

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

Projekt techniczny

Nazwa zadania : Budowa instalacji fotowoltaicznej dla budynku Nadleśnictwa
Wiśła: Karpacki Bank Genów 43-476 Jaworzynka 812

Moc zainstalowana : Instalacja fotowoltaiczna o mocy zainstalowanej 20,58kWp

Inwestor : Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe
Nadleśnictwo Wiśła ul. Czarne 3 43-460 Wiśła

Adres inwestycji : Karpacki Bank Genów 43-476 Jaworzynka 812

Autor opracowania : Tomasz Noga

RZECZOZNAWCA DO SPRAW ZABEZPIECZEŃ
PRZECIWPOŻAROWYCH
mgr inż. Marcin Szutkowski
Nr upr. 584/2013
Łajski, 31.05.2025
(miejscowość, data)
Zgodność projektu z wymaganiami
ochrony przeciwpożarowej stwierdzam
bez uwag z uwagami:


Spis treści

1. Podstawa opracowania	3
2. Przedmiot i zakres opracowania	3
3. Stan istniejący	5
3.1. Lokalizacja Inwestycji	6
3.2. Stan własności	7
3.3. Bilans energetyczny roczny zużycia energii do energii wyprodukowanej.	7
4. Opis rozwiązań	8
5. Panele fotowoltaiczne	10
6. Inwerter fotowoltaiczny.....	12
7. Optymalizatory	13
8. Konstrukcja montażowa	14
9. Przygotowanie podłoża pod montaż instalacji fotowoltaicznej	16
10. Prace ziemne	17
11. Układ pomiarowo-rozliczeniowy	18
12. Dobór połączeń DC, obliczenia dopasowania modułów do falowników	19
13. Rozdzielnica DC i połączenia	19
14. Rozdzielnica AC i połączenia	20
15. Rozdzielnica główna budynku i połączenia	21
16. Ochrona przepięciowa, przeciwporażeniowa i zabezpieczenia	21
17. Ochrona przeciwpożarowa	22
18. Przekazanie terenu do montażu	23
19. Organizacja prac wykonawczych, zaplecze techniczne oraz organizacja terenu montażu	23
20. Zabezpieczenie interesów osób trzecich.....	24
21. Ochrona środowiska	24
22. Odpady	25
23. Materiały budowlane	26
24. Sprzęt, maszyny i środki transportu.	27
25. Kontrola jakości prac	28
26. Odbiór prac.....	28
27. Dokumentacja powykonawcza.....	30
28. Gwarancja.....	32
29. Uwagi.....	33
30. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne	33
31. Część informacyjna.....	36

1. Podstawa opracowania

- Wytyczne technologiczne dla systemów fotowoltaicznych
- Zalecenia i wytyczne Inwestora
- Inwentaryzacja istniejącej sieci na obiekcie
- Uzgodnienia międzybranżowe, obowiązujące normy i przepisy
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn. Dz.U. z 2023 r. poz. 682 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jedn. Dz.U. z 2022 r. poz. 1225)
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (tekst jedn. Dz.U. z 2022 r. poz. 1679 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jedn. Dz.U. z 2024 r. poz. 54)
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (tekst jedn. Dz.U. z 2023 r. poz. 977 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (tekst jedn. Dz.U. z 2010 r. nr 185, poz. 1243 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (tekst jedn. Dz.U. z 2023 r. poz. 822)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz.U. z 2009 r. nr 124 poz. 1030)
- Eurokody PN EN 1990, PN EN 1991, PN EN 1992, PN EN 1993

2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt sieciowej instalacji fotowoltaicznej (PV) wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną: panelami fotowoltaicznymi, inwerterami, optymalizatorami, konstrukcją wsporczą, okablowaniem stało i zmiennoprądowym, zaprojektowanej na gruncie należącym do Karpackiego Banku Genów, 43-476 Jaworzynka 812, działka 5297, gmina Istebna, powiat cieszyński.

Przedmiotem projektu jest dostawa i montaż mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy min. 20,58kWp dla Karpackiego Banku Genów, 43-476 Jaworzynka 812.

Projekt techniczny stanowi dokument odniesienia do określenia planowanych kosztów realizacji robót budowlano-montażowych. Określa szczegółowe wytyczne techniczne i funkcjonalne niezbędne do realizacji inwestycji oraz służy jako podstawa do przygotowania ofert przez Wykonawców. Zakres oferty powinien obejmować kompleksową realizację przedmiotu zamówienia, w tym: przeprowadzenie wizji lokalnych oraz wymaganych uzgodnień

formalno-prawnych, dostawy urządzeń i materiałów, montaż, instalację i konfigurację systemów, wykonanie prób uruchomieniowych i pomiarów kontrolnych, a także uzyskanie wszystkich wymaganych decyzji administracyjnych, aż do przekazania kompletnego obiektu Inwestorowi do użytkowania.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- Opis stanu istniejącego
- Montaż paneli fotowoltaicznych
- Montaż optymalizatorów (dla każdego modułu)
- Montaż inwertera
- Posadowienie konstrukcji i elementów montażowych
- Montaż kabli solarnych
- Montaż linii kablowych nN
- Montaż zabezpieczeń po stronie DC/AC

Przedmiot zamówienia powinien zostać zrealizowany zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, normami branżowymi, aktualnym stanem wiedzy technicznej oraz z zachowaniem zasady należytej staranności inżynierskiej. Inwestycja musi spełniać wszystkie wymagania w zakresie bezpieczeństwa konstrukcji, ochrony przeciwpożarowej, bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP), ochrony zdrowia, środowiska oraz bezpiecznego użytkowania.

Instalacje oraz towarzyszące im obiekty muszą charakteryzować się trwałością, niezawodnością oraz być wykonane z materiałów i urządzeń fabrycznie nowych, pochodzących z bieżącej produkcji, posiadających aktualne certyfikaty i atesty dopuszczające je do obrotu i stosowania w budownictwie. Wymaga się, aby kluczowe urządzenia (np. inwerter, moduły, optymalizatory) nie były wyprodukowane wcześniej niż 12 miesięcy przed datą ich montażu u użytkownika.

Zastosowana technologia oraz jej poszczególne komponenty powinny być sprawdzone w praktyce eksploatacyjnej – Zamawiający nie dopuszcza stosowania materiałów i urządzeń będących w fazie prototypowej, próbnej lub wycofywanych z rynku.

Do obowiązków Wykonawcy należy w szczególności:

1. Realizacja prac wykonawczych we własnym zakresie i na własny koszt, przy wykorzystaniu właściwych środków technicznych oraz zgodnie z Ustawą Prawo budowlane i aktami wykonawczymi.
2. Użycie wyłącznie materiałów i urządzeń spełniających wymagania jakościowe i posiadających odpowiednie dopuszczenia do stosowania.
3. Terminowa realizacja dostaw urządzeń i materiałów oraz zapewnienie ich jednorodności.
4. Wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów, badań, prób i rozruchów wymaganych normami, warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych oraz innymi obowiązującymi przepisami.
5. Udział w odbiorach częściowych i końcowych.

6. Pokrycie kosztów odszkodowań za ewentualne szkody powstałe w trakcie realizacji robót budowlanych oraz przywrócenie nieruchomości do stanu pierwotnego.
7. Naprawa lub pokrycie kosztów napraw infrastruktury technicznej uszkodzonej w trakcie prac (drogi, chodniki, ogrodzenia, sieci, nasadzenia itp.).
8. Zapewnienie wymaganych przepisami nadzorów właścicielskich i specjalistycznych, jeśli okaże się to konieczne.
9. Zapewnienie inwentaryzacji geodezyjnej po wykonaniu prac montażowych.
10. Opracowanie dokumentacji powykonawczej oraz instrukcji eksploatacji dla użytkowników i przedstawicieli Inwestora.
11. Przekazanie oryginalnych kart gwarancyjnych na zainstalowane urządzenia i wyposażenie.
12. Przeprowadzenie szkoleń z zakresu obsługi i eksploatacji dla użytkowników końcowych oraz przedstawicieli Inwestora.
13. Realizacja wymaganych przepisami i zaleceniami producentów przeglądów gwarancyjnych i pogwarancyjnych w okresie trwałości instalacji.

3. Stan istniejący

Podstawowym celem przedsięwzięcia jest montaż na obszarze Karpackiego Banku Genów, 43-476 Jaworzynka 812 należącego do PGL LP Nadleśnictwo Wisła własnej instalacji fotowoltaicznej.

Realizacja przedsięwzięcia:

- zapewni zwiększenie udziału energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych poprzez rozwiązania w zakresie inwestycji umożliwiające zakup i montaż paneli fotowoltaicznych,
- zmniejszy koszty utrzymania obiektu dzięki możliwości wytwarzania prądu na własne potrzeby,
- przyczyni się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, a w efekcie przyczyni się do wdrożenia i promocji usług i produktów czystej energii.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna ma na celu pokrycie części potrzeb energetycznych obiektu. Projektowana inwestycja ma na celu budowę instalacji fotowoltaicznej o mocy min. 20,58kWp. Energia elektryczna wyprodukowana w instalacji fotowoltaicznej zostanie wykorzystana na potrzeby oświetlenia oraz funkcjonowania urządzeń elektrycznych. Przedmiotowa instalacja fotowoltaiczna zostanie wpięta w wewnętrzną sieć elektryczną obiektu/budynku za układem pomiarowo-rozliczeniowym (licznikiem). Punktem wpięcia do sieci 0,4kV będzie budowana rozdzielnica budynku niżej nazwana RPV-AC2, zlokalizowana obok rozdzielnicy licznikowej OSD (zestaw pomiarowo - rozdzielczy) – co obrazuje załącznik R2PV.

Obiekt jest zakwalifikowany jako budynek użyteczności publicznej. Lokalizacja generatora PV oraz falownika znajduje się poza budynkiem – instalacja gruntowa, w związku z czym nie występuje konieczność stosowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu.

