

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

INWESTYCJA	<i>Nazwa</i> Dachowa instalacja fotowoltaiczna o mocy 36,12 kWp dla Komendy Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Olkuszu <i>Adres</i> Aleja 1000-lecia 2/C, 32-300 Olkusz Nr działki: 3172/2 Obręb: Olkusz Gmina: Olkusz Powiat: olkuski Województwo: małopolskie ID działki: 121205_4.0001.3172/2
INWESTOR	Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Olkuszu, Al. 1000-lecia 2c, 32-300 Olkusz

Spis treści

1. PODSTAWA OPRACOWANIA	3
2. PODSTAWOWE POJĘCIA.....	4
3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA	4
4. STAN ISTNIEJĄCY	5
5. ZAKRES OBSŁUGI TECHNICZNEJ I KOMUNIKACJI	5
6. ZAKRES OPRACOWANIA	5
7. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA	5
8. WPŁYW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA OTOCZENIE.....	5
9. EKSPERTYZA TECHNICZNA.....	6
10. CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA.....	6
11. PRZYŁĄCZE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	6
12. OPIS ROZWIĄZAŃ	7
12.1 PANELE FOTOWOLTAICZNE	8
12.2 FALOWNIK.....	9
12.3 OPTYMALIZATORY MOCY.....	11
12.4 KONSTRUCJA WSPORCZA	13
12.5 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC	13
12.5.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC	13
12.5.2 ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC	14
12.5.3 ROZDZIELNICA DC	15
12.6 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE AC.....	15
12.6.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC	15
12.6.2 ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC	16
12.6.3 ROZDZIELNICA AC.....	17
13. ZABEZPIECZENIE OD PRACY RÓWNOLEGŁEJ Z AGREGATEM PRĄDOTWÓRCZYM.....	17
14. ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE	18
15. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA	21
16. UWAGI DLA WYKONAWCY	22
17. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	22
18. UWAGI KOŃCOWE	23

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Umowa na wykonanie prac projektowych;
- Wizja lokalna;
- Obowiązujące normy, przepisy i zasady sztuki budowlanej;
- Ustawa z dn. 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414 z późn. zm.);
- Ustawa z dn. 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717 z późn. zm.);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne (Dz. U. 2012r. poz. 1059 oraz z 2013r. poz. 984);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478);
- Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączenia do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia – norma PN-EN 50438;
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. u. 2020, poz. 1609);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 Nr 75, poz. 690);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003 Nr 47, poz. 401);
- PN – IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza,
- Polska Norma PN-E-83017 - Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- Polska Norma PN-HD 60364-7-712 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Część 7712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 nr 81 poz. 351 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. z 2010 r. nr 109 poz. 719 z późniejszymi zmianami).

2. PODSTAWOWE POJĘCIA

- **Ogniwo PV** – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;
- **Moduł PV** – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;
- **Łańcuch PV** – obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia wymaganego napięcia wyjściowego;
- **Skrzynka połączeniowa modułu PV** – (Junction Box) obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek modułu PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;
- **Przewód główny DC systemu PV** – przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV;
- **Falownik PV** – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny;
- **Instalacja elektryczna obiektu** – część sieci niskiego napięcia stanowiąca układ przewodów w budynku wraz ze sprzętem elektroinstalacyjnym;
- **Mikroinstalacja fotowoltaiczna** – instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączonej do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest nie większa niż 50 kW;
- **Prosument energii odnawialnej** – to inaczej odbiorca końcowej, wytworzonej energii elektrycznej wyłącznie z odnawialnych źródeł energii na własne potrzeby w mikroinstalacji, w przypadku odbiorcy końcowego niebędącego odbiorcą energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, nie stanowi to przedmiotu przeważającej działalności gospodarczej określonej zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 40 ust. 2 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz. U. z 2019 r. poz. 649, 730 i 2294).

3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej o mocy 36,12 kW. Instalację fotowoltaiczną wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną projektuje się na dachu budynku Komendy Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Olkuszu znajdującej się pod adresem Aleja 1000-lecia 2/C, 32-300 Olkusz.

4. STAN ISTNIEJĄCY

Instalacja fotowoltaiczna zostanie usytuowana na działce nr ewid. 3172/2, obręb Olkusz, gm. Olkusz, na dachu budynku Komendy PSP znajdującej się pod adresem Aleja 1000-lecia 2/C, 32-300 Olkusz. Niniejszy teren jest terenem zabudowanym. Zgodnie z klasyfikacją użytków gruntowych, działka zalicza się do gruntów zabudowanych i zurbanizowanych – rodzaj użytku gruntowego „Bi”, tj. inne tereny zabudowane.

5. ZAKRES OBSŁUGI TECHNICZNEJ I KOMUNIKACJI

Dojazd do terenu inwestycji zostanie zapewniony przez istniejące drogi publiczne, dojazdowe i wewnętrzne. Nie przewiduje się instalacji kanalizacyjno-sanitarnej. Wywóz ścieków bytowych powstałych w trakcie realizacji inwestycji przez specjalistyczną firmę do tego uprawnioną. Zaopatrzenie w energię elektryczną z produkcji własnej.

6. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- dobór modułów fotowoltaicznych;
- dobór falownika;
- wyznaczanie przekroju okablowania DC i AC;
- wyznaczanie strat napięciowych;
- dobór obliczeniowy zabezpieczeń;
- wizualizację oraz prognozowaną produkcję instalacji.

7. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA

Dla przedmiotowej Inwestycji zgodnie z zapisami Ustawy Prawo Budowlane nie potrzeba opracować charakterystyki energetycznej obiektów. Dla przedmiotowej inwestycji nie potrzeba opracować audytu, o którym mowa w art. 33 ust. 6 Prawa Budowlanego.

8. WPŁYW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA OTOCZENIE

Dopuszczalne poziomy natężenia pola magnetycznego, zgodnie z §2 ust. 2, Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól magnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania i dotrzymania tych poziomów nie zostaną przekroczone. Pole magnetyczne pochodzące od paneli nie będzie miało wpływu na otaczające środowisko oraz nie będzie wychodziło poza granice inwestycji. Budowa paneli

fotowoltaicznych nie powoduje wytworzenia źródła pola magnetycznego. Jedynie w wyniku przepływu prądu w przewodniku, tworzy się wokół niego pole magnetyczne.

Eksploatacja inwestycji nie będzie wiązała się z przekroczeniem norm hałasu, czyli powyżej 55 dB w dzień i 45 dB w nocy.

Zgodnie z art. 63 ust. 1 pkt 1 lit. d ustawy OOS nie przewiduje się wpływu przedsięwzięcia na stan jakości powietrza w pobliżu terenu inwestycji. W związku z realizacją przedsięwzięcia nie planuje się zainstalowania urządzeń emitujących zanieczyszczenia powietrza oraz pole magnetyczne. Jedynie na etapie realizacji mogą się pojawić okresowe uciążliwości, które jednak ustąpią po zakończeniu prac budowlano-montażowych.

9. EKSPERTYZA TECHNICZNA

W ramach przedmiotowego przedsięwzięcia Wykonawca ma obowiązek uzyskać opinię dotyczącą możliwości zamontowania instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku. Ekspertyza lub opinia konstruktorska powinna zostać wykonana zgodnie z odrębnymi przepisami i obowiązującymi normami przez uprawnioną do tego osobę.

Ze względu na specyfikę zamierzenia budowlanego należy przestrzegać bezwzględnie przepisów BHP – całość prac wykonywać zgodnie z przepisami oraz zasadami sztuki budowlanej pod nadzorem osoby uprawnionej. Wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania wszelkich wytycznych montażowych, które zostaną określone w wykonanym dokumencie dot. stanu technicznego dachu.

10. CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA

Projektowana inwestycja znajdować się będzie na dachu budynku, na terenie zabudowanym. Nie przewiduje się wycinki drzew oraz niwelacji terenu. W okresie działania przedmiotowej inwestycji nie przewiduje się oddziaływania w zakresie zanieczyszczeń powietrza, emisji hałasu oraz powstawania ścieków. Wszystkie surowce naturalne i paliwa będą pobierane tylko na potrzeby budowy inwestycji. Planowa instalacja fotowoltaiczna nie będzie również powodować oddziaływania pól magnetycznych w miejscach dostępnych dla ludności. Nie przewiduje się powstawania odpadów stałych.

11. PRZYŁĄCZE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Projektowana instalacja zostanie podłączona do wewnętrznej instalacji elektrycznej w budynku. Instalacja elektryczna budynku jest wykonana jako 3-fazowa. Moc przyłączeniowa obiektu jest większa niż planowana instalacja fotowoltaiczna. W rozdzielnicy administracyjnej należy zamontować zabezpieczenie nadmiarowoprądowe zabezpieczające obwód instalacji fotowoltaicznej. Następnie należy ułożyć kabel zasilający z rozdzielnicy AC zamontowanej w pobliżu falownika fotowoltaicznego do rozdzielnicy administracyjnej. Kabel ten należy podłączyć do

nowoprojektowanego wyłącznika nadprądowego o charakterystyce i prądzie min. B80A. W pobliżu rozdzielniczy administracyjnej należy wykonać uziemienie pionowe z prętu o średnicy min 16mm i długości min 3m aż do uzyskania rezystancji uziemienia $<10\Omega$. W przypadku uziemienia powyżej 10Ω należy wykonać dodatkowe uziemienie poziome.

Projektuje się wykonanie uziemienia konstrukcji montażowej instalacji fotowoltaicznej. Uziemienie wykonać przewodem giętkim LgY o przekroju minimum 16 mm². Połączenia wykonać jako śrubowe, z zabezpieczeniem przed samorozkręcaniem. Zmierzona wartość uziemienia nie powinna przekroczyć 10Ω .

Dodatkowo w instalacji fotowoltaicznej zaleca się wykonanie połączenia wyrównawczego pomiędzy instalacją odgromową, konstrukcją montażową i ramkami modułów. W przypadku braku możliwości połączenia powyższych elementów za pomocą elementów przewodzących należy wykonać połączenie wyrównawcze przewodem giętkim LgY o przekroju minimum 16mm².

12. OPIS ROZWIĄZAŃ

Na dachu projektuje się instalację fotowoltaiczną, która składać się będzie z zespołów paneli fotowoltaicznych. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie 36,12 kWp. Zastosowane moduły PV będą współpracowały z optymalizatorami oraz inwerterem (przetwornicami stałej energii elektrycznej na energię elektryczną zmienną). Energia elektryczna produkowana przez instalację będzie dostarczana do sieci energetycznej nn-0,4kV, poprzez istniejącą rozdzielnię główną. Instalację fotowoltaiczną stanowią:

- moduły fotowoltaiczne;
- falownik fotowoltaiczny;
- okablowanie prądu stałego (DC) i zmiennego (AC); - niezbędne zabezpieczenia elektryczne; - trasy kablowe.

