

# **OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA – DOKUMENTACJA TECHNICZNA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ**

OBIEKT:	MIEJSKI DOM KULTURY W PIEKARACH ŚLĄSKICH
ADRES BUDOWY:	UL. BYTOMSKA 73 41-940 PIEKARY ŚLĄSKIE  ID DZIAŁKI: 2247101_1.1014.517/79, 247101_1.1014.623/45
OPRACOWANIE:	INSTALACJE ELEKTRYCZNE I ELEKTROENERGETYCZNE
BRANŻA:	ELEKTRYCZNA
INWESTOR:	MIEJSKI DOM KULTURY W PIEKARACH ŚLĄSKICH UL. BYTOMSKA 73 41-940 PIEKARY ŚLĄSKIE

AUTOR OPRACOWANIA	PODPIS / PIECZĘĆ:
mgr inż. Agnieszka Długoszek upr. bud. nr LUB/0144/PBE/21	

**DATA OPRACOWANIA: SIERPIEŃ 2025 R.**

# SPIS TREŚCI

<b>OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA</b>	<b>5</b>
<b>OPIS TECHNICZNY</b>	<b>8</b>
1.1 Podstawa opracowania	8
1.2 Przedmiot opracowania	10
1.3 Zakres opracowania	10
1.4 Opis rozwiązania	10
1.5 Przyłącze do sieci elektroenergetycznej	11
1.6 Kabel zasilający i rozdzielnice elektryczne	12
1.7 Montaż paneli fotowoltaicznych na gruncie	12
1.8 Instalacja elektryczna instalacji fotowoltaicznej (PV)	14
1.8.1 Panele fotowoltaiczne	14
1.8.2 Optymalizatory mocy	15
1.8.3 Inwerter fotowoltaiczny	16
1.8.4 Charakterystyka instalacji elektrycznej	19
1.8.5 Okablowanie DC inwerterów	20
1.8.6 Okablowanie AC inwerterów	21
1.8.7 Instalacja uziemiająca i odgromowa	23
1.8.8 Instalacja wyrównawcza	24
1.8.9 Ochrona przeciwporażeniowa	24
1.8.10 Ochrona przeciwprzepięciowa	24
1.8.11 Ochrona przeciwpożarowa	25
1.9 System monitorowania i zarządzania energią	26
1.10 Diagnostyka uszkodzeń systemów fotowoltaicznych	27
1.12 Wskaźniki produktu i rezultatu	27
1.11 Ocena i odniesienie się do oddziaływania planowanej inwestycji na środowisko	28
<b>OBLICZENIA</b>	<b>29</b>
<b>WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DO WYKONANIA DOSTAWY I MONTAŻU</b>	<b>42</b>
2.1 Wymagania szczegółowe dotyczące materiałów	42
2.2 Wymagania jakościowe dotyczące wykonania dostawy i montażu	42
2.3 Zasady wykonania dostawy i montażu	42
2.4 Założenia do zgłaszania instalacji przez Wykonawcę	43

<b>2.5 Dokumentacja powykonawcza</b>	<b>43</b>
<b>2.6 Założenia do dostawy i montażu mikroinstalacji fotowoltaicznej</b>	<b>43</b>
<b>2.7 Informacje o terenie prowadzonych prac montażowych</b>	<b>44</b>
<b>2.8 Ogólne wymagania dotyczące materiałów i sprzętu</b>	<b>45</b>
<b>2.9 Testy i pomiary końcowe</b>	<b>46</b>
<b>2.10 Odbiór robót</b>	<b>47</b>
<b>2.11 Uwagi</b>	<b>49</b>
 <b>BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA</b>	 <b>52</b>
 <b>OŚWIADCZENIE WYKONAWCY</b>	 <b>62</b>
 Załącznik 1 Miejsce budowy instalacji fotowoltaicznej - mapa pogładowa	
Załącznik 2 Schemat elektryczny	
Załącznik 3 Instalacja odgromowa	
Załącznik 4 Dokumentacja fotograficzna	
Załącznik 5 Wzór oznaczeń instalacji fotowoltaicznej	
Załącznik 6 Koncepcja budowy instalacji fotowoltaicznej	

## DECYZJA

Na podstawie: art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t.j. Dz. U. z 2019 r. poz. 1117), art. 12 ust. 2 i 3, ust. 4e pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 4e oraz art. 15a ust. 1 i 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 z późn. zm.) po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

## Pani Agnieszka Ewa DŁUGOSZEK

magister inżynier

urodzony dnia 7 lipca 1973 r. w Lublinie

otrzymuje

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

**Nr ewidencyjny: LUB/0144/PBE/21**

*do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych*

### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości zadania strony, na podstawie art. 107 § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 735), zwanej dalej „K. p. a.”, odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

### Pouczenie :

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

Zgodnie z treścią art. 127a K. p. a.:

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

### Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Członek

mgr inż. Grzegorz Debowski

Członek

mgr inż. Maria Kosler

Przewodniczący

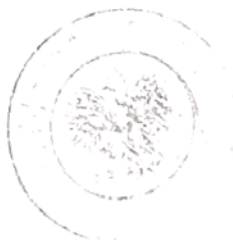
inż. Edward Wozniak

Otrzymują:

1. Pani Agnieszka DŁUGOSZEK  
ul. Piątkowskiego 40  
20-784 Lublin

2. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego

3. Okręgowa Rada Lubelskiej Okręgowej  
Izby Inżynierów Budownictwa





## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Na podstawie art. 20 ust. 4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2025 poz. 418) oświadczam, że:

projekt instalacji fotowoltaicznej na budynku:

**Miejski Dom Kultury w Piekarach Śląskich – ul. Bytomska 73,  
41-940 Piekary Śląskie; ID działki: 2247101\_1.1014.517/79, 247101\_1.1014.623/45**

sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Autor projektu:

(imię i nazwisko)

(nr uprawnień)

---

(podpis)

## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Na podstawie art. 20 ust. 4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2025 poz. 418) oświadczam, że:

projekt instalacji fotowoltaicznej na budynku:

**Miejski Dom Kultury w Piekarach Śląskich – ul. Bytomska 73, 41-940 Piekary  
Śląskie; ID działki: 2247101\_1.1014.517/79, 247101\_1.1014.623/45**

jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Autor projektu:

(imię i nazwisko)

(nr uprawnień)

---

(podpis)

## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Na podstawie art. 20 ust. 4 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2025 poz. 418) oświadczam, że:

w związku z realizacją projektu budowy instalacji fotowoltaicznej na budynku:

**Miejski Dom Kultury w Piekarach Śląskich – ul. Bytomska 73, 41-940 Piekary  
Śląskie; ID działki: 2247101\_1.1014.517/79, 247101\_1.1014.623/45**

nie jest wymagane uzyskanie prawomocnych decyzji administracyjnych.

Autor projektu:

(imię i nazwisko)

(nr uprawnień)

---

(podpis)

# OPIS TECHNICZNY

## 1.1 PODSTAWA OPRACOWANIA

1. Zlecenie inwestora.
2. Oględziny obiektu, w którym zaplanowano realizację dostaw i montażu.
3. Obowiązujące normy i przepisy:
  - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2025 poz. 418);
  - Ustawa z 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2024 poz. 1130 ze zm.);
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2022 poz. 1225);
  - Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2025 poz. 647);
  - Rozporządzenie 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);
  - Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie określania metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie – użytkowym (Dz. U. 2021 poz. 2458);
  - Ustawa z 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 2025 poz. 188);
  - Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2024 poz. 1361 ze zm.);
  - PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym *lub równoważne*;
  - N-SEP-E-001 – „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa” *lub równoważne*;
  - PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych *lub równoważne*;
  - PN-HD 60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie *lub równoważne*;
  - PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne *lub równoważne*;

- PN-EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem *lub równoważne*;
- PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia *lub równoważne*;
- PN-EN 62305-4:2011 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach *lub równoważne*;
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo - Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych - Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych *lub równoważne*;
- PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV)układy zasilania *lub równoważne*;
- PN-EN 61730-2:2007/A1:2012 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV). Część 2: Wymagania dotyczące badań *lub równoważne*;
- PN-EN 60269-6:2011 Bezpieczniki topikowe niskiego napięcia. Część 6 Wymagania dotyczące wkładek topikowych do zabezpieczenia fotowoltaicznych systemów energetycznych *lub równoważne*;
- PN-EN 61439-1:2011 Wymagania dotyczące skrzynek połączeniowych i zespołu rozdzielnic *lub równoważne*;
- PN-HD 60364-4-442:2012, Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia *lub równoważne*;
- N SEP-E 004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa *lub równoważne*;
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r.;
- N SEP-E-007:2017-09 Instalacje elektrotechniczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcje na ogień *lub równoważne*;
- N-SEP-E 005 Dobór przewodów elektrycznych do urządzeń, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru *lub równoważne*;
- Warunki przyłączenia do sieci elektroenergetycznej wydane przez Operatora Sieci Dystrybucyjnej.

Dokumentacja została opracowana z uwzględnieniem zasad dostępności dla osób ze szczególnymi potrzebami, w tym zgodnie z wymogami określonymi w ustawie z dnia 19 lipca 2019 r. o zapewnianiu dostępności osobom ze szczególnymi potrzebami (Dz.U. 2024 poz. 1411 ze zm.).

## 1.2 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest dostawa i montaż instalacji fotowoltaicznej typu *on-grid* o mocy 49,5 kWp, służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego - na potrzeby własne budynku Miejskiego Domu Kultury w Piekarach Śląskich przy ul. Bytomskiej 73.

## 1.3 ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres prac obejmuje:

1. Dostawę i montaż systemu montażowego wykonanego z aluminium, obliczonego i zaplanowanego dla uwarunkowań.
2. Dostawę i montaż modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 450 Wp - 110 szt.
3. Dostawę i montaż inwertera fotowoltaicznego o mocy znamionowej 49,9 kW w optymalnym miejscu, uzgodnionym z Inwestorem - 1 szt.
4. Podłączenie strony DC do inwertera fotowoltaicznego i przeprowadzenie odpowiednich pomiarów elektrycznych stringów.
5. Podłączenie strony AC do istniejącej rozdzielni w budynku, na którym zostanie zbudowana instalacja fotowoltaiczna.

## 1.4 OPIS ROZWIĄZANIA

Instalacja fotowoltaiczna jest bezobsługowym systemem zmieniającym energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Zaplanowano wykonanie instalacji fotowoltaicznej typu *on-grid* (tj. przyłączonej do publicznej sieci elektroenergetycznej). Energia elektryczna wyprodukowana w instalacji fotowoltaicznej zasili systemy i urządzenia funkcjonujące w budynku. W przypadku braku możliwości bieżącej konsumpcji, wyprodukowana energia elektryczna zostanie odesłana do publicznej sieci elektroenergetycznej. Ewentualny niedobór będzie uzupełniany energią pochodzącą z publicznej sieci elektroenergetycznej (np. w mało słoneczne dni, po wykorzystaniu zmagazynowanej energii).

Instalacja fotowoltaiczna zbudowana będzie w szczególności z paneli fotowoltaicznych, w których bezpośrednio zachodzi konwersja energii słonecznej na energię elektryczną (w postaci prądu stałego; z wykorzystaniem efektu fotowoltaicznego). Panele fotowoltaiczne zamontowane zostaną na gruncie - z wykorzystaniem odpowiednio dobranego i obliczonego systemu montażowego. Istotnym elementem instalacji fotowoltaicznej jest ponadto inwerter - przetwarzający prąd stały na prąd zmienny.

Proces produkcji energii jest w pełni zautomatyzowany, a w całej instalacji praktycznie nie występują elementy mechaniczne. Wszystko to sprawia, iż instalacja fotowoltaiczna wymaga minimalnego nakładu pracy (przeglądy okresowe; czyszczenie modułów - najczęściej w odstępach raz na rok).

Planowana instalacja składać się będzie łącznie z 110 szt. paneli fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 450 Wp każdy, a także z 1 szt. inwertera fotowoltaicznego o mocy znamionowej 49,9 kW. Instalacja zostanie podłączona do rozdzielni nn. Uzyskana, łączna moc instalacji fotowoltaicznej wyniesie 49,5 kWp.

Wyprodukowana energia elektryczna zostanie w większości zużyta na potrzeby własne obiektu.

**Tabela 1: Instalacja fotowoltaiczna - zestawienie materiałów**

	Liczba	Jednostka
Konstrukcja wsporcza systemowa wolnostojąca pod panele fotowoltaiczne – montowana na gruncie	1	kpl.
Panele fotowoltaiczne monokrystaliczne 450 Wp	110	szt.
Złącza MC4	1	kpl.
Optymalizatory mocy	110	szt.
Inwerter fotowoltaiczny 49,9 kW	1	szt.
Korytka kablowe	1	kpl.
Przewód solarny	1	kpl.
Okablowanie AC i DC	1	kpl.
Ochronniki przeciwprzepięciowe AC	1	kpl.
Ochronniki przeciwprzepięciowe DC	1	kpl.
Wyłączniki nadmiarowo-prądowe	1	kpl.

Budynek, dla którego planowana jest dostawa i montaż instalacji fotowoltaicznej jest wpisany w gminną ewidencję zabytków i znajduje się w strefie konserwatorskiej (Zarządzenie nr 579/GP/2023 Prezydenta Miasta Piekary Śląskie z dnia 26 września 2023 r w sprawie zmiany Zarządzenia nr ORo.0050.451.2013 Prezydenta Miasta Piekary Śląskie z dnia 26 lipca 2013 roku w sprawie utworzenia gminnej ewidencji zabytków dla miasta Piekary Śląskie). Wykonanie instalacji fotowoltaicznej wymaga opinii konserwatora zabytków.

### **1.5 PRZYŁĄCZE DO SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ**

Będący przedmiotem opracowania budynek, dla którego zaplanowano dostawę i montaż instalacji fotowoltaicznej, jest włączony do sieci elektroenergetycznej należącej do TAURON DYSTRYBUCJA SA. Aktualnie w obiekcie funkcjonuje układ pomiarowo-rozliczeniowy wyposażony w jeden licznik energii elektrycznej w układzie bezpośrednim.

Przyłącze energetyczne dla Miejskiego Domu Kultury zlokalizowane jest przy ścianie zachodniej budynku w podwórzu jako zastaw wolnostojących szaf. Lokalizacja

w niewielkiej odległości od wejścia na część budynku za sceną. W szafach na zewnątrz budynku zainstalowany jest także główny wyłącznik ppoż. oraz licznik energii.

Po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej, Wykonawca przygotuje i wyśle do Operatora Sieci Dystrybucyjnej odpowiednie zgłoszenie zgodnie z zatwierdzonymi procedurami. Operator w ramach włączenia instalacji do sieci zapewnia dwukierunkowy odczyt energii (wytworzonej i pobranej).