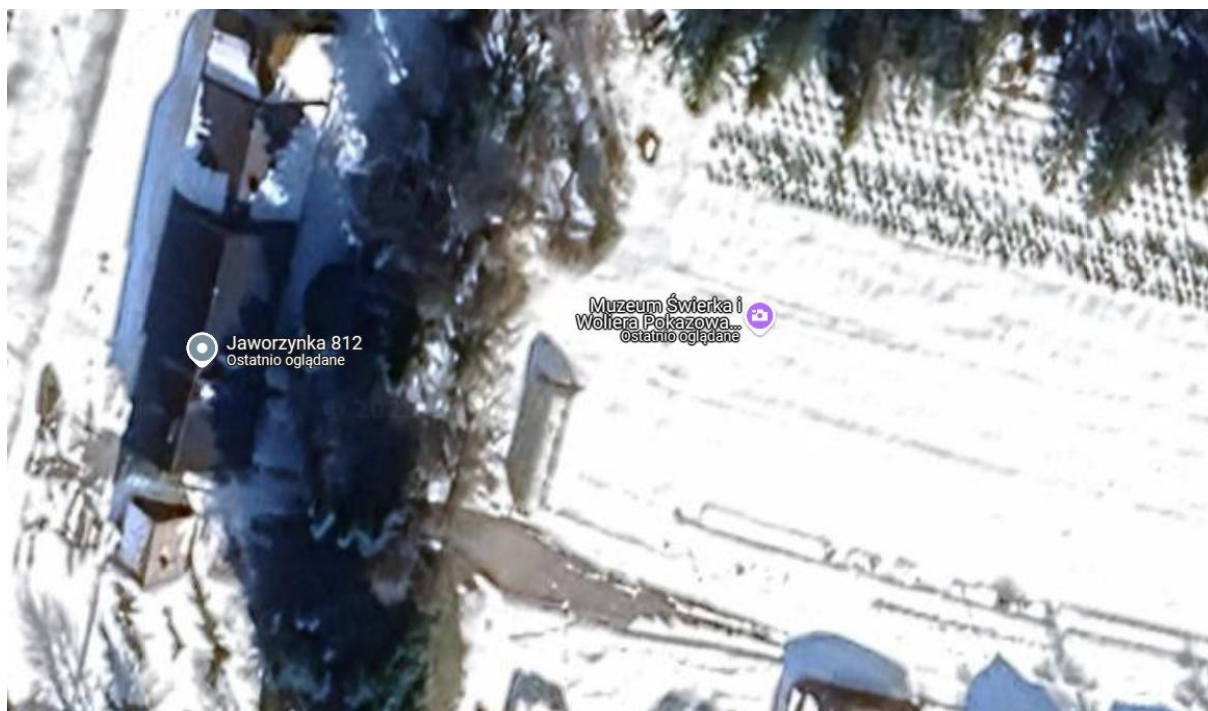
Budynek jest zasilany z istniejącej sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia. Projekt nie przewiduje ingerencji w istniejący układ zasilania ani w system opomiarowania obiektu.

3.1. Lokalizacja Inwestycji

Lokalizacja projektowanej mikroinstalacji fotowoltaicznej została określona na działce ewidencyjnej nr 5297, obręb **Jaworzynka**, jednostka ewidencyjna **Istebna (240309_2.0002)**, powiat **Cieszyński**, województwo **Śląskie**.

Zamawiający wskazuje, że obszar przeznaczony pod zabudowę instalacji stanowi **wydzielone pole montażowe**, w którym przewiduje się realizację naziemnej konstrukcji wsporczej w układzie **dwurzędowym** (dwa moduły ułożone w pionie w ramach jednej sekcji). Wymiary maksymalne pola instalacyjnego wynoszą **30,0 m (długość) × 4,0 m (szerokość)**. Oś dłuższego boku pola montażowego została zaprojektowana **równolegle do ogrodzenia działki**, zgodnie z orientacją określoną w dokumentacji graficznej (rys. nr 1).

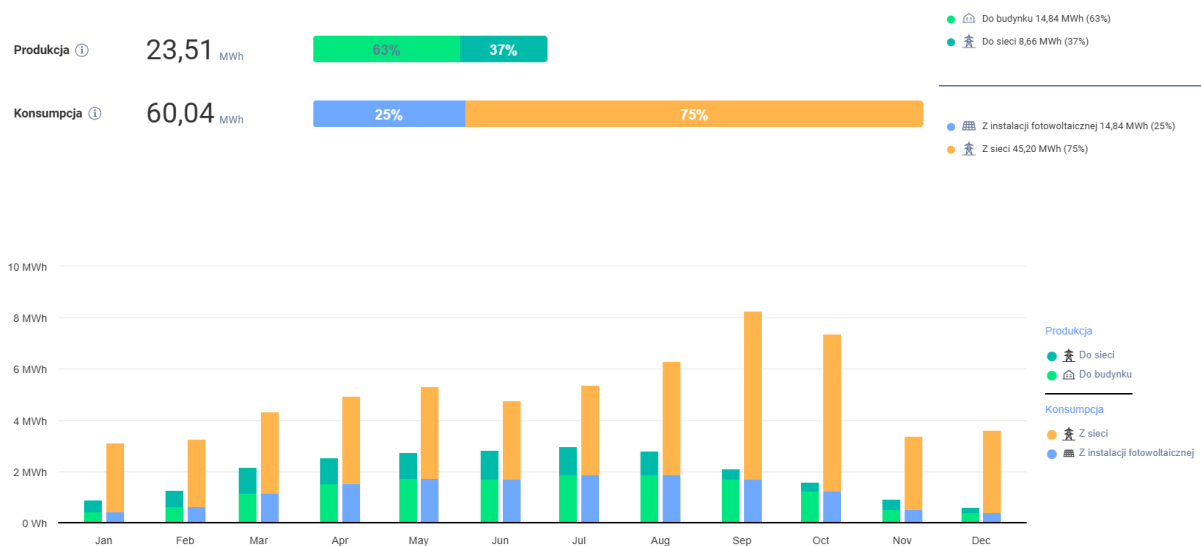
Z uwagi na istniejącą zieleń wysoką zlokalizowaną na sąsiedniej nieruchomości, przewidziano **odsunięcie pola montażowego od ogrodzenia o min. 4,0 m**, w celu ograniczenia wpływu potencjalnego zacienienia na powierzchnię czynnych modułów PV oraz zapewnienia efektywności energetycznej całej instalacji. Parametry geometryczne lokalizacji uwzględniono w modelu nasłonecznienia i przyjęto do obliczeń uzysków energii.



3.2. Stan własności

Zamawiający oświadcza, że posiada dokumenty potwierdzające, iż Inwestor dysponuje prawem do dysponowania wskazaną nieruchomością na cele realizacji inwestycji.

3.3. Bilans energetyczny roczny zużycia energii do energii wyprodukowanej.



Przedstawione w dokumentacji projektowej wartości uzysków energii elektrycznej mają charakter **szacunkowy** i zostały wyznaczone w oparciu o obliczenia przeprowadzone w środowisku specjalistycznego oprogramowania symulacyjnego, z wykorzystaniem

obowiązujących metod matematycznych i danych wejściowych dostępnych na etapie projektowania.

Wskazane wartości nie stanowią gwarancji uzysków rzeczywistych, a autor opracowania nie ponosi odpowiedzialności za ich ewentualne odchylenia w trakcie eksploatacji instalacji. Na rzeczywiste uzyski wpływa bowiem szereg czynników środowiskowych oraz eksploatacyjnych, w tym m.in. częściowe lub okresowe zacinienie modułów, zanieczyszczenie powierzchni paneli, odchylenia od parametrów znamionowych komponentów, starzenie się elementów systemu, warunki atmosferyczne odbiegające od wartości średnich czy też lokalne uwarunkowania terenowe.

W związku z powyższym uzyski energii wskazane w projekcie należy traktować jako orientacyjne i służące wyłącznie do celów analizy techniczno-ekonomicznej inwestycji na etapie projektowym.

4. Opis rozwiązań

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z zespołów paneli. Zastosowane moduły PV będą współpracowały z falownikiem (konwersja stałej energii elektrycznej na przemienną o odpowiednich parametrach).

Metodyka łączenia modułów fotowoltaicznych w łańcuchy stringowe w systemie opartym na optymalizatorach mocy zakłada zastosowanie architektury szeregowego połączenia modułów PV poprzez przypisane indywidualnie optymalizatory, które stanowią interfejs pomiędzy modułem a falownikiem. Każdy moduł PV jest sprzęgnięty z dedykowanym optymalizatorem, co umożliwia niezależne śledzenie punktu mocy maksymalnej (MPPT) na poziomie pojedynczego modułu oraz zapewnia separację parametrów pracy w obrębie jednego stringu. Łączenie optymalizatorów odbywa się w konfiguracji szeregowej, przy zachowaniu wymaganej przez producenta minimalnej i maksymalnej liczby jednostek przypadających na jeden obwód DC. Wykonawca zobowiązany jest do weryfikacji zgodności projektowanego układu z dopuszczalnymi wartościami napięcia jałowego i prądu zwarciovego, a także z ograniczeniami dotyczącymi długości i przekroju przewodów stringowych oraz warunkami środowiskowymi (temperatura, nasłonecznienie, wentylacja).

Połączenia elektryczne należy wykonać zgodnie z biegunowością oraz kierunkiem przepływu energii, zapewniając ciągłość galwaniczną i szczelność połączeń zgodnie z normami PN-EN oraz wytycznymi producenta komponentów. W obrębie jednego łańcucha należy zapewnić homogeniczność typu zastosowanych optymalizatorów oraz kompatybilność parametrów modułów PV z zakresem pracy optymalizatorów.

Zintegrowany system bezpieczeństwa wymusza redukcję napięcia wyjściowego optymalizatorów do poziomu bezpiecznego w przypadku odłączenia falownika, braku zasilania AC lub wystąpienia stanu awaryjnego. Układ zapewnia możliwość zdalnego monitorowania oraz diagnostyki każdego punktu pracy w obrębie instalacji, co należy uwzględnić w specyfikacji systemu zarządzania instalacją PV.

Łączna moc zainstalowanych paneli wynosić będzie min. 20,58kWp. Energia produkowana przez instalację będzie dostarczana do sieci energetycznej budynku. Wyprodukowana przez instalację energia będzie w całości zużywana na potrzeby własne, w przypadku nadwyżek, będą one rozliczane w sieci OSD według warunków ustalonych w umowie pomiędzy sprzedawcą energii elektrycznej, a inwestorem nie będącą przedmiotem niniejszego opracowania. Moc umowna obiektu 60kW, w taryfie C21.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna została zaprojektowana jako system prosumencki, której celem jest konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną oraz jej wykorzystanie na potrzeby wewnętrzne obiektu.

System składa się z następujących podstawowych elementów:

- zespołu modułów fotowoltaicznych w liczbie 42 sztuk, rozmieszczonych w polu montażowym zgodnie z dokumentacją projektową,
- falownika trójfazowego sieciowego o mocy 20kW umożliwiającego współpracę z optymalizatorami,
- optymalizatorów – dla każdego moduły,
- dedykowanych rozdzielnic prądu stałego (DC) i prądu przemiennego (AC),
- konstrukcji wsporczej pod moduły PV przystosowanej do warunków lokalnych, spełniającej wymagania dotyczące obciążeń śniegiem i wiatrem,
- kompletu okablowania DC oraz AC, dobrane zgodnie z wymaganiami normatywnymi i aktualnymi przepisami,
- układu uziemiającego instalację,

- kompletu elementów montażowych i eksploatacyjnych niezbędnych do prawidłowego działania systemu.

