

PROJEKT WYKONAWCZO-TECHNICZNY

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 113, UL. PIOTRA STACHIEWICZA 33, 31-328 KRAKÓW

Temat	<i>INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA NA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 113, UL. PIOTRA STACHIEWICZA 33, 31-328 KRAKÓW</i>			
	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projektował:	mgr inż. Janusz Szczyпка	<i>MAP/0327/PWOE/12</i> <i>Upewnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń</i>	02.2022	

Spis treści

1. Przedmiot opracowania.	2
2. Podstawa opracowania.....	2
3. Zakres opracowania.	2
4. Podstawowe założenia projektowe.	2
5. Lokalizacja i charakterystyka obiektu.	2
6. Opis systemu PV.....	3
7. Dobór urządzeń.....	4
8. Montaż modułów fotowoltaicznych.	4
9. Przyłączanie falownika do sieci elektroenergetycznej	5
10. Wykonanie projektowanej instalacji.....	5
11. Ochrona przeciwporażeniowa.....	8
12. Wizualizacja parametrów systemu	8
13. Ochrona przeciwprzepięciowa.....	8
14. Instalacja połączeń wyrównawczych.....	9
15. Podstawowe normy i przepisy	9
16. Uwagi końcowe.	10
17. Obliczenia techniczne.....	11
18. Zestawienie materiałów	13
19. Spis rysunków.....	13
20. Lokalizacja budynku.....	14

1. Przedmiot opracowania.

Tematem opracowania jest projekt wykonawczo techniczny instalacji fotowoltaicznej dla budynku Szkoły podstawowej nr 113, ul. Piotra Stachiewicza 33, 31-328 Kraków

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy 48,6[kWp] ma na celu produkcję i przesył energii elektrycznej do istniejącej wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku szkoły.

W związku z podłączeniem systemu fotowoltaicznego do sieci elektroenergetycznej nie ma konieczności magazynowania energii przez dodatkowe urządzenia, całość wyprodukowanej energii zostanie oddana na potrzeby budynku a nadwyżka przekazywana do sieci elektroenergetycznej

2. Podstawa opracowania.

- zlecenie Inwestora,
- projekt architektoniczno – budowlany budynku,
- uzgodnienia międzybranżowe,
- dokumenty techniczno – ruchowe (DTR) zaprojektowanych urządzeń,
- obowiązujące przepisy, normy, zarządzenia, standardy oraz współczesna wiedza techniczna

3. Zakres opracowania.

Dokumentacja obejmuje:

- opis techniczny uwzględniający rozwiązania projektowe,
- schematy elektryczne połączeń paneli fotowoltaicznych z inwerterami oraz siecią elektryczną wewnętrzną,
- zabudowę paneli fotowoltaicznych na trzech ścianach elewacyjnych,
- instalację uziemiającą oraz połączeń wyrównawczych dla potrzeb instalacji fotowoltaicznej,
- instalację odgromową dla potrzeb instalacji fotowoltaicznej,
- instalację ochrony przeciwprzepięciowej dla potrzeb instalacji fotowoltaicznej,
- obliczenia techniczne

4. Podstawowe założenia projektowe.

Falownik 17kW 1 szt

Falownik 25kW 1 szt

Łączna liczba modułów PV: 90 szt.

Łączna ilość optymalizatorów 90 szt.

Moc maksymalna pojedynczego modułu PV: 540W

Moc szczytowa instalacji: 48,6 kWp

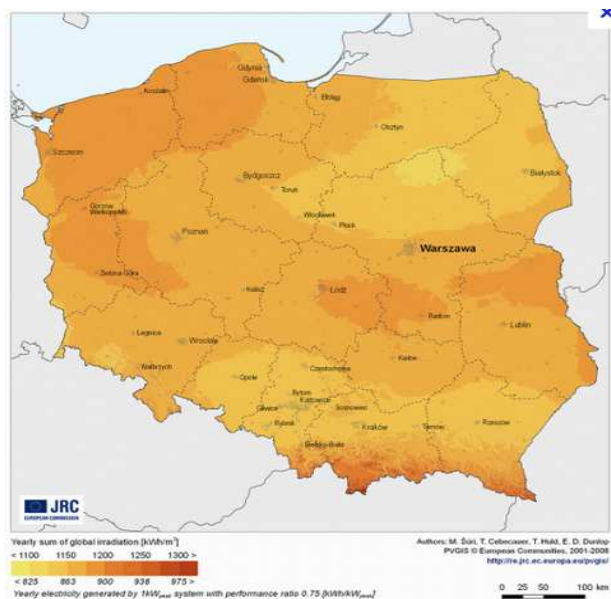
Liczba falowników fotowoltaicznych: 2 szt.