W przypadku stwierdzenia przez Operatora konieczności dostosowania istniejącego układu pomiarowego do wymogów przyłączenia mikroinstalacji, wszelkie niezbędne prace w tym zakresie zostaną przeprowadzone zgodnie z wytycznymi i wymaganiami Operatora Sieci Dystrybucyjnej.

## **1.6 KABEL ZASILAJĄCY I ROZDZIELNICE ELEKTRYCZNE**

Rozdzielnica główna znajduje się w korytarzu za sceną, po stronie prawej. Do rozdzielni głównej podłączone są kolejne rozdzielnice podrzędne odpowiadające za zasilanie wydzielonych części budynków (scena, oświetlenie itp.). Obiekt posiada zabudowany główny wyłącznik ppoż. na zewnątrz budynku, zgodnie z obowiązującymi zasadami. Dodatkowo na portierni zabudowana jest dedykowana centralka ppoż. W całym budynku zainstalowane są przyciski ppoż. (ROP), powielone osobne dla obydwu systemów.

Planowane jest wykonanie rozdzielnic 400/230V AC. Rozdzielnica zostanie wyposażona w zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe, wyłącznik różnicowoprądowy oraz ogranicznik przepięć. Zostanie zastosowany osprzęt o stopniu szczelności IP65. Po wykonaniu prac i podłączeń wewnątrz rozdzielnic zostaną umieszczone aktualne schematy instalacji elektrycznych.

## **1.7 MONTAŻ PANELI FOTOWOLTAICZNYCH NA GRUNCIE**

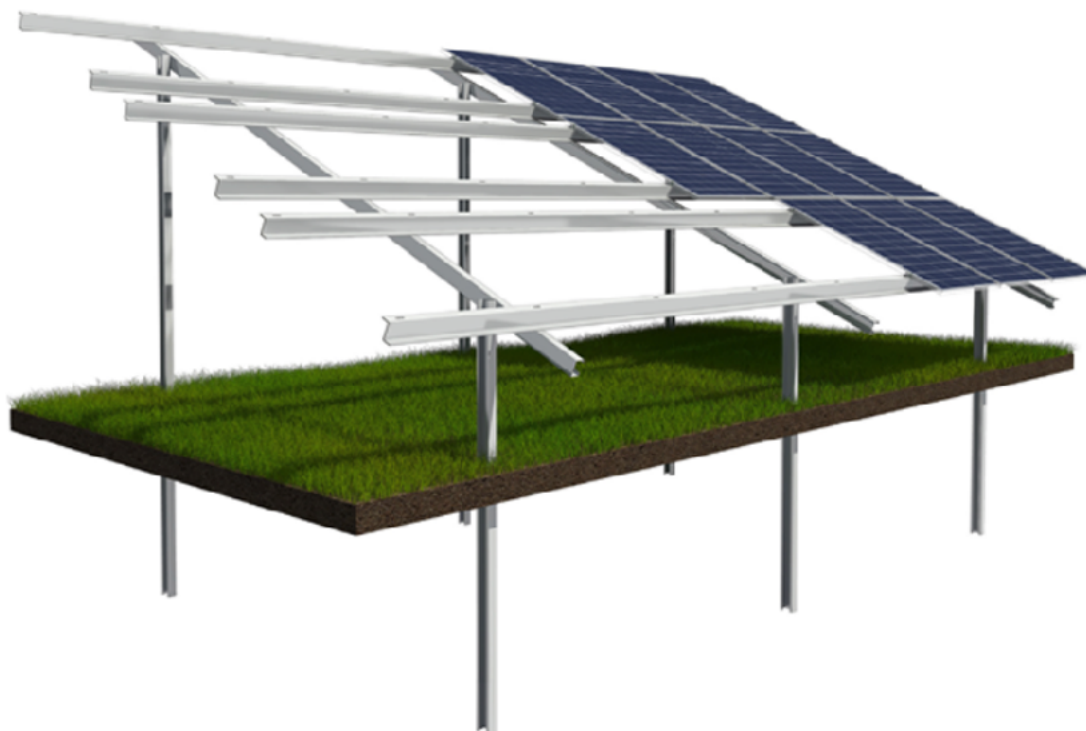
Zestaw paneli fotowoltaicznych zostanie posadowiony na gruncie przy użyciu systemowych konstrukcji wsporczych wykonanych ze stali o wysokiej odporności na korozję. Konstrukcje będą instalowane metodą wbijania w grunt przy pomocy kafara, co eliminuje konieczność wykonywania fundamentów betonowych i pozwala na szybszy montaż oraz ewentualny demontaż w przyszłości.

Projekt przewiduje zastosowanie konstrukcji dwupodporowych, w pełni dostosowanych do modułów fotowoltaicznych o określonych wymiarach i masie. Elementy stalowe konstrukcji powinny być zabezpieczone powłoką metaliczną typu *Magnelis lub równoważną*, gwarantującą wysoką odporność na korozję atmosferyczną i gruntową, a także przedłużoną trwałość eksploatacyjną całego systemu.



Przed rozpoczęciem prac ziemnych (kafarowanie, przekopy, inne roboty ingerujące w podłoże) należy bezwzględnie zapoznać się z aktualną mapą uzbrojenia terenu. Podczas prowadzenia prac ziemnych i montażowych wykonawca jest zobowiązany do zachowania szczególnej ostrożności w celu uniknięcia uszkodzenia istniejących sieci i instalacji podziemnych.

#### **Rysunek 1. Montaż paneli fotowoltaicznych na gruncie - przykład konstrukcji**



Zastosowana konstrukcja montażowa powinna być:

- zaprojektowana i obliczona zgodnie z obowiązującymi normami krajowymi i europejskimi, w szczególności w zakresie obciążeń śniegiem i wiatrem dla danej lokalizacji;
- dostosowana do ukształtowania terenu oraz warunków gruntowo-wodnych;
- wykonana z materiałów o potwierdzonej jakości i trwałości, popartej certyfikatami i aprobatami technicznymi;
- kompatybilna z modułami fotowoltaicznymi przewidzianymi do instalacji, zapewniając stabilne i bezpieczne mocowanie.

Konstrukcja powinna umożliwiać odpowiednie nachylenie modułów względem powierzchni gruntu, zapewniając optymalizację uzysku energetycznego w skali roku, a także umożliwiać łatwy dostęp serwisowy w trakcie eksploatacji instalacji.

## 1.8 INSTALACJA ELEKTRYCZNA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ (PV)

### 1.8.1 Panele fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne są urządzeniami elektrycznymi, w których przy wykorzystaniu efektu fotowoltaicznego zachodzi bezpośrednia przemiana energii promieniowania świetlnego w energię elektryczną.

Zaplanowana instalacja o mocy 49,5 kWp zbudowana będzie z 110 paneli o mocy znamionowej min. 450 Wp każdy. Parametry techniczne paneli zawarto w Tabeli 2.

**Tabela 2. Minimalne parametry techniczne paneli fotowoltaicznych**

PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
Typ ogniwa	monokrystaliczne, szkło-szkło	
Rama	aluminium, grubość min. 30 mm	
Szkło przednie	hartowane, z powłoką antyrefleksyjną	
Liczba ogniw	120 (60 ogniw ciętych na pół)	
Liczba szynowodów	min. 4	
Stopień ochrony puszeki przyłączeniowej	min. IP68	
Przewód	4,0 mm <sup>2</sup>	
Możliwość współpracy z falownikami beztransfornatorowymi	tak	
Gwarancja mechaniczna	min. 10 lat	
Gwarancja liniowa	min. 87% mocy początkowej po pierwszym roku użytkowania; min. 80% mocy początkowej po 25 latach użytkowania	
	<b>Parametry elektryczne (w warunkach STC)</b>	
Moc znamionowa	min. 450	W
Sprawność modułu	min. 19,5,0	%
Sprawność modułu P <sub>max</sub>	maks. -0,38	%/°C
Dopuszczalny prąd wsteczny / Zabezpieczenie Przepięciowe	min. 20	A
Tolerancja mocy	w zakresie od 0 do +5	W
	<b>Wartości graniczne</b>	
Maksymalne napięcie systemu	1000/1500	VDC
Zakres temperatury	min. od -40 do +85	°C
Maksymalne obciążenie mechaniczne (śnieg/wiatr)	min. 2400	Pa
Przetestowane obciążenie śniegiem	min. 5400	Pa

PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
Wymagane certyfikaty / normy	Klasa A ochrony przeciwpożarowej – zgodnie z IEC 61730-2 (UL790) <i>lub równoważne</i> , PN-EN 61215-1:2017-01 <i>lub równoważne</i> , PN-EN 62716: 2014-02 <i>lub równoważne</i> , Deklaracja zgodności CE <i>lub równoważne</i> , TUV <i>lub równoważne</i>	

### 1.8.2 Optymalizatory mocy

W zaprojektowanym system fotowoltaicznym zastosowane zostaną optymalizatory mocy, które obok zwiększenia uzysku z instalacji fotowoltaicznej poprzez optymalizację pracy modułów, zapewnią także odpowiednie bezpieczeństwo i zmniejszą ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas prac konserwacyjnych czy ratowniczych.

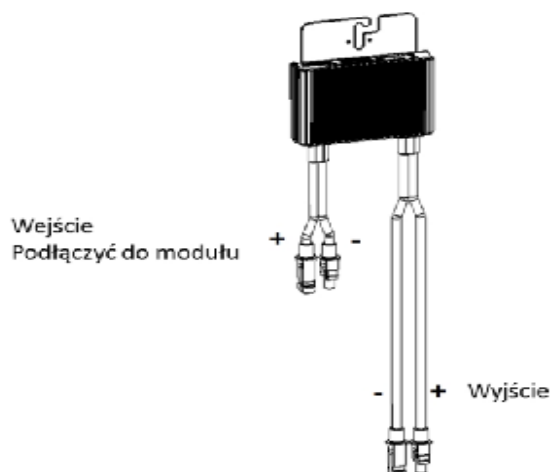
Tak długo jak optymalizatory są połączone z falownikiem pozostaną w „trybie pracy”. W sytuacji braku sygnału z falownika optymalizatory mocy przejdą w „tryb bezpieczeństwa” zmniejszając prąd w przewodach, a także obniżają napięcie do poziomu 1V na każdym optymalizatorze.

Nawet kiedy sygnał z falownika jest uszkodzony, optymalizator mocy jest tak zaprojektowany, że przejdzie w „tryb bezpieczny”, który jest jego naturalnym stanem. Zapewnia to spełnienie wymagań normy określającej bardzo niskie napięcie (SELV) <120V. Obniżenie napięcia na optymalizatorach mocy nastąpi zawsze, jeżeli wystąpi jedna z poniższych sytuacji:

- wyłącznik główny instalacyjny budynku jest wyłączony;
- wyłącznik instalacyjny jest wyłączony;
- falownik jest wyłączony (wyłącznik ON/OFF jest na pozycji OFF);
- optymalizator mocy wyposażony w sensor temperatury wykryje temperaturę powyżej 85°C.

Zaprojektowany system zapewni możliwie wysokie bezpieczeństwo funkcjonowania ze względu na specyfikę obiektu, na którym powstanie instalacja fotowoltaiczna. System będzie mieć możliwość bezpiecznego rozłączenia systemu po stronie DC przy wyłączeniu falownika, to jest obniżenie napięcia do poziomu max. 60V zgodnie z wytycznymi normy VDE-AR-E 2100-712 oraz IEC 60947 lub równoważne.

## Rysunek 2. Złącza optymalizatora mocy



Optymalizatory mocy zostaną dobrane odpowiednio do mocy montowanych paneli fotowoltaicznych (zakłada się montaż jednego optymalizatora mocy na każdy jeden zamontowany panel fotowoltaiczny) oraz do montowanego falownika fotowoltaicznego.

---

### 1.8.3 Inwerter fotowoltaiczny

Inwerter fotowoltaiczny jest urządzeniem elektroenergetycznym służącym do przekształcania prądu stałego uzyskanego z paneli fotowoltaicznych na prąd zmienny o parametrach sieci energetycznej, do której zostaje podłączony.

W przypadku awarii sieci elektroenergetycznej, inwerter odłącza system fotowoltaiczny uniemożliwiając, ze względów bezpieczeństwa, dostarczanie wyprodukowanej energii do sieci.

Inwerter wyposażony będzie w zabezpieczenie zapobiegające prądom wstecznym, a także w system kontroli izolacji w części DC - pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli, jak również w samych panelach, dając wysokie bezpieczeństwo użytkowania. **Inwerter powinien obsługiwać funkcję eksportu zerowego (0 eksport) oraz kontrolę poziomu eksportu energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej (tzw. funkcja eksportu ograniczonego). Dopuszcza się odsyłanie do publicznej sieci elektroenergetycznej nie więcej niż 20 proc. energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną.**

Zaplanowany inwerter umożliwi pełny nadzór pracy instalacji fotowoltaicznej. Zastosowane rozwiązanie układów sterowania, blokad i sygnalizacji pozwoli na bieżącą obserwację wszystkich elementów systemu, zdalną diagnostykę, przechowywanie danych i ich wizualizację.

Zastosowany inwerter musi umożliwiać:

- gromadzenie i lokalną prezentację danych o ilości energii elektrycznej wytworzonej w instalacji;
- podłączenie modułu komunikacyjnego do przesyłania danych;
- kontrolowanie procesu przekazywania energii;
- archiwizację danych pomiarowych.

W celu prawidłowego funkcjonowania systemu monitorującego Inwestor zapewni dostęp do sieci Internet, a także statyczny adres IP.

Na potrzeby budowy zaplanowano wykorzystanie 1 szt. inwertera fotowoltaicznego hybrydowego o mocy 49,9 kW. Parametry techniczne inwertera zawarto w Tabeli 3.