W zakresie ochrony przepięciowej i przeciążeniowej, projekt przewiduje:

Po stronie DC:

- ograniczniki przepięć typu I+II, dedykowane dla systemów PV zgodnie z normą PN-EN 61643-31,
- wyłączniki nadprądowe zabezpieczające wejścia falowników.

Po stronie AC (dla każdego z falowników):

- dla falownika sieciowego 20 kW: wyłącznik nadmiarowoprądowy typu B32 A,
- rozłącznik izolacyjny główny 100 A, umożliwiający fizyczne odłączenie układu od sieci wewnętrznej,
- ogranicznik przepięć typu I+II, 4-polowy, dla zabezpieczenia przed przepięciami indukowanymi i bezpośrednimi.

Łączna moc zainstalowana systemu wytwórczego wynosi **20,58 kWp**, co kwalifikuje instalację jako mikroinstalację zgodnie z obowiązującymi przepisami ustawy – Prawo energetyczne.

5. Panele fotowoltaiczne

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się zastosowanie 42 modułów fotowoltaicznych o mocy jednostkowej nie mniejszej niż 490 Wp. Każdy moduł zostanie wyposażony w indywidualny optymalizator mocy, umożliwiający niezależne śledzenie punktu mocy maksymalnej (MPPT) oraz monitorowanie parametrów pracy na poziomie pojedynczego modułu.

Moduły, za pośrednictwem zintegrowanych optymalizatorów, zostaną połączone szeregowo w łańcuchy (stringi), zgodnie z wymaganiami projektowymi oraz specyfikacją techniczną producenta urządzeń systemowych. Energia elektryczna w postaci prądu stałego zostanie przesyłana do falownika za pomocą przewodów solarnych o przekroju 6 mm², przystosowanych do warunków zewnętrznych, odpornych na promieniowanie UV oraz działanie czynników atmosferycznych. Zakończenia przewodów należy wykonać przy użyciu złącz typu MC4 lub równoważnych, zapewniających szczelność i trwałość połączeń.

Pętla powrotna poprowadzona będzie równolegle do przewodów zasilających, z zachowaniem zasad poprawnego układania przewodów DC oraz zgodnie z zaleceniami producenta zastosowanych komponentów fotowoltaicznych.

Tabela 1: Parametry modułu fotowoltaicznego

Parametr	Wartość
Typ modułu	Monokrystaliczny
Moc modułu STC (min.)	490Wp
Sprawność modułu (min.)	22,5 %
Tolerancja mocy	0 ~ +3%
Temperaturowy współczynnik mocy	-0,290 %/°C
Szyba frontowa	3,2mm, hartowana
Maksymalne obciążenie statyczne przód (nie niższe)	5400 Pa
Maksymalne obciążenie statyczne tył (nie niższe)	2400 Pa
Gwarancja mocy po 25 latach (minimum)	88,9%
Gwarancja produktowa (minimum)	15 lat
Puszka przyłączeniowa (klasa zabezpieczenia)	min. IP68
Przewody odprowadzające wygenerowany prąd	Min. 2x4mm ² , biegun dodatni i ujemny, zakończone złączami MC4
Rama	stop aluminiowy
Odporność na gradobicie	Wielkość kuli o średnicy min. 25 mm z prędkością min. 23 m/s potwierdzone przez niezależny od producenta laboratorium badawcze (zgodnie z wytycznymi IEC61215)

- a) Powyższe parametry podane są dla standardowych warunków testowania STC, tj. dla nasłonecznienia równego 1000 W/m², temperatury modułu 25°C oraz współczynnika masy powietrza AM wynoszącym 1,5.
- b) Warunki NMOT (Nominal Operating Module Temperature): naświetlenie 800W/m², temperatura otoczenia 20°C, prędkość wiatru 1m/s.

Dopuszcza się zastosowanie modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o większej mocy nominalnej niż 490 Wp z zastrzeżeniem, że parametry proponowanych modułów PV nie mogą być gorsze, niż parametry modułów określonych w niniejszym projekcie.

Łączna moc nominalna modułów PV instalacji fotowoltaicznej nie może być mniejsza, niż moc nominalna ujęta w projekcie oraz roczny uzysk energetyczny instalacji fotowoltaicznej nie może

być mniejszy, niż 5% symulowanego uzysku rocznego ujętego w załączniku do projektu technicznego.

6. Inwerter fotowoltaiczny

Falownik trójfazowy beztransformatorowy o mocy znamionowej 20 kW zostanie zainstalowany pod konstrukcją wsporczą instalacji fotowoltaicznej. Urządzenie jest przeznaczone do współpracy z optymalizatorami mocy i spełnia obowiązujące normy w zakresie bezpieczeństwa sieciowego, kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) oraz jakości energii. Dobór falownika został dokonany w celu zapewnienia wysokiej sprawności systemu oraz niezawodnej współpracy z siecią elektroenergetyczną. Ze względu na zastosowanie optymalizatorów mocy, urządzenie nie wymaga klasycznego projektowania stringów z uwzględnieniem napięć obwodów otwartych i punktów MPPT – funkcje te są realizowane przez optymalizatory przypisane do poszczególnych modułów. Falownik pracuje w zakresie napięć stałych określonych przez producenta i dostosowuje się dynamicznie do warunków pracy instalacji.

Urządzenie posiada funkcję pomiaru energii elektrycznej generowanej przez instalację oraz zintegrowany system monitoringu umożliwiający wizualizację parametrów pracy za pośrednictwem aplikacji mobilnej lub interfejsu internetowego. System udostępnia dane dotyczące m.in.:

- bieżącej produkcji energii,
- parametrów pracy poszczególnych modułów lub łańcuchów (w zależności od konfiguracji monitoringu),
- archiwalnych uzysków energii – z podziałem na dni, miesiące, lata oraz łączną produkcję od początku eksploatacji.

Dodatkowo system monitoringu umożliwia zdalną diagnostykę działania instalacji, co wspomaga nadzór techniczny oraz szybkie wykrywanie potencjalnych usterek.

Falownik musi być wyposażony w moduł komunikacyjny GSM lub LTE umożliwiający transmisję danych do systemu monitoringu. W przypadku, gdy falownik posiada wbudowany wewnętrzny moduł GSM/LTE, inwestor zapewni kartę SIM umożliwiającą transmisję danych. W przypadku braku takiego modułu wewnątrz urządzenia, wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia kompatybilnego zewnętrznego modułu GSM/LTE, do którego zostanie podłączony falownik. Inwestor w takim przypadku również zapewnia kartę SIM z aktywną transmisją danych.

Dane falownika:

Tabela 2: Parametry falownika

Parametr	Wartość
moc znamionowa AC	20kW
napięcie wyjściowe	3~NPE 420/230V
typ	beztransformatorowy
sprawność maksymalna min.	98,3%
stopień ochrony	IP65
Częstotliwość wyjściowa AC	50 / 60 Hz (automatyczna detekcja)
Pobór energii w nocy	<3,5W
Współczynnik zawartości harmonicznych THD	< 3 %
Zakres współczynnika mocy (cos ϕ)	regulowany: 0,8 ind. – 0,8 poj.
Napięcie rozpoczęcia pracy (U _{dc} start)	zależne od konfiguracji z optymalizatorami
Zabezpieczenia	przeciwzwarceniowe, przepięciowe, przeciążeniowe, RCMU
Pomiar energii	Wbudowany, z możliwością zewnętrznego licznika
Komunikacja	RS485, Ethernet, Wi-Fi, GSM/LTE
Typ złączy DC	MC4 lub równoważne

Po zainstalowaniu falownika należy go uziemić za pomocą przewodu 16 mm².

7. Optymalizatory

W ramach projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się zastosowanie systemu optymalizatorów mocy, w którym każdy moduł PV będzie wyposażony w indywidualny układ optymalizujący pracę modułu. Tego typu architektura pozwala na niezależne śledzenie punktu mocy maksymalnej (MPPT) dla każdego modułu z osobna, eliminując wpływ zacienienia, różnic w orientacji, zabrudzenia lub degradacji pojedynczych modułów na całą instalację. System musi być w pełni kompatybilny z falownikiem przystosowanym do pracy wyłącznie z optymalizatorami mocy, w którym funkcje MPPT są przeniesione z falownika na poziom modułu.

Zastosowany system musi umożliwiać zdalny monitoring pracy każdego modułu, w tym odczyt parametrów takich jak napięcie, prąd, moc chwilowa oraz generowane alarmy, a także pełną wizualizację uzysków energetycznych. Funkcjonalność monitorowania musi być dostępna z poziomu przeglądarki internetowej lub aplikacji mobilnej. Wymaga się, aby układ optymalizatorów posiadał funkcję automatycznej redukcji napięcia wyjściowego w sytuacjach

awaryjnych, przy zaniku napięcia sieciowego lub wyłączeniu falownika, zgodnie z obowiązującymi normami bezpieczeństwa. Funkcja ta powinna zapewniać obniżenie napięcia do bezpiecznego poziomu w celu ochrony osób obsługujących i serwisujących instalację.

Połączenia modułów fotowoltaicznych przez optymalizatory będą realizowane w układzie szeregowym, z zachowaniem ograniczeń projektowych wynikających ze specyfikacji technicznej falownika, w tym dotyczących minimalnej i maksymalnej liczby optymalizatorów w stringu, dopuszczalnych napięć jałowych oraz maksymalnych prądów wejściowych. Przy projektowaniu długości łańcuchów należy uwzględnić lokalne warunki klimatyczne, zwłaszcza najniższe temperatury, które mają wpływ na wzrost napięcia obwodu otwartego. Wszystkie połączenia muszą być wykonane zgodnie ze standardami branżowymi oraz wytycznymi producenta, z wykorzystaniem certyfikowanych złącz DC, takich jak MC4 lub równoważnych.

Optymalizatory należy montować bezpośrednio pod modułem fotowoltaicznym lub na jego konstrukcji wsporczej, z zachowaniem wymaganych odstępów dla wentylacji i chłodzenia. Przewody prowadzące z optymalizatorów do falownika należy układać zgodnie z obowiązującymi normami dotyczącymi instalacji elektrycznych niskiego napięcia, zapewniając ich ochronę przed promieniowaniem UV, uszkodzeniami mechanicznymi i oddziaływaniem środowiska zewnętrznego.