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 36,12 kWp zakwalifikowana jest do mikroinstalacji. Zgodnie z art. 29 ust. 4 pkt 3c Prawa budowlanego instalowanie urządzeń fotowoltaicznych o mocy do 50 kW nie wymaga pozwolenia na budowę oraz zgłoszenia, jednak dla realizacji przedmiotowej instalacji nałożony obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a PB.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie miała na celu wytwarzanie energii elektrycznej. Instalacja będzie się składać z zespołów paneli fotowoltaicznych podzielonych na tzw. "stringi". Ogniwa fotowoltaiczne (panele monokrystaliczne), które będą współpracować z inwerterem tzw. falownikiem – przetwornicą zmieniającą prąd

stały (DC) dostarczony z ogniw, na prąd zmienny (AC). Po zmianie charakteru energii elektrycznej, zostanie ona użyta na potrzeby własne budynku, a część pozostała tzw. nadprodukcja zostanie oddana i zmagazynowana w sieci energetycznej. Potrzeby własne instalacji zostaną pokryte w pierwszej kolejności przez samo-konsumpcję energii elektrycznej wyprodukowanej w podmiotowej instalacji. W nocy energia elektryczna niezbędna na potrzeby własne falownika zostanie pobrana z lokalnej sieci, do której zostanie przyłączona. W przypadku zaniku napięcia w sieci lub też braku pojedynczej fazy, falownik automatycznie wyłączy się. Ponowne włączenie falownika odbywa się w sposób automatyczny, po pojawieniu się napięcia w sieci.



Figura 1 Wizualizacja instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku

12.1 PANELE FOTOWOLTAICZNE

Moduł fotowoltaiczny to urządzenie, które w sposób bezpośredni zamienia energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Moduł PV zbudowany jest z tak zwanych ogniw fotowoltaicznych, które połączone są w sposób szeregowy, czyli tak, aby koniec jednego elementu układu łączył się z początkiem następnego. Wytworzona energia jest w postaci prądu stałego DC.

Instalacja fotowoltaiczna stanowi zespół prądotwórczy składający się z 84 szt. modułów PV zamontowanych na dachowej konstrukcji wsporczej. Do falownika podłączone zostaną 4 stringi przewodami DC PV 6mm² łączonymi za pomocą gniazd i wtyków MC4 – wszystkie stringi składać się będą z 21 sztuk modułów fotowoltaicznych. Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie paneli fotowoltaicznych o parametrach przedstawionych niżej w tabelach.

Tabela 1. Parametry elektryczne modułów

Podstawowe parametry (dla warunków STC):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	430 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCSTC})	39,16 V
Prąd zwarcia (I_{SCSTC})	13,65 A
Napięcie przy mocy maksymalnej (U_{MPPSTC})	32,58 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I_{MPPSTC})	13,20 A
Współczynnik temperaturowy (I_{SCSTC})	+ 0,045 %/°C
Współczynnik temperaturowy (U_{OCSTC} (β))	- 0,25 %/°C
Współczynnik temperaturowy (P_{MAXSTC})	- 0,29 %/°C
Podstawowe parametry (dla warunków NOCT):	
Moc maksymalna (P_{MAX})	323 Wp
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCNOCT})	37,20 V
Prąd zwarcia (I_{SCNOCT})	11,02 A
Napięcie przy mocy maksymalnej ($U_{MPPNOCT}$)	30,30 V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej ($I_{MPPNOCT}$)	10,66 A

Tabela 2. Parametry mechaniczne modułu

Pozostałe parametry	
Sprawność modułu	21,52%
Wymiary	1762x1134x30 mm
Waga	22 kg

Na etapie wykonania należy zastosować moduły o minimalnych parametrach określonych poniżej:

ZAŁOŻENIA OGÓLNE

- W instalacji fotowoltaicznej należy zastosować moduły monokrystaliczne.
- Moduły powinny być w miarę możliwości instalowane na stronie południowej, aby maksymalizować uzysk energii, uwzględniając przy tym dostępną powierzchnię przeznaczoną na montaż.
- Moduły powinny być zainstalowane zgodnie z dokumentacją techniczną, w sposób, który w najmniejszym stopniu będzie podlegać zacienieniu przez inne obiekty.
- Rozmieszczenie i konfiguracja modułów musi zapewnić jak największy uzysk energii.

WYMAGANIA PRODUKTU

- Moduły muszą posiadać certyfikat zgodności z normą PN-EN 61215 lub z normami równoważnymi wydanymi przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.
- Moduł powinien posiadać dodatnią tolerancję mocy.
- Moduły powinny posiadać min. 20 letnią gwarancję na produkt.
- Moduły powinny posiadać 25 letnią gwarancję liniową gwarancji na moc, tj. min 80% po 25 latach.

PARAMETRY MODUŁU FOTOWOLTAICZNEGO

W ustandaryzowanych warunkach testowych – STC (ang. Standard Test Conditions)

- Moc (P_{max}) – min. 400 Wp
- Sprawność (η) – min. 21%

Współczynniki temperaturowe

- Współczynnik temp. dla P_{max} – nie gorszy niż $-0,35\%/^{\circ}\text{C}$

Warunki eksploatacji

- Max. napięcie systemu – 1000/1500 VDC
- Temp. robocza – $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$

Parametry mechaniczne

- Wymiary – powierzchnia modułu nie większa niż $2,5 \text{ m}^2$
- Waga – max. 30 kg

Moduły fotowoltaiczne zostaną podłączone do optymalizatorów mocy.