**Tabela 3. Minimalne parametry techniczne inwertera fotowoltaicznego**

PARAMETR	WARTOŚĆ
<b>Moc znamionowa AC (łącznie)</b>	min. 49900W
<b>Rodzaj falownika</b>	trójfazowy, beztransformatorowy
<b>Maksymalna sprawność</b>	98,0
<b>Sprawność europejska</b>	96,5%
<b>Minimalne napięcie startowe</b>	200V lub mniej
<b>Maksymalne napięcie wejściowe</b>	nie więcej niż 1100V
<b>Znamionowe napięcie wyjściowe AC</b>	380 / 400, 3L / N / PE
<b>Częstotliwość zasilania AC</b>	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)
<b>Zabezpieczenia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykrywanie rezystancji izolacji PV;</li> <li>• ochrona przed odwróconą polaryzacją;</li> <li>• zabezpieczenie przed pracą wyspową;</li> <li>• ochrona przed zbyt wysokim prądem;</li> <li>• ochrona przed zbyt wysokim napięciem – warystor;</li> <li>• ochrona przepięciowa AC/DC;</li> </ul>
<b>Współczynnik zakłóceń harmonicznego prądu</b>	maks. 3%
<b>Stopień ochrony</b>	min. IP65
<b>Monitoring parametrów sieci</b>	tak
<b>Porty komunikacyjne</b>	WLAN / RS232, RS485 lub analogiczny
<b>Komunikacja bezprzewodowa</b>	tak – WLAN, Bluetooth

PARAMETR	WARTOŚĆ
<b>Temperatura pracy</b>	od -25 °C do +60°C
<b>Sposób chłodzenia</b>	naturalna konwekcja lub wymuszona wewnętrzna
<b>Gwarancja</b>	minimum 10 lat
<b>Wymagane certyfikaty / normy</b>	IEC 61727 <i>lub równoważne</i> , PN-EN 62116 <i>lub równoważne</i> , zgodność z Rozporządzeniem Komisji (UE) 2016/631 (RfG), EN 50549-1:2019 <i>lub równoważne</i> , Deklaracja zgodności CE <i>lub równoważne</i>

Montaż inwertera przewiduje się pod modułami fotowoltaicznymi, na konstrukcji wolnostojącej posadowionej na gruncie. Urządzenie należy zamocować w pozycji pionowej, na sztywnej, niepalnej płycie montażowej o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2, z zachowaniem minimalnych odległości serwisowych i wentylacyjnych wskazanych w dokumentacji producenta po bokach, nad i pod obudową. Miejsce instalacji powinno zapewniać stałą cyrkulację powietrza, brak bezpośredniego nasłonecznienia i opadów oraz ochronę przed rozbryzgami wody i nawiewanym śniegiem. Jeżeli konstrukcja modułów nie zapewnia wystarczającej osłony, dopuszcza się zastosowanie dodatkowej obudowy ochronnej lub osłony dedykowanej falownikowi, nieograniczającej cyrkulacji powietrza. Dopuszczalna temperatura otoczenia pracy inwertera nie może być przekraczana; zaleca się lokalizację w strefie, w której temperatura nie przekracza 35 °C, chyba że producent dopuszcza inną wartość. Inwerter musi posiadać stopień ochrony obudowy co najmniej IP65 oraz klasę odporności mechanicznej zgodną z wymaganiami producenta, z zabezpieczeniem antykorozyjnym elementów złącznych.

Miejsce montażu powinno umożliwiać swobodny dostęp serwisowy do przyłączy, aparatury i interfejsów komunikacyjnych, a także odczyt wskaźników i realizację czynności eksploatacyjnych bez demontażu elementów konstrukcji nośnej modułów. Wymaga się wykonania czytelnego opisu pól przyłączeniowych i oznaczeń ostrzegawczych, w tym informacji o obecności napięcia stałego. Przed przystąpieniem do robót ziemnych i montażowych należy zapoznać się z aktualną mapą uzbrojenia podziemnego i prowadzić prace z należytą ostrożnością. Całość robót montażowych należy wykonać zgodnie z instrukcją producenta inwertera, obowiązującymi normami oraz przepisami BHP i ppoż., a po zakończeniu prac przeprowadzić wymagane pomiary odbiorcze i uruchomienie zgodnie z DTR.

#### 1.8.4 Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi systemu będzie podzielona na dwie główne sekcje. Sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone inwerterem.

Sekcja prądu stałego będzie budowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami, ogranicznikami przepięć prądu stałego oraz rozłącznikami bezpiecznikowymi.

Sekcja prądu przemiennego budowana będzie zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej. W skład sekcji wejdą kable energetyczne układane na powietrzu w korytach elektroinstalacyjnych lub rurkach instalacyjnych oraz rozdzielnice w II klasie ochronności IP65 z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, ogranicznikami przepięć prądu przemiennego (AC) Typu 1+2, napięciowy poziom ochrony:  $\leq 1,5$  kV. W budynku inwestora umiejscowiona jest rozdzielnica główna (RG).

Moduły fotowoltaiczne zostaną połączone szeregowo w „łańcuchy”, w celu zwiększenia bezpieczeństwa. Podział na łańcuchy należy wykonać zgodnie z zasadami określonymi przez producenta zastosowanego inwertera, z zachowaniem wysokości napięcia i prądu określonymi w karcie katalogowej. Zewnętrzne konektory szybkozłączny MC4 poszczególnych „łańcuchów” będą wykonane za pomocą tego samego typu i producenta zastosowanego szybkozłącza.

**Tabela 4. Minimalne parametry techniczne konektorów**

PARAMETR	WARTOŚĆ
Maks. napięcie systemu	1500 V DC (2Pfg2330)
Prąd nominalny TÜV (85°C)	w zależności od przekroju przewodu - 39A (dla 4mm <sup>2</sup> i 6mm <sup>2</sup> ), 45A (dla 10mm <sup>2</sup> )
Napięcie próby	12 kV (1000 V DC (TÜV) 16 kV (1500 V DC (TÜV)
Temperatura pracy	- 40°C ... + 85°C (TÜV), - 40°C ... + 75°C (UL)
Maks. temperatura pracy	105°C (TÜV)
Stopień ochrony	IP65 IP68 (1godź / 1 metr) IP2X (stan rozłączenia)
Rezystancja kontaktu	$\leq 0,25$ m $\Omega$
Klasa bezpieczeństwa	1500 V DC: 0

Nadmiary przewodów pod konstrukcją PV zostaną podwieszone do konstrukcji i zabezpieczone tak, aby nie stwarzały zagrożenia oraz by nie dotykały bezpośrednio gruntu. Podwieszenie przewodów będzie wykonane w sposób estetyczny za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV (lub za pomocą specjalnie przeznaczonych do tego celu chwytów mocujących przewody do ramy modułu) oraz w sposób uniemożliwiający szkodliwe działanie czynników atmosferycznych czy wilgoci. Szybkozłącza MC4 poszczególnych modułów będą mocowane do konstrukcji w taki sposób by w maksymalny sposób zabezpieczyć je przed działaniem wilgoci oraz promieniowania UV. W miejscach, gdzie przewody będą narażone na promieniowanie słoneczne zostaną zastosowane stosowne osłony. Poszczególne łańcuchy modułów zostaną połączone z inwerterem poprzez rozdzielnice przewodami solarnymi o odpowiednio dobranym przekroju. W rozdzielniach zostaną zainstalowane podstawy bezpiecznikowe z odpowiednio dobranymi wkładkami, ograniczniki przepięć typu 1+2, wyłączniki różnicowo-prądowe, wyłączniki nadprądowe.

Zastosowany inwerter będzie posiadać rozłącznik izolacyjny. Przewody z poszczególnych łańcuchów modułów do miejsca przyłączenia będą prowadzone w korytach kablowych lub rurkach instalacyjnych chroniących okablowanie przed uszkodzeniem mechanicznym. Zostanie zapewniona odpowiednia ochrona przed negatywnym oddziaływaniem UV.

---

#### **1.8.5 Okablowanie DC inwerterów**

Okablowanie pomiędzy modułami fotowoltaicznymi, a inwerterem wykonane zostanie przewodem solarnym zewnętrznym odpornym na promieniowanie UV o przekroju zgodnym z obliczeniami i schematem elektrycznym. Okablowanie DC będzie podwieszone na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych, biegnącą pod każdym z modułów. Kabel zastosowany do wykonania obwodów strony DC powinien spełniać wymogi normy EN 50618 *lub równoważne*. Izolacja kabla powinna być nie niższa niż VDC U0 /U:900/1500 V.

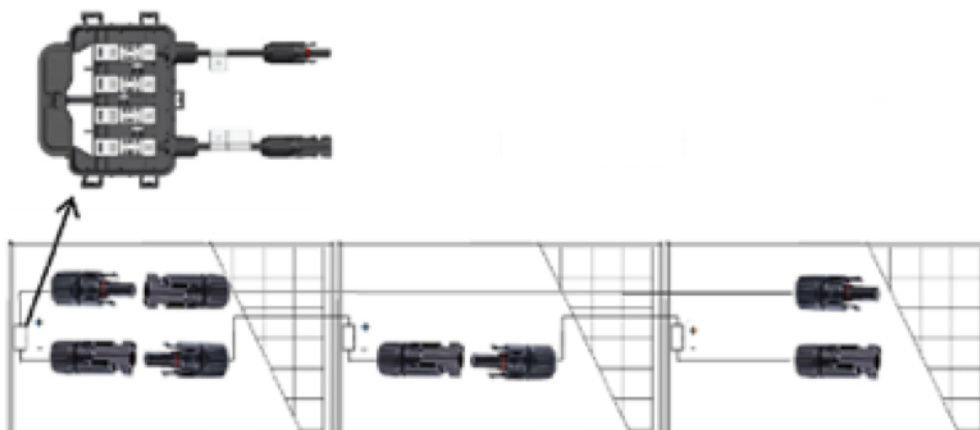
Okablowanie strony DC pod modułami zaleca się prowadzić bez dodatkowych osłon przy jednoczesnym jego mocowaniu do ramki modułu lub elementów konstrukcji wsporczej. Mocowanie przewodów wykonać zgodnie z normą PN-HD 60364 *lub równoważne*, N-SEP-E002 *lub równoważne*. Kable prowadzone w pionie i poziomie powinny zostać odciążone zgodnie z wymaganiami producenta. W przypadku ich braku należy stosować maksymalne odległości mocowania zgodne z normą VDE 0100-520 *lub równoważne*.

Okablowanie DC prowadzić w taki sposób, aby unikać powstaniu pętli indukcyjnej. Przewody prowadzić równolegle jak najbliżej siebie.

Okablowanie DC inwertera zostanie podzielone na pasma zgodnie z zaleceniami producenta inwerterów. Wpięcia poprzez złączki MC4.



**Rysunek 3. Ideowy schemat połączeń modułów w pasma**



Przykładowy sposób połączeń modułów przedstawia schemat ideowy. Wymaga się, aby instalacja DC wyposażona była w ogranicznik przepięć Typu 1+2 na napięcie 1000V DC z poziomem ochrony Iimp  $U_p < 1,5 \text{ kV}$  dla  $12,5 \text{ kA}(10/350 \mu\text{s})/1$  bieg.

---

#### **1.8.6 Okablowanie AC inwerterów**

Do budowy instalacji elektrycznej po stronie AC zastosuje się następujące materiały podstawowe:

- kable elektroenergetyczne bezhalogenowe typu N2XH z izolacją na 0,6/1kV;
- kable elektroenergetyczne ziemne typu YKY z izolacją na 0,6/1kV;
- przewody jednożyłowe miedziane typu LgY z izolacją na 750V;
- osprzęt elektryczny p/t i n/t – łączniki, przyciski, gniazda o prądzie roboczym 16A.

Z obliczeń wynika, że przewody łączące wyjście inwertera fotowoltaicznego 3-fazowego PV o mocy znamionowej 49,9 kW z rozdzielnicą główną RG AC należy wykonać jako N2XH 5 x 35 mm<sup>2</sup> w RL 50 o obciążalności długotrwałej prądem elektrycznym 60 A. Z obliczeń wynika, że WLZ łączącą rozdzielnicę główną RG AC z rozdzielnicą budynku należy wykonać jako YKY 5 x 70 mm<sup>2</sup> w DVR 75 o obciążalności długotrwałej prądem elektrycznym 105A. Kable nN będą spełniać wymagania PN-HD 60364-5-52:2011 *lub równoważne*. Wymaga się, zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. (zwanym dyrektywą CPR) oraz normą N SEP-E-007:2017-09 *lub równoważne* stosowania kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, pięcżyłowych w izolacji bezhalogenowej i odpowiedniej klasie. Wszystkie kable w budynku muszą posiadać klasę reakcji na ogień nie niższą niż Eca. Przekrój żył zostanie dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciovowe oraz skuteczności ochrony

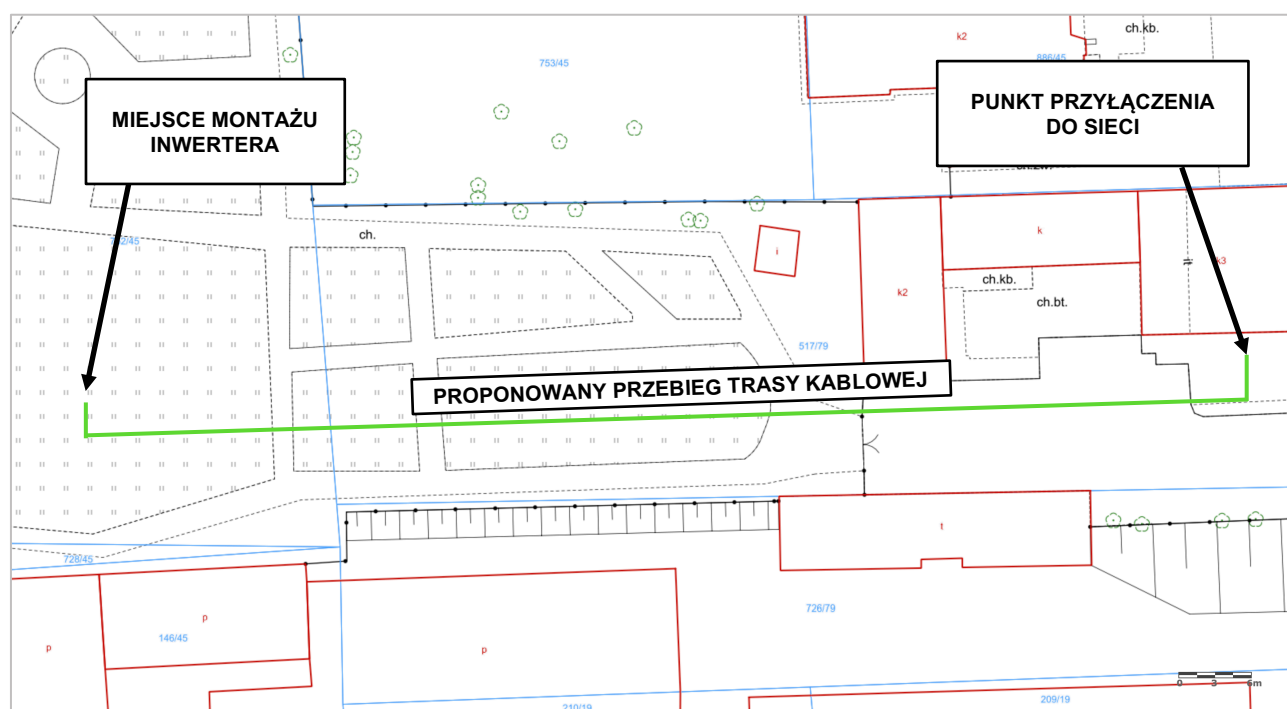
przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania. Okablowanie zostanie dobrane w taki sposób, aby straty na kablach nie przekraczały 1%. Rozprowadzane przewody zostaną zabezpieczone przy pomocy rur ochronnych elektroinstalacyjnych.

