

KOWAGO-INŻYNIERIA

Kanalizacja * Odwodnienia * Wodociągi * Gaz * Odnawialne Źródła Energii

Projekty i Wykonawstwo

Wiązowna Osiedle Parkowe 6B

Tel: 507 158 533

NIP: 532-120-13-60

REGON: 146287764

OPRACOWANIE: **PROJEKT TECHNICZNY**

ADRES INWESTYCJI:

BUDYNEK PRZEDSZKOLA NR 5 PRZY UL. KWIATOWEJ 80 W LEGIONOWIE

CPV 45453000-7 - Prace remontowe oraz renowacyjne

NAZWA OPRACOWANIA:

**POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU
PRZEDSZKOLA MIEJSKIEGO NR 5 PRZY UL. KWIATOWEJ 80
W LEGIONOWIE- MONTAŻ INSTALACJI PV**

BRANŻA:

ELEKTRYCZNA

KATEGORIA OBIEKTU:

XIV

ZAMAWIAJĄCY DOKUMENTACJĘ:

INWESTOR:

**GMINA MIEJSKA LEGIONOWO- URZĄD MIASTA LEGIONOWO
UL. JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO 41, 05-120 LEGIONOWO**

ZESPÓŁ PROJEKTOWY NAZWISKO I IMIĘ	UPRAWNIENIA	PODPIS
PROJEKTANT mgr. inż. ZBIGNIEW WINIAREK	UPR. NR Wa-379/01 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności elektroenergetycznej	

WARSZAWA, 16/08/2024

Spis treści

1.	UPRAWNIENIA PROJEKTANTA.....	3
2.	OPIS TECHNICZNY.....	5
2.1.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	5
2.2.	ZAKRES OPRACOWANIA.....	5
2.3.	STAN ISTNIEJĄCY.....	5
2.4.	OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH.....	5
2.4.1.	Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej.....	6
2.4.2.	Zestawienie urządzeń i materiałów instalacji fotowoltaicznej.....	6
2.4.3.	Moduły fotowoltaiczne.....	7
2.4.4.	Inwertery (przetwornice).....	8
2.4.5.	Konstrukcja montażowa i okablowanie.....	9
2.4.6.	Sposób prowadzenia przewodów.....	11
2.4.7.	Ochrona przeciwporażeniowa.....	12
2.4.8.	Ochrona przeciwprzepięciowa.....	12
2.4.9.	Wyłączenie pożarowe i awaryjne.....	13
2.4.10.	Ochrona odgromowa.....	13
2.4.11.	Zabezpieczenie przed pracą wyspowa.....	13
2.4.12.	Synchronizacja instalacji fotowoltaicznej.....	14
2.4.13.	Istotne parametry techniczne inwertera.....	14
2.4.14.	Pomiary.....	14
2.5.	OBLICZENIA.....	14
3.	UWAGI KOŃCOWE.....	17
4.	RYSUNKI.....	18

1. UPRAWNIENIA PROJEKTANTA

WOJEWODA MAZOWIECKI

Warszawa, dnia 21.12.2001 r.

Nr ewid. uprawnień: Wa-379/01

DECYZJA NR 654/001

Na podstawie art. 13 i 14 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. Nr 89 z 1994 r. poz. 414) z późn. zm. oraz § 9 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 8 z 1995 r. poz. 38), w związku z art. 104 § 1 i 2 Kpa, po rozpatrzeniu wniosku Pana mgr inż. Zbigniewa Krzysztofa Winlarka, na podstawie dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie i praktykę zawodową oraz na podstawie pozytywnej oceny z egzaminu na uprawnienia budowlane złożonego przed Komisją egzaminacyjną.

NADAJĘ

Panu Zbigniewowi Krzysztofowi Winlarkowi
magistrowi inżynierowi elektrykowi
ur. dnia 12 czerwca 1954 r. w Warszawie

UPRAWNIENIA BUDOWLANE DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ W ZAKRESIE SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH I ELEKTROENERGETYCZNYCH

Zgodnie z § 4 ust. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń stanowią również podstawę do sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej tymi uprawnieniami.

UZASADNIENIE

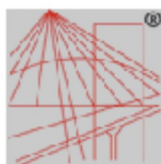
W związku z potwierdzeniem przez Komisję egzaminacyjną, powołaną przez Wojewodę Mazowieckiego, Zarządzeniem Nr 128 z dnia 12 czerwca 2001 r., posiadaniu przez Pana mgr inż. Zbigniewa Krzysztofa Winlarka, wymaganego prawem wykształcenia oraz praktyki zawodowej koniecznej do uzyskania uprawnień budowlanych w powyższej specjalności i po uzyskaniu pozytywnego wyniku z egzaminu na uprawnienia budowlane - orzeczono jak w sentencji.