12.2 FALOWNIK

Falownik to urządzenie, które przekształca wytworzoną energię elektryczną z modułu PV w postaci prądu i napięcia stałego, na prąd przemienny AC.

W ramach planowanej instalacji projektuje się zastosowanie 1 falownika. Falownik został tak dobrany, aby zapewnić optymalną wydajność całej instalacji PV. Instalację projektuje się tak, aby wypadkowe napięcie układu otwartego na szeregu modułów nie przekraczało maksymalnego napięcia dopuszczalnego na wejściu przez falownik przy najniższej spodziewanej temperaturze pracy systemu. Dodatkowo wypadkowe napięcie punktu mocy maksymalnej na szeregu modułów nie jest niższe niż minimalne napięcie, dla którego falownik jest w stanie zaimplementować procedurę MPPT przy najwyższej spodziewanej temperaturze pracy systemu. Falownik spełnia kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych.

Każdorazowo należy dobrać optymalizatory kompatybilne z modułami fotowoltaicznymi, falownikiem oraz dobrać odpowiednie długości stringów. Należy zastosować falownik umożliwiający najsprawniejszą pracę układu w tym podpięcie

optymalizatorów. Falownik należy skonfigurować w sposób umożliwiający kompensację mocy biernej.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie falownika o parametrach przedstawionych niżej w tabelach.

Tabela 3. Parametry napięciowo-prądowe falownika

Parametry napięciowo-prądowe na wejściu DC	
Max. napięcie wejściowe	1100 V _{DC}
Znamionowe napięcie wejściowe	600 V _{DC}
Max. prąd zwarcowy MPPT	40 A _{DC}
Max. prąd roboczy MPPT	26 A _{DC}
Max. sprawność falownika	98,7%
Parametry napięciowo-prądowe na wyjściu AC	
Znamionowa moc wyjściowa	36 000 W
Max. Moc pozorna AC	40 000 VA
Napięcie wyjściowe	400/230 V
Częstotliwość	50/60 Hz
Max. Prąd wyjściowy	58 A
THD	< 3%

Na etapie wykonania należy zastosować falownik o równoważnych parametrach określonych poniżej oraz dobrać do niego odpowiednie optymalizatory zgodnie z zaleceniami producenta.

ZAŁOŻENIA OGÓLNE

- Falownik powinien spełniać kryteria przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznych.
- Falownik powinien zostać skonfigurowany do zdalnego monitoringu instalacji fotowoltaicznej, przy czym uwarunkowaniem jest dostępność sieci Wi-Fi w miejscu montażu falownika.
- Falownik nie może zostać zamontowany na palnych powierzchniach. Falownik należy zamontować zachowując podane minimalne odstępów od ścian i innych przedmiotów:

Góra – 20 cm;
Dół – 20 cm;
Boki – 10 cm.

- Wykonawca powinien posiadać akredytację dystrybutora lub producenta.
- Konfigurując falownik należy ustawić normę EN 50438.
- Należy zastosować falownik umożliwiający najsprawniejszą pracę układu w tym podłączenie optymalizatorów mocy.

WYMAGANIA PRODUKTU

- Obudowa inwertera powinna charakteryzować się stopniem szczelności IP65, zgodnie z normą PN-EN 60529:2003 i zapewniać ochronę przed dostępem do części niebezpiecznych, ochronę pyłoszczelną.
- Urządzenia powinny pracować z pełną wydajnością w zakresie temperatur od -25°C do +60 °C.
- Falownik powinien być wyposażony w system umożliwiający pomiar izolacji w części DC, który pozwala wyeliminować uszkodzenia w okablowaniu paneli fotowoltaicznych, jak również w samych panelach dając wysokie bezpieczeństwo użytkowania.
- Falownik powinien być wyposażony w ochronę przed zmianą polaryzacji DC, zabezpieczenie przeciwzwarceniowe AC oraz jednostkę monitorowania parametrów sieci publicznej w trybie ciągłym.
- Falownik powinien posiadać następujące certyfikaty i dokumenty: Deklaracja zgodności na kompatybilność elektromagnetyczną zgodna z obowiązującą dyrektywą 2014/30/UE, Deklaracja zgodności z obowiązującą dyrektywą niskonapięciową 2014/35/UE, Certyfikat zgodności z normą EN 50438 oraz PN-EN 61000.
- Możliwość kompensacji mocy biernej.

PARAMETRY FALOWNIKA

Parametry napięciowo-prądowe

- Znamionowa moc wyjściowa – w zakresie 35 000 – 40 000 W

Inne parametry falownika

- Zakres częstotliwości sieci – 50/60 Hz
- Nominalne napięcie strony AC – 400/230, 380/220 V
- Współczynnik mocy – 0,8 wiodący ~ 0,8 opóźniony
- THDi - <3%
- Max. wydajność falownika – min. 98%

12.3 OPTYMALIZATORY MOCY

Optymalizator mocy to urządzenie, które odpowiada za ochronę instalacji przed skutkami częściowego zacienienia, które wpływa na pracę paneli fotowoltaicznych. Działanie optymalizatorów mocy polega na szukaniu punktu mocy maksymalnej na

poziomie pojedynczego modułu PV. Optymalizator pozwala utrzymać stałe napięcie w łańcuchu umożliwiając stałą wydajność falownika. Konfiguracja podłączenia optymalizatorów mocy do falownika fotowoltaicznego oraz dobór długości stringów została przedstawiona w części rysunkowej załączonej do niniejszego opracowania.