### Przebieg trasy kablowej

Trasa kablowa pomiędzy inwerterem fotowoltaicznym a punktem przyłączenia instalacji do istniejącej sieci elektroenergetycznej zostanie poprowadzona w terenie zielonym, zgodnie z przedstawioną mapą poglądową. Przewiduje się jej prowadzenie w linii prostej od konstrukcji wsporczej paneli PV (miejsce posadowienia inwertera) w kierunku budynku Miejskiego Domu Kultury przy ul. Bytomskiej 73, aż do istniejącego zestawu wolnostojących szaf przyłączeniowych zlokalizowanych przy ścianie zachodniej obiektu.

Na odcinku przebiegu kabla, na którym trasa przecina nawierzchnię utwardzoną z kostki brukowej, Wykonawca zobowiązany jest do rozebrania fragmentu nawierzchni o powierzchni około 20 m<sup>2</sup>, wykonania wykopu, a następnie odpowiedniego zagęszczenia gruntu po ułożeniu kabla i ponownego ułożenia kostki brukowej w sposób zapewniający przywrócenie pierwotnego stanu nawierzchni.

### Mapa 1 Przebieg trasy kablowej



Z uwagi na istniejące zagospodarowanie terenu oraz możliwość występowania infrastruktury podziemnej, wszystkie prace ziemne związane z wykonaniem wykopu pod kabel muszą być prowadzone wyłącznie ręcznie, bez użycia ciężkiego sprzętu mechanicznego. Wykonawca jest zobowiązany do wcześniejszego zapoznania się

z aktualną mapą uzbrojenia terenu oraz do prowadzenia robót ze szczególną ostrożnością, aby nie uszkodzić istniejących sieci i instalacji podziemnych.

Kabel należy ułożyć w wykopie o głębokości zgodnej z obowiązującymi normami (PN-HD 60364 *lub równoważna* oraz *N SEP-E 004 lub równoważne*), w warstwie podsypki piaskowej i zabezpieczyć taśmą ostrzegawczą. Po wykonaniu ułożenia kabla wykop należy starannie zasypać i przywrócić teren do stanu pierwotnego.

---

### **1.8.7 Instalacja uziemiająca i odgromowa**

Poziom ochrony odgromowej zostanie dobrany zgodnie z normą PN-EN 62305 *lub równoważne*, poprzedzony analizą ryzyka.

Wszystkie elementy metalowe elektrowni PV w szczególności konstrukcja wsporcza oraz moduły zostaną objęte systemem uziemionych połączeń wyrównawczych. Konstrukcja zostanie uziemiona w taki sposób, aby osiągnąć rezystancję uziemienia poniżej 10  $\Omega$  (pomiar ten zostanie potwierdzony za pośrednictwem urządzenia pomiarowego).

Jako uziemienie należy wykonać uziom w obiekcie np. fundamentowy lub otokowy (typu B) lub wykonać dodatkowy uziom szpilkowy (typu A). Rezystancja uziomu będzie wynosić  $R < 10 \Omega$ . Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaplanowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych zostanie ze sobą połączona. Połączenie wyrównawcze zostanie wykonane przewodem LgY16 i połączone z uziomem.

Projektowany generator PV będzie chroniony od wyładowań atmosferycznych. W tym celu zaprojektowano instalację odgromową o charakterystyce zgodnej z Załącznikiem 3.

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności uziemienie będzie obejmować:

- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze;
- konstrukcję rozdzielnic i szaf;
- obudowę inwertera;
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcję wsporczą.

Kabel ochronny PE zostanie podłączony do inwertera i ramy modułów do Głównej Szyny Uziemiającej. W ten sposób zapewni się wyrównanie potencjałów i ochrona przed porażeniem prądem.

---

### **1.8.8 Instalacja wyrównawcza**

Konstrukcja korytek kablowych oraz inwerter zostaną podłączone do głównej listwy wyrównawczej budynku. Połączenie zostanie wykonane linką LgY 16 mm<sup>2</sup>.

---

### **1.8.9 Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochrona przeciwporażeniowa nn realizowana będzie na podstawie wymagania normy N-SEP-E-001 – „Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa” *lub równoważne*.

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym zostanie zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4 kV),
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym TN-C-S (według normy PN–HD 60364– 4–41 *lub równoważne*) lub TN-S w zależności od istniejącego układu na obiekcie, w którym zlokalizowana będzie instalacja fotowoltaiczna,
- stosowanie ochrony uzupełniającej.

Zaplanowana instalacja elektryczna jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” *lub równoważne*. W ramach systemu ochrony od porażenia prądem elektrycznym zostanie zastosowane samoczynne szybkie wyłączenie zasilania w układzie TNS. Zapewni to zgodne z normą wyłączenie zasilania.

---

### **1.8.10 Ochrona przeciwprzepięciowa**

Zastosuje się skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową. Planuje się instalację ograniczników typu B+C po stronie stałoprądowej oraz zmiennoprądowej. W miejscu wejścia kabli z inwerterów PV do budynku zostaną zamontowane ograniczniki typu B+C. Inwertery i ogniwa fotowoltaiczne będą chronione ochronnikami dedykowanymi dla instalacji PV na napięcie do 1000VDC zamontowanymi w rozdzielnicy DC. W skrzynkach DC należy zastosowane będą ograniczniki przepięć ograniczające łuk elektryczny w przypadku zadziałania.

### 1.8.11 Ochrona przeciwpożarowa

Instalacja fotowoltaiczna (panele PV, konstrukcja nośna, okablowanie, inwerter, zabezpieczenia po stronie AC/DC) służy do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego lub sztucznego. Przy niskim naświetleniu wartość wytwarzanego napięcia jest niska bądź zerowa, w ciągu dnia osiągane jest napięcie maksymalne. Przewody od paneli do falownika są przewodami prądu stałego DC natomiast od falownika w kierunku sieci energetycznej przewodami prądu zmiennego AC. Instalacja fotowoltaiczna jest systemem produkującym prąd i może ulec zapaleniu.

Najbardziej prawdopodobnymi przyczynami pożaru jest mechaniczne uszkodzenie bądź przerwanie przewodów obwodu elektrycznego, mechaniczne uszkodzenie paneli mogące powodować zwarcie, uderzenie pioruna, błędy montażowe, nieumiejętne rozłączanie.

Zgodnie z wytycznymi ppoż. dotyczącymi instalacji o mocy generatora powyżej 6,5 kWp należy zamontować urządzenia gwarantujące zanik lub obniżenie napięcia wchodzącego do wnętrza budynku do poziomu bezpiecznego po zaniku zasilania po stronie AC. Jeśli przed rozpoczęciem akcji gaśniczej, zostanie wyłączone zasilanie AC, rozłącznik bezpieczeństwa wykryje awarię sieci i po 5 sekundach automatycznie przełączy się w pozycję wyłączoną, przerywając połączenie prądu stałego między modułami, a falownikiem.

Typ rozłącznika musi być dostosowany do ilości stringów, z których składa się instalacja fotowoltaiczna.

**Tabela 5. Minimalne parametry techniczne rozłącznika bezpieczeństwa**

PARAMETR	WARTOŚĆ
Napięcie łańcuchów VDC	300-1500V
Natężenie prądu łańcuchów	9-85A
Napięcie robocze	100V-270V AC
Napięcie nominalne	230V AC
Prąd nominalny	30mA
Prąd uruchomienia - średni	100mA
Prąd załączenia	maks. 300mA
Złącze komunikacyjne	24V DC- 300mA maks.
Zakres temperatury pracy	-20°C do + 50°C
Maksymalna temperatura pracy przed automatycznym wyłączeniem	+ 70°C
Zakres temperatury przechowywania	-45°C do + 85°C
Poziom zabezpieczeń IP	IP66
Poziom ochrony	klasa II
Rozłączanie DC zgodnie z normą	EN60947-1&3 lub równoważne

W związku z zaplanowaną pełną optymalizacją generatora fotowoltaicznego, rolę rozłącznika bezpieczeństwa mogą pełnić optymalizatory zamontowane pod modułami fotowoltaicznymi.

W przypadku zabudowy dedykowanego przeciwpożarowego wyłącznika prądu dla instalacji fotowoltaicznej musi posiadać:

- Krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych;
- Krajowa Ocena Techniczna;
- Krajowa Deklaracja Właściwości Użytkowych wydana przez producenta.

Ze względów bezpieczeństwa służby ratunkowe powinny postępować tak jak w przypadku instalacji będących pod napięciem. Urządzenia elektryczne gasić przeznaczonymi do tego gaśnicami proszkowymi zgodnie z instrukcją, nie dotykać nadpalonych przewodów itp. Osoba przeszkolona (właściciel instalacji) powinna w miarę możliwości odłączyć napięcie w obiekcie oraz wyłączyć inwerter, podjąć próbę ugaszenia pożaru w zarodku za pomocą przeznaczonej do tego gaśnicy proszkowej oraz wezwać odpowiednie służby (straż pożarna tel. 998, pogotowie energetyczne tel. 991, ogólny telefon alarmowy 112) jak i poinformować kierującego działaniem ratowniczym o zamontowanej instalacji fotowoltaicznej oraz czy zostało odłączone napięcie w budynku po stronie AC.

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712 *lub równoważne*.

Piktogram z wizerunkiem modułów PV powinien być umieszczony

- w miejscu przyłączenia instalacji PV;
- przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania;
- przy bramie wjazdowej.

Całość instalacji powinna być oznakowana zgodnie z katalogiem dobrych praktyk.

## **1.9 SYSTEM MONITOROWANIA I ZARZĄDZANIA ENERGIA**

W celu monitorowania pracy inwertera oraz ilości wytwarzanej energii elektrycznej, inwerter zostanie wyposażony w moduł komunikacyjny WiFi, LAN lub równoważny. Dopuszcza się również rozwiązanie, w którym inwerter posiada wbudowany lub zintegrowany system monitoringu oraz transmisji danych. Magistrala komunikacyjna zostanie wykonana przewodem ekranowanym UTP kategorii 5e lub wyższej, zapewniającym stabilność i odporność na zakłócenia elektromagnetyczne.

System monitorowania umożliwi bieżący podgląd parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej, w tym: mocy chwilowej, całkowitej energii wyprodukowanej, napięć

i prądów w obwodach DC oraz AC, a także diagnostykę ewentualnych stanów awaryjnych. Dane będą gromadzone i archiwizowane w chmurze lub na dedykowanym serwerze lokalnym, z możliwością ich wizualizacji w aplikacji mobilnej i panelu webowym.

Rozwiązanie zostanie uzupełnione o funkcjonalność systemu zarządzania energią (EMS), który będzie analizował przepływy energii w instalacji oraz w budynku i umożliwiał jej optymalne wykorzystanie. System EMS będzie współpracował z inwerterem oraz układami pomiarowymi (m.in. licznikami energii na granicy instalacji i obiektu), umożliwiając:

- monitorowanie bieżącego zużycia energii elektrycznej;
- bilansowanie energii wytwarzanej i konsumowanej w czasie rzeczywistym;
- maksymalizację autokonsumpcji energii z OZE;
- ograniczanie poboru mocy szczytowej z sieci elektroenergetycznej;
- sterowanie wybranymi odbiornikami (np. urządzeniami grzewczymi, pompami ciepła, systemem wentylacji lub klimatyzacji);
- integrację z przyszłymi magazynami energii i innymi źródłami wytwórczymi.

System zarządzania energią zapewni raportowanie danych w formie zestawień dobowych, miesięcznych i rocznych, z możliwością eksportu danych do plików w popularnych formatach. Dodatkowo umożliwi generowanie alarmów i powiadomień w przypadku wystąpienia nieprawidłowości w pracy instalacji lub przekroczenia określonych progów poboru energii.

Całość systemu zostanie zainstalowana i skonfigurowana zgodnie z wymaganiami producenta inwertera, normami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej oraz wymogami bezpieczeństwa teleinformatycznego, zapewniając stabilną i bezpieczną komunikację.

#### **1.10 DIAGNOSTYKA USZKODZEŃ SYSTEMÓW FOTOWOLTAICZNYCH**

Topologia systemu będzie pozwalać na szybkie zlokalizowanie łańcucha, w którym znajduje się uszkodzony moduł. Dane pomiarowe uzyskane z inwertera będą pozwalać na porównanie chwilowych wartości i parametrów falownika z wartościami teoretycznymi.

W przypadku, gdy moduł zostanie uszkodzony nastąpi spadek mocy falownika, który będzie odpowiednio sygnalizowany. W toku odpowiednich pomiarów określone zostanie dokładnie położenie uszkodzonego modułu.

#### **1.12 WSKAŹNIKI PRODUKTU I REZULTATU**

Instalację fotowoltaiczną należy wykonać w sposób gwarantujący osiągnięcie określonych parametrów techniczno-eksploatacyjnych. W szczególności należy zapewnić realizację niżej wskazanych wskaźników, które będą stanowić podstawowe kryterium oceny prawidłowości działania instalacji.

**Tabela 6. Wskaźniki produktu/rezultatu oczekiwane w związku z realizacją zadania**

<b>TYP WSKAŹNIKA</b>	<b>NAZWA WSKAŹNIKA</b>	<b>WARTOŚĆ BAZOWA</b>	<b>WARTOŚĆ DOCELOWA</b>
<b>Wskaźnik produktu</b>	Dodatkowa zdolność wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł OZE [MW]	0,0	0,05
<b>Wskaźnik produktu</b>	Liczba wybudowanych jednostek wytwarzania energii elektrycznej z OZE [szt.]	0,0	1,0
<b>Wskaźnik rezultatu</b>	Szacowana emisja gazów cieplarnianych [tona ekwiwalentu CO2/rok]	32,6239	0,0
<b>Wskaźnik rezultatu</b>	Ilość wytworzonej energii elektrycznej ze źródeł OZE [MWh/rok]	0,0	46,079
<b>Wskaźnik rezultatu</b>	Liczba przedsięwzięć proekologicznych [szt.]	0,0	1,0

### **1.11 OCENA I ODNIESIENIE SIĘ DO ODDZIAŁYWANIA PLANOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO**

Zaprojektowana inwestycja nie jest wymieniona w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019 poz. 1839). Z przepisów Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2025 poz. 647) oraz obowiązujących wytycznych Ministra Funduszy i Polityki Regionalnej wynika, że planowana inwestycja nie wymaga sporządzania raportu oddziaływania na środowisko. Rozwiązania technologiczne przewidziane w niniejszym projekcie nie stanowią zagrożenia dla środowiska naturalnego w świetle obowiązującego prawa. Zasięg oddziaływania inwestycji na środowisko nie wykroczy poza granice nieruchomości, na której będzie realizowana. W fazie montażu instalacji objętej niniejszym projektem oddziaływanie może polegać na czasowym obniżeniu komfortu wskutek występowania zwiększonego poziomu hałasu i zapylenia wywołanego pracą urządzeń mechanicznych i prac budowlanych. To niekorzystne oddziaływanie będzie krótkotrwałe i ustąpi z chwilą zakończenia montażu. W fazie eksploatacyjnej przewiduje się wyłącznie pozytywny wpływ na środowisko naturalne – związany z ograniczeniem zużycia energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł nieodnawialnych, a tym samym ograniczeniem emisji zanieczyszczeń do atmosfery (CO<sub>2</sub>, pyły, inne).