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji za pośrednictwem Wojewody Mazowieckiego.



Z. n. p. Wojewody Mazowieckiego
ARCHITEKT WOJEWÓDZKI

mgr inż. arch. Barbara Kaśńska



P O L S K A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
MAZ-KLE-W62-DE4 *

Pan ZBIGNIEW WINIAREK o numerze ewidencyjnym MAZ/IE/2094/02
adres zamieszkania ul. JANA OLBRACHTA 5 m 46, 01-111 WARSZAWA
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-01-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-12-18 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.

2. OPIS TECHNICZNY

2.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt sieciowej instalacji fotowoltaicznej (PV), służącej do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego, ukierunkowanej na wykorzystanie energii elektrycznej na własne potrzeby budynku Przedszkola Miejskiego nr 5 w Legionowie.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna o mocy 11,28 kWp będzie stanowiła źródło energii elektrycznej na potrzeby własne budynku. Instalacja fotowoltaiczna wyposażona zostanie w elektroniczny system automatyki, którego celem będzie sterowanie mocą systemu fotowoltaicznego.

2.2. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- Montaż modułów (paneli) fotowoltaicznych o mocy 470 Wp/szt.,
- Montaż inwertera (falownika),
- Wykonanie instalacji po stronie stałonapięciowej DC systemu fotowoltaicznego,
- Wykonanie okablowania strony AC systemu fotowoltaicznego z doprowadzeniem kabli do miejsca przyłączenia, do sieci elektroenergetycznej.

2.3. STAN ISTNIEJĄCY

Instalacja fotowoltaiczna (PV) zostanie ulokowana na dachu płaskim budynku Przedszkola Miejskiego nr 5 w Legionowie przy ul. Kwiatowej 30. Moduły fotowoltaiczne (PV) zostaną zamocowane na dachu budynku z wykorzystaniem mocowań i konstrukcji systemowych. Planowane jest wykonanie konstrukcji stalowej posadowionej na płaskim dachu. Konstrukcja balastowa, wysoka umożliwiającą montaż paneli powyżej istniejących wywietrzników na dachu dla budynku A. Konstrukcja balastowa, umożliwiającą montaż paneli na dachu budynku C i D.

Budynek posiada zasilanie przez sieć niskiego napięcia.

Miejscem przyłączenia do sieci dystrybucyjnej jest istniejąca rozdzielnica nN obiektu (RG) zasilana z istniejącej sieci kablowej nN (ZK). Miejscem odbioru wyprodukowanej energii elektrycznej i miejscem rozgraniczenia własności urządzeń elektroenergetycznych są zaciski prądowe wyjściowe aparatów za licznikowych w kierunku Wytwórcy. W celu powiązania projektowanej instalacji dla elektrowni fotowoltaicznej z siecią dystrybucyjną należy wyprowadzić kabel z istniejącej rozdzielnicy obiektu (RG) i doprowadzić go do inwertera (falownika). Nadwyżka energii zostanie oddana do sieci dystrybucyjnej.

Projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.

2.4. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 24 szt. modułów polikrystalicznych o mocy 470 Wp każdy, pracujących w układzie „on-grid”. Moc instalacji fotowoltaicznej wynosi łącznie 11,28 kWp, strona AC.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna jest instalacją typu „on-grid” przyłączoną do sieci elektroenergetycznej.

Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostaje zamieniona w przetwornicy DC/AC na energię prądu przemiennego trójfazowego o napięciu 0,4 [kV].

Energia elektryczna produkowana przez instalację fotowoltaiczną będzie wykorzystywana głównie na potrzeby własne obiektu.

Oprogramowanie sterownika nie jest przedmiotem niniejszej dokumentacji i musi być dostosowane do założonego algorytmu działania systemu.