Dla przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie optymalizatorów mocy o parametrach przedstawionych niżej w tabeli. Wybór konkretnego producenta optymalizatorów mocy uzależniony jest od zastosowanego falownika.

Tabela 4. Parametry prądowo-napięciowe dla optymalizatorów mocy

Parametry prądowo-napięciowe optymalizatora mocy	
Znamionowa moc wejściowa	600 W
Zakres napięcia roboczego MPPT	10-80 V _{DC}
Max. napięcie wejściowe	80 V _{DC}
Max. prąd zwarciov	14,5 A _{DC}

12.4 KONSTRUCJA WSPORCZA

Do montażu paneli fotowoltaicznych nowobudowanej instalacji projektuje się zastosowanie dachowej konstrukcji wsporczej. Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na specjalistycznej certyfikowanej konstrukcji. Konstrukcja powinna spełniać wymagania dot. ekspertyzy nośności dachu, którą w swoim zakresie opracuje przyszły Wykonawca.

12.5 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I ROZDZIELNICA PO STRONIE DC

12.5.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE DC

Obliczenia dot. doboru przewodów po stronie stałoprądowej zostały wykonane w oparciu o rozłożenie modułów: 1 MPPT – 21 modułów, 2 MPPT – 21 modułów, 3MPPT – 21 modułów, 4 MPPT – 21 modułów

Założona strata mocy na okablowaniu DC każdego łańcucha fotowoltaicznego nie powinna przekraczać około 1%. Do obliczeń przyjęto najdłuższy występujący w instalacji string modułów fotowoltaicznych.

Strata na okablowaniu:

$I \cdot L$

$$\text{Strata [\%]} = \frac{I \cdot L}{U \cdot k \cdot A} \cdot 100\%$$

Gdzie:

L – długość przewodów stringu [m];

U – napięcie obwodu [V];

– przewodność właściwa miedzi: $48 \cdot 10^{-8} \frac{\Omega \cdot m}{mm^2}$;

A – przekrój przewodu [mm²];

I – natężenie obwodu [A];

L – ~170 m

U – 636,3 V

I – 10,66 A

k – $50 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

A – 6 mm²

Strata [%] = 0,95 %,

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować przewody PV o przekroju min. 6 mm².

12.5.2 ZABEZPIECZENIA PRZEPIĘCIOWE PO STRONIE DC

Odpowiedni poziom ochrony zapewnią ograniczniki przepięć typu T1+2 (B+C) po stronie DC. Ograniczniki przepięć połączyć z szyną wyrównawczą przewodem ochronnym o przekroju nie mniejszym niż 16 mm².

Należy zastosować się do poniższego wzoru określającego maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika:

$$V_{CPV} \geq V_{OC} * 1,2$$

Gdzie:

V_{CPV} – maksymalne napięcie ciągłej pracy ogranicznika; V_{OC} – napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów.

$$V_{CPV} \geq 986,8 V$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować ogranicznik przepięć T1+2 o maksymalnym napięciu ciągłej pracy min. 1000V.

12.5.3 ROZDZIELNICA DC

Projektuje się rozdzielnicę DC. Rozdzielnicę RPV DC należy wykonać jako natynkowe wykonane w stopniu min. IP44, wyposażać je w niezbędną aparaturę zabezpieczającą instalację w postaci ograniczników przepięć T1+2 DC .

Wszelkie połączenia modułów fotowoltaicznych są wykonane z wykorzystaniem dedykowanych złączek dla instalacji solarnych typu MC4. Okablowanie między poszczególnymi modułami PV, a falownikiem wykonane zostało za pomocą kabli solarnych o przekroju 6 mm².

Z uwagi na długą trasę przewodów DC, należy podwoić zabezpieczenia po stronie DC. Jedna skrzynka z zabezpieczeniami zostanie zamontowana możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych, a druga bezpośrednio przy falowniku.

12.6 PRZEWODY, ZABEZPIECZENIA I **ROZDZIELNICA PO STRONIE AC**

12.6.1 DOBÓR PRZEWODÓW PO STRONIE AC

Parametry do wyznaczenia przewodów: znamionowa moc wyjściowa AC falownika: 36 kW, długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia ok. 20 m. Zalecany maksymalny poziom strat 1%.

Minimalny przekrój przewodów:

$$A = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot k \cdot 0,01}$$

Gdzie:

L – długość przewodów
[m]; U – napięcie
znamionowe [V];

$\frac{1}{k}$ – przewodność właściwa miedzi 50 Ω
*mm²

A – przekrój przewodu w
[mm²]; P – moc obwodu [W].

$$A \text{ [mm}^2\text{]} = 6,78$$

oraz Wyliczenie
maksymalnego

prądu dla

falownika:

$$I_{MAX} = \frac{P}{U \sqrt{n*3}}$$

P – Moc czynna obwodu NOCT [W];

U_n – napięcie międzyfazowe [V];

$$I_{MAX} = 65,69 \text{ A}$$

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej, z uwagi na obciążalność prądową przewodu oraz maksymalny prąd wyjściowy falownika, zostaną zastosowane przewody AC o przekroju min. 25 mm².