Nie przewiduje się zastosowania specjalnych przedsięwzięć chroniących środowisko.



# OBLICZENIA

Moc systemu: 49,50 kWp

## 1. Wymagana moc inwertera fotowoltaicznego 3-fazowego

$$P_{GEV.PV} = (0,8 \div 1,2)P_{max.INW}$$

$$\frac{P_{GEN.PV}}{1,2} \leq P_{max.INW} \leq \frac{P_{GEN.PV}}{0,8}$$

gdzie:

$P_{GEN.PV}$  – moc generatora

$P_{max.INW}$  – max moc inwertera fotowoltaicznego 3-fazowego

Inwerter fotowoltaiczny 3-fazowy dla generatora PV

$$3 * 16 * 450 \text{ W} = 21.600 \text{ W}$$

$$2 * 16 * 450 \text{ W} = 14.400 \text{ W}$$

$$2 * 15 * 450 \text{ W} = 13.500 \text{ W}$$

$$\frac{49,50 \text{ kW}}{1,2} \leq P_{max.INW} \leq \frac{49,50 \text{ kW}}{0,8}$$

$$41,25 \text{ kW} \leq P_{max.INW} \leq 61,88 \text{ kW}$$

Dobrano inwerter fotowoltaiczny 3-fazowy o mocy znamionowej prądu 60,0 kW (DC) / 49,9 (AC).

## 2. Napięcie toru otwartego w ujemnej temperaturze

$$U_{OC}(T_r) = U_{OC} * \left[ 1 + (T_r - 25) * \frac{\beta_T}{100} \right]$$

gdzie:

$U_{OC}$  ( $V_{OC}$ ) – napięcie obwodu otwartego [V]

$T_r$  – temperatura funkcjonalna oświetlonego modułu PV [°C]

$\beta_T$  – temperaturowy współczynnik napięcia [%/°C]

$$U_{OC}(T_r = -25C^o) = 46,77 * \left[ 1 + (-25 - 25) * \frac{-0,263}{100} \right] = 52,92 \text{ V}$$

$$n_{max} = \frac{U_{max \text{ dc}}}{U_{OC}(T_{min})}$$

gdzie:

$n_{max}$  – max liczba modułów

$U_{max \text{ dc}}$  – max napięcie po stronie DC

$U_{OC}(T_{min})$  – napięcie toru otwartego w ujemnej temperaturze [V]

$$n_{max} = \frac{1100}{52,92} = 20,79$$

Należy przyjąć w stringu max 20 modułów.

### 3. Napięcie toru otwartego w temperaturze dodatniej

$$U_{OC}(T_r) = U_{OC} * \left[ 1 + (T_r - 25) * \frac{\beta_T}{100} \right]$$

gdzie:

$U_{OC} (V_{OC})$  – napięcie obwodu otwartego [V]

$T_r$  – temperatura funkcjonalna oświetlonego modułu PV [°C]

$\beta_T$  – temperaturowy współczynnik napięcia [%/°C]

$$U_{OC}(T_r = +70C^o) = 46,77 * \left[ 1 + (70 - 25) * \frac{-0,263}{100} \right] = 41,23 \text{ V}$$

$$n_{min} = \frac{U_{dc \text{ start}}}{U_{OC}(T_{max})}$$

gdzie:

$n_{min}$  – min liczba modułów

$U_{dc \text{ start}}$  – min napięcie po stronie DC

$U_{OC}(T_{max})$  – napięcie toru otwartego w dodatniej temperaturze [V]

$$n_{min} = \frac{250}{41,23} = 6,06$$

Należy przyjąć w stringu min 7 modułów.

#### 4. Sprawdzenie napięcia dla temperatury dodatniej w pkt MPP

$$U_{MPP(T_{max})} = U_{MPP} * \left[ 1 + \frac{\beta_T * (T_{max} - 25)}{100} \right]$$

gdzie:

$U_{MPP}$  – napięcie przy znamionowej mocy [V]

$T_{max}$  – temperatura funkcjonalna oświetlonego modułu PV [°C]

$\beta_T$  – temperaturowy współczynnik napięcia [%/°C]

$$U_{MPP(T=70^{\circ}C)} = 41,56 * \left[ 1 + \frac{-0,263 * (70 - 25)}{100} \right] = 36,64 \text{ V}$$

$$n_{min} * U_{MPP(T_{max})} \geq U_{dc \min}$$

gdzie:

$n_{min}$  – min liczba modułów

$U_{MPP(T_{max})}$  – napięcie przy dodatniej temperaturze [V]

$U_{dc \min}$  – min napięcie po stronie DC

$$7 * 36,64 \geq 250$$

$$256,48 \geq 250,00$$

#### 5. Wartość napięcia dla ujemnej temperatury w pkt MPP

$$U_{MPP(T_{min})} = U_{MPP} * \left[ 1 + \frac{\beta_T * (T_{min} - 25)}{100} \right]$$

gdzie:

$U_{MPP}$  – napięcie przy znamionowej mocy [V]

$T_{min}$  – temperatura funkcjonalna oświetlonego modułu PV [°C]

$\beta_T$  – temperaturowy współczynnik [%/°C]

$$U_{MPP(T=-25^{\circ}C)} = 41,56 * \left[ 1 + \frac{-0,263 * (-25 - 25)}{100} \right] = 47,03 \text{ V}$$

#### 6. Dobór liczby modułów

$$\frac{P_{min}}{450} < n < \frac{P_{max}}{450}$$

gdzie:

$P_{\min}$  – moc min generatora

$P_{\max}$  – moc max generatora

$$n = \frac{P_{GEN}}{450}$$

Dla generatora PV – 60,0 kW (DC) / 49,9 (AC)

$$\frac{41,25 \text{ kW}}{450} < n < \frac{61,88 \text{ kW}}{450}$$
$$91,67 < n < 137,51$$

$$n = \frac{60,0 \text{ kW}}{450} = 133,33 \quad - \quad \text{przyjęto 110 modułów}$$

$$0,8 < \frac{n * 450}{P_n} < 1,2$$

$$0,8 < \frac{110 * 450}{49,9 \text{ kW}} < 1,2$$

$$0,8 < 0,99 < 1,2$$

Dla inwertera fotowoltaicznego 3-fazowego o mocy znamionowej 49,9 kW po stronie AC przyjęto 110 modułów o mocy 450 Wp.

## 7. Dopuszczalna liczba MPP trackerów inwertera fotowoltaicznego 3-fazowego

$$L_g \leq \frac{I_{f \max}}{I_{cs \max}}$$

gdzie:

$I_{f \max}$  – max prąd zwarcia dla każdego MPPT [A]

$I_{CS \max}$  – max prąd zwarcia [A]

$$L_g = \frac{190,0}{11,61} = 16,37$$

$$L_g \leq 16$$

Inwerter fotowoltaiczny 3-fazowy może mieć max 16 MPP trackery.

## 8. Obliczenia zmienności prądu oraz mocy znamionowej w skrajnych temperaturach

$$I_{SC}(T_r) = I_{SC} * \left[ 1 + (T_r - 25) * \frac{\alpha_T}{100} \right]$$

gdzie:

$I_{SC}$  – prąd zwarcia w warunkach STC [A]

$T_r$  – temperatura funkcjonalna oświetlonego modułu PV [°C]

$\alpha_T$  – temperaturowy współczynnik prądu [%/°C]

$$I_{SC}(T = -25^{\circ}C) = 11,61 * \left[ 1 + (-25 - 25) * \frac{0,057}{100} \right] = 11,28 A$$

$$I_{SC}(T = +70^{\circ}C) = 11,61 * \left[ 1 + (70 - 25) * \frac{0,057}{100} \right] = 11,91 A$$

$$P_{MPP}(T_r) = P_{MPP} * \left[ 1 + (T_r - 25) * \frac{\gamma_T}{100} \right]$$

gdzie:

$P_{MPP}$  – moc maksymalna modułu [W]

$T_r$  – temperatura funkcjonalna oświetlonego modułu PV [°C]

$\gamma_T$  – temperaturowy współczynnik mocy [%/°C]

$$P_{MPP}(T = -25^{\circ}C) = 450 * \left[ 1 + (-25 - 25) * \frac{-0,347}{100} \right] = 528,08 Wp$$

$$P_{MPP}(T = +70^{\circ}C) = 450 * \left[ 1 + (70 - 25) * \frac{-0,347}{100} \right] = 379,73 Wp$$

## 9. Dopuszczalna liczba gałęzi równoległych dla jednego MPP trackera zawierających połączone szeregowo moduły

$$N_{max} \leq \frac{I_{f max}}{I_{cs max}}$$

gdzie:

$I_{f max}$  – sumaryczny max prąd zwarciaowy [A]

$I_{CS max}$  – prąd zwarcia przy temp. -25°C [A]

$$N_{max} \leq \frac{107,00}{11,28}$$

$$N_{max} \leq 9,49$$

Przyjęto wykorzystanie trzech MPP trackerów do których zostaną podłączone łańcuchy gałęzi zawierających połączone szeregowo moduły.

Pierwszy MPP tracker: trzy gałęzie równoległe zawierające po 16 modułów o mocy jednostkowej 450 Wp każdy.

Drugi MPP tracker: dwie gałęzie równoległe zawierające po 16 modułów o mocy jednostkowej 450 Wp każdy.

Trzeci MPP tracker: dwie gałęzie równoległe zawierające po 15 modułów o mocy jednostkowej 450 Wp każdy.

## 10. Dobór przewodów oraz ich zabezpieczeń

### 10.1. Zabezpieczenie przewodów pojedynczego stringu

$$1,4 * I_{SC} \leq I_{ng} \leq 2,4 * I_{SC}$$
$$U_n \geq 1,2 * U_{OCT\ min} * n$$

gdzie:

$I_{SC}$  – max prąd zwarcia obwodu zamkniętego [A]

$I_{ng}$  – prąd znamionowy zabezpieczenia w gałęzi [A]

$U_n$  – napięcie znamionowe bezpiecznika [V]

$U_{OCT\ min}$  – napięcie obwodu otwartego przy najniższej zakładanej temperaturze pracy [V]

$n$  – liczba modułów w stringu

#### 10.1.1. Dla 16 modułów w stringu

$$1,4 * 11,61 \leq I_{ng} \leq 2,4 * 11,61$$
$$U_n \geq 1,2 * 52,92 * 16$$

$$16,25\ A \leq I_{ng} \leq 27,86\ A$$
$$U_n \geq 1.016,06\ V$$

Należy przyjąć wkładki topikowe gPV 20A / 1100V.

#### 10.1.2. Dla 15 modułów w stringu

$$1,4 * 11,61 \leq I_{ng} \leq 2,4 * 11,61$$
$$U_n \geq 1,2 * 52,92 * 15$$

$$16,25\ A \leq I_{ng} \leq 27,86\ A$$
$$U_n \geq 952,56\ V$$

Należy przyjąć wkładki topikowe gPV 20A / 1100V.

### 10.2. Zabezpieczenie przewodów łączących kilka stringów z falownikiem

$$I_{ng} \geq 1,5 * I_{SC} * L_g$$
$$U_n \geq 1,2 * U_{OCT\ min} * n$$

gdzie:

$I_{ng}$  – prąd znamionowy zabezpieczenia głównego [A]

$I_{SC}$  – max prąd zwarcia obwodu zamkniętego [A]

$L_g$  – liczba gałęzi równoległych podłączonych do danego wejścia (trackera)

$U_n$  – napięcie znamionowe zabezpieczenia [V]

$U_{OCT\ min}$  – napięcie obwodu otwartego przy najniższej zakładanej temperaturze pracy [V]

$n$  – liczba modułów w stringu

#### 10.2.1. Dla 16 modułów w stringu

$$I_{ng} \geq 1,5 * 11,61 * 3$$

$$U_n \geq 1,2 * 52,92 * 16$$

$$I_{ng} \geq 52,25\ A$$

$$U_n \geq 1.016,06\ V$$

Dla trzech gałęzi równoległych zawierających po 16 modułów o mocy pojedynczego modułu 450 Wp przyjęto zabezpieczenie NH0 gPV 63A / 1100V DC.

#### 10.2.2. Dla 16 modułów w stringu

$$I_{ng} \geq 1,5 * 11,61 * 2$$

$$U_n \geq 1,2 * 52,92 * 16$$

$$I_{ng} \geq 34,83\ A$$

$$U_n \geq 1.016,06\ V$$

Dla dwóch gałęzi równoległych zawierających po 16 modułów o mocy pojedynczego modułu 450 Wp przyjęto zabezpieczenie NH0 gPV 40A / 1100V DC.

#### 10.2.3. Dla 15 modułów w stringu

$$I_{ng} \geq 1,5 * 11,61 * 2$$

$$U_n \geq 1,2 * 52,92 * 15$$

$$I_{ng} \geq 34,83\ A$$

$$U_n \geq 952,56\ V$$

Dla dwóch gałęzi równoległych zawierających po 15 modułów o mocy pojedynczego modułu 450 Wp przyjęto zabezpieczenie NH0 gPV 40A / 1100V DC.

### 10.3. Dobór przewodów po stronie DC

#### 10.3.1. Przewody łączące stringi modułów z rozdzielnicami RDC PV

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_z \geq \frac{k_2 * I_n}{1,45}$$

gdzie:

$I_B$  –  $I_{SC}(T=-25^{\circ}C)$  prąd zwarcia przy najniższej zakładanej temperaturze pracy [A]

$I_n$  – prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej [A]

$I_z$  – obciążalność prądowa długotrwała [A]

$k_2$  – współczynnik korekcyjny

Zgodnie z PN-IEC 60364-5-52:2011 tab. B.52.2, kol. 4 obciążalność długotrwała prądem elektrycznym linii wykonanej przewodem miedzianym 2 x SOLARFLEX-X PV1-F 6 mm<sup>2</sup> w rurze instalacyjnej wynosi 41 A przy temperaturze otoczenia 30°C w powietrzu:

$$11,28 A \leq 20 A \leq 41 A$$
$$41 A \geq 22,07 A$$

Wymagane w tym względzie warunki są spełnione.

