

**Przebudowa, rozbudowa i nadbudowa budynku WSU  
na potrzeby utworzenia Zespołu Inkubatorów Technologicznych KPT  
na działkach ewidencyjnych nr 6/79,6/80,6/81,6/332,6/160,6/161,6/159,6/163,7/9  
OBR 0005 Kielce, przy ul. Olszewskiego 6 w Kielcach**

<b>Adres inwestycji:</b>	dz. nr 6/79/; 6/80; 6/81; 6/332; 6/160; 6/161; 6/159;6/163; 7/9 OBR 0005 KIELCE, PRZY UL. OLSZEWSKIEGO 6 W KIELCACH		
<b>Inwestor:</b>	Gmina Kielce – Kielecki Park Technologiczny ul. Olszewskiego 6, 24 – 663 Kielce		
<b>Data:</b>	<b>09.2013</b>	<b>Faza</b>	
	<b>STWiOR - BRANŻA ELEKTRYCZNA</b>		
	imię nazwisko:	nr upr.:	Podpis/pieczętka:
<b>Projektował:</b>	mgr inż. <b>JACEK BARAN</b>	Upr. Bud. Nr: MAP/0081/POOE/05	
<b>Sprawdził:</b>	mgr inż. <b>PAWEŁ KOPYCIŃSKI</b>	Upr. Bud. Nr: MAP/0378/POOE/08	
<b>Zespół:</b>			

# ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

## Część opisowa:

I.	Przedmiot zamówienia .....	4
II.	Zakres opracowania .....	4
1	Wykonanie przedmiotu zamówienia .....	5
1.1	Określenia podstawowe .....	5
1.2	Ogólne wymagania dotyczące Robót.....	5
1.3	System fotowoltaiczny.....	6
1.4	Wizualizacja/sterowanie/promocja projektu – system zarządzania energią .....	6
2	Materiały.....	8
2.1	Uwagi dotyczące stosowanych materiałów .....	8
2.2	Ogólne wymagania .....	8
2.3	Rozdzielnica główna fotowoltaiczna 0,4 kV .....	8
2.4	Podstawowe wymagania dotyczące rozdzielnic.....	9
2.5	Wymagania dotyczące materiałów, ich przechowywania i składowania .....	10
2.6	Inwertery fotowoltaiczne.....	10
2.7	Moduły fotowoltaiczne.....	12
2.8	Elementy przyłączeniowe paneli fotowoltaicznych – JunctionBox'y .....	13
2.9	Oprzewodowanie od strony napięcia AC .....	13
2.10	Oprzewodowanie od strony napięcia DC .....	14
2.11	Złączki fotowoltaiczne od strony napięcia DC .....	14
3	Sprzęt.....	14
3.1	Wymagania dotyczące stosowanego sprzętu .....	14
4	Transport.....	15
4.1	Wymagania dotyczące środków transportu i sposobu transportu stosowanych materiałów... ..	15
5	Instalacja .....	15
5.1	Okablowanie .....	16
5.2	Prowadzenie kabli i przewodów .....	16
5.3	Wejście kabli do budynku.....	16
5.4	Zabezpieczenie przed uszkodzeniem mechanicznym .....	16
5.5	Ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi .....	16
5.6	Montaż paneli fotowoltaicznych.....	16
6	Instalowanie .....	18
6.1	Postanowienia ogólne .....	18
6.2	Rozmieszczenie urządzeń .....	19
7	Zabezpieczenie przed rozprzestrzenianiem się pożaru.....	19
8	Wykonanie robót .....	19

8.1	Ogólne zasady wykonania robót .....	19
8.2	Szczegółowe wymagania dotyczące wykonania robót .....	19
8.3	Instalacje .....	20
8.4	Instalacje odbiorcze wewnętrzne – sposób układania .....	21
8.5	Połączenia elektryczne przewodów .....	22
8.6	Prace spawalnicze .....	23
8.7	Zabezpieczenie antykorozyjne .....	23
8.8	Montaż urządzeń rozdzielczych, oszynowania i osprzętu .....	23
8.9	Instalacje w wykonaniu szczelnym .....	24
8.10	Mocowanie sprzętu i osprzętu .....	24
9	System dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej: .....	24
9.1	Ochrona przepięciowa .....	24
9.2	Dodatkowa ochrona od porażeń .....	24
9.3	Ekwipotencjalizacja .....	25
9.4	Koordynacja instalacji .....	25
9.5	Uwagi ogólne .....	25
10	Obmiar robót .....	25
11	Odbiór robót .....	25
11.1	Rodzaje odbiorów .....	25
11.2	Warunki odbioru robót budowlanych, niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznych ....	26
11.3	Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej/fotowoltaicznej .....	26
11.3.1	Odbiór robót ulegających zakryciu lub zanikających .....	26
11.3.2	Odbiór częściowy lub odbiór etapowy .....	26
11.3.3	Rozruch technologiczny .....	26
11.3.4	Praca próbna systemu – próby montażowe .....	26
11.3.5	Programowanie systemów .....	27
11.3.6	Obowiązki kierownika (wykonawcy) robót elektrycznych/fotowoltaicznych w zakresie przygotowania instalacji do odbioru .....	28
11.3.7	Odbiór końcowy .....	28
11.3.8	Dokumentacja powykonawcza, instrukcje eksploatacji i konserwacji urządzeń .....	30
11.3.9	Badania odbiorcze instalacji elektrycznych/fotowoltaicznych .....	30
11.3.10	Warunki przekazania instalacji elektrycznych/fotowoltaicznych do eksploatacji .....	31
12	Normy i pojęcia związane .....	32
12.1	Inne dokumenty .....	33
13	Zasady kontroli jakości robót .....	33
14	Uwagi końcowe .....	33

Kody

**KODY: Wspólny Słownik Zamówień