2.4.1. Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej

Dane techniczne instalacji fotowoltaicznej (PV)			
Lp.	Warunki techniczne instalacji PV	Parametry techniczne	Ilość
1	Lokalizacja i powierzchnia zabudowy modułów fotowoltaicznych (m ²) 1 moduł (+-) 2,2 m ²	dach skośny	52,8
2	Rodzaj zainstalowanych modułów PV o mocy nominalnej (Wp)/ ilość (szt.)	470	24
3	Rodzaj zainstalowanych inwerterów o mocy wyjściowej (kW)/ ilość (szt.)	8,0	1
4	Moc nominalna instalacji PV (kWp)	11,28	-
5	Łączny uzysk roczny - zgodnie z symulacją uzysku energetycznego instalacji PV (kWh)	9 290,0	-

2.4.2. Zestawienie urządzeń i materiałów instalacji fotowoltaicznej

Lp.	Warunki techniczne instalacji PV	Ilość	j.m.	Uwagi
1	Zestaw modułów fotowoltaicznych 470Wp, w ilości 24 szt. wraz z dedykowanym systemem montażowym	1	kpl	wg. projektu
2	Konstrukcja montażowa dla paneli fotowoltaicznych z kątem nachylenia 30°.	2	kpl	
3	Inwerter DC/AC o mocy 8,0 kW	1	szt.	wg. projektu
4	Kabel solarny PV ZZ-F 4 mm ²	100	m	wg. projektu
5	Przewód YKY 5x10 mm ² ; 0,6/1kV	50	m	wg. projektu
6	Rozdzielnica natynkowa DC, kompletna tablica S6 IP55	1	szt.	

2.4.3. Moduły fotowoltaiczne

Baterie słoneczne są to ogniwa półprzewodnikowe, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Ogniwa połączone między sobą tworzą moduły (panele) fotowoltaiczne (PV), z których energia przekazywana jest za pomocą połączeń kablowych DC do inwerterów (przetwornic).

Energia z zespołów modułów fotowoltaicznych przekazywana jest poprzez system skrzynki DC i inwerterów do węzła energetycznego zlokalizowanego w rozdzielni głównej na urządzenia elektryczne nN.

Moduły fotowoltaiczne (PV) umieszczone na systemowych konstrukcjach wsporczych są łączone w łańcuchy kablami DC.

Wymagania dla stosowanych modułów fotowoltaicznych (wartości minimalne):

Dane techniczne	j.m.	wartość
Moc nominalna modułu PV (ogniwa polikrystaliczne)	P_{max}	470 Wp
Napięcie nominalne modułu PV	V _{mpp}	30,62 V
Napięcie przy otwartym obwodzie	V _{oc}	37,14 V
Prąd nominalny modułu	I _{mpp}	13,39 A
Prąd zwarciovowy modułu	I _{oc}	13,92 A
Maksymalne napięcie pracy	V _{DC}	1000 V
Waga	kg	22,0 kg
Sprawność modułu STC	STC	21,00 %
Maksymalne obciążenie statyczne, przód (np. śnieg i wiatr)	5400 Pa	
Maksymalne obciążenie statyczne, tył (np. wiatr)	2400 Pa	
Gniazdko przyłączeniowe	IP66	
Wsp. temp. dla I _{sc}	0,0045 %/°C	
Wsp. temp. dla V _{oc}	-0,25 %/°C	
Wsp. temp. dla P _{max}	-0,29 %/°C	
Obudowa:	Ośłona czołowa – powłoka antyrefleksyjna, wysoki współczynnik transmisji, niska zawartość żelaza / 3,2 mm, szkło hartowane Rama – anodyzowany stop aluminium.	
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).	
Gwarancja na wady ukryte wydajności	Roczna degradacja w ciągu 30 lat – 0,40 % , do 30 roku – min 87,4 % mocy nominalnej.	

Moduły fotowoltaiczne powinny posiadać:

- antyrefleksyjną powłokę na szkłe dla wyższej absorpcji światła,
- pakowanie w systemie zabezpieczającym przed mikropęknięciami,
- jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 "Moduły fotowoltaiczne z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu" lub PN-EN 61646 "Cienkowarstwowe naziemne moduły fotowoltaiczne - Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu" lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą jednostkę certyfikującą. Data potwierdzenia zgodności z wymaganą normą nie może być wcześniejsza niż 5 lat.

2.4.4. Inwertery (przetwornice)

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano inwerter (falownik) typ 8K (1 szt.) o mocy znamionowej 8 kW i mocy przyłączeniowej max. 12 kWp. Inwertery automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną. Inwertery posiadają własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć. Oprócz sterowania, inwertery posiadają również opcję monitoringu pracy systemu.