W ramach uruchomienia systemu wykonawca przeprowadzi pełną konfigurację urządzeń, przypisanie optymalizatorów do konkretnych lokalizacji oraz rejestrację instalacji na platformie monitoringu. Zamawiający otrzyma dostęp do systemu w postaci indywidualnego loginu i hasła oraz zostanie przeszkolony z obsługi monitoringu.

W dokumentacji powykonawczej należy ująć pełne zestawienie wszystkich zastosowanych optymalizatorów z przypisaniem ich do konkretnych modułów, w tym numery seryjne, producenta, lokalizację, schematy połączeń, protokół uruchomienia systemu oraz potwierdzenie aktywacji platformy monitorującej. Wszystkie elementy systemu muszą być fabrycznie nowe, posiadać deklaracje zgodności CE oraz spełniać wymagania techniczne i jakościowe wynikające z obowiązujących przepisów i norm.

8. Konstrukcja montażowa

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się zastosowanie dedykowanego systemu montażowego przystosowanego do instalacji modułów PV w układzie naziemnym.

Konstrukcja wsporcza zostanie wykonana z materiałów nieulegających korozji, takich jak stal nierdzewna, aluminium, bądź stal zabezpieczona antykorozyjnie (np. cynkowanie ogniowe), zgodnie z obowiązującymi normami technicznymi i budowlanymi.

Mocowanie modułów do profili nośnych konstrukcji zostanie zrealizowane za pomocą certyfikowanych klem, zapewniających trwałość połączenia, odporność na drgania oraz warunki atmosferyczne. Kąt nachylenia modułów wynosi 30°, co odpowiada optymalnej geometrii dla lokalizacji inwestycji.

System montażowy musi być konstrukcją dedykowaną do zastosowań fotowoltaicznych, posiadającą stosowne certyfikaty jakości i zgodności (np. TÜV, EN 1090). Konstrukcja zostanie trwale posadowiona na betonowych fundamentach punktowych lub liniowych, zagłębionych poniżej lokalnej strefy przemarzania, odpowiednio do warunków gruntowo-wodnych. **Nie dopuszcza się stosowania konstrukcji wbijanych bez fundamentowania.**

Konstrukcja będzie stanowić jedno pole fotowoltaiczne w układzie dwurzędowym (dwa poziome rzędy modułów w jednej ramie), co pozwala na efektywne wykorzystanie dostępnej powierzchni oraz uproszczenie instalacji mechanicznej i elektrycznej. Minimalna wysokość dolnej krawędzi ramy modułów nad poziomem terenu wyniesie 80 cm, co zapewnia właściwą wentylację tylnej powierzchni modułów, ułatwia prace eksploatacyjne oraz minimalizuje ryzyko uszkodzeń mechanicznych i zalegania śniegu.

Konstrukcja zostanie zaprojektowana i wykonana z uwzględnieniem lokalnych warunków klimatycznych – strefy obciążenia śniegiem i wiatrem zgodnie z normami PN-EN 1991-1-3 i PN-EN 1991-1-4 (Eurokod 1) dla lokalizacji: Karpacki Bank Genów, 43-476 Jaworzynka 812. Dodatkowo przewiduje się wykonanie skutecznego uziemienia konstrukcji, zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi ochrony przeciwporażeniowej i odgromowej.

Normy dla konstrukcji montażowych pod moduły fotowoltaiczne

Konstrukcje wsporcze przeznaczone do montażu modułów fotowoltaicznych powinny być projektowane, wykonane i posadowione zgodnie z aktualnymi normami krajowymi i europejskimi. Konstrukcja musi spełniać wymagania w zakresie nośności, stateczności, trwałości, bezpieczeństwa użytkowania oraz odporności na oddziaływania środowiskowe. W szczególności należy uwzględnić poniższe akty normatywne:

- **PN-EN 1993-1-1:** *Eurokod 3 – Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków* – dla konstrukcji wykonanych ze stali;
- **PN-EN 1991-1-3:** *Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Obciążenie śniegiem* – określenie wymaganego obciążenia śniegiem dla danej lokalizacji (strefa śniegowa);
- **PN-EN 1991-1-4:** *Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania wiatru* – uwzględnienie parcia i ssania wiatru odpowiednio do lokalnych warunków klimatycznych i topograficznych (strefa wiatrowa, ekspozycja, wysokość montażu);
- **PN-EN 1991-1-1:** *Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach* – dla uwzględnienia ciężaru własnego elementów i obciążeń trwałych;
- **PN-EN 1995-1-1:** *Eurokod 5 – Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków* – w przypadku konstrukcji wykonanych z drewna klejonego, litego lub inżynierskiego.

Dodatkowo, konstrukcja montażowa powinna posiadać odpowiednie aprobaty techniczne, deklaracje zgodności lub certyfikaty (np. EN 1090, CE), potwierdzające spełnienie wymagań w zakresie wytrzymałości i odporności korozyjnej. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe powinny być wykonane przez osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia budowlane i stanowić integralną część dokumentacji projektowej

9. Przygotowanie podłoża pod montaż instalacji fotowoltaicznej

Obszar przewidziany pod posadowienie konstrukcji wsporczych instalacji fotowoltaicznej wymaga uprzedniego przygotowania zgodnie z wymaganiami budowlano-inżynierskimi. Aktualnie teren użytkowany jest jako szkółka drzew iglastych o wysokości do 1,5 m i wymaga usunięcia istniejącej roślinności oraz odpowiedniego zagospodarowania powierzchni gruntu.

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia mechanicznego oczyszczenia terenu w postaci mulczowania oraz frezowania powierzchni biologicznie czynnej w obrębie wyznaczonego pola montażowego, z uwzględnieniem dodatkowej strefy roboczej wynoszącej co najmniej 1,0 m od obrysu instalacji po jej zewnętrznym obwodzie. Łączna szacowana powierzchnia przygotowania gruntu wynosi maksymalnie 300 m².

Po zakończeniu prac związanych z przygotowaniem podłoża, powierzchnia robocza powinna zostać pokryta geowłókniną techniczną w postaci agrotkaniny o gramaturze nie mniejszej niż 110 g/m², odpornej na promieniowanie UV i przeznaczonej do długoterminowej eksploatacji w warunkach zewnętrznych. Zadaniem warstwy ochronnej jest ograniczenie rozwoju niepożądanego roślinności oraz stabilizacja warstwy powierzchniowej gruntu.

Montaż agrotkaniny należy wykonać w sposób trwały i odporny na działanie czynników atmosferycznych. Krawędzie materiału należy zakotwić mechanicznie przy użyciu kołków gruntowych lub kotew stalowych w rozstawie zapewniającym odporność na podnoszenie i przemieszczanie pod wpływem parcia wiatru. Sposób mocowania powinien być zgodny z wytycznymi producenta materiału lub dokumentacją techniczno-ruchową (DTR) i dostosowany do warunków gruntowo-klimatycznych panujących na terenie inwestycji.

Całość prac należy wykonać zgodnie z zasadami sztuki budowlanej oraz obowiązującymi przepisami i normami w zakresie robót ziemnych i przygotowawczych.

10. Prace ziemne

Realizacja przedmiotu zamówienia wymaga wykonania robót ziemnych w dwóch zakresach:

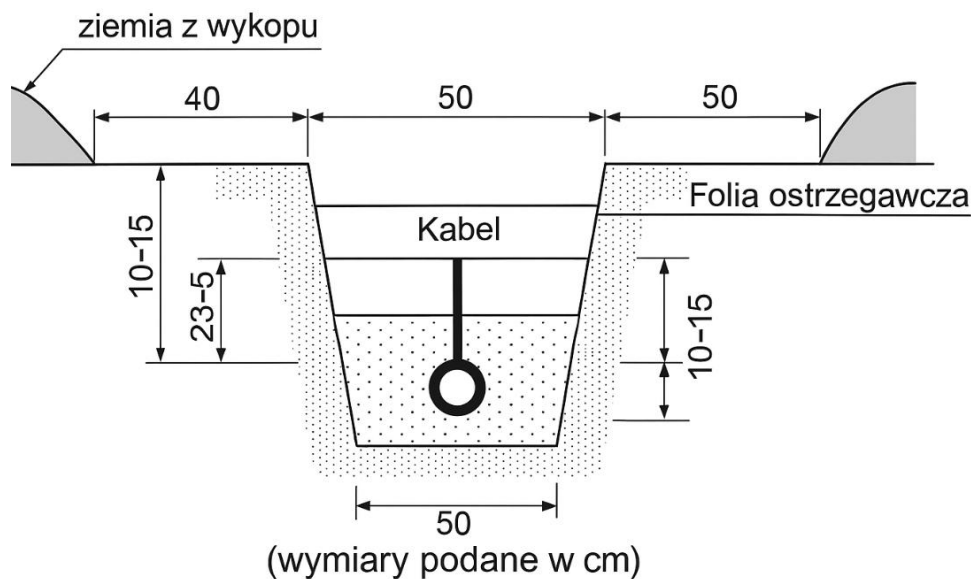
- posadowienia fundamentów konstrukcji wsporczych instalacji fotowoltaicznej,
- wykonania przyłącza elektroenergetycznego w postaci linii kablowej ziemnej o długości 67 m.

Zgodnie z dokumentacją (rysunek nr 2), w rejonie planowanego przebiegu linii kablowej stwierdzono kolizję z istniejącym uzbrojeniem terenu. W miejscach przecięć projektowanej trasy z istniejącymi mediami należy bezwzględnie zachować szczególną ostrożność. Prace w tych strefach należy prowadzić ręcznie (mechanicznie jedynie po dokładnej lokalizacji i zabezpieczeniu infrastruktury) oraz zastosować odpowiednie środki ochrony istniejących instalacji – m.in. przez zastosowanie osłon w postaci rur ochronnych typu AROT, DVK lub równoważnych, dostosowanych do typu skrzyżowanych mediów.

Trasa linii kablowej niskiego napięcia powinna być wykonana w wykopie o minimalnej głębokości 70 cm, zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci elektroenergetyczne oraz z normą PN-HD 60364-5-52. W przypadku przejść przez drogi wewnętrzne, ciągi komunikacyjne lub inne

strefy o podwyższonym ryzyku mechanicznym, należy pogłębić wykop zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz uwzględnić dodatkowe zabezpieczenia.

Kabel elektroenergetyczny należy ułożyć na podsypce piaskowej grubości min. 10cm, a po ułożeniu przewodu zasypać go warstwą piasku o grubości min. 10cm powyżej przewodu. Bezpośrednio nad warstwą zasyпки należy rozłożyć folię ostrzegawczą w kolorze niebieskim z oznaczeniem „UWAGA KABEL ELEKTRYCZNY”, na całej długości trasy kabla. Następnie należy uzupełnić wykop gruntem rodzimym, zagęszczając warstwowo.