Współczynnik wykorzystania energii: 100 %

5. Lokalizacja i charakterystyka obiektu.

Charakterystyczne parametry określające wielkość obiektu

Instalacje fotowoltaiczne pozwalają na wykorzystanie energii z natury w sposób najmniej uciążliwy dla środowiska. Zdecydowano się na realizację instalacji fotowoltaicznej generującej energię elektryczną w oparciu o promieniowanie słoneczne. Instalacja wykonana zostanie na powierzchni elewacji należącym do Inwestora.



Rys. 1. Średnia suma roczna napromieniowania na terenie Polski

Teren południowej Polski w którym realizowana będzie inwestycja cechuje się bardzo dobrymi warunkami nasłonecznienia. Średnia suma roczna napromieniowania wynosi ok. 1150 kWh/m² (rysunek nr 1). Energia produkowana przez układ fotowoltaiczny będzie konsumowana na potrzeby własne obiektu a nadwyżka przekazywana do sieci elektroenergetycznej.

6. Opis systemu PV.

- 18 szt. o mocy maksymalnej 540 Wp na elewacji budynku sekcja 1 moc 9,72 kWp
- 18 szt. o mocy maksymalnej 540 Wp na elewacji budynku sekcja 2 moc 9,72 kWp
- 16 szt. o mocy maksymalnej 540 Wp na elewacji budynku sekcja 3 moc 8,64 kWp
- 19 szt. o mocy maksymalnej 540 Wp na elewacji budynku sekcja 4 moc 10,26 kWp
- 19 szt. o mocy maksymalnej 540 Wp na elewacji budynku sekcja 5 moc 10,26 kWp

pozwalające na uzyskanie łącznej mocy 48,6 kWp w warunkach standardowych STC określonych w IEC 61215 lub IEC 61646 tj. przy natężeniu promieniowania 1000W/m² oraz temperaturze modułów równej 25°C.

Instalacje fotowoltaiczne montuje się z zamiarem jej użytkowania przez najbliższe 25 lat, więc zastosowane konstrukcje są wytrzymałe na warunki atmosferyczne:

- system mocowania paneli PV na elewacji pionowej w systemie BIPV – konstrukcja aluminiowa, elementy podstawowe wytworzone z tworzywa odpornego na UV i warunki atmosferyczne, elementy stalowe o wysokiej odporności na korozję. Wsporniki o długości 24 cm tak by odstęp między panelami a elewacją uwzględniał grubość ocieplenia i przerwa wynosiła ok 9 cm . Na ścianach, których będzie wykonana instalacja PV należy zastosować wełnę mineralną.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie pracowała „on-grid” tzn. równolegle do sieci elektroenergetycznej a produkcja energii elektrycznej będzie redukowała energochłonność budynku.

Miejsce montażu elementów zgodnie z załączonymi rysunkami:

- panele fotowoltaiczne PV w pięciu stringach na elewacji budynku,
- inwerter solarny 17K w szafie ochronnej wentylowanej zlokalizowanej przy przewiązce

od strony parkingu, dopuszcza się montaż na elewacji lub wolnostojącej,

- inwerter solarny 25K w szafie ochronnej wentylowanej zlokalizowanej przy przewiązce od strony parkingu, dopuszcza się montaż na elewacji lub wolnostojącej,
- rozdzielnia (RDC) w szafie ochronnej wentylowanej zlokalizowanej przy przewiązce od strony parkingu, dopuszcza się montaż na elewacji lub wolnostojącej,
- rozdzielnia (RAC) w szafie ochronnej wentylowanej zlokalizowanej przy przewiązce od strony parkingu, dopuszcza się montaż na elewacji lub wolnostojącej,

Instalacja okablowania DC paneli fotowoltaicznych prowadzona będzie w całości na elewacji w rurkach ochronnych RL, korytkach pod ociepleniem oraz na konstrukcji wsporczej. Okablowanie nie będzie narażone na uszkodzenia mechaniczne.