12.6.2 ZABEZPIECZENIA PO STRONIE AC

Zabezpieczenia nadprądowe po stronie AC

Po stronie AC falownika należy zabezpieczyć przed potencjalnym prądem zwarciovym od strony sieci. Zabezpieczenie należy tak dobrać, aby w przypadku przepływu prądu o wartości większej od długotrwałej obciążalności prądowej zastosowanego przewodu lub kabla, następowało ich działanie i rozłączenie obwody zanim nastąpi nadmierny wzrost temperatury żył przewodów powodujących uszkodzenie przewodu lub kabla.

Projektuje się wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B.

I_n – prąd znamionowy bezpiecznika;

I_z – długotrwała obciążalność przewodu lub kabla; I_b – maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC falownika; k – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie zabezpieczenia, dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B – 1,45; I₂ – prąd zadziałania wyłącznika nadprądowego.

Założenia do spełnienia:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 = k \cdot I_n$$

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

Gdzie:

$$I_b = 65,69 \text{ A}$$

$$I_z = 85 \text{ A}$$

$$I_n = 80 \text{ A}$$

$$65,69\text{A} \leq 80\text{A} \leq 85\text{A}$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 80 = 116\text{A}$$

$$116\text{A} \leq 123,25 \text{ A}$$

Projektuje się wyłącznik nadprądowy min. 80A o charakterystyce B.

Zabezpieczenie przepięciowe AC

Projektuje się ogranicznik przepięć AC T1+2.

12.6.3 ROZDZIELNICA AC

Projektuje się rozdzielnicę AC. Rozdzielnicę RPV AC należy wykonać jako natynkowe wykonane w stopniu min. IP44, wyposażać je w niezbędną aparaturę zabezpieczającą instalację w postaci ograniczników przepięć T1+2 oraz zabezpieczeń nadprądowych. Między falownikiem, a rozdzielnicą RPV AC poprowadzone zostaną przewody miedziane o parametrach odpowiednio dobranych do mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej. Przekrój zastosowanych przewodów dobrany jest zgodnie z warunkami długotrwałego oraz spadków napięć zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52.

13. ZABEZPIECZENIE OD PRACY RÓWNOLEGŁEJ Z AGREGATEM PRĄDOTWÓRCZYM

W celu uniemożliwienia pracy równoległej projektowanej instalacji fotowoltaicznej z awaryjnym agregatem prądotwórczym, proponuje się zastosowanie zabezpieczenia w postaci wyłącznika mocy, który w przypadku wystawienia styku pracy agregatu, wyzwoli poprzez przekaźnik R15 cewkę wyzwalającą wyłącznika mocy co spowoduje odłączenie instalacji fotowoltaicznej od sieci zakładu.

Wskazane zabezpieczenie z wykorzystaniem wyłącznika mocy jest proponowanym rozwiązaniem w kwestii zapewnienia bezpieczeństwa do pracy równoległej z agregatem prądotwórczym. Wykonawca może zastosować alternatywne rozwiązanie po uzgodnieniu z Zarządcą.

14. ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji, jaką jest instalacja fotowoltaiczna, w ramach której przewiduje się montaż modułów PV na budynku o kubaturze przekraczającej 1000 m³.

Dla realizowanej inwestycji o mocy do 50 kW nie wymaga się pozwolenia na budowę, zgodnie z art. 29.2 pkt 16) Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. Zakres uzgodnienia dokumentacji jest zgodny z wymogami Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 września 2021r w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie narusza i nie obejmuje następujących warunków ochrony przeciwpożarowej ustalonej dla budynku:

- powierzchni, wysokości i liczby kondygnacji budynku;
- charakterystyki zagrożenia pożarowego, w tym parametrów pożarowych materiałów niebezpiecznych pożarowo, zagrożeń wynikających z procesów technologicznych oraz charakterystyk pożarów przyjętych do celów projektowych;
- przyjętej kategorii zagrożenia ludzi oraz przewidywanej liczby osób na każdej kondygnacji i w pomieszczeniach, których drzwi ewakuacyjne powinny otwierać się na zewnątrz pomieszczeń;
- przewidywanej gęstości obciążenia ogniowego;
- oceny zagrożenia wybuchem;
- przyjętej dla budynku klasy odporności pożarowej oraz klasy odporności ogniowej i stopnia rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych;
- ustalonego podziału obiektu na strefy pożarowe i strefy dymowe;
- usytuowania budynku z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe;
- warunków i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób;
- urządzeń przeciwpożarowych;
- wyposażenia budynku w gaśnice;
- przygotowania obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych, w zakresie dróg pożarowych oraz zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru.

Wymagania w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowych projektowanej instalacji obejmują informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji użytkowych, a w szczególności elektrycznej i piorunochronnej.