Wykonawca zobowiązany jest do zwrócenia szczególnej uwagi na możliwość występowania niezainwentaryzowanego uzbrojenia terenu. Wszelkie niezamierzone uszkodzenia istniejącej infrastruktury podziemnej muszą zostać niezwłocznie usunięte na koszt i ryzyko Wykonawcy, w porozumieniu z właścicielem uszkodzonej instalacji.

Całość prac ziemnych należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa budowlanego, normami branżowymi, zasadami bezpieczeństwa pracy oraz wytycznymi zawartymi w dokumentacji projektowej.

11. Układ pomiarowo-rozliczeniowy

Instalacja fotowoltaiczna będzie pracowała w systemie on-grid produkując energię elektryczną na potrzeby własne obiektu, a nadwyżka produkcji będzie oddawana do sieci, poprzez zastosowanie licznika dwukierunkowego na potrzeby rozliczenia z OSD. Dodatkowo inwerter posiada licznik wyprodukowanej energii. Zdalny monitoring inwertera umożliwia zbiorczy podgląd parametrów pracy instalacji.

12. Dobór połączeń DC, obliczenia dopasowania modułów do falowników

Panele należy połączyć szeregowo, do połączeń łańcuchowych tworzonych za pomocą skrzynek połączeniowych należy używać szybko złączek MC4 umieszczonych na spodzie układu mechanicznego.

Sprawdzono wartość napięć w granicznych warunkach temp. dla -25°C oraz 70°C, spadki napięć na poszczególnych stringach celem zredukowania ich wartości poniżej 1%, oraz sprawdzono obciążalność długotrwałą przewodów.

Obliczenia zmiany napięcia względem temp:

$$\Delta U_{temp} = U_{STC} + (\beta \times U_{STC} \times \Delta T)$$

Gdzie:

ΔU_{temp}	: napięcie obwodu w zadanej temp. [V]
U_{STC}	: napięcie obwodu w warunkach STC [V]
β	: współczynnik temperaturowy napięcia [%/°C]
ΔT	: różnica temperatur [°C]

Obliczenie spadków napięć:

$$\Delta U[\%] = \frac{l \times I}{S \times \gamma \times U}$$

Gdzie:

l	: całkowita długość przewodu DC [m]
I	: prąd w przewodzie DC (stringu) [A]
S	: przekrój przewodu AC [mm ²]
γ	: konduktywność przewodu (dla miedzi $\gamma=56$)[m/Ωmm ²]
U	: napięcie międzyprzewodowe [V]

Sprawdzenie obciążalności długotrwałej dokonano porównując prąd maksymalny modułów i obciążalność długotrwałą zastosowanych przewodów DC z karty katalogowej.

13. Rozdzielnica DC i połączenia

Projektuje się podłączenie modułów do falownika w konfiguracji przedstawionej zgodnie dobozem przeprowadzonym na schemacie (Załącznik 2). Panele należy połączyć szeregowo, do połączeń łańcuchowych należy używać szybko złączek (wielostykowych lub kompatybilnych z MC4 tego samego producenta).

Przewody solarne paneli prowadzić wzdłuż konstrukcji montażowej, a w miejscach, w których nie jest to możliwe w rurze karbowanej odpornej na promieniowanie UV, niepalnej,

nierozprzestrzeniającej płomienia lub stalowych korytach perforowanych. Przejście okablowania z zewnątrz do wewnątrz budynku wykonać w sposób zapewniający szczelność. Używać przewodów solarnych dedykowanych do instalacji PV (H1Z2Z2-K przekrój min. 6mm²) odpornych na UV oraz z wysoką odporność na warunki atmosferyczne.

W bezpośrednim sąsiedztwie falownika zamontować rozdzielnicę DC w stopniu ochrony IP65 (RPV-DC).

14. Rozdzielnica AC i połączenia

W sąsiedztwie inwertera zamontować rozdzielnicę AC (RPV-AC1). Rozdzielnicę wyposażać w wyłącznik nadprądowy, ogranicznik przepięć. Przewód dla inwertera o przekroju min. 5x1x35mm² (Cu). Z rozdzielnicy RPV-AC znajdującej się wewnątrz budynku, w którym zabudowany jest agregat prądotwórczy, prowadzić do punktu wpięcia instalacji w sieć obiektu w rurach osłonowych (przewód prowadzony w gruncie) – połączenie wykonać przewodem YKY 5x35 żo 0,6/1kV– norma: ICE 60502-1 PN-HD 603 S1 ; PN-93/E-90401, powłoka: polwinit - DMV-5, odporny na UV, czarny. Promień gięcia przewodów wykonać zgodnie z zalecaniami producenta. Przewody prowadzić zgodnie ze sztuką. Sposób połączenia inwertera z system elektroenergetycznym Inwestora pokazuje rysunek R1PV. Obliczenia dotyczące doboru przewodów AC zawarte są w załączniku: Tabela doboru przewodów AC/DC.pdf

Wymagane zabezpieczenia:

- **ochronnik przepięciowy** TYP 1+2, napięcie znamionowe: UC ≥ 275 V AC (L/N), zgodny z normą PN-EN 61643-11, prąd udarowy: min. I_{max} ≥ 40 kA / tor (typ 2) lub I_{imp} ≥ 12,5 kA (typ 1),
- **zabezpieczenie nadprądowe**: wyłącznik 3P C100 A lub wkładka bezpiecznikowa gG 100A.

Porównano obciążalność długotrwałą przewodów AC z graniczną wartością generowanego prądu przez inwerter, oraz skorygowano o metodę ułożenia przewodów.

Sprawdzono spadek napięcia na przewodach AC celem zredukowania go poniżej 1%:

$$\Delta U[\%] = \frac{\cos \varphi \times l \times P}{S \times \gamma \times U^2} \times 100\%$$

Gdzie:

- l : całkowita długość przewodu AC [m]
- P : moc czynna (stringu) [W]
- $\cos \varphi$: współczynnik mocy (przyjęto, że $\cos \varphi = 1$)
- S : przekrój przewodu AC [mm²]
- γ : konduktywność przewodu (dla miedzi $\gamma=56$, dla aluminium $\gamma=33$) [m/Ωmm²]
- U : napięcie międzyprzewodowe [V]

15. Rozdzielnica główna budynku i połączenia

Rozdzielnica licznikowa budynku jest to miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej do sieci budynku.

16. Ochrona przepięciowa, przeciwporażeniowa i zabezpieczenia

W przypadku ochrony przeciwprzepięciowej po stronie DC zastosowano ograniczniki przepięć typu 1+2 w rozdzielniczy RPC-DC, przy określaniu napięcia U_c (max napięcie trwałej pracy) brane jest pod uwagę napięcie szeregowo połączonych modułów PV w typowych warunkach testowych, gęstość strumienia świetlnego 1000 W/m^2 , rozkład widmowy $AM=1,5$, temperatura modułu 25°C .

$$U_{CPV} = 1,15 \times U_{OC} \times n$$

Gdzie:

U_{OC} : napięcie obwodu otwartego [V]
 1,15 : współczynnik korekcyjny dla temperatury -25°C
 n : ilość modułów

Falownik	MPPT	Łańcuch	Ilość modułów [szt.]	Napięcie VOC dla -25°C [V] (przy zastosowaniu optymalizatorów)
F1	1	1.1	21	21
	2	2.1	21	21

Instalację przeciwprzepięciową po stronie AC w celu ochrony sieci wyposażać w ograniczniki przepięć typu 2. Ograniczniki przepięć zamontować w rozdzielniczy RPV-AC1.

Zabezpieczeniem przed porażeniem elektrycznym jest stosowanie połączeń wyrównawczych. Wszystkie elementy metalowe instalacji normalnie nie będące pod napięciem w czasie pracy normalnej zostaną uziemione i połączone do szyny wyrównawczej. W tym celu zabudować układ połączeń wyrównawczych w rozdzielniczy RPV-AC1. Ochronę przeciwporażeniową dla sieci AC zapewnia zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania. Ponadto zastosować urządzenia w I klasie ochronności (w celu zapewnienia ochrony przed dotykiem pośrednim stosuje się przyłączenie do zacisku ochronnego urządzenia, przewodu ochronnego (PE)) i II klasie ochronności (poprzez zastosowanie izolacji dodatkowej - izolacja stosowana dodatkowo, oprócz izolacji podstawowej, jako środek ochrony przeciwporażeniowej w razie uszkodzenia izolacji podstawowej).

Dobór zabezpieczeń i sprawdzenie przekroju kabla dobrano na podstawie:

- wytrzymałości mechanicznej,
- obciążalności długotrwałej,

- przeciążalności,
- spadku napięcia,
- samoczynnego wyłączenia dla celów ochrony przeciwporażeniowej.

Na podstawie maksymalnego prądu inwertera dobiera się zabezpieczenia zgodnie z zależnościami:

$$I_B = 1,25 \times I_{max}$$

Gdzie:

I_B : minimalny prąd znamionowy zabezpieczenia nadprądowego [A]
 I_{max} : prąd maksymalny inwertera [A]

Do zabezpieczenia przewodu dobiera się zabezpieczenie o charakterystyce B i prądzie znamionowym 100A.

$$I_{max} \leq I_B \leq I_k$$

$$I_k \geq \frac{k_2 \times I_B}{1,45}$$

Gdzie:

I_B : minimalny prąd znamionowy zabezpieczenia nadprądowego [A]
 I_k : obciążalność długotrwała przewodu [A]
 I_{max} : prąd maksymalny inwertera [A]
 k_2 : współczynnik 1,45

Zgodnie z powyższymi zależnościami projektowymi, przewód został dobrany prawidłowo.

17. Ochrona przeciwpożarowa

Zgodnie z PN-IEC 60364-4-41 stosuje się następujące środki ochrony przeciwporażeniowej:

- Ochrona podstawowa – izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykiem bezpośrednim.
- Ochrona dodatkowa – samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN-C-S za pomocą wyłączników nadprądowych i różnicowoprądowych zainstalowanych w instalacji Użytkownika lub w rozdzielnicy RPV-AC1 instalacji fotowoltaicznej (w przypadku braku wyłącznika różnicowoprądowego w instalacji Użytkownika).

Zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712: 2016 (lub równoważną) należy zastosować następujące środki ochrony przeciwporażeniowej:

- po stronie DC : podwójną lub wzmocnioną izolację dla modułów, przewodów, skrzynek.
- po stronie AC : ochrona podstawowa i ochrona dodatkowa zgodnie z PN-IEC 60364-4-41

18. Przekazanie terenu do montażu

Wykonawca, w porozumieniu z Zamawiającym oraz inspektorem nadzoru inwestorskiego, zobowiązany jest do uzgodnienia harmonogramu realizacji robót montażowych na poszczególnych obiektach objętych zakresem zamówienia. Ostateczne terminy rozpoczęcia prac zostaną ustalone wspólnie przed rozpoczęciem realizacji.

Zamawiający nie ponosi odpowiedzialności za zapewnienie dostępu do wskazanych obiektów w uzgodnionych terminach montażu. W gestii Wykonawcy leży prowadzenie i koordynacja wszystkich uzgodnień organizacyjnych i terminowych z użytkownikami poszczególnych lokalizacji, w tym pozyskanie zgód dostępowych i zapewnienie warunków umożliwiających prowadzenie robót zgodnie z harmonogramem.

19. Organizacja prac wykonawczych, zaplecze techniczne oraz organizacja terenu montażu

Wykonawca zobowiązany jest do uzgodnienia szczegółowych warunków organizacyjnych prowadzenia robót montażowych z użytkownikiem lub administratorem nieruchomości, na której realizowane będą prace instalacyjne. Uzgodnienia te obejmują w szczególności dostęp do terenu, godziny prowadzenia prac, sposób zabezpieczenia mienia oraz ograniczenia wynikające z funkcji użytkowej obiektu.

Wykonawca ponosi pełną odpowiedzialność za organizację zaplecza budowy i zagospodarowanie terenu montażu we własnym zakresie i na własny koszt. Do jego obowiązków należy zapewnienie odpowiedniego oznakowania, zabezpieczenia i odgradzenia stref roboczych, zgodnie z przepisami BHP, p.poż., przepisami lokalnymi oraz wymaganiami Zamawiającego.

Teren prowadzonych prac musi być należycie zabezpieczony przez cały okres realizacji robót aż do momentu ich protokolarnego odbioru. Wykonawca ponosi odpowiedzialność za szkody powstałe w wyniku prowadzonych robót – zarówno w zakresie infrastruktury istniejącej, jak i wykonywanych elementów instalacji. Wszystkie uszkodzenia powstałe w trakcie prac należy usunąć niezwłocznie i na koszt Wykonawcy, przywracając stan pierwotny lub lepszy.

Na dzień podpisania umowy z Inwestorem, Wykonawca zobowiązany jest posiadać aktualną polisę ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej (OC) obejmującą wykonywanie robót budowlanych, montażowych oraz innych działań związanych z realizacją przedmiotu zamówienia. Minimalna suma gwarancyjna polisy nie może być niższa niż 500.000,00 zł. Kopia aktualnej polisy OC zostanie przekazana Zamawiającemu przed rozpoczęciem robót.

20. Zabezpieczenie interesów osób trzecich

Wykonawca zobowiązany jest do zabezpieczenia interesów osób trzecich w trakcie realizacji przedmiotu zamówienia, zgodnie z przepisami prawa cywilnego oraz obowiązującymi normami i standardami technicznymi.

W szczególności Wykonawca ponosi pełną odpowiedzialność za ochronę istniejących instalacji, urządzeń technicznych oraz elementów infrastruktury zlokalizowanych w obrębie terenu budowy. Do jego obowiązków należy ich właściwe oznakowanie, zabezpieczenie przed przypadkowym uszkodzeniem oraz prowadzenie robót w sposób niepowodujący zagrożenia dla mienia i bezpieczeństwa osób trzecich.

W przypadku zaistnienia jakichkolwiek uszkodzeń infrastruktury, Wykonawca jest zobowiązany do niezwłocznego powiadomienia Zamawiającego oraz do pełnej współpracy w zakresie przywrócenia stanu technicznego uszkodzonych elementów, w tym udostępnienia niezbędnych informacji, dokumentacji oraz pomocy organizacyjno-technicznej. Koszty napraw, rekonstrukcji lub odtworzenia uszkodzonych instalacji ponosi Wykonawca, niezależnie od rodzaju szkody i jej zakresu.

Wszelkie działania Wykonawcy w obrębie terenu realizacji zamówienia muszą być prowadzone z zachowaniem należytej staranności, w sposób eliminujący ryzyko szkód i roszczeń ze strony osób trzecich.

21. Ochrona środowiska

Wykonawca zobowiązany jest do znajomości oraz bezwzględnego przestrzegania obowiązujących przepisów prawa w zakresie ochrony środowiska naturalnego, zarówno na etapie realizacji robót, jak i w odniesieniu do zastosowanych technologii oraz organizacji placu budowy.

W trakcie prowadzenia prac Wykonawca podejmie wszelkie działania mające na celu minimalizację oddziaływania inwestycji na otoczenie, w szczególności w zakresie emisji hałasu, drgań, pyłu, odpadów oraz innych uciążliwości dla środowiska i użytkowników obiektów zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie terenu prac.

Roboty generujące podwyższony poziom hałasu (np. prace z użyciem młotów udarowych, cięcie mechaniczne, frezowanie) należy wykonywać wyłącznie w porach dnia oraz zakresie czasowym uprzednio uzgodnionym z administratorem lub użytkownikiem danej nieruchomości. W przypadku konieczności prowadzenia prac w pobliżu obiektów chronionych akustycznie, Wykonawca zobowiązany jest do zastosowania odpowiednich rozwiązań ograniczających emisję hałasu, np. osłon akustycznych lub modyfikacji technologii.

Wszystkie działania Wykonawcy muszą być prowadzone w sposób eliminujący ryzyko zanieczyszczenia gruntu, wód powierzchniowych i podziemnych oraz ograniczający ingerencję w środowisko przyrodnicze. Wykonawca ponosi pełną odpowiedzialność za ewentualne szkody środowiskowe powstałe w wyniku prowadzonych robót oraz zobowiązany jest do ich niezwłocznego usunięcia na własny koszt.

22. Odpady

Wykonawca zobowiązany jest do prowadzenia gospodarki odpadami powstającymi w trakcie realizacji przedmiotu zamówienia zgodnie z przepisami obowiązującego prawa, w szczególności:

- **ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach** (tj. Dz.U. z 2010 r. Nr 185, poz. 1243 z późn. zm.),
- **ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska** (tj. Dz.U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150 z późn. zm.).

Wszystkie materiały odpadowe, w tym również odpady niebezpieczne lub potencjalnie szkodliwe dla środowiska, muszą zostać zutylizowane lub unieszkodliwione zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz przekazane wyłącznie podmiotom uprawnionym do ich odbioru i przetwarzania.

Wykonawca, jako **wytwórca odpadów** w rozumieniu przepisów ustawy, zobowiązany jest do prowadzenia stosownej ewidencji oraz do udokumentowania przekazania odpadów do

uprawnionych odbiorców. Na każde żądanie Zamawiającego Wykonawca przedłoży stosowne **protokoły odbioru odpadów** lub **karty przekazania odpadów (KPO)**.

Wszelkie koszty związane z gospodarowaniem odpadami, ich transportem, magazynowaniem i utylizacją ponosi Wykonawca. W przypadku naruszenia przepisów w zakresie ochrony środowiska lub niewłaściwego postępowania z odpadami, wszelkie kary, sankcje administracyjne i odpowiedzialność cywilno-prawna obciążają Wykonawcę.

23. Materiały budowlane

Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia wszystkich materiałów, wyrobów budowlanych oraz urządzeń niezbędnych do realizacji przedmiotu zamówienia, w ilościach wynikających z dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej, z zachowaniem pełnej zgodności z wymaganiami projektowymi oraz obowiązującymi przepisami prawa, w szczególności przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane oraz ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych.

Stosowane wyroby i urządzenia muszą posiadać aktualne i wymagane przepisami dokumenty dopuszczające je do obrotu i stosowania w budownictwie, w tym w szczególności:

- deklaracje właściwości użytkowych,
- certyfikaty zgodności lub zgodności z normą,
- świadectwa dopuszczenia,
- znaki CE lub znaki budowlane B, wydane przez uprawnione jednostki notyfikowane lub certyfikujące.

Dopuszcza się wyłącznie zastosowanie materiałów, wyrobów i urządzeń:

- fabrycznie nowych,
- nieużywanych,
- wolnych od wad materiałowych i produkcyjnych,
- pełnowartościowych, klasy I,
- przechowywanych i transportowanych zgodnie z zaleceniami producenta.

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca zobowiązany jest do przedłożenia Zamawiającemu oraz nadzorowi inwestorskiemu:

- kart technicznych (kart materiałowych) dla wszystkich wyrobów i materiałów budowlanych,

- dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR) dla urządzeń, w celu uzyskania pisemnej akceptacji ich zastosowania w projekcie.

W dokumentacji powykonawczej należy zamieścić pełny komplet potwierdzeń jakościowych, w tym: atesty, certyfikaty, deklaracje zgodności, protokoły odbioru wewnętrznego i inne wymagane dokumenty dla wszystkich zastosowanych materiałów, urządzeń i elementów budowlanych.

Wykonawca zobowiązany jest również do właściwego przechowywania i zabezpieczenia czasowo składowanych materiałów i urządzeń na placu budowy, w sposób uniemożliwiający ich uszkodzenie, zanieczyszczenie, zawilgocenie lub utratę właściwości użytkowych, aż do momentu ich wbudowania lub montażu.

24. Sprzęt, maszyny i środki transportu.

Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia wszelkiego niezbędnego sprzętu, maszyn budowlanych oraz środków transportu wymaganych do prawidłowej, terminowej i bezpiecznej realizacji przedmiotu zamówienia. Dobór wyposażenia technicznego powinien odpowiadać zakresowi i specyfice wykonywanych robót, a jego liczba oraz parametry techniczno-eksploatacyjne muszą zapewniać prowadzenie prac zgodnie z zasadami sztuki budowlanej, dokumentacją projektową oraz obowiązującymi normami i przepisami prawa.

Sprzęt budowlany – zarówno będący własnością Wykonawcy, jak i pozyskany na zasadach najmu – musi być sprawny technicznie, posiadać aktualne przeglądy, dopuszczenia i certyfikaty potwierdzające jego zdolność do bezpiecznego użytkowania. Maszyny i urządzenia muszą być obsługiwane przez osoby posiadające stosowne uprawnienia i kwalifikacje.

Wykonawca zobowiązany jest do wykorzystywania wyłącznie takich środków transportu, których konstrukcja i stan techniczny zapewniają bezpieczny przewóz materiałów, urządzeń i elementów instalacji, bez ryzyka ich uszkodzenia lub pogorszenia właściwości technicznych. Transport materiałów wrażliwych (np. modułów fotowoltaicznych, inwerterów) powinien odbywać się w sposób zgodny z wytycznymi producentów i zasadami bezpiecznego ładunku.