Instalacja okablowania AC należy wykonać w rurach ochronnych, w miejscu przejścia przez drogi ewakuacyjne należy zastosować rury i kable bezhalogenowe o odpowiedniej odporności ogniowej.

Zaprojektowano zastosowanie optymalizatorów dla każdego panelu PV. Po wyłączeniu zasilania z sieci falownika napięcie na poszczególnych kablach dla pojedynczego stringu nie przekracza 30V. Rozdzielnicą wolnostojącą PV wyposażoną w ochronnik i rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką 20A.

7. Dobór urządzeń.

Panele fotowoltaiczne PV wyposażone w optymalizatory:

Dobrano wysoko wydajne moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne. Moduły fotowoltaiczne muszą charakteryzować się co najmniej parametrami o następujących wartościach:

- Nominalna moc P_{mpp} (Wp) min 540
- Sprawność modułu [%] min 20
- Wymiary i waga minimalnie:
- Długość modułu (mm) 2285
- Szerokość modułu (mm) 1134

Inwerter:

Dobrano inwerter typu 17KW oraz 25KW. Jest to beztransformatorowy falownik trójfazowy o mocy odpowiednio 17kW oraz 25kW. Dopuszcza się zastosowanie jednego Inwertera pod warunkiem sporządzenia odpowiedniego nadzoru.

Optymalizatory

Optymalizator mocy charakteryzuje się sprawnością na poziomie 99,5% i został specjalnie zaprojektowany do pracy z falownikami 17KW oraz 25kW. Dzięki zastosowaniu urządzenia rozwiązana jest sytuacja niedopasowania modułów lub częściowego zacienienia.

Odrębny monitoring dla każdego modułu znacznie ułatwia zarządzanie systemem. Optymalizator posiada funkcję redukcji napięcia każdego modułu - przy montażu lub w przypadku pożaru. Optymalizator zapewnia obniżenie napięcia prądu stałego do bezpiecznego poziomu poniżej 30V po wyłączeniu systemu.

8. Montaż modułów fotowoltaicznych.

Montaż modułów fotowoltaicznych na trzech ścianach elewacji budynku należy dokonać w

sposób jak najmniej ingerujący w konstrukcję obiektu, oraz przy zachowaniu szczelności elewacji za pomocą systemowego mocowania do elewacji. Projektuje się system BIPV o konsolach 24cm. System uwzględnia ocieplenie wełną oraz przewiduje się około 9 cm pustki wentylacyjnej dla prawidłowej pracy modułów PV. Wszelkie ingerencje w strukturę poszycia ścian powinny być wykonane w sposób zabezpieczający szczelność oraz nie pogarszający jego właściwości budowlanych. Przewiduje montaż modułów PV na trzech ścianach elewacji budynku zgodnie z przedstawionym rozmieszczeniem. Elementy konstrukcji wsporczej pod panele należy montować możliwie unikając przebieg i otworów mogących osłabić konstrukcję nośną budynku. W miejscach ewentualnych przebieg starannie uszczelnąć i ew. odtworzyć w tych miejscach warstwy wykończeniowe. Dla zabezpieczenia przed ptakami wykonaną konstrukcję i panele należy zabezpieczyć specjalnymi kolcami bezpiecznymi dla ptaków.

9. Przyłączanie falownika do sieci elektroenergetycznej

Instalacja fotowoltaiczna będzie pracować na sieć publiczną (typowy układ „on-grid”). Wymaga się aby Wykonawca w imieniu Inwestora uzyskać wszelkie konieczne opinie i uzgodnienia konieczne do przyłączenia instalacji do sieci. Falownik przyłączyć do sieci dystrybucyjnej kablami bezhalogenowymi typu N2HX 0,6/1kV 5x10mm² B2Ca oraz N2HX 0,6/1kV 5x16mm² B2Ca. Miejsce włączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej do sieci zlokalizowane jest w Rozdzielnicy głównej budynku RG. Kabel od falownika do rozdzielnicy poprowadzony zostanie w rurze ochronnej przez ścianę a następnie w korytku instalacyjnym, bądź rurze ochronnej do rozdzielnicy. W rozdzielni głównej należy dobudować podstawy bezpiecznikowe 32A oraz 40A odłączający całą instalację PV od sieci.

Zabezpieczenie przed pracą wyspą falownika oraz procedura jego synchronizacji z siecią zasilającą będzie realizowana w sposób zdecentralizowany poprzez układ automatyki przekształtnika. Po zaniku napięcia zasilającego np. wskutek zadziałania przeciwpożarowego wyłącznika prądu (PWP) falownik natychmiast przerywa produkcję energii elektrycznej.