Przyjęty inwerter posiada następujące parametry:

- minimalne napięcie wejściowe $U_{DC \min} = 125 \text{ V}$,
- napięcie rozpoczęcia pracy $U_{dc \text{ start}} = 180 \text{ V}$,
- maksymalne napięcie wejściowe $U_{DC \max} = 1100 \text{ V}$,
- moc znamionowa $P_{AC \text{ inv}} = 12\,000 \text{ W}$,
- maksymalny prąd wyjściowy $I_{AC \max} = 12,8 \text{ A}$,
- maksymalny prąd wejściowy $I_{DC \max 1} / I_{DC \max 2} = 20\text{A}/16\text{A}$,
- stopień ochrony obudowy IP66,
- zakres temperatur = od -25°C do $+60^{\circ}\text{C}$,
- liczba łańcuchów 2,
- maksymalny prąd zwarcia = $30\text{A}/25\text{A}$.

Inwerter należy montować w budynku (wewnątrz). Dokładne usytuowanie pokazano na rzucie. Montować na ścianie murowanej.

Dopuszcza się montaż inwertera na zewnątrz. Inwerter montować w skrzynce ochronnej z wentylacją (otwory wentylacyjne dolne, na dolnej ścianie, oraz górne na ścianie czołowej). Skrzynka II klasy ochrony wyposażona w zamek energetyczny oznakowana „Urządzenie elektryczne – Nie dotykać”. Lokalizację potwierdzić z użytkownikiem obiektu w możliwie najniższym oddaleniu od modułów PV.

Zgodnie z obliczeniami (pokazanymi w dalszej części opracowania) maksymalna ilość paneli na jeden string wynosi 22 szt. Projekt przewiduje zastosowanie 1 szt. inwertera 8K z następującym podłączeniem paneli fotowoltaicznych: Inwerter nr 1 (8K) – po 12 paneli na każdy string,

Zaprojektowano inwerter (falownik) pozwalający przekształcić napięcie stałe z poziomu paneli fotowoltaicznych projektowanej instalacji PV na napięcie przemienne sieciowe 50 Hz.

Dobry falownik posiada wbudowane zabezpieczenia chroniące sieć elektroenergetyczną przed pracą wyspą elektrowni fotowoltaicznej. Posiada wbudowane zabezpieczenia pod i nad napięciowe oraz zabezpieczenia pod i nad częstotliwościowe. Zabezpieczenia w falowniku spełniają normy EN 50438: 2007, w której to zawarte są wymagania dotyczące pracy wyspowej źródeł wytwórczych.

Zaprojektowany falownik posiada wbudowany układ szeregowo połączonych przełączników tworzących separację galwaniczną części stała napięciowej DC oraz sieci elektroenergetycznej AC pozwalając bezpiecznie odłączyć falownik od sieci w przypadku awarii. Falownik posiada możliwość ręcznego zablokowania układu tyrystorowego (układu klucującego). Wbudowane układy pomiarowe falowników mierzą parametry sieci DC/AC sterując poprawną pracą falowników. Falowniki posiadają wbudowane filtry wyższych harmonicznych EMC, dzięki czemu nie wprowadzają do sieci wyższych harmonicznych przekraczających dopuszczalne poziomy.

"Niedopuszczalny jest montaż inwerterów w nieizolowanych termicznie i niewentylowanych pomieszczeniach"

2.4.5. Konstrukcja montażowa i okablowanie

Moduły fotowoltaiczne należy zamontować na systemowej konstrukcji montażowej stalowej zapewniającej nachylenie paneli pod kątem 30 stopni, wykonanej ze stali ocynkowanej lub/i aluminiowej. Moduły zostaną zamontowane na dachu budynku. Usytuowanie paneli fotowoltaicznych pokazano schematycznie na rysunku E-02. Moduły należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów dostarczonych wraz z modułami PV. Do podłączenia modułów znajdujących się w różnych rzędach, a przyporządkowanych do jednego łańcucha wykorzystać złączki w standardzie MC4 i kabel solarny o przekroju 4 mm². Nadmiary ww. przewodów należy przymocować do konstrukcji za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne.

Przewody solarne muszą charakteryzować się takimi cechami jak odporność na szkodliwe działanie czynników atmosferycznych, a w szczególności promieniowania UV, podwójną izolacją, wzmocnioną odpornością na uszkodzenia mechaniczne. W inwerter wbudowano zabezpieczenia przed potencjalnie szkodliwymi prądami wstecznymi. W budowę inwertera wchodzi również rozłącznik strony stałoprądowej oraz ograniczniki przepięć klasy II.