W celu ochrony nawierzchni dróg wewnętrznych i ciągów komunikacyjnych w obrębie terenu inwestycji, Wykonawca zobowiązany jest do stosowania pojazdów o odpowiednich parametrach nośności oraz właściwego rozmieszczenia ładunku. W przypadku wystąpienia

szkód w infrastrukturze drogowej wynikających z prowadzenia transportu lub prac sprzętem ciężkim, Wykonawca zobowiązany jest do ich usunięcia lub naprawy na własny koszt.

25. Kontrola jakości prac

Wykonawca zobowiązany jest do realizacji przedmiotu zamówienia zgodnie z postanowieniami umowy, dokumentacją projektową oraz obowiązującymi przepisami prawa, przy zastosowaniu materiałów i technologii zgodnych z normami oraz przy udziale wykwalifikowanego personelu technicznego.

Wykonawca ponosi pełną odpowiedzialność za jakość wykonywanych robót oraz zgodność zastosowanych materiałów z wymaganiami projektowymi i technicznymi. W tym celu Wykonawca zobowiązany jest do wdrożenia i utrzymania systemu kontroli jakości, obejmującego:

- nadzór wykonawczy nad wszystkimi etapami realizacji,
- wykwalifikowany personel odpowiedzialny za kontrolę jakości,
- dostęp do sprzętu i urządzeń kontrolno-pomiarowych,
- organizację badań laboratoryjnych i pomiarów kontrolnych,
- dokumentowanie wyników pomiarów i badań.

Wykonawca przeprowadza kontrole jakościowe i badania materiałów oraz robót z częstotliwością i dokładnością zapewniającą potwierdzenie zgodności wykonania z dokumentacją projektową, normami oraz wymaganiami Zamawiającego. W przypadku, gdy dana procedura kontrolna nie została ujęta w obowiązujących normach, należy stosować krajowe wytyczne techniczne lub inne metody zatwierdzone przez Zamawiającego.

Inspektor nadzoru inwestorskiego ma prawo do bieżącej kontroli jakości robót, pobierania próbek materiałów oraz przeprowadzania badań – również bezpośrednio u producentów i dostawców materiałów i urządzeń. Wykonawca jest zobowiązany do zapewnienia inspektorowi wszelkiej niezbędnej pomocy w realizacji tych czynności, w tym dostępu do placu budowy, dokumentacji, miejsc składowania materiałów i zaplecza technicznego.

Przed przystąpieniem do badań i pomiarów kontrolnych Wykonawca zobowiązany jest każdorazowo powiadomić Zamawiającego o zakresie, miejscu i terminie wykonywanych czynności kontrolnych. Wyniki badań i pomiarów należy przedstawić w formie pisemnej, do akceptacji Zamawiającego i/lub nadzoru inwestorskiego.

Wszystkie koszty związane z organizacją, przeprowadzeniem oraz dokumentowaniem badań i pomiarów kontrolnych ponosi Wykonawca, niezależnie od ich rodzaju i lokalizacji.

26. Odbiór prac

1. **Odbiór końcowy** przedmiotu zamówienia będzie polegał na ocenie zgodności rzeczywiście wykonanego zakresu robót z wymaganiami umowy, dokumentacją projektową, w szczególności w aspekcie jakościowym i ilościowym.

2. **Zgłoszenie gotowości do odbioru** Wykonawca przekaże Zamawiającemu w formie pisemnej, nie później niż **5 dni roboczych** przed planowaną datą odbioru końcowego.
3. **Zamawiający powoła Komisję Odbiorową**, która będzie odpowiedzialna za przeprowadzenie czynności odbiorowych i ocenę wykonania przedmiotu zamówienia.
4. **Wykonawca zobowiązany jest do przedłożenia Zamawiającemu**, najpóźniej na 5 dni roboczych przed planowanym terminem odbioru końcowego:
 - **Protokół(ów) Odbioru Instalacji** dla wszystkich instalacji objętych przedmiotem zamówienia,
 - **Kompletnej dokumentacji powykonawczej**, zawierającej wymagane certyfikaty, deklaracje zgodności, protokoły badań i pomiarów oraz instrukcje eksploatacyjne.
5. W przypadku **odmowy odbioru końcowego**, w protokole sporządzonym po przeprowadzonych czynnościach Komisja Odbiorowa wskaże szczegółowe zastrzeżenia dotyczące zakresu lub jakości robót oraz określi **zakres robót uzupełniających i termin ich wykonania**.
6. W przypadku stwierdzenia, że roboty **nie są gotowe do odbioru**, Komisja – w porozumieniu z Wykonawcą – ustali nowy termin odbioru końcowego.
7. **Dokumentem potwierdzającym odbiór końcowy jest Protokół Odbioru Końcowego**, podpisany przez upoważnionych przedstawicieli Zamawiającego i Wykonawcy.
8. Za datę wykonania przedmiotu zamówienia uznaje się **datę podpisania Protokołu Odbioru Końcowego** przez Zamawiającego.
9. **Odbiór każdej pojedynczej Instalacji** realizowany będzie przez Komisję powołaną przez Zamawiającego. Odbiór zostanie dokonany na podstawie:
 - przedłożonych dokumentów i protokołów pomiarowych,
 - oceny wizualnej stanu wykonania,
 - porównania zgodności realizacji z dokumentacją projektową i specyfikacją zamówienia,
 - kompletności i zgodności dokumentacji powykonawczej z rzeczywistym stanem technicznym.
10. W przypadku odmowy odbioru pojedynczej Instalacji, Komisja sporządzi protokół z odbioru z uzasadnieniem oraz określi niezbędny zakres prac poprawkowych i **termin ich wykonania**.
11. **Protokół Odbioru Instalacji** podpisany przez upoważnionego przedstawiciela Wykonawcy, Zamawiającego oraz dysponenta obiektu stanowi formalne potwierdzenie zakończenia robót i przejęcia instalacji do eksploatacji.

27. Dokumentacja powykonawcza

Zamawiający wymaga, aby Dokumentacja Powykonawcza została opracowana i dostarczona dla każdej wykonanej instalacji oddzielnie, w sposób kompletny, uporządkowany oraz zgodny z poniższym zakresem:

1. Dokumentacja Powykonawcza Instalacji

Dla każdej zrealizowanej instalacji należy przygotować odrębny komplet dokumentacji, obejmujący:

- **Protokół Odbioru Instalacji:** Podpisany przez upoważnionych przedstawicieli Wykonawcy, Zamawiającego oraz właściciela/dysponenta obiektu, na którym zrealizowano instalację – osobno dla każdego typu wykonanej instalacji.
- **Dokumentacja Techniczna Instalacji, zawierająca:**
 - Dane właściciela nieruchomości,
 - Adres lokalizacji instalacji,
 - Przedmiot opracowania,
 - Podstawę opracowania,
 - Opis techniczny instalacji, wraz z parametrami techniczno-eksploatacyjnymi,
 - Schematy elektryczne i opis połączeń wykonanych w ramach instalacji,
 - Opis funkcjonalności systemu monitorowania produkcji energii, wraz z dostępem (login/hasło) do platformy monitoringu.
- **Zestawienie urządzeń i wyposażenia, zawierające:**
 - Nazwy producentów,
 - Numery seryjne podstawowych urządzeń (inwertery)
 - Numery katalogowe,
 - Schematy lub opisy konfiguracji systemu.
- **Karty katalogowe wszystkich zainstalowanych elementów.**
- **Deklaracje zgodności, certyfikaty i dopuszczenia do stosowania dla wszystkich urządzeń, materiałów i wyrobów budowlanych użytych w ramach realizacji zamówienia.**
- **Wyniki kontrolnych pomiarów i sprawdzeń, obejmujące m.in.:**
 - Parametry elektryczne instalacji,
 - Wyniki sprawdzeń ochrony przeciwporażeniowej,
 - Pomiary systemu ochrony przeciwpożarowej (jeśli dotyczy).
- **Instrukcja obsługi, zawierająca:**
 - Kompletny opis eksploatacyjny instalacji,
 - Wykaz wymaganych czynności serwisowych i konserwacyjnych,
 - Opis parametrów konfiguracyjnych,
 - Procedury postępowania w przypadku awarii,
 - Zakres i harmonogram przeglądów technicznych.

- **Dokumentacja przeciwpożarowa**

Opracowana przez rzeczoznawcę ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych z odpowiednimi uprawnieniami, zgodnie z art. 4 ust. 1 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej i przepisami wykonawczymi.

- **Dokumentacja fotograficzna, zawierająca:**

- Zdjęcia stanu nieruchomości przed rozpoczęciem prac,
- Zdjęcia stanu po zakończeniu robót, ukazujące wykonane instalacje,
- Liczba zdjęć zgodna z wymaganiami Inspektora Nadzoru i Zamawiającego.

- **Dodatkowo:**

- Wypełniony formularz zgłoszenia mikroinstalacji do operatora systemu dystrybucyjnego (OSD), podpisany przez Wykonawcę i właściciela nieruchomości.
- Potwierdzenie przyjęcia zgłoszenia przez OSD lub, w przypadku jego braku, potwierdzenie wysyłki.
- Kopia zgłoszenia instalacji PV do właściwej miejscowo jednostki Państwowej Straży Pożarnej.
- W przypadku zgłoszenia dokonanego elektronicznie (przez portal OSD), dopuszcza się dołączenie wyłącznie potwierdzenia otrzymanego drogą e-mail.

2. Forma i ilość dokumentacji:

- 3 egzemplarze w wersji papierowej,
- 1 egzemplarz w wersji elektronicznej (na nośniku danych),
- Format plików: PDF, DWG, JPEG lub inne powszechnie akceptowane formaty.

3. Opis systemów monitoringu:

- Opis działania oraz struktury systemu monitorowania produkcji energii elektrycznej, w tym agregacja danych z instalacji indywidualnych, z dostępem dla Zamawiającego,
- Dostęp do platformy monitoringu (adres, login, hasło),
- Informacje o zakresie monitorowanych parametrów (m.in. produkcja, historia uzysków, stan urządzeń).

28. Gwarancja

Dokumentacja Powykonawcza stanowi integralny element procesu odbioru końcowego i jej kompletność jest warunkiem koniecznym do zakończenia procedury odbiorowej.

Wykonawca udziela gwarancji jakości oraz rękojmi za wady na cały wykonany przedmiot zamówienia na okres nie krótszy niż deklarowany okres trwałości projektu, wynoszący 5 lat. Okresy gwarancyjne liczone są od daty podpisania przez Zamawiającego protokołu odbioru częściowego dotyczącego danej części instalacji objętej Projektem, zgłoszonej przez Wykonawcę jako gotowa do odbioru.