Wymagania dla instalacji elektroenergetycznej:

- należy zabezpieczyć przepusty instalacyjne przy przejściu instalacji przez elementy oddzielenia przeciwpożarowych w budynku do klasy odporności ogniowej EI elementu oddzielenia przeciwpożarowego, przez który przechodzą, o ile występują na drodze prowadzenia tras przewodów, w przypadku

występowania zastosować certyfikowane systemy uszczelnień przejść instalacyjnych;

- elementy oddzielen przeciwpożarowych (ściany, stropy) oraz ich klasę odporności ogniowej ustalić w oparciu o projekt budowlany lub informacje przekazane przez Inwestora podczas prac wykonawczych instalacji;
- zabrania się montażu osprzętu instalacji elektrycznej bezpośrednio na podłożu palnym;
- w przewodach wentylacyjnych zabrania się prowadzenia przewodów instalacji z wyjątkiem budynków mieszkalnych jednorodzinnych;
- przewody pod modułami przymocować do ramy modułu lub do szyn przy pomocy dedykowanych uchwytów;
- montaż przewodów w aparatach urządzeniach instalacji dokonać przy pomocy odpowiedniego momentu obrotowego zgodnie ze specyfikacją DTR;
- należy zapewnić wymaganą ochronę odgromową instalacji PV oraz wymaganą przepisami odległość instalacji PV od przewodów instalacji odgromowej.

Zabezpieczenie instalacji fotowoltaicznej

W momencie zaniku napięcia sieci, falownik zostaje automatycznie wyłączony. Załączenie następuje samoistnie po zadanej zwłoce czasowej od momentu przywrócenia napięcia w sieci. Aby ograniczyć możliwość porażenia prądem stałym, tj. DC, oraz zapewnienia możliwości prowadzenia działań gaśniczych zastosowano:

- **Automatyczny przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa PEFS PROJOY (lub równoważny)**
- **Optymalizatory mocy z funkcją SAFE DC**

Wyłącznik PROJOY powinien zostać zamontowany możliwie najbliżej modułów fotowoltaicznych tak, aby niebezpieczne okablowanie DC nie wchodziło do wnętrza budynku. Dokładne miejsce lokalizacji wyłącznika PROJOY wykonawca winien ustalić z Zarządcą budynku.

Powyższe zabezpiecza budynek przed wystąpieniem w nim niebezpiecznego napięcia DC.

Inne wymagania

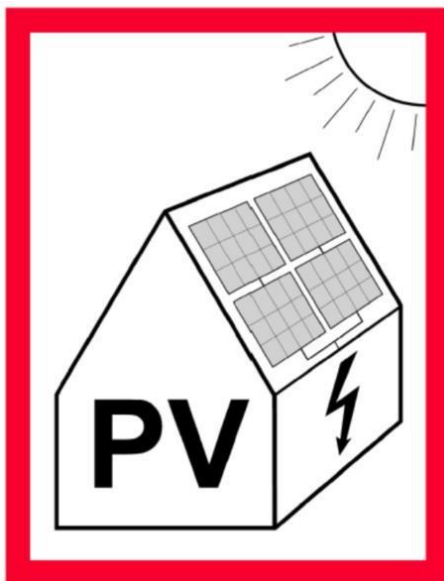
Przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji należy:

- oznakować obiekt znakiem bezpieczeństwa zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712, w miejscu przyłączenia instalacji fotowoltaicznej, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania;
- oznakować trasy przewodów instalacji fotowoltaicznej DC tablicą informacyjną o treści „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia”;
- oznakować główny wyłącznik AC i DC instalacji fotowoltaicznej;
- przeprowadzić badania rezystancji instalacji elektrycznej i ciągłości instalacji;
- w pobliżu falownika umieścić gaśnice proszkową GP ABC o masie 2kg.










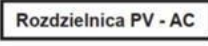

Ze względu na montaż instalacji fotowoltaicznej na terenie obiektu zastosowano oznakowanie obiektu znakiem bezpieczeństwa wg normy PN-EN 60364-7-712 informującym o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej: naklejka z wizerunkiem modułów PV na terenie obiektu powinna być umieszczona:

1. na obudowie rozdzielnic AC PV;
2. w miejscu przyłączenia instalacji PV (na rozdzielnic RG);
3. przy liczniku energii elektrycznej.

Wzór naklejki ostrzegawczej został przedstawiony na poniższym rysunku.



Jako dodatkowy środek bezpieczeństwa po montażu instalacji fotowoltaicznej należy zastosować następujące naklejki informacyjno-ostrzegawcze:

	Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielnic RAC pod wyłącznikiem nadprądowym
	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielnic RAC
	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik
 	Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części
 	Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielnic RDC
 	Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku
	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RAC zaraz nad drzwiczkami
	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielnic RDC zaraz nad drzwiczkami.

15. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I ODGROMOWA

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym zostanie zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych;
- izolację roboczą;
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

Zaprojektowana instalacja jest zgodna z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-EN 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

Uziemieniu ochronnemu podlegają elementy metalowe oraz aparatura na nim zabudowana, obwody wtórne przekładników napięcia. Uziemieniu robocznemu podlegają ograniczniki przepięć. Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nie przewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

Podstawowa ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym realizowana będzie za pomocą izolacji roboczej przewodów, zabezpieczeń nadprądowych oraz zabezpieczeń przepięciowych poprzez samoczynne wyłączenie zasilania. Dodatkowo należy wykonać połączenie wyrównawcze między szynami konstrukcji wsporczej modułów. Konstrukcję należy uziemić linką LgY 1x16mm². W przypadku braku

uziemia, należy je wykonać szpilami uziemiającymi, szpile należy zabić w ziemi taką ilość, aby uzyskać rezystancję uziemia poniżej 10 Ω (Ohm).

16. UWAGI DLA WYKONAWCY

Konfigurując falownik należy ustawić normę EN 50438.