W przypadku przechodzenia kablami DC pomiędzy rzędami modułów kable należy prowadzić w korytkach kablowych.

W razie konieczności przed przystąpieniem do montażu instalacji fotowoltaicznej użytkownik zapewni możliwość przyłączenia, poprzez budowę lub przebudowę rozdzielnicy modułowej, aby zapewnić miejsce na zabezpieczenie przewodów i przyłączenie instalacji, oraz wykona zabezpieczenie przeciwprzepięciowe.

Normy dla konstrukcji montażowych

Konstrukcje montażowe wykonywane pod moduły PV powinny spełniać poniższe normy:

- PN-EN 1993-1-1 - Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1991-1-3 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-1 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN-1995-1-1 - Projektowanie konstrukcji drewnianych. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

Odbiór robót montażowych

Roboty objęte niniejszym projektem podlegają częściowo odbiorowi robót zanikających i ulegającym zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej. Na podstawie wyników badań i kontroli, należy sporządzić protokoły odbioru robót końcowych. Jeżeli wszystkie badania i odbiory dały wyniki pozytywne, wykonane roboty należy uznać zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno badanie lub odbiór dało wynik ujemny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami norm PN-EN 1990:2004 i projektu.

W takiej sytuacji Wykonawca obowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z normą i przedstawić je do ponownego odbioru.

Wszystkie kontrole, badania i korekty powinny być udokumentowane. W szczególności powinny być sprawdzone:

- odchyłki geometryczne układu,
- jakość materiałów i spoin,
- stan elementów konstrukcji i powłok ochronnych,
- stan i kompletność połączeń.

Dla zapewnienia jakości wykonanych robot montażowych w trakcie ich realizacji należy wykonać częściowe protokoły odbioru konstrukcji wsporczej systemowej stalowo-aluminiowej.

Protokół odbioru konstrukcji stalowo-aluminiowej w wytworni wraz z oświadczeniem, że usterki stwierdzone w czasie odbiorów międzyoperacyjnych i odbioru końcowego zostały usunięte. Protokół dotyczy kompletności elementów, prostoliniowości, płaskości, kształtu przekroju poprzecznego, układu geometrycznego, zabezpieczenia antykorozyjnego.

Odpowiednie częściowe protokoły konstrukcji dotyczące posadowienia konstrukcji, prawidłowości układu geometrycznego elementów oraz dokładności zestawienia konstrukcji wsporczej, stanu i kompletności połączeń, uzupełnienia zabezpieczenia antykorozyjnego.

Protokół odbioru końcowego sporządzony z udziałem stron procesu budowlanego należy wykonać zgodnie z PN-EN 1990:2004.

Zagadnienia BHP

Należy przestrzegać, aby roboty były prowadzone, a odbiory były dokonywane zgodnie z wymienionymi poniżej normatywnymi.

Dla pełnego bezpieczeństwa należy opracować projekt organizacji robot uwzględniając ustalenia zawarte w:

- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie BHP podczas wykonywania robot budowlanych (Dz.U. nr 47 z 2003 r. Poz. 401),
- Rozporządzeniu MIPS z 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jednolity w Dz.U. nr 169 z 2003r. Poz. 1650 z późniejszymi zmianami),
- Warunkach Technicznych wykonania i odbioru robot budowlano-montażowych. Tom I do V. Kierownik Budowy winien opracować plan „BIOZ” zgodnie z ustaleniami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 23.06.2003r. (Dz.U. Nr120 poz. 1126).

Do montażu konstrukcji wsporczej używać jedynie systemowych materiałów. W przypadku skracania elementów konstrukcyjnych zabezpieczać te miejsca farbą antykorozyjną.

Montaż modułów fotowoltaicznych na dachu

Obiekt objęty opracowaniem jest budynkiem Przedszkola Miejskiego nr 5., wykonanym w konstrukcji murowanej tradycyjnej, przykryty dachem płaskim, pokrytym papą.

W przypadku dachu płaskiego moduły PV przymocowane są do konstrukcji nośnej dla paneli fotowoltaicznych, stelaż aluminiowy lub stalowy ocynkowany ustawiony pod stałym kątem (30°) posadowionych bezpośrednio na dachu poprzez specjalną konstrukcję umożliwiającą zastosowanie systemu balastowego.

Stelaż pod panele fotowoltaiczne na dach płaski musi być solidny, by cała konstrukcja była bezpieczna, nawet w czasie występowania trudnych warunków atmosferycznych.