Falownik posiada wbudowane zabezpieczenie przeciwprzepięciowe oraz zabezpieczenie antywyspowe, wyłączające falownik w przypadku parametrów sieci odbiegających od wartości nastawnych. Dodatkowo układ wyposażony jest w optymalizatory.

10. Wykonanie projektowanej instalacji

Opis podłączeń paneli fotowoltaicznych do falownika

Panele fotowoltaiczne należy łączyć z przetwornicami za pomocą specjalnych kabli solarnych 0,6/1kV o przekroju 6 [mm²], posiadającymi podwójną izolację odporną na szkodliwe działanie czynników atmosferycznych, a w szczególności UV. Zastosowane okablowanie fotowoltaiczne należy się charakteryzować parametrami nie gorszymi niż:

- Maksymalne napięcie systemu PV po stronie DC (U_o/U): 1000/1500 V,
- Maksymalne napięcie systemu PV po stronie AC (U_o/U):: 1000/1000 V,
- Termiczne warunki pracy: -40oC do +90oC,
- Min. Promień gięcia: 5 x Ø
- Żył: żyła miedziana, ocynowana, wielodrutowa, giętka klasa 5 wg EN 60228
- Powłoka: specjalna podwójnie izolowana, odporna na UV i warunki atmosferyczne,
- Kolory powłoki: czerwona, niebieska bądź czarna

Kable solarne łączyć szeregowo z panelami fotowoltaicznymi za pomocą specjalnych złączek solarnych typu MC4.

Zastosowane złącza MC4 dla okablowania DC systemu fotowoltaicznego powinno się charakteryzować parametrami nie gorszymi niż:

- Maksymalny prąd systemu PV: 30 A,
- Maksymalne napięcie systemu PV: 1000 V DC,
- Termiczne warunki pracy pomiędzy: -40oC+80oC,
- Stopień ochrony: min. IP65.

Układane kable należy prowadzić starannie aby uniknąć ocierania kabli o ostre krawędzie otworów i nie załamywać ponad dopuszczone promienie zgięcia.

Wszelkie kable montowane w instalacjach odbiorczych AC powinny posiadać izolację o napięciu znamionowym 0,6/1 [kV].

W celu zminimalizowania skutków przepięć mogących pojawić się w instalacji projektuje się ograniczniki przepięciowe zarówno dla strony DC jak i AC

Ochronniki przepięciowe

Ochronnik przepięciowy klasy I i II do zabezpieczania systemów fotowoltaiki 1000 VDC

- Ogranicznik wymienny , montaż na szynę TH
- Odpowiedni do zabezpieczania systemów DC
- Wysoka zdolność pochłaniania energii z krótkim czasem reakcji
- Przetestowany zgodnie z wymogami normy EN 50539-11
- Odpowiedni do użycia zgodnie z wymaganiami IEC 60364-7-712 / EN 50539-12
- Kodowany poziom napięcia
- Do montażu w rozdzielnicy

Ochronnik przepięciowy klasy I i II do zabezpieczania systemów zasilających 1500 VAC

- Ogranicznik wymienny, montaż na szynę TH
- Odpowiedni do zabezpieczania systemów trójfazowych AC
- Wysoka zdolność pochłaniania energii z krótkim czasem reakcji
- Przetestowany zgodnie z wymogami normy PN-EN 61643-11
- Odpowiedni do użycia zgodnie z wymaganiami PN-IEC 61643-1
- Kodowany poziom napięcia
- Do montażu w rozdzielnicy

Trasy kablowe

Kable powinny być prowadzone w odpowiednio przygotowanych i oznaczonych trasach kablowych Należy pamiętać, że na końcach kanałów kablowych lub rurek RL, a także na odgięciach i rozgałęzieniach nie może być ostrych krawędzi, które mogą prowadzić do uszkodzenia izolacji kabli. Należy tak prowadzić trasę by była jak najmniej widoczna dla otoczenia. Dodatkowo w miejscach gdzie nie ma przewidzianego montażu paneli trasa musi być wpuszczona w elewację (ma być niewidoczna)

Główne kable i przewody zostaną prowadzone:

- w budynku w projektowanych i istniejących korytkach kablowych bez kolizji z pozostałymi istniejącymi instalacjami w budynku,
- na elewacji budynku w projektowanych rurkach elektroinstalacyjnych.