Z obliczeń wynika, że przewody łączące stringi modułów z rozdzielnicą RDC PV należy wykonać jako 2 x SOLARFLEX-X PV1-F 6 mm<sup>2</sup> w RKSGD-UV-P E25 o obciążalności długotrwałej prądem elektrycznym 41 A.

Stringi należy zabezpieczyć wkładkami topikowymi gPV 20A / 1100V.

#### 10.3.2. Przewody łączące rozdzielnicę RG DC PV1.1 z inwerterem 3-fazowym po stronie DC

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_z \geq \frac{k_2 * I_n}{1,45}$$

Zgodnie z PN-IEC 60364-5-52:2011 tab. B.52.2, kol. 4 obciążalność długotrwała prądem elektrycznym linii wykonanej przewodem miedzianym 2 x SOLARFLEX-X PV1-F 16 mm<sup>2</sup> w rurze instalacyjnej wynosi 76 A przy temperaturze otoczenia 30°C w powietrzu:

$$33,84 A \leq 63 A \leq 76 A$$
$$76 A \geq 69,52 A$$

Wymagane w tym względzie warunki są spełnione.

Z obliczeń wynika, że przewody łączące rozdzielnicę RG DC PV1.1 z inwerterem



3-fazowym po stronie DC należy wykonać jako 2 x SOLARFLEX-X PV1-F 16 mm<sup>2</sup> w RKSGD-UV-P E32 o obciążalności długotrwałej prądem elektrycznym 76 A.

Jako zabezpieczenie należy zastosować wkładki topikowe NH0 gPV 63A / 1100V DC.

### **10.3.3. Przewody łączące rozdzielnicę RG DC PV1.2 z inwerterem 3-fazowym po stronie DC**

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_z \geq \frac{k_2 * I_n}{1,45}$$

Zgodnie z PN-IEC 60364-5-52:2011 tab. B.52.2, kol. 4 obciążalność długotrwała prądem elektrycznym linii wykonanej przewodem miedzianym 2 x SOLARFLEX-X PV1-F 10 mm<sup>2</sup> w rurze instalacyjnej wynosi 57 A przy temperaturze otoczenia 30°C w powietrzu:

$$22,56 A \leq 40 A \leq 57 A$$
$$57 A \geq 44,14 A$$

Wymagane w tym względzie warunki są spełnione.

Z obliczeń wynika, że przewody łączące rozdzielnicę RG DC PV1.2 z inwerterem 3-fazowym po stronie DC należy wykonać jako 2 x SOLARFLEX-X PV1-F 10 mm<sup>2</sup> w RKSGD-UV-P E32 o obciążalności długotrwałej prądem elektrycznym 57 A.

Jako zabezpieczenie należy zastosować wkładki topikowe NH0 gPV 40A / 1100V DC.

### **10.3.4. Przewody łączące rozdzielnicę RG DC PV1.3 z inwerterem 3-fazowym po stronie DC**

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_z \geq \frac{k_2 * I_n}{1,45}$$

Zgodnie z PN-IEC 60364-5-52:2011 tab. B.52.2, kol. 4 obciążalność długotrwała prądem elektrycznym linii wykonanej przewodem miedzianym 2 x SOLARFLEX-X PV1-F 10 mm<sup>2</sup> w rurze instalacyjnej wynosi 57 A przy temperaturze otoczenia 30°C w powietrzu:

$$22,56 A \leq 40 A \leq 57 A$$
$$57 A \geq 44,14 A$$

Wymagane w tym względzie warunki są spełnione.

Z obliczeń wynika, że przewody łączące rozdzielnicę RG DC PV1.3 z inwerterem 3-fazowym po stronie DC należy wykonać jako 2 x SOLARFLEX-X PV1-F 10 mm<sup>2</sup> w RKSGD-UV-P E32 o obciążalności długotrwałej prądem elektrycznym 57 A.

Jako zabezpieczenie należy zastosować wkładki topikowe NH0 gPV 40A / 1100V DC.

## 10.4. Dobór przewodów po stronie AC

### 10.4.1. Przewód łączący wyjście inwertera fotowoltaicznego 3-fazowego PV o mocy znamionowej 49,9 kW z rozdzielnicą główną RG AC

$$I_B = \frac{P_{AC INW}}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi}$$
$$I_B = \frac{49900}{\sqrt{3} * 400 * 0,93} = 77,54 A$$

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$k_1 * I_n \leq k_2 * I_z$$

Zgodnie z PN-IEC 60364-5-52:2011 tab. B.52.5, kol. 5 obciążalność długotrwała prądem elektrycznym linii wykonanej kablem miedzianym N2XH 5 x 35 mm<sup>2</sup> w rurze instalacyjnej wynosi 128 A przy temperaturze otoczenia 30°C w powietrzu:

$$77,54 A \leq 80 A \leq 128 A$$
$$128 A \leq 185,6 A$$

Wymagane w tym względzie warunki są spełnione.

Z obliczeń wynika, że przewody łączące wyjście inwertera fotowoltaicznego 3-fazowego PV o mocy znamionowej 49,9 kW z rozdzielnicą główną RG AC należy wykonać jako N2XH 5 x 35 mm<sup>2</sup> w RL 50 o obciążalności długotrwałej prądem elektrycznym 128 A.

Linię należy zabezpieczyć RBK 00/80A gG.

### 10.4.2. Przewód łączący z rozdzielnicą główną RG AC z rozdzielnicą budynku

$$I_B = \frac{\Sigma P_{AC INW}}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi}$$
$$I_B = \frac{49900}{\sqrt{3} * 400 * 0,93} = 77,54 A$$

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$k_1 * I_n \leq k_2 * I_z$$

Zgodnie z PN-IEC 60364-5-52:2011 tab. B.52.4, kol. 7 obciążalność długotrwała kablem elektrycznym linii wykonanej kablem miedzianym YKY 5 x 95 mm<sup>2</sup> w gruncie w rurze instalacyjnej wynosi 169 A przy temperaturze otoczenia 30°C w powietrzu:

$$77,54 A \leq 100 A \leq 169 A$$
$$160,0 A \leq 245,05 A$$

Wymagane w tym względzie warunki są spełnione.

Z obliczeń wynika, że WLZ łączącą rozdzielnicę główną RG AC z rozdzielnicą budynku należy wykonać jako YKY 5 x 95 mm<sup>2</sup> w gruncie w rurze instalacyjnej DVR 110, o obciążalności długotrwałej prądem elektrycznym 169 A.

Linie należy zabezpieczyć wyłącznikiem różnicowoprądowym z członem nadprądowym 3P + N 100A.

## 11. Spadek napięcia w instalacji DC

$$\Delta U = \frac{2 * P * l * 100}{\gamma * S * U_{MPP(T_{max})}^2} < 1\%$$

gdzie:

$\Delta U$  – spadek napięcia

P – moc na wyjściu DC inwertera fotowoltaicznego 3-fazowego [W]

l – długość najdłuższego odcinka toru [m]

$\gamma$  – konduktywność toru prądowego [m/Ω\*mm<sup>2</sup>]

S – przekrój kabla [mm<sup>2</sup>]

$U_{MPP(T_{max})}$  – napięcie przy maksymalnej temperaturze pracy [V]

Pierwszy MPP tracker:

$$\Delta U = \frac{2 * 7200 * 50 * 100}{55 * 6 * (16 * 36,64)^2} + \frac{2 * 21600 * 3 * 100}{55 * 16 * (48 * 36,64)^2} < 1\%$$
$$\Delta U = 0,64 < 1\%$$

Drugi MPP tracker:

$$\Delta U = \frac{2 * 7200 * 40 * 100}{55 * 6 * (16 * 36,64)^2} + \frac{2 * 14400 * 3 * 100}{55 * 10 * (32 * 36,64)^2} < 1\%$$
$$\Delta U = 0,52 < 1\%$$

Trzeci MPP tracker:

$$\Delta U = \frac{2 * 6750 * 35 * 100}{55 * 6 * (15 * 36,64)^2} + \frac{2 * 13500 * 3 * 100}{55 * 10 * (30 * 36,64)^2} < 1\%$$
$$\Delta U = 0,49 < 1\%$$

## 12. Spadek napięcia w instalacji AC

$$\Delta U_{AC} = \frac{P * l * 100}{\gamma * s * U_n^2} < 1\%$$

gdzie:

$\Delta U$  – spadek napięcia

P – moc znamionowa [W]

l – długość najdłuższego odcinka toru [m]

$\gamma$  – konduktywność toru prądowego [ $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ ]

S – przekrój kabla [ $\text{mm}^2$ ]

$U_n$  – napięcie znamionowe sieci 3-fazowej [V]

### 12.1. Inwerter fotowoltaiczny 3-fazowy 49,9 kW – RG AC

$$\Delta U_{AC} = \frac{49900 * 5 * 100}{55 * 35 * 400^2} < 1\%$$
$$\Delta U_{AC} = 0,08 < 1\%$$

### 12.2. RG AC – istn. RG

$$\Delta U_{AC} = \frac{49900 * 125 * 100}{55 * 95 * 400^2} < 1\%$$
$$\Delta U_{AC} = 0,75 < 1\%$$

## 13. Ochrona odgromowa generatora

Z uwagi na znaczny koszt projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz uzyskania podstaw do ewentualnych roszczeń ubezpieczeniowych dot. ww. instalacji, należy objąć ją ochroną odgromową.

**Uwaga!**

**Wyznaczone długości odcinków d i L uwzględniają zapas niezbędny na instalację klamer montażowych.**

$$L = d * \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$$

$$L = 1,048 * \frac{\sin(16^\circ 10' + 25^\circ)}{\sin 16^\circ 10'} = 2,47 \text{ m}$$

$$d * \cos \beta = 1,048 * \cos 25^\circ = 0,95 \text{ m}$$

#### 14. Wyznaczenie stref ochrony odgromowej

Zgodnie z wytycznymi PKOO SEP, opracowanymi na podstawie wieloarkuszowej normy PN-EN 62305, zostanie przyjęty III poziom ochrony odgromowej.

$$h_{max} = 0,5 + tg\ 50^{\circ}23' * d * \cos\ 50^{\circ}23' = 2,81\ m$$

gdzie:

$h_{max}$  – wys. strefy ochronnej

$d$  – max wysokość modułu od poziomu podłoża

$$R = tg\alpha * (h_{sB} - h_{max})$$

gdzie:

$tg\alpha$  – tg kąta ochronnego funkcji wysokości w zależności od klasy LPS

$h_{max}$  – wys. masztu

$h_{max}$  – wys. strefy ochronnej

$$R = tg70^{\circ} * (7 - 2,81) = 11,51\ m$$

Dla ochrony generatora PV na gruncie zamontować pionowe maszty odgromowe.

Zaprojektowano dwa maszty odgromowe o wysokości  $h = 7\ m$ .

Rozmieszczenie elementów przedstawiono w Załączniku nr 3.

# **WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DO WYKONANIA DOSTAWY I MONTAŻU**

## **2.1 WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW**

Wymaga się, aby przy wykonywaniu dostawy i montażu stosować wyroby, które zostały dopuszczone do obrotu oraz powszechnego lub jednostkowego stosowania w budownictwie. Wszystkie niezbędne elementy powinny być wykonane w standardzie i zgodnie z obowiązującymi normami. Do wykonania dostawy i montażu Wykonawca zapewni dostarczenie kompletnych urządzeń i materiałów niezbędnych do realizacji przedmiotu zamówienia.

Każdy rodzaj dostaw i montażu, w których znajdują się zakwestionowane przez Inwestora materiały, Wykonawca wykonuje na własne ryzyko.

## **2.2 WYMAGANIA JAKOŚCIOWE DOTYCZĄCE WYKONANIA DOSTAWY I MONTAŻU**

Roboty przygotowawcze:

- ustawienie oznakowania informacyjnego oraz ostrzegawczego.

Roboty budowlano-montażowe:

- montaż paneli fotowoltaicznych na konstrukcji przeznaczonej do wyznaczonego miejsca zamontowania,
- montaż inwertera i pozostałych urządzeń,
- montaż kompletnego okablowania,
- montaż zabezpieczeń przepięciowych,
- doprowadzenie przewodów AC do miejsca istniejącej tablicy bezpiecznikowej budynku oraz przystosowanej jej do podłączenia nowego obwodu,
- sporządzenie dokumentacji powykonawczej,
- wszystkie pozostałe prace niezbędne do uznania zadania jako kompletnego,
- przekazanie do eksploatacji.

## **2.3 ZASADY WYKONANIA DOSTAWY I MONTAŻU**

Prace muszą być wykonane zgodnie z wymaganiami obowiązujących polskich przepisów, norm i instrukcji. Niewyszczególnienie w niniejszym opracowaniu jakichkolwiek obowiązujących aktów prawnych nie zwalnia w żaden sposób od ich stosowania. Wszelkie materiały jak również wykonanie prac na podstawie zawartej umowy muszą spełniać

wymagania polskich norm i przepisów. Bez uzyskania pisemnej zgody Inwestora nie jest możliwe zamawianie żadnych materiałów czy usług według zamiennych norm.

## **2.4 ZAŁOŻENIA DO ZGŁASZANIA INSTALACJI PRZEZ WYKONAWCĘ**

Wykonawca zobowiązany jest do opracowania dokumentacji powykonawczej. Wymaga się również przedłożenia do akceptacji rysunków powykonawczych oraz szczegółowych specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót instalacyjnych i budowlanych przed ich skierowaniem do realizacji, w aspekcie ich zgodności ze schematem i umową.

Ponadto Wykonawca powinien zapewnić wykonanie:

- harmonogramu realizacji inwestycji – w uzgodnieniu z Inwestorem,
- planu organizacji i technologii prac.

## **2.5 DOKUMENTACJA POWYKONAWCZA**

Przedłożona dokumentacja powykonawcza powinna zawierać kpl. powykonawczy, tj.:

- powstałe w trakcie realizacji prac zmiany w dokumentacji,
- instrukcję obsługi i eksploatacji urządzeń, karty techniczne oraz świadectwa, certyfikaty, atesty itp.,
- potwierdzenie przeszkolenia osób biorących udział w inwestycji.