Tabela 5. Dobór zabezpieczeń – parametry i wartości

Parametr	Wartość nastawy wyłączającej
Wzrost napięcia (stopień 2, bezzwłoczny)	264,5 V (+15%)
Wzrost napięcia (stopień 1, zwłoczny)	253 V (+10%)
Obniżenie napięcia	195,5 V (-15%)
Podwyższenie częstotliwości	52 Hz (+4%)
Obniżenie częstotliwości	47,5 Hz (-5%)

Powyższy projekt instalacji fotowoltaicznej został sporządzony zgodnie z wiedzą techniczną i warunkami technicznymi. Wszelkie zmiany i uwagi inwestora należy wprowadzić na etapie projektowym lub wykonawczym wraz z aktualizacją projektu. Dodatkowo należy sporządzić protokół powykonawczy z pomiarami ochronnymi. Protokół pomiarowy powinien zawierać:

- pomiar rezystancji izolacji przewodów DC i AC;
- pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych; • pomiar impedancji pętli zwarcia;
- pomiar rezystancji uziemia.

Falownik zostanie zamontowany na wewnętrznej ścianie budynku. Aby zapewnić prawidłowe odprowadzanie ciepła, falownik należy zamontować zachowując podane minimalne odstępów od ścian i innych przedmiotów:

- Góra – 20 cm;
- Dół – 20 cm;
- Boki – 10 cm.

Falownik nie może zostać zamontowany na palnych powierzchniach.

W celu uniknięcia powstania pętli indukcyjnej należy zadbać o prawidłowe ułożenie okablowania łączącego moduły fotowoltaiczne. Wykonawca powinien poprowadzić pętlę powrotną okablowania DC.

17. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Tabela 6. Zestawienie materiałów dla instalacji PV

L.p.	Pozycja	Jedn.	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne	Szt.	84
2	Falownik	Szt.	1

3	Okablowanie prądu stałego – przewód solarny 6 mm ²	m	420
4	Okablowanie prąd przemiennego – przewód 25 mm ²	m	20
5	Uziemienie instalacji PV	Kpl.	1
6	Konstrukcja wsporcza dla instalacji dachowej	Kpl.	1
7	Ogranicznik przepięć DC TYP 1+2	Szt.	8
8	Ogranicznik przepięć AC TYP 1+2	Szt.	1
9	Zabezpieczenie nadprądowe B80A	Szt.	2
10	Optymalizatory	Szt.	84
11	Wyłącznik bezpieczeństwa PEFS PROJOY (lub równoważny)	Szt.	1
12	Zabezpieczenie nadprądowe B6A	Szt.	1

18. UWAGI KOŃCOWE

Okablowanie prądu stałego z dachu, zostanie poprowadzone przewiertem obok wolnego kanału technicznego wskazanego przez Zarządcę Budynku.



Figura 2 Część dachu budynku

Następnie okablowanie DC zostanie poprowadzone w dół do pomieszczenia sanitarnego, z którego przewiertem okablowanie zostanie wyprowadzone do

pomieszczenia dyżurnego znajdującego się po drugiej stronie ściany. Tam zostanie zamontowany falownik wraz z zabezpieczeniami.

Okablowanie AC zostanie przeprowadzone od pomieszczenia dyżurnego przewiertem przez ścianę na korytarz, gdzie znajduje się rozdzielnia elektryczna. Wpięcie nastąpi do istniejącej rozdzielni.

Dopuszcza się alternatywną trasę przeprowadzenia okablowania z dachu do pomieszczenia dyżurnego oraz okablowania AC pod warunkiem uzgodnienia trasy z Zarządcą Budynku.



Figura 3 Miejsce montażu falownika w pomieszczeniu Figura 4 Miejsce wpięcia instalacji do rozdzielni na dyżurnym korytarzu, obok pomieszczenia dyżurnego

Wykonawca powinien zwrócić szczególną uwagę na istniejące koryta kablowe na trasie przewiertu.

W obiekcie znajduje się agregat prądotwórczy – Wykonawca powinien zabezpieczyć instalację fotowoltaiczną w taki sposób, aby załączenie agregatu prądotwórczego nie spowodowało uszkodzenia instalacji fotowoltaicznej.

Przed uruchomieniem urządzeń prądotwórczych, po wykonaniu wszelkich prac montażowych należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających;
- rezystancji uziemienia;

- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów należy sporządzić protokół, który stanowi podstawę do rozpoczęcia eksploatacji objętych projektem instalacji.

Prace powinny być wykonane zgodnie z projektem, z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. Koniecznym jest przestrzeganie technologii montażu projektowanych urządzeń. Całość prac powinny wykonać osoby mające do tego uprawnienia. Urządzenia po zakończeniu montażu należy skonfigurować do wzajemnej współpracy.

W kwestii Zarządcy budynku będzie kontrola kumulowania się wody opadowej na powierzchni dachu oraz konserwacja powierzchni dachu, tak, aby zbierająca się woda opadowa nie wpływała na eksploatację instalacji.

Wszystkie przedstawione komponenty nie są obligatoryjne dla Wykonawcy. Wykonawca może zastosować urządzenia innych wybranych producentów, przy czym urządzenia winny posiadać minimalne parametry techniczne określone w Specyfikacji Warunków Zamówienia.

Wykonawca może zaproponować alternatywną trasę przeprowadzenia okablowania instalacji elektrycznej. Wykonawca zobowiązany jest do ustalenia z Zarządcą budynku trasy przeprowadzenia okablowania, tak aby nie naruszać istniejącej aparatury wodnej, gazowej oraz elektrycznej.