2.4.6.Sposób prowadzenia przewodów

Prowadzenie instalacji DC

Kable fotowoltaiczne łączące poszczególne moduły między sobą powinny być tak prowadzone, aby unikać tworzenia pętli przewodów, w których mogłoby się indukować napięcie. Dlatego przewód dodatni (plusowy) należy prowadzić blisko ujemnego (minusowego), nawet kosztem większego zużycia kabli.

Przewody (kable), powinny zostać zabezpieczone przed drganiami, przesunięciami i tarciami o inne elementy konstrukcji. Inaczej, w czasie wietrznej pogody może dojść do uszkodzenia izolacji, a nawet do przerwania przewodu.

Złączki elektryczne nie powinny leżeć na dachu ani luźno zwisać. Powinny zostać przymocowane do konstrukcji montażowej modułów, np. za pomocą dwóch opasek zaciskowych: odpornych na promieniowanie UV i skrajny zakres temperatur od -35 do +90°C.

Kable PV mocować przy pomocy klipsów montażowych do kabli. Nie dopuszcza się montażu kabli przy pomocy „trytytek” z uwagi na słabą ich wytrzymałość na wysokie temperatury.

Do inwertera należy prowadzić przewody DC po trasach kablowych (w uzgodnieniu z użytkownikiem). Zaleca się prowadzenie kabli w korytach kablowych. Jeżeli inwerter ulokowany będzie w budynku trasę do inwertera ustalić z użytkownikiem i wykonać w sposób najmniej inwazyjny. Przejścia przez dach, stropy i ściany należy zabezpieczyć w wymagany przez sztukę budowlaną sposób. Przejście przez stropy, ściany lub dach uszczelnić do odporności ogniowej przegrody.

Uwaga! Połączenie kabli do fotowoltaiki z konektorami MC4 powinno być wykonane wyłącznie za pomocą dedykowanej zaciskarki MC4. Źle zaciśnięte kable i wtyczki mogą doprowadzić do awarii instalacji i/lub pożaru.

Prowadzenie instalacji AC

Od inwertera do rozdzielni głównej posesji, należy wykorzystać istniejące szachty elektryczne lub wykonać nowe trasy kablowe. Na rzutach została pokazana trasa kablowa, która została uzgodniona z Inwestorem podczas wizji lokalnej.

Po ułożeniu linii kablowej należy dokonać jej sprawdzenia:

- Sprawdzić ciągłość żył.
- Dokonać pomiaru rezystancji izolacji kabla induktorem o napięciu 2,5 kV.

Wyniki pomiarów dołączyć do dokumentacji odbiorczej w formie protokołu. Kable należy układać zgodnie z normą N SEP-E-004.

Z uwagi na znaczne oddalenie inwertera od punktu wpięcia linii zasilającej (RG) do sieci obiektowej należy zastosować kabel o większym przekroju. Typ i wielkość kabla pokazano na schemacie instalacji PV, (rys.E-02). W pomieszczeniu RG przewiduje się usytuowanie magazynów energii (3 szt.).

2.4.7.Ochrona przeciwporażeniowa

Instalacja fotowoltaiczna objęta projektem będzie wykonana w układzie TN-C i TN-C-S.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów i osłon rozdzielnic i osprzętu. Uzupełnieniem ochrony podstawowej w instalacji wewnętrznej (gniazda wtykowych potrzeb własnych) są wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym 30mA.

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie $t < 5s$ (szafa kablowo - pomiarowa będzie umieszczona w rozdzielni).

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) w instalacji gniazd wtykowych jako szybkie wyłączenie zasilania w czasie $t < 0,4$ s realizowane przez wyłączniki instalacyjne nadmiarowo-prądowe w rozdzielni potrzeb własnych.

Projektowane instalacje są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-IEC-6364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.

2.4.8. Ochrona przeciwprzepięciowa

Instalacja elektryczna wewnętrzna obiektu oraz elementy instalacji PV narażone są na przepięcia spowodowane bezpośrednim trafieniem pioruna w obiekt i urządzenia zewnętrzne oraz przepięcia łączeniowe indukowane w sieci zasilającej.

Instalacja elementów elektrowni PV wymaga wykonania strefowej skoordynowanej ochrony przepięciowej obejmującej instalacje DC i AC.