Ochrona przeciwpożarowa przepustów instalacyjnych

Przejścia instalacji elektrycznych przez elementy oddzielen przeciwpożarowych zabezpieczyć do klasy odporności ogniowej EI 120. Przejścia instalacji poprzez przepusty o średnicy powyżej 4 cm przez ściany i stropy pomieszczeń dla których wymagana jest klasa odporności ogniowej co najmniej EI 60 lub REI 60 lub wyższa a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, należy zabezpieczyć również do klasy odporności ogniowej (EI) ścian i stropów tego pomieszczenia. Pozostałe przejścia instalacyjne przebiegające przez elementy oddzielen przeciwpożarowych należy uszczelnić certyfikowanymi środkami. Przejścia te mają posiadać odporność ogniową taką jak przegrody, w których są wykonane. Przepusty przez ściany zewnętrzne znajdujące się poniżej poziomu przyległego terenu należy wykonać jako gazoszczelne.

W związku z budową instalacji fotowoltaicznej należy przestrzegać następujących zasad bezpiecznej instalacji PV PPOŻ:

- Należy wykonać wyłącznik po stronie AC oraz DC, jak również szczegółowo opisać procedurę awaryjnego wyłączenia instalacji fotowoltaicznej.
- Należy stosować certyfikowane złączki MC4, rekomenduje się wykonywanie połączeń za pomocą szybkozłączy jedno typu i producenta,
- Przy podłączeniu do falownika należy używać zawsze szybko złączy dostarczonych przez producenta falownika,
- Okablowanie strony DC należy wykonać z wzmocnionych podwójnie izolowanych kabli solarnych zapewniających podstawową ochronę przed porażeniem prądem oraz pożarem,
- Przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń. W trakcie funkcjonowania instalacji nie mogą być nigdy poddawane mechanicznemu naprężeniu. Należy unikać kontaktu z ostrymi krawędziami lub porysowaniem na szorstkim podłożu.
- Należy zapewnić oznaczenie instalacji PV, pozwalające na identyfikację elementów instalacji fotowoltaicznych oraz umożliwić ich bezpieczną eksploatację oraz serwis.
- Kable i przewody należy prowadzić w odpowiednio przygotowanych i oznaczonych trasach kablowych, dodatkowo okablowanie powinno być zabezpieczone przed uszkodzeniem w miejscach przejścia przez elewację, ścianę lub w pobliżu elementów mogących uszkodzić izolację.
- Po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić badania kamerą termowizyjną, która pozwoli na wykrycie ewentualnych nieprawidłowości,
- Należy wykonać pomiary instalacji i sprawdzić poprawność działania systemu PV. Po wykonaniu pomiarów należy przestawić stosowne protokoły podpisane przez uprawnionego pomiarowca i kierownika robót posiadającego stosowne uprawnienia budowlane w specjalności elektrycznej.
- Wykonawca zobowiązany jest to przeszkolenia pracowników z obsługi systemu PV, przygotować wizualizację systemu wraz z zainstalowaniem/skonfigurowaniem oprogramowania na wskazanych komputerach.
- Falownik będzie się łączył z ogólnodostępną siecią komputerową za pomocą protokołu WI-Fi bądź dedykowanego kabla sieci strukturalnej podpiętego bezpośrednio do urządzenia.

Instalację PV należy uziemić i skutecznie podpiąć pod istniejący uziom. W tym celu należy podłączyć LSU do bednarki tak aby wartość uziemienia była mniejsza niż 10Ω.

Po podłączeniu do uziomu należy wykonać pomiary rezystancji uziomu, w przypadku nie

uzyskania wymaganej wartości należy rozbudować instalację o uziom otokowy, ewentualnie pionowy. Instalację należy rozbudować w stopniu gwarantującym odpowiednią wartość rezystancji uziomu. Uziom należy połączyć w złączach kontrolnych z przewodami odprowadzającymi za pomocą śrubowych zacisków probierczych.

11. Ochrona przeciwporażeniowa

Instalacja po stronie AC

Dla zapewnienia bezpiecznej eksploatacji instalacji PV zaprojektowano układ sieciowy pracy w TN-S (z oddzielnym przewodem ochronnym PE w całym układzie pracy).