## **2.6 ZAŁOŻENIA DO DOSTAWY I MONTAŻU MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ**

Wykonawca w zakresie budowy mikroinstalacji fotowoltaicznej będzie kierował się poniższymi wytycznymi:

- przed przystąpieniem do prac wykonawczych wykonawca musi zapoznać się opracowaną dla inwestycji dokumentacją,
- kąt pochylenia paneli fotowoltaicznych – należy zastosować optymalny kąt pochylenia, niezmienny dla ekspozycji panelu w ciągu całego roku,
- kąt azymutu paneli fotowoltaicznych – należy zastosować optymalny kąt azymutu względem kierunku południowego, z ewentualnym odchyleniem, gwarantującym wymaganą sprawność i efektywną pracę instalacji fotowoltaicznych w skali całego roku,
- zacinienie instalacji PV – w celu uniknięcia niepotrzebnych skutków zacinienia należy przeanalizować lokalizację paneli fotowoltaicznych na etapie montażu tak aby urządzenia były usytuowane odpowiednio daleko od przeszkód i elementów, które potencjalnie, nawet w przyszłości mogą stanowić element zacieniający (np. rosnące drzewa),
- schematy elektryczne dostosowane do przedstawionych w niniejszym opracowaniu zestawów fotowoltaicznych.

## **2.7 INFORMACJE O TERENIE PROWADZONYCH PRAC MONTAŻOWYCH**

### **Organizacja dostawy i montażu**

Przekazanie na rzecz Wykonawcy terenu prowadzonych prac montażowych nastąpi zgodnie z terminem wskazanym w umowie. Wykonawca będzie prowadził prace według uzgodnionego harmonogramu, zgodnie z zapisami Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia. Jest zobowiązany do zapewnienia i utrzymania bezpieczeństwa terenu budowy oraz prac poza placem budowy w okresie trwania realizacji zadania aż do zakończenia odbioru końcowego robót.

Przed rozpoczęciem prac montażowych Wykonawca jest zobowiązany do wykonania oznakowania informacyjnego i ostrzegawczego w miejscu prowadzenia prac oraz do przygotowania oraz rozlokowania zaplecza budowy na terenie uzgodnionym z Inwestorem.

### **Zabezpieczenie interesów osób trzecich**

Osoby trzecie jak również osoby wykonujące prace montażowe nie mogą być w żadnym stopniu narażone na działanie czynników szkodliwych lub niebezpiecznych dla zdrowia (np. hałas, wibracje, promieniowanie elektromagnetyczne itp.) Wykonawca odpowiada w pełni za ochronę własności w okresie trwania robót i będzie odpowiadać za wszystkie spowodowane przez niego szkody.

### **Ochrona środowiska**

Wykonawca ma obowiązek znać i stosować przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego w trakcie prowadzenia prac montażowych, a w szczególności:

- stosować się do Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz.U. 2025 poz. 960);
- stosować się do Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2025 poz. 647).

Wykonawca zobowiązuje się do natychmiastowego usunięcia wszystkich niepotrzebnych materiałów i odpadów z terenu robót.

### **Ochrona przeciwpożarowa i składowanie materiałów łatwopalnych**

Wykonawca ma za zadanie przestrzegać przepisów ochrony przeciwpożarowej oraz utrzymywać sprawny sprzęt przeciwpożarowy, wymagany przez odpowiednie przepisy. Składowanie materiałów łatwopalnych powinno odbywać się zgodnie z obowiązującymi przepisami. Wykonawca odpowiedzialny będzie za wszystkie straty spowodowane pożarem wywołanym jako rezultat realizacji prac montażowych.



## **Bezpieczeństwo i higiena pracy oraz ochrona zdrowia**

Wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony zdrowia w trakcie realizacji zamówienia, w szczególności zapewni, aby personel nie wykonywał prac w warunkach niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia oraz nie spełniających wymagań sanitarnych. Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał w pełnej gotowości i sprawności urządzenia zabezpieczające, socjalne oraz sprzęt i odpowiednią odzież ochronną dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych na budowie. Wszyscy pracownicy Wykonawcy będą odpowiednio przeszkoleni przed rozpoczęciem pracy oraz odpowiednio nadzorowani w czasie jej wykonywania.

W trakcie realizacji zadania Wykonawca zapewni co najmniej:

- środki pierwszej pomocy;
- osoby przeszkolone do udzielania pierwszej pomocy,
- odpowiednie środki komunikacji i transportu na okoliczność wypadku,
- sprzęt monitorujący,
- sprzęt ratowniczy,
- sprzęt przeciwpożarowy,
- łączność ze strażą pożarną, pogotowiem ratunkowym i policją.

## **2.8 OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW I SPRZĘTU**

### **Wymagania ogólne**

Stosowane przez Wykonawcę przy realizacji zamówienia materiały powinny:

- być nowe i nieużywane,
- odpowiadać wymaganiom norm i przepisów oraz dokumentacji,
- posiadać wymagane atesty i certyfikaty, w tym również świadectwa dopuszczenia do obrotu.

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca winien przedstawić do aprobaty kompletną listę urządzeń i wyrobów, które zastosuje do wykonawstwa wraz z ich kartami technicznymi i rysunkami. Każda propozycja Wykonawcy nie odpowiadająca wymaganiom technicznym, jakościowym bądź estetycznym może zostać odrzucona.

Dostarczone na teren robót materiały należy Zweryfikować pod względem kompletności i zgodności z danymi technicznymi producenta.

## **Przechowywanie i składowanie materiałów**

Tymczasowo składane materiały, do czasu ich wykorzystania, powinny zostać zabezpieczone tak, aby nie uległy zanieczyszczeniu, zniszczeniu bądź uszkodzeniu, zachowały swoją jakość i właściwość do etapu prac montażowych. Miejsca czasowego składowania będą zlokalizowane na terenach Zorganizowanych przez Wykonawcę, uzgodnionych z Inwestorem. Po stronie Wykonawcy leży również obowiązek zabezpieczenie towarów przed kradzieżą.

## **Wymagania dotyczące środków transportu**

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i przewożonych materiałów. Dostawa materiałów powinna nastąpić po uprzednim przygotowaniu pomieszczeń magazynowych i składowiska na placu budowy a środki i urządzenia transportowe powinny być odpowiednio przystosowane do przewozu materiałów, urządzeń, konstrukcji itp.

W czasie transportu należy zabezpieczyć przewożone przedmioty w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu. Materiały mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu, ważne by zostały równomiernie rozmieszczone na całej powierzchni załadunkowej i zabezpieczone przed przesuwaniem lub spadaniem.

## **2.9 TESTY I POMIARY KOŃCOWE**

Po wykonaniu montażu instalacji fotowoltaicznej należy przeprowadzić (jeszcze przed zgłoszeniem gotowości do odbioru - jeden z warunków odbioru) testy końcowe oraz uruchomienie testowe instalacji.

W ramach przeprowadzonych testów oraz kontroli instalacji należy wykonać wymienione poniżej czynności:

- a) kontrola strony DC;
- b) kontrola ochrony przeciw przepięciom;
- c) kontrola strony AC;
- d) kontrola oznakowania i identyfikacji;
- e) testy ciągłości uziemienia ochronnego lub ekwipotencjalnych przewodów kompensacyjnych;
- f) test polaryzacji;
- g) pomiar napięcia obwodu otwartego;
- h) pomiar prądu;
- i) testy funkcjonalności;
- j) testy rezystancji izolacji;
- k) pomiar rezystancji uziemienia (punkt PE inwertera – maks. 10  $\Omega$ ; instalacji odgromowej – maks. 10  $\Omega$ );

- l) kontrola ochrony przeciwporażeniowej oraz dodatkowo pomiary zalecane przez normę PN-EN 62446-1:2016-08 *lub równoważne*;
- m) badanie kamerą termowizyjną.

Wszystkie prace oraz pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami – SEP, a urządzenia pomiarowe muszą posiadać wymagane przepisami prawa certyfikaty. Kopie uprawnień należy dołączyć do każdego z protokołów pomiarów.

## **2.10 ODBIÓR ROBÓT**

### **Odbiór końcowy**

Odbiór i przekazanie przedmiotu zamówienia do eksploatacji musi być poprzedzony następującymi działaniami:

- przyłączenie instalacji PV do rozdzielnic głównej budynku;
- wykonanie rozruchu instalacji PV;
- konfiguracja parametrów pracy;
- testy i pomiary parametrów;
- konfiguracja zdalnego dostępu za pośrednictwem aplikacji/strony internetowej.

Przyłączenie instalacji PV do rozdzielnic głównej budynku, obejmuje w szczególności:

- wykonanie prac przyłączeniowych polegających na montażu urządzeń do zdalnej transmisji danych pomiarowych z układów pomiarowych;
- opracowanie instrukcji ruchu i eksploatacji urządzeń, instalacji;
- opracowanie instrukcji obsługi instalacji PV na potrzeby Zamawiającego oraz przeszkolenie w zakresie bieżącej obsługi osób rekomendowanych przez Zamawiającego.

Wykonanie rozruchu instalacji PV obejmuje w szczególności:

- zgłaszanie Zamawiającemu i Inspektorowi nadzoru gotowości do odbioru zakończonych wszystkich prac;
- dokonanie przez Wykonawcę wszelkich prób, sprawdzeń, pomiarów, badań, ekspertyz, regulacji oraz rozruchu instalacji PV pozwalających na eksploatację;
- udział w protokolarnym odbiorze końcowym zakończonych prac.

Po zakończeniu prac montażowo-rozruchowych, zaleca się wykonanie i przedstawienie pomiaru P (moc czynna), Q (moc bierna),  $\text{tg } \phi$  energii elektrycznej dla zasilania głównego

obiektu w okresie 24 godz. dla min. 3 dni podczas normalnej pracy z uśrednieniem 15 min. W przypadku braku spełnienia wymagań współczynnika  $\tan \phi \leq 0,4$  zaleca się wykonanie kompensacji mocy biernej poprzez zabudowę odpowiednich urządzeń kompensujących. Po wykonanej kompensacji zaleca się ponowny pomiar celem potwierdzenia zastosowania właściwych urządzeń kompensujących.

Odbiór końcowy od Wykonawcy przeprowadza przedstawiciel Zamawiającego (Inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą złożoną z rzeczoznawców i przedstawicieli użytkownika oraz kompetentnych organów.

Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać właściwie udokumentowane.

Do przeprowadzenia odbioru konieczne jest:

- przygotowanie dokumentacji powykonawczej (dokumentacja projektowa z naniesionymi na czysto zmianami i uzupełnieniami w trakcie wykonywania robót (również elektroniczna);
- dokumentacja uzasadniająca uzupełnienia i zmiany wprowadzone w trakcie wykonania prac montażowych;
- dziennik budowy (notatki, pisma wyjaśniające i uzgadniające);
- dokumenty dotyczące jakości wbudowanych materiałów;
- protokoły i zaświadczenia z dokonanych prób po montażowych;
- protokoły pomiarów i badań;
- świadectwa jakości i dopuszczenia do eksploatacji urządzeń i materiałów;
- DTR zamontowanych urządzeń.

Kierownik Wykonawcy robót elektrycznych przygotowuje instalację elektryczną oraz niezbędne dokumenty do odbiorów.

Przy odbiorze końcowym należy:

- sprawdzić zgodność wykonanych prac z umową, projektem technicznym, warunkami technicznymi wykonania, normami, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej;
- sprawdzić udokumentowanie jakości wykonanych robót odpowiednimi protokołami oraz ewentualnymi protokołami z rozruchu technologicznego;
- w przypadku odbioru całości obiektu stwierdzić, czy spełnia on zasady prawidłowej eksploatacji i może być użytkowany lub stwierdzić istniejące wady i usterki.

Z odbioru końcowego powinien być sporządzony protokół podpisany przez upoważnionych przedstawicieli Zamawiającego i oddającego wykonany obiekt (lub roboty) oraz przez osoby biorące udział w czynnościach odbioru, stwierdzone ewentualne wady i usterki oraz uzgodnione terminy ich usunięcia. W przypadku, gdy wyniki odbioru końcowego upoważniają do przyjęcia obiektu do eksploatacji (przyjęcia we władanie), protokół

powinien zawierać odnośne oświadczenie lub w przeciwnym przypadku, odmowę wraz z jej uzasadnieniem; w obu przypadkach konieczny jest odpowiedni wpis w protokole.

### **Wymagania dotyczące dostawy i montażu oraz konfiguracji aplikacji komputerowej.**

Wykonawca dostarczy i zaprogramuje aplikację komputerową służącą do określania korzyści z instalacji OZE. Aplikacja będzie narzędziem, poprzez które Zleceniodawca będzie nadzorował funkcjonowanie instalacji PV. Poprzez aplikację osoby wskazane przez Zamawiającego będą mieli zdalny dostęp do aplikacji za pomocą przyznanego loginu i hasła. Każdy z użytkowników aplikacji będzie mógł pozyskać dane na temat efektywności ekonomicznej, energetycznej i ekologicznej przedsięwzięcia OZE Zleceniodawcy a także o możliwych anomaliach w funkcjonowaniu systemu. Aplikacja powinna również umożliwić dokonywanie analiz porównawczych działania poszczególnych urządzeń w obrębie instalacji PV Zleceniodawcy. Administrator aplikacji powinien mieć możliwość ustawienia jakie informacje będą dostępne dla użytkowników. Aplikacja powinna również umożliwić w przyszłości rozbudowę bazy dostępnych instalacji o nowe instalacje w celu ich porównywania ze sobą. Dostęp do aplikacji będzie bezpłatny.

### **2.11 UWAGI**

Wszelkie prace wykonać zgodnie z obowiązującymi aktualnie normami i przepisami szczególnie zgodnie z PBUE oraz BHP. Należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczeństwo przy wykonywaniu wszelkich prac. Prace wykonywać należy pod nadzorem osoby uprawnionej posiadającej odpowiednie kwalifikacje, będącej członkiem Izby Inżynierów Budownictwa, zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych" tom V.

Wszelkie zmiany wynikłe w trakcie realizacji a niezawarte w niniejszej dokumentacji, wymagają zgody autora/inwestora. Uszczelnienie przepustów w miejscu przejść przewodów i kabli przez przegrody (ściany, stropy) należy wykonać w systemie posiadającym aktualne dopuszczenie do stosowania (aprobatę techniczną, certyfikat zgodności, deklarację zgodności).

Całość prac należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami.

Stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne wykonać pod nadzorem osób uprawnionych.

Prace wykonawcze realizować zgodnie z Prawem Budowlanym, z obowiązującymi i zalecanymi normami, przepisami i opracowaniami SEP. W trakcie wykonywania instalacji wykonywać na bieżąco pomiary, a po wykonaniu przeprowadzić szczegółowe pomiary. Wyniki pomiarów wpisać do protokołu pomiarowego.

Wykonawca w trakcie robót powinien nanosić zmiany i poprawki na dokumentacji technicznej, a po zakończeniu prac powinien opracować projekt powykonawczy, do którego powinny zostać dołączone protokoły pomiarów.

Prace wykonawcze skoordynować z pozostałymi branżami.

Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w Szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania robót.

W opracowaniu podano rozwiązania i wymagania zaakceptowane przez Inwestora. Inwestor dopuszcza stosowanie innych równoważnych rozwiązań, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w dokumentacji i na ich podstawie uzyskania akceptacji Autora i Inwestora.

Wszystkie wyroby budowlane zakupione przez Wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE, certyfikaty, deklaracje zgodności. Wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne należy zachować.

# BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA

OBIEKT:	MIEJSKI DOM KULTURY W PIEKARACH ŚLĄSKICH
ADRES BUDOWY:	UL. BYTOMSKA 73 41-940 PIEKARY ŚLĄSKIE  ID DZIAŁKI: 2247101_1.1014.517/79, 247101_1.1014.623/45
OPRACOWANIE:	INSTALACJE ELEKTRYCZNE I ELEKTROENERGETYCZNE
BRANŻA:	ELEKTRYCZNA
INWESTOR:	MIEJSKI DOM KULTURY W PIEKARACH ŚLĄSKICH UL. BYTOMSKA 73 41-940 PIEKARY ŚLĄSKIE

AUTOR OPRACOWANIA	PODPIS / PIECZĘĆ:
mgr inż. Agnieszka Długoszek upr. bud. nr LUB/0144/PBE/21	

DATA OPRACOWANIA: SIERPIEŃ 2025 R.

# BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA

Zamierzeniem inwestycyjnym, dla którego opracowano niniejszą informację jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej na potrzeby budynku Miejskiego Domu Kultury w Piekarach Śląskich przy ul. Bytomskiej 73.

Zakres realizacji prac montażowych:

- rozbudowa rozdzielni,
- montaż w rozdzielni zabezpieczeń,
- montaż instalacji elektrycznej w budynku wraz z tablicami bezpiecznikowymi.

Kolejność realizacji prac montażowych:

- ułożenie kabli instalacyjnych i montaż rozdzielni głównej i tablic bezpiecznikowych,
- montaż osprzętu elektrycznego,
- montaż instalacji fotowoltaicznej,
- montaż instalacji przepięciowych,
- wykonanie pomiarów powykonawczych instalacji.

## 3.1 PRACE MONTAŻOWE PRZY BUDOWIE MIKROINSTALACJI

Zagrożenia występujące przy wykonywaniu prac wykończeniowych:

- upadek pracownika z wysokości (brak zabezpieczenia uprząży do pracy na wysokości, brak balustrad ochronnych przy podestach roboczych rusztowania; brak stosowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości przy wykonywaniu robót związanych z montażem lub demontażem rusztowania),
- uderzenie spadającym przedmiotem osoby postronnej korzystającej z ciągu pieszego usytuowanego przy budowanym obiekcie budowlanym (brak wygradzenia strefy niebezpiecznej).

Pracownicy zatrudnieni przy dostawie i montażu mikroinstalacji fotowoltaicznych są odpowiednio przeszkoleni w zakresie BHP (wstępne, okresowe, stanowiskowe) oraz otrzymali odpowiedni instruktaż na konkretnym stanowisku pracy.

W dziedzinie budownictwa elektrycznego budowa, a także eksploatacja linii kablowych i instalacji elektrycznych do 1 kV, a także nadziemnych charakteryzuje się występowaniem robót o zwiększonym zagrożeniu z punktu widzenia bezpieczeństwa i higieny pracy. Z tego względu ściśle przestrzeganie obowiązujących przepisów BHP stanowi szczególnie



odpowiedzialne zadanie dla personelu nadzoru i wszystkich pracowników zatrudnionych w tej dziedzinie.

Ogólne zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy budowie, a także eksploatacji linii należy przyjmować z ogólnobudowlanych przepisów BHP wg Rozporządzenia 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).

Ponadto obowiązują:

- PN-90/Z-08057 Sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości *lub równoważne*;
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie rodzajów prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej (Dz.U. 1996 nr 62 poz. 287).

Przy ręcznej lub mechanicznej obróbce elementów stalowych i kamiennych, pracownicy powinni używać środków ochrony indywidualnej, takich jak:

- gogle lub przyłbice ochronne,
- hełmy ochronne,
- uprząż i liny do pracy na wysokości,
- rękawice wzmocnione skórą,
- obuwie z wkładkami stalowymi chroniącymi palce stóp.

Stanowiska pracy powinny umożliwić swobodę ruchu, niezbędną do wykonywania pracy.

### **3.2 WYKAZ ISTNIEJĄCYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH**

Kategoria IX - budynki kultury, nauki i oświaty.

### **3.3 WYKAZANIE ELEMENTÓW ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI LUB TERENU, KTÓRE MOGĄ STWARZAĆ ZAGROŻENIE BEZPIECZEŃSTWA I ZDROWIA LUDZI**

Inwestycja nie stwarza zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi na działkach przyległych do terenu inwestycji.

### **3.4 WSKAZANIE DOTYCZĄCE PRZEWIDYWANYCH ZAGROŻEŃ WYSTĘPUJĄCYCH PODCZAS REALIZACJI ROBÓT BUDOWLANYCH, OKREŚLAJĄCE SKALĘ I RODZAJE ZAGROŻEŃ ORAZ MIEJSCE I CZAS ICH WYSTĄPIENIA**

Zagrożenie podczas prac na wysokości przy montażu paneli fotowoltaicznych i zasilających urządzeń elektrycznych.

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- stłuczeniem,

- skaleczeniem,
- porażeniem prądem elektrycznym,
- poparzeniem,
- upadkiem.

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

### **3.5 WSKAZANIE SPOSOBU PROWADZENIA INSTRUKTAŻU PRACOWNIKÓW PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO REALIZACJI ROBÓT SZCZEGÓLNIE NIEBEZPIECZNYCH**

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

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- posiadać aktualne badania lekarskie,
- posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- posiadać poświadczenie szkolenia okresowego BHP.

### **3.6 WSKAZANIE ŚRODKÓW TECHNICZNYCH I ORGANIZACYJNYCH ZAPOBIEGAJĄCYCH NIEBEZPIECZEŃSTWOM WYNIKAJĄCYM Z WYKONYWANIA ROBÓT BUDOWLANYCH W STREFACH SZCZEGÓLNEGO ZAGROŻENIA ZDROWIA LUB W ICH SĄSIEDZTWIE, W TYM ZAPEWNIAJĄCYCH BEZPIECZNĄ I SPRAWNĄ KOMUNIKACJĘ, UMOŻLIWIAJĄCĄ SZYBKĄ EWAKUACJĘ NA WYPADEK POŻARU, AWARII I INNYCH ZAGROŻEŃ.**

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2013 poz. 492). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsce pracy,
- wyłączenie urządzeń przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,

- zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadających aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich normach i dokumentacji producenta,
- sprawdzanie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem,
- sprawdzenie poprawności wykonania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia,
- zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- uziemienie wyłączanego obwodu.

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

- zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonania prac,
- środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcje: koordynującego, dopuszczającego, kierownika robót,
- planowane przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami polskich norm, obowiązujących przepisów, instrukcji eksploatacji oraz wytycznych Inwestora.

### **3.7 PRZEPISY ZWIĄZANE**

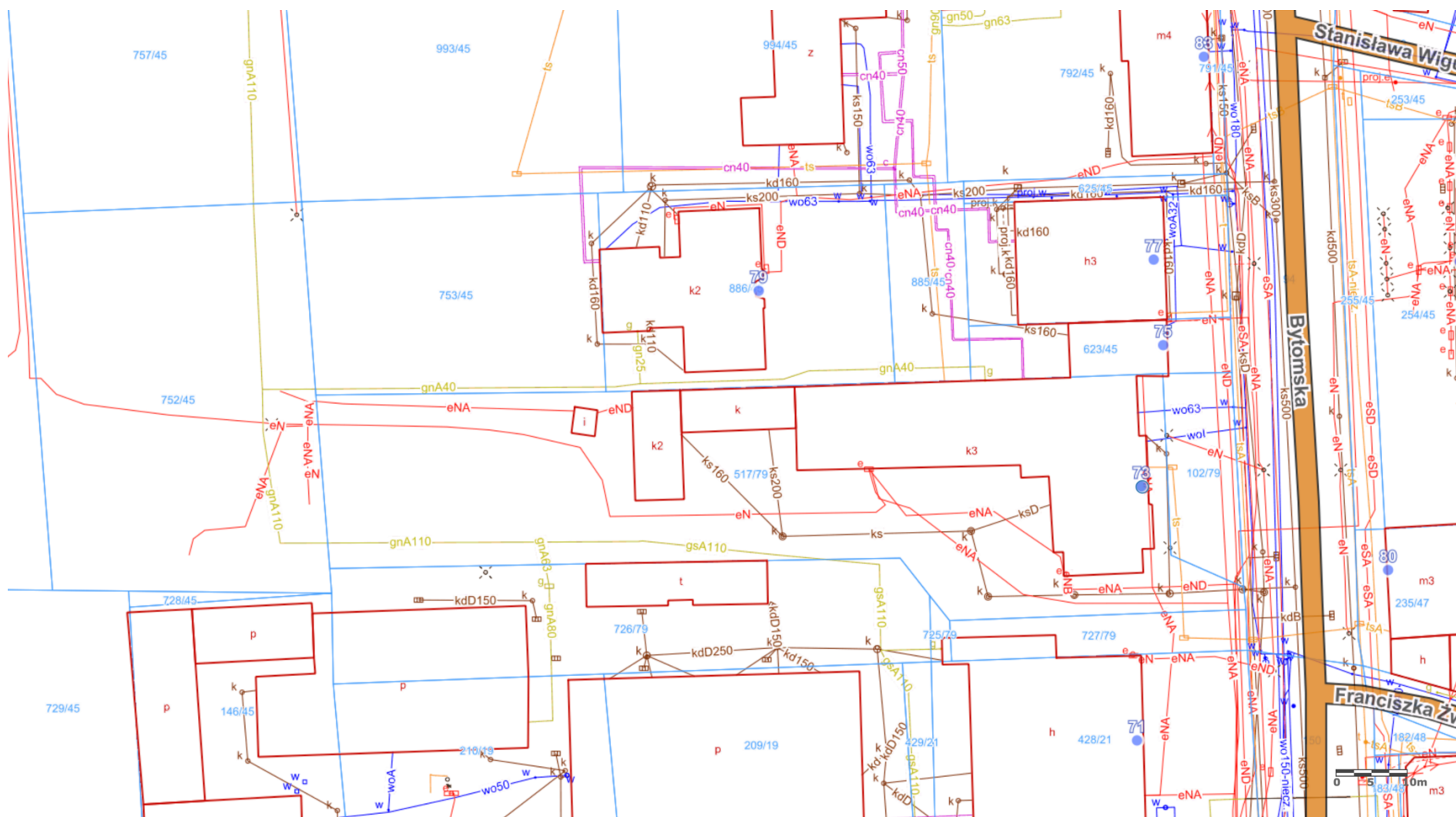
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2025 poz. 418);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz.U. 2024 poz. 266 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2013 poz. 492);
- 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).

### **3.8 PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT WYMAGANE JEST OPRACOWANIE PLANU BIOZ PRZEZ KIEROWNIKA ROBÓT**

### 3.9 PODSTAWA PRAWNA OPRACOWANIA

- Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (Dz.U. 2025 poz. 277);
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2025 poz. 418);
- Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (Dz.U. 2024 poz. 1194);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. 2003 nr 120 poz. 1126);
- Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 maja 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szkolenia w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2019 poz. 1099);
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie rodzajów prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej (Dz.U. 1996 nr 62 poz. 287);
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 19 grudnia 2007 r. w sprawie rzeczoznawców do spraw bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2007 nr 247 poz. 1835 ze zm.);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie profilaktycznych posiłków i napojów (Dz.U. 1996 nr 60 poz. 279 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2003 nr 479 poz. 1650 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych, budowlanych i drogowych (Dz.U. 2018 poz. 583 ze zm.);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz.U. 2012 poz. 1468);
- 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).

## Załącznik 1 Miejsce budowy instalacji fotowoltaicznej - mapa poglądowa





## Załącznik 4 Dokumentacja fotograficzna



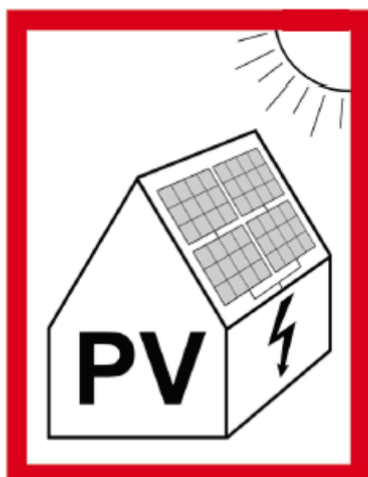






## Załącznik 5 Wzór oznaczeń instalacji fotowoltaicznej

### NAKLEJKA



### MIEJSCE UMIESZCZENIA

Naklejka ta powinna być umieszczona w punkcie przyłączenia instalacji PV, przy liczniku, w złączu kablowym, a jeżeli budynek posiada główny wyłącznik prądu - to także w tym miejscu

**GŁÓWNY WYŁĄCZNIK AC**

Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielni RAC pod wyłącznikiem nadprądowym

**GŁÓWNY  
WYŁĄCZNIK AC  
INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ**

Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielni RAC pod wyłącznikiem nadprądowym

**Rozdzielnica PV - AC**

Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielni RAC zaraz nad drzwiczkami

**Rozdzielnica PV - DC**

Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielni RDC zaraz nad drzwiczkami



**GŁÓWNY  
WYŁĄCZNIK DC  
INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ**

Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik



**UWAGA!**

**URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE  
POD NAPIĘCIEM!**

Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części



**UWAGA!**

**URZĄDZENIE MOŻE BYĆ  
POD NAPIĘCIEM NAWET  
PO ROZŁĄCZENIU!**

Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnic RDC



**PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ  
UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W CIĄGU DNIA**

Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku

**Rozdzielnica PV - AC**

Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RAC zaraz nad drzwiczkami

**Rozdzielnica PV - DC**

Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RDC zaraz nad drzwiczkami

## OŚWIADCZENIE WYKONAWCY

Reprezentując AMM Investments Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie przy ul. Domaniewskiej 17/19 lok. 133 oświadczam, iż dokumenty dostarczone w wersji papierowej i elektronicznej, stanowiące projekt instalacji fotowoltaicznej na budynku:

**Miejski Dom Kultury w Piekarach Śląskich – ul. Bytomska 73, 41-940 Piekary Śląskie;  
ID działki: 2247101\_1.1014.517/79, 247101\_1.1014.623/45**

Są ze sobą zgodne i nie różnią się między sobą.

Wykonawca:

---

(podpis)