Po stronie stałoprądowej inwertery są wyposażone w wbudowane ograniczniki przepięć np. typu II. Po stronie zmiennoprądowej ochronnik zostanie zlokalizowany w miejscu wprowadzenia kabli do rozdzielnic. Zastosować ochronę przeciwprzepięciową (ochronniki przepięciowe B+C, 4P) zabezpieczające falowniki przed przepięciami w sieci elektroenergetycznej. Połączenia wykonać przewodami o długości $< 0,5$ m i przekroju nie mniejszym niż 16 mm^2 .

2.4.9. Wyłączenie pożarowe i awaryjne

Niezbędna jest rozbudowa instalacji wyl. P.Poż. o układ powodujący wyłączenie elektrowni PV w taki sposób aby nigdzie nie występowało napięcie większe od napięcia bezpiecznego.

W sytuacjach wyłączenia awaryjnego przez służby energetyczne lub przez prowadzącego akcje gaśniczą, następuje odłączenie inwertera i wyłączenie generowanego napięcia DC.

UWAGA! napięcie AC w odcinku instalacji fotowoltaicznej od modułów PV do inwertera będzie utrzymywane.

2.4.10. Ochrona odgromowa

Instalacja odgromowa wykonana przy pomocy zwodów izolowanych o wysokości do 1 m. n.p.d. Zwody izolowane montować na samodzielnych podstawach w odległości min. 0,5 m od konstrukcji montażowej instalacji PV. Całość należy zwodem izolowanym od instalacji PV łączyć z instalacją odgromową.

Uwaga: istniejącą instalację odgromową w sąsiedztwie modułów pv zdemontować.

Uwaga: w miejscach widocznych na instalacji odgromowej należy umieścić informację „Podczas burzy zabrania się przebywania w odległości mniejszej niż 3 m od elementów instalacji odgromowej”.

Wytyczne do wykonania instalacji odgromowej dla ochrony instalacji PV na dachu skośnym. Instalację odgromową wykonać 4 masztami odgromowymi o wys. 1 m lub wykorzystać instalację odgromową istniejącą pod warunkiem spełnienia parametrów ochrony odgromowej j.w. – 4 zwody pionowe ulokowane na kalenicy budynku. Zwody łączyć w układ odgromowy prowadzony po obwodzie dachu.

2.4.11. Zabezpieczenie przed pracą wyspową

Inwerter pracuje w synchronizacji z zasilaniem. Nie posiada on funkcji regulacji częstotliwości, dzięki której można dopasować wydatkowaną moc do zapotrzebowania, dlatego też praca wyspowa jest niemożliwa. W przypadku wystąpienia pracy wyspowej przełącznik zabezpieczenia częstotliwości wyłączy je.

Po wyłączeniu układy inwerterów powracają do normalnego stanu po zaniku zasilania. System czeka na powrót napięcia sieci do określonego zakresu przed próbą ponownej synchronizacji. W razie

wystąpienia pojedynczej wyspy odłączenie skutkowałoby całkowitym zanikiem mocy, a ponowna synchronizacja nie nastąpiłaby do czasu przywrócenia przyłączenia do sieci.

2.4.12. Synchronizacja instalacji fotowoltaicznej

Inwerter dostosowuje się samoczynnie do częstotliwości aktualnie występującej w sieci. Inwerter synchronizuje się z siecią sprawdzając krótkimi impulsami próbnymi fazę, a następnie ustawia kąt fazowy mocy tak, aby dopasować go do zasilania.

2.4.13. Istotne parametry techniczne inwertera

Inwerter jest w stanie kompensować moc bierną w zakresie mocy biernej o charakterze pojemnościowym i indukcyjnym od 0,8 poj. do 0,8 ind. Projektowane urządzenie będzie miało charakter czysto rezystancyjny ($\cos \phi = 1$).

Urządzenia łączeniowe jednostek wytwórczych współpracujące z inwerterem umieszczono po stronie prądu przemiennego (0,4 kV).

Interfejs inwertera wyposażony jest w autoryzację, dzięki czemu wykluczony jest dostęp lokalny, lub zdalny osób postronnych.

Inwerter posiada zabezpieczenia które badają sieć w zakresie zwarć i przeciążeń.

Projektowany inwerter posiadać będzie wbudowane zabezpieczenia: zerowo-nadnapięciowe, zabezpieczenia do ochrony przed: obniżeniem napięcia, wzrostem napięcia oraz zapobiegające pracy niepełno fazowej. Dodatkowo Inwerter wyposażony jest w automatykę uniemożliwiającą pracę wyspowa. Działanie wszystkich wbudowanych zabezpieczeń odbywać się będzie bezzwłocznie lub z krótką zwłoką czasową poniżej 0,2 s.