Ochrona podstawowa realizowana jest przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Ponadto, umieszczenie paneli fotowoltaicznych na elewacji budynku zapewnia ograniczony dostęp do elementów systemu.

Ochrona przy uszkodzeniu, która jest odpowiednikiem ochrony przy dotyku pośrednim, zostanie zrealizowana poprzez:

- samoczynne wyłączenie zasilania (zastosowanie w obwodach odbiorczych aparatury zabezpieczającej: wyłączników nadprądowych, bezpieczników),
- izolacja podwójna lub wzmocniona,
- urządzenia II klasy ochronności.

Należy przewidzieć ochronę uzupełniającą poprzez dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne.

Zastosowane przekroje przewodów, zabezpieczenia zwarciovowe zapewnią skuteczność ochrony zgodną z PN-HD 60364.

Instalacja po stronie DC

Ochrona przy uszkodzeniu, która jest odpowiednikiem ochrony przy dotyku pośrednim, zostanie zrealizowana poprzez:

- izolację podwójną lub wzmocnioną
- urządzeń II klasy ochronności,

Należy przewidzieć ochronę uzupełniającą poprzez dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne.

Przed oddaniem instalacji do eksploatacji należy sprawdzić pomiarami skuteczność ochrony przeciwporażeniowej

12. Wizualizacja parametrów systemu

Oprogramowanie zastosowanego falownika umożliwia podgląd parametrów i pomiarów wyprodukowanej energii i zaoszczędzonych emisji CO₂ z poszczególnych paneli PV. System będzie można uruchomić na komputerze w gabinecie Dyrektora Szkoły oraz sekretariacie.

13. Ochrona przeciwprzepięciowa

Ze względu na możliwość oddziaływania części prądu piorunowego na instalację wewnątrz budynku, przewody biegnące od modułu PV do wnętrza powinny być zabezpieczone ogranicznikiem przepięć.

Zastosować należy ochronnik przeciwprzepięciowy typu 1 i 2, które należy zamontować w projektowanej rozdzielnicy (RDC).

Zastosowany ochronnik należy się charakteryzować parametrami nie gorszymi niż:

- Maksymalny prąd wyładowczy I_{max}: 40 kA

- Znamionowy prąd wyładowczy I_n : 15 kA
- Znamionowe napięcie sieci U_c (V napięcie stałe): 1000V DC

14. Instalacja połączeń wyrównawczych

Projektuje się lokalne szyny wyrównawcze w tablicy RDC.

Podłączone do niej zostaną:

- główna szyna wyrównawcza budynku,
- ramy modułów fotowoltaicznych,
- metalowa konstrukcja mocująca systemu fotowoltaicznego,
- ochronniki przeciwprzepięciowe,
- metalowe elementy obudowy urządzeń instalacji telekomunikacyjnej oraz elektroenergetycznej,

W celu wyrównania potencjałów elektrycznych między ramą panelu i szyną oraz rzędami modułów, zaleca się stosowanie podkładki uziemiającej z klemą środkową i zacisk uziemiającego do kanału montażowego szyny. W połączeniu z przewodem uziemiającym, rozwiązanie umożliwia uziemienie części zewnętrznej instalacji.

Przewody ochronne, ochronno-neutralne, uziemienia ochronnego lub ochronno-funkcjonalnego oraz połączeń wyrównawczych powinny być oznaczone dwubarwnie, barwą zielono-żółtą. Kable uziemiające ułożone na zewnątrz budynku muszą być odporne na działanie promieniowania UV.

Ze względu na bezpieczeństwo osób m.in. pracowników zakładu, pracowników remontowych, strażaków należy przewidzieć odpowiednie oznakowanie budynku wyposażonego w instalację fotowoltaiczną PV

15. Podstawowe normy i przepisy

1. PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
2. PN-EN 61173:2002 Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik
3. PN-EN 61724:2002 Monitorowanie własności systemu fotowoltaicznego -- Wytyczne
4. PN-EN 62446-1:2016-08 Systemy fotowoltaiczne (PV) -- Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania -- Część 1: Systemy podłączone do sieci -- Dokumentacja, odbiory i nadzór
5. PN-EN 50521 Złącza elektryczne do zastosowań w systemach fotowoltaicznych -- Wymagania bezpieczeństwa i badania
6. PN-EN 50438:2014-02 Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia
7. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane – (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami)
8. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z nowelizacją z dnia 12 marca 2009 r. (Dz.U. nr 56, poz. 461 z późn. zmianami)
9. PN-HD 60364-1:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 1: Wymagania

podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje

10. PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa -- Część 1: Zasady ogólne
11. PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych
12. PN-HD 308 S2:2007 Identyfikacja żył w kablach i przewodach oraz w przewodach sznurowych
13. PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie
14. PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów
15. PN-EN 60445:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja - Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów
16. PN-EN 60446:2010 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja - Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi
17. PN-IEC 60364-4-443:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed przepięciami - Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
18. PN-IEC 60364-4-482:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych - Ochrona przeciwpożarowa
19. PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Aparatura rozdzielcza i sterownicza
20. PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 6: Sprawdzanie
21. Norma SEP N SEP-E-001. Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia.
22. Norma SEP N SEP-E-004. Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa

16. Uwagi końcowe.

- UWAGA! Obecność instalacji fotowoltaicznej na obiekcie oznakować zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016-05,
- Wykonawca przygotowuje uzupełniony wniosek tj. zgłoszenie mikroinstalacji o przyłączeniu do sieci dystrybucyjnej ZE oraz przygotowuje zgłoszenie do PSP o wykonaniu instalacji fotowoltaicznej
- Wszelkie niezgodności z projektem należy uzgodnić z GP i Inwestorem,
- Stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne wykonać pod nadzorem osób uprawnionych,
- Prace wykonawcze realizować zgodnie z prawem Budowlanym z obowiązującymi i zalecanymi normami, przepisami i opracowaniami SEP,
- Prace wykonywać pod nadzorem osób uprawnionych,
- Wszelkie odstępstwa od projektu zgłaszać Inwestorowi, a uzgodnione zmiany wprowadzać wpisem do dokumentacji technicznej i dziennika budowy,
- Wykonawca w trakcie robót powinien nanosić zmiany i poprawki na dokumentacji technicznej a po zakończeniu prac powinien opracować projekt powykonawczy do którego powinny zostać dołączone protokoły pomiarów. Prace wykonawcze skoordynować z pozostałymi branżami,

- Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania robót,
- Wszystkie wyroby budowlane zakupione przez Wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE certyfikaty lub deklaracje zgodności,
- Wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne należy zachować. Przy sporządzeniu wyceny projekt należy rozpatrywać w całości - opis + część graficzna,
- W opracowaniu podano rozwiązania i wymagania zaakceptowane przez Zamawiającego,
- Zamawiający dopuszcza stosowanie innych równoważnych rozwiązań projektowych, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w projekcie i uzyskania akceptacji Głównego Projektanta na etapie przetargu,
- Należy stosować aparaty, urządzenia i osprzęt instalacyjny o parametrach technicznych nie gorszych jak zaproponowane w niniejszym opracowaniu.
- Każdy punkt dostępu do części pod napięciem po stronie prądu stałego DC (rozdzielnice, skrzynki połączeniowe) muszą mieć tabliczkę ostrzegawczą informującą, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być pod napięciem nawet po odłączeniu od inwertera DC/AC. Tabliczkę należy oznaczyć i opisać w języku polskim na przykład tekstem: "INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA DC - Części czynne mogą pozostawać pod napięciem nawet po odłączeniu od inwertera DC/AC".

17. Obliczenia techniczne

Obliczenie dopuszczalnego napięcia na zaciskach łańcuchów paneli PV

Dopuszczalny zakres napięcia wejściowego do przetwornicy (falownika), dla każdego z łańcucha wejściowego wynosi 1000V DC. Napięcie to dla określonej ilości paneli PV zmienia się nieznacznie wraz ze zmianą promieniowania słonecznego. Istotny za to wpływ na zmianę napięcia ma inny czynnik atmosferyczny jakim jest temperatura pracy. Wartość znamionowego napięcia modułu fotowoltaicznego podaje się dla optymalnych warunków pracy określanych przy temperaturze 25° C – wraz ze spadkiem temperatury otoczenia panelu PV wzrasta wartość napięcia szeregowo połączonych paneli PV.

Wartość napięcia rozwarcia (jałowego) jednego panelu w warunkach STC wynosi: $U_{oc} = 49,60V$

Planuje się połączenie szeregów łańcuchów odpowiednio po maksymalnie 19 szt., czyli w najdłuższym łańcuchu szeregowo połączonych paneli fotowoltaicznych w rozpatrywanych systemie paneli zamontowanych znajduje się 19 modułów PV

Dobór falownika

Przyjmuje się falownik 17K (dwa stringi po 19 paneli).

