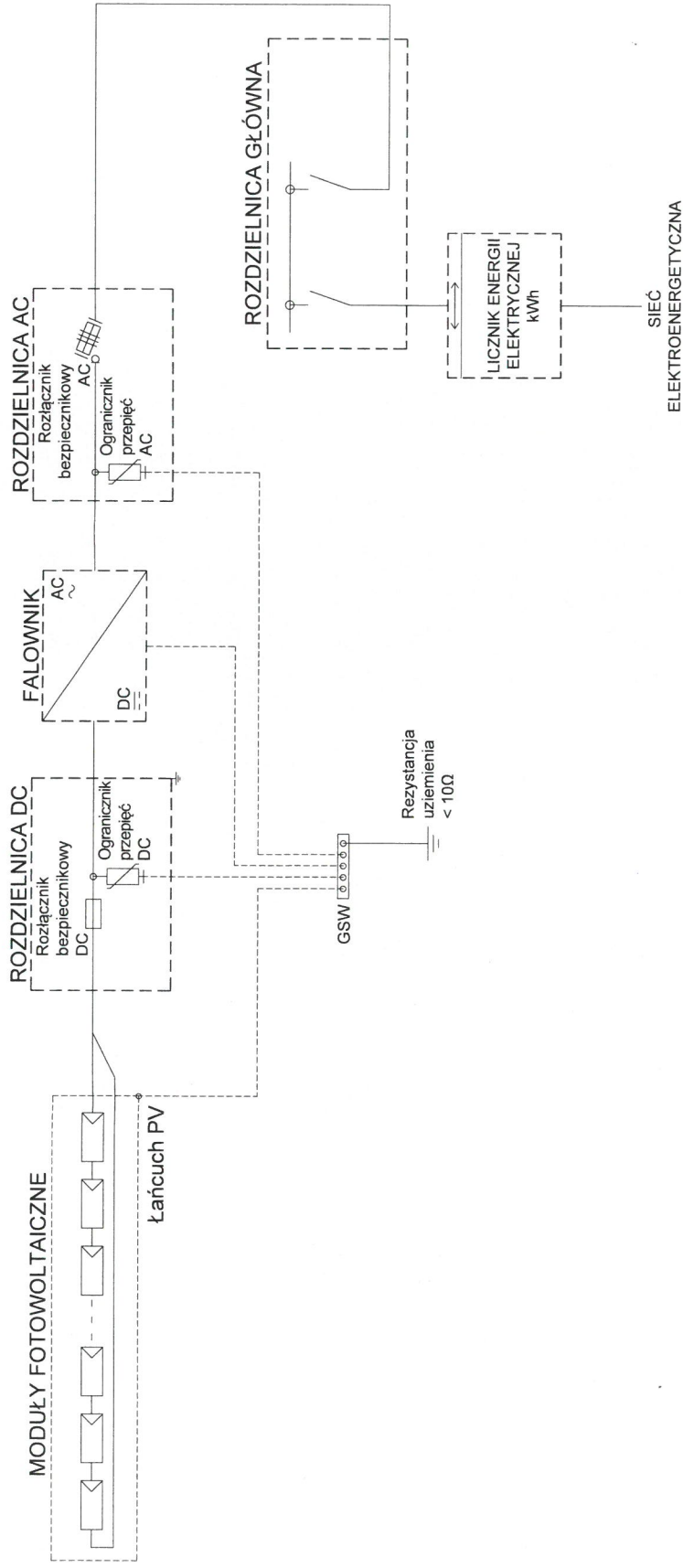
Wydane certyfikaty:

1. KAŻMIERCZAK MIKOŁAJ

OZE-W/19/000101/20







Jednostka projektowa:



**OMEGA-electric Mróz, Bibro Sp. j.**  
 33-100 Tarnów, ul. Słowackiego 4/3  
 omega@omega-electric.pl  
 www.omega-electric.pl

Stadium, opracowanie:

PFU

Branża:

INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Projektant

Uprawnienia

Ryszard Mróz

A-NB-7342/169/92

Tytuł rysunku

SCHEMAT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