W okresie objętym gwarancją Wykonawca zobowiązany jest do nieodpłatnego usuwania wszystkich usterek oraz nieprawidłowości zgłoszonych przez Zamawiającego lub użytkowników końcowych, mających wpływ na prawidłowe funkcjonowanie instalacji. Terminy reakcji oraz naprawy określone zostały w dokumentacji umownej.

Wykonawca zapewnia pełne wsparcie serwisowe dla wykonanych instalacji fotowoltaicznych przez cały okres obowiązywania gwarancji, przy czym koszty związane z serwisem, w tym dojazdem, demontażem, naprawą i ponownym montażem urządzeń oraz ich konfiguracją, pokrywa Wykonawca.

W ramach przedmiotu zamówienia określa się następujące minimalne okresy gwarancji dla poszczególnych elementów:

- **Roboty budowlano-montażowe:** co najmniej 5 lat od dnia podpisania bez uwag protokołu odbioru częściowego przez Zamawiającego.
- **Moduły fotowoltaiczne:** co najmniej 15 lat gwarancji producenta na produkt oraz 25-letnia gwarancja liniowa na uzysk mocy – gwarantująca, że po 25 latach eksploatacji moc wyjściowa modułów nie będzie niższa niż 88% mocy znamionowej w warunkach STC.
- **Inwerter:** co najmniej 10 lat gwarancji producenta.
- **Konstrukcja wsporcza modułów PV:** co najmniej 10 lat gwarancji na trwałość zabezpieczenia antykorozyjnego.
- **Okablowanie i złącza DC/AC:** co najmniej 7 lat gwarancji.

Gwarancje te muszą być potwierdzone stosownymi dokumentami gwarancyjnymi producentów, dostarczonymi w wersji oryginalnej w ramach dokumentacji powykonawczej.

29. Uwagi

Uwagi dotyczące projektu:

- Po zakończeniu prac wykonać pomiary odbiorcze.
- Wykonawcy i Podwykonawcy zobowiązani są do sprawdzenia projektu, w szczególności wymiarów przed przystąpieniem do prac budowlanych.
- Wykonawca zobowiązany jest rozpatrzyć niniejszą dokumentację całościowo. Wszelkie elementy nie ujęte na rysunkach a ujęte w opisie technicznym lub ujęte na rysunkach, a nie ujęte w opisie technicznym lub zestawieniu materiałów należy traktować tak, jakby były ujęte we wszystkich częściach dokumentacji projektowej,
- Stosować wyroby i rozwiązania dopuszczone do stosowania w budownictwie.
- Prace prowadzić zgodnie z odpowiednimi arkuszami PN/E, IEC oraz przepisami BHP.
- Instalację fotowoltaiczną wykonać zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- Koniecznym jest przestrzeganie technologii montażu projektowanych urządzeń.
- Urządzenia po zakończeniu montażu należy skonfigurować do wzajemnej, współpracy.
- Dopuszcza się zastosowanie innych urządzeń i materiałów niż zaprojektowane pod warunkiem, że ich parametry nie będą gorsze od zastosowanych w projekcie.
- Całość prac powinny wykonywać osoby mające do tego uprawnienia.
- Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń.
- Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

30. Bezpieczeństwo eksploatacji – opracowanie ogólne

Niniejsza dokumentacja powinna być przeczytana z uwagą i zrozumieniem zanim podjęte zostaną jakiekolwiek czynności serwisowe czy eksploatacyjne. Dokumentacja zawiera podstawowe informacje dotyczące mechanicznej i elektrycznej części instalacji modułów i ich połączeń z inwerterami, z którą użytkownik czy serwisant powinien się zapoznać.

Prace przy serwisowaniu instalacji elektrowni fotowoltaicznej powinny być przeprowadzane przez wykształcony w danym kierunku i przeszkolony personel. Bezwzględnie wymaga się przestrzegania przepisów BHP.

Zastosowane znaki ostrzeżeń

Ostrzeżenia informują o warunkach, które mogą spowodować poważne obrażenia lub śmierć i/lub uszkodzenie urządzeń oraz podają sposób na uniknięcie niebezpieczeństwa. Dla wyróżnienia ostrzeżeń w tekście dokumentacji stosowane są następujące symbole:

Ostrzeżenie elektryczne: ostrzega o niebezpieczeństwach pochodzących ze strony obwodów elektrycznych, które mogą spowodować zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenie urządzeń.

Ostrzeżenie ogólne: ostrzega o sytuacjach, w których mogą mieć miejsce zagrożenia dla życia lub zdrowia personelu i/lub uszkodzenia urządzeń spowodowane przez przyczyny inne niż elektryczne.

Ogólne zasady bezpieczeństwa

Na terenie UE do prac z modułami fotowoltaicznymi mają zastosowanie następujące regulacje: Krajowe przepisy BHP oraz poniższe przepisy i normy bezpieczeństwa.

Przed przystąpieniem do czynności serwisowych

OSTRZEŻENIE! Przystąpienie do prac należy bezwzględnie poprzedzić wymienionymi poniżej środkami ostrożności oraz przepisami BHP

1. Zapoznać się z poszczególnymi instrukcjami bezpieczeństwa dotyczącymi danego miejsca pracy oraz urządzeń.
2. Odłączyć wszystkie źródła zasilania. Zablokować rozłączniki w pozycji otwartej i umieścić ostrzeżenie na rozłącznikach. Po odłączeniu inwerterów zawsze należy odczekać 5 minut, aby umożliwić rozładowanie kondensatorów w obwodzie pośrednim.
3. Przedsięwziąć środki ostrożności, gdy znajdują się odsłonięte (nieizolowane) przewody.
4. Sprawdzić czy instalacja nie jest pod napięciem. Należy pamiętać, że panele fotowoltaiczne (szczególnie ich zestawy połączone szeregowo) generują napięcie (do 1000 VDC) automatycznie po ich nasłonecznieniu.
5. Wykonać tymczasowe uziemienie.

W szczególności zwraca się uwagę na następujące punkty:

- Przed zdemontowaniem modułów należy sprawdzić czy kable i złączki nie są uszkodzone bądź zabrudzone.
- Nie instalować uszkodzonych modułów fotowoltaicznych ani modułów z zabrudzonymi złączkami.
- Moduły fotowoltaiczne, a w szczególności złączki i narzędzia, muszą być suche w momencie prac serwisowych lub konserwacyjnych.
- Należy się upewnić, że wszystkie połączenia elektryczne są dobrze zamknięte.

Ważna wskazówka!

Ruchome kable przyłączeniowe, w wyniku ocierania o konstrukcję, mogą spowodować uszkodzenia izolacji.

- Nie wolno otwierać puszek przyłączeniowej z kablami podłączonymi fabrycznie.

- Puszki przyłączeniowej, kabli i wtyczek przyłączeniowych nie można czyścić ani smarować substancjami zawierającymi olej, tłuszcz lub alkohol.
- Nie można zdejmować złącz solarnych zamocowanych fabrycznie.
- W ramach modułu nie wolno wiercić dodatkowych otworów, oraz mocować inaczej niż przewiduje to instrukcja producenta.
- Modułów fotowoltaicznych nie wolno przytrzymywać, ani transportować przy pomocy kabli przyłączeniowych.
- Modułów fotowoltaicznych nigdy nie wolno zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia.

Niebezpieczeństwo utraty życia

OSTRZEŻENIE! Zagrożenie życia przez obecność napięcia w falowniku oraz instalacji po stronie DC. Generator fotowoltaiczny generuje pod wpływem światła słonecznego niebezpieczne napięcie stałe, które występuje na przewodach DC lub innych elementach falownika będących pod napięciem. Dotknięcie przewodów DC lub elementów znajdujących się pod napięciem może spowodować niebezpieczne porażenie prądem elektrycznym.

Moduły fotowoltaiczne

Podczas prac z generatorami słonecznymi, należy bezwzględnie przestrzegać przepisów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy

Moduł fotowoltaiczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można go obciążać mechanicznie (stawiać skrzynek z narzędziami, stawiać na nich itp.) ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniwach i przedwczesny spadek mocy).

Praca z oświetlonymi modułami jest działaniem w warunkach obecności napięcia.

Przed przystąpieniem do prac serwisowych należy sprawdzić, czy moduł fotowoltaiczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie wolno montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi, uszkodzeniami tylnej folii izolacyjnej). Uszkodzenie tylnej folii izolacyjnej może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia).

31. Część informacyjna

Oświadczenie zamawiającego

Zamawiający oświadcza, że posiada prawo do dysponowania nieruchomością na cele objęte programem funkcjonalno-użytkowym.

Przepisy prawne i normy związane z projektowaniem i wykonaniem zamierzenia inwestycyjnego

Całość prac montażowych powinna być wykonana zgodnie z Polskimi Normami lub odpowiadającymi im normami europejskimi i zgodnie z polskimi warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót. Jeśli dla określonych robót nie istnieją odpowiednie Polskie Normy, zastosowanie będą miały uznane i będące w użyciu normy i standardy europejskie (EN).

Podstawę prawną opracowania i dokumenty odniesienia stanowią:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 725, 834),
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 266, 834, 859),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2021 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 54, 834, 1089),
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 roku o odpadach (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 1587, 1597, 1688, 1852, 2029),
- 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. z 2021 poz. 2454),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. 2022 r. poz. 1225),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019, poz. 1839),
- 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. z 2003 r. Nr 120 poz. 1125 i 1126),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 822).
- Ustawa z dnia 31 lipca 2019 r. o ochronie przeciwpożarowej
- Ustawa z dnia 11 września 2019 r. Prawo zamówień publicznych
- Ustawa z dnia 17 września 2021 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii

- Wytyczne technologiczne dla systemów fotowoltaicznych
- Zalecenia i wytyczne Inwestora
- Inwentaryzacja istniejącej sieci na obiekcie
- Uzgodnienia międzybranżowe, obowiązujące normy i przepisy
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn. Dz.U. z 2023 r. poz. 682 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jedn. Dz.U. z 2022 r. poz. 1225)
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (tekst jedn. Dz.U. z 2022 r. poz. 1679 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jedn. Dz.U. z 2024 r. poz. 54),
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (tekst jedn. Dz.U. z 2023 r. poz. 977 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (tekst jedn. Dz.U. z 2010 r. nr 185, poz. 1243 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (tekst jedn. Dz.U. z 2023 r. poz. 822),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz.U. z 2009 r. nr 124 poz. 1030),
- Eurokody PN EN 1990, PN EN 1991, PN EN 1992, PN EN 1993.