Przyjmuje się falownik 25K (dwa stringi po 18 paneli i jeden 16 paneli).

Napięcia te są w zakresie zasięgu napięć MPPT dobranego falownika (200-1000V).

Moc dobieranego falownika musi spełniać następującą zależność:

$$\frac{P_{GEN.PV}}{P_{INV}} = (0.8 \div 1.2)$$

Dobór przekroju kabli solarnych, stałoprądowej części instalacji

Minimalny przekrój kabli w instalacji od paneli do inwertera możemy obliczyć, przy założeniu

maksymalnych liniowych spadków napięcia nie większych niż 1% ze wzoru:

$$\Delta U = \frac{P \cdot l \cdot 100}{U^2 \cdot \gamma \cdot S}$$
$$S_{min} = \frac{P \cdot l \cdot 100}{U^2 \cdot \gamma \cdot \Delta U_{max}} = 2,4 mm^2$$

gdzie:

P - moc paneli w warunkach STC [W]

l – całkowita długość obwodu (stringu) [m]

S_{min} – minimalny przekrój przewodu [mm²]

γ – konduktywność (przewodność właściwa) przewodu [m/ Ω·mm²]

U – napięcie w obwodzie

ΔU_{max} – dopuszczalny spadek napięcia w obwodzie [%] = 1%

Kable pomiędzy panelami fotowoltaicznymi a falownikami projektuje się jako kabel solarny o przekroju 6 [mm²], o obciążalności prądowej długotrwałej I_{dd}= 57A czyli większym niż maksymalny prąd rozwarcia w obwodzie.

Spadek napięcia dla dobranego przekroju: ΔU=0,4%<1%.

Dobór przekroju kabli elektroenergetycznych, zmiennoprądowej części instalacji

Doboru przekroju kabli i przewodów dokonano w oparciu o kryteria obciążalności długotrwałej – sprawdzenie zabezpieczenia przewodów przed skutkami przeciążeń.

Warunki prawidłowego zabezpieczenia kabli przed skutkami przeciążeń:

- 1) $I_b \leq I_n \leq I'z$
- 2) $I_2 \leq 1,45 \cdot I'z$

Dobór mocy całej instalacji fotowoltaicznej uwzględniające zapotrzebowanie dla szkoły

Roczne zapotrzebowanie szkoły – 57500kWh

Miesięczne zapotrzebowanie – 4790kWh

Moc systemu PV – 48,6 kWh

Uzysk - 16880 kWh

System będzie pozwalał na pełne wykorzystanie wyprodukowanej energii.

18. Zestawienie materiałów

L.p.	Nazwa materiału	Jednostka	Ilość
1.	Konstrukcja wsporcza dla paneli PV montaż na elewacji	kpl.	1
2.	Falownik solarny 25kW	kpl.	1
3	Falownik solarny 17kW	kpl.	1
4	Panel monokrystaliczny 540W	szt.	90
5	Optymalizator mocy dedykowany do paneli i falownika	szt.	90
6	Złączki MC4	szt.	180
7	Szafa elektryczna RDC wyposażona zgodnie jak schemat	kpl.	1
8	Ochronniki DC	kpl.	5
9	Ochronniki AC	kpl.	2
10	Rozłącznik PV 20A	kpl.	5
11	N2XH 5x10mm B2Ca	mb	61
12	N2XH 5x16mm B2Ca	mb	62
13	Kabel solarny 6mm ²	mb	857
14	Rozłączniki bezpiecznikowe w rozdzielnicy RG 32A	kpl.	1
15	Rozłączniki bezpiecznikowe w rozdzielnicy RG 40A	kpl.	1
16	Rura RLHF 25 z elementami montażowymi	kpl.	1
17	Kabel U/UTP LSHF kat. 6	mb.	150
18	Elementy montażowe	kpl.	1

19. Spis rysunków

SCHEMAT ZASADNICZY UKŁADU ZASILANIA
SCHEMAT POŁĄCZENIA INSTALACJI PV
SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV 1
SCHEMAT ROZMIESZCZENIA INSTALACJI PV 2

rys nr E-01
rys nr E-02
rys nr E-03
rys nr E-04

20. Lokalizacja budynku