2.4.14. Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających,
- rezystancji uziemienia punktu PE inwertera - max 10 Ω ,
- rezystancji uziemienia instalacji odgromowej - max 10 Ω ,
- inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętej projektem instalacji PV.

2.5. OBLICZENIA

Maksymalna wartość prądu w stringu:

$$I_{SCmax} = I_{SC} * \left[1 + (T_{max} - T_{min}) * \left(\frac{\alpha_T}{100} \right) \right]$$

gdzie:

I_{SCmax} – natężenie prądu w module w temp. 70 °C

I_{SC} – natężenie prądu modułu w warunkach STC

α_T – współczynnik temperaturowy

T_{min} – temperatura minimalna pracy

T_{max} – temperatura maksymalna pracy w Polsce

$$I_{SCmax} = 13,39 * \left[1 + (70 - 25) * \left(\frac{-0,045}{100} \right) \right] = 13,66 \text{ [A]}$$

Maksymalny prąd dla MPPT = 20 [A] > 13,66 [A] - warunek spełniony.

Maksymalna wartość napięcia na panelu :

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

gdzie:

U_{OC} – napięcie obwodu otwartego

β_T – współczynnik temperaturowy modułu V_{OC}

I_{max} – współczynnik temperaturowy I_{SC}

T_{min} – temperatura minimalna pracy

T_{max} – temperatura maksymalna pracy w Polsce

$$U_{OCmax} = 37,14 * \left[1 + (70 - 25) * \left(\frac{-0,25}{100} \right) \right] = 78,92 \text{ [V]}$$

Dopuszczalna ilość maksymalna modułów w stringu:

$$n_{max} = \frac{U_{DCmax}}{U_{OCmax}}$$

gdzie:

U_{DCmax} – maksymalna dopuszczalna wartość napięcia na wejściu Inwertera (falownika)

$$n_{max} = \frac{1100}{78,92} = 13,93$$

Przyjmujemy wartość maksymalną 13 szt. modułów fotowoltaicznych na jeden string.

Minimalna ilość modułów w stringu:

$$n_{min} = \frac{U_{DCstart}}{U_{OC - Tmax}}$$

gdzie:

$U_{DCstart}$ – wartość startowa napięcia na wejściu Inwertera (falownika)

$$n_{max} = \frac{180}{78,92} = 2,28$$

Przyjmujemy wartość minimalną 3 szt. modułów fotowoltaicznych na jeden string.

Określenie dopuszczalnej liczby modułów w stringu ze względu na MPPT falownika

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

$$U_{OCmax} = 30,62 * \left[1 - (70 - 25) * \left(\frac{-0,25}{100} \right) \right] = 27,18 [V]$$

$$n_{min} \geq \frac{U_{DCmin}}{U_{MPP(Tmax)}}$$

$$n_{min} \geq \frac{180}{27,18} \geq 6,62$$

Przyjmujemy wartość minimalną 7 szt. modułów fotowoltaicznych na jeden string.

Sprawdzenie maksymalnej ilości modułów ze względu na moc generatora

$$\frac{P_{GEN}}{P_{INW}} = (0,8 - 1,2)$$

$$\frac{13 * 470}{6000} = 1,02 > (0,8 - 1,2)$$

Wartość zawiera się w dopuszczalnym zakresie, dlatego nie wyliczamy skorygowanej wartości ilości paneli w stringu.

Przyjmujemy wartość maksymalną **13 szt.** modułów fotowoltaicznych na jeden string.

3. UWAGI KOŃCOWE

Wszystkie urządzenia składowe instalacji fotowoltaicznej muszą posiadać deklaracje zgodności z obowiązującymi normami oraz dokumenty potwierdzające parametry oferowanych urządzeń, wykonane wg obowiązujących norm.

Minimalna gwarancja na podzespoły instalacji fotowoltaicznej i roboty montażowe 5 lat, na moduły PV 10 lat. Wszystkie materiały do wykonania systemu instalacji fotowoltaicznej powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej, oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych.

Całość prac powinny wykonać osoby mające do tego celu 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.

Instalację fotowoltaiczną, przed przyłączeniem, należy zgłosić do Zakładu Energetycznego wraz z wszystkimi wymaganymi przez Zakład Energetyczny załącznikami.

4. RYSUNKI

Zestawienie rysunków.

NR RYS:	PRZEDMIOT	SKALA
E-01	Rzut dachu – rozmieszczenie paneli PV	-
E-02	Schemat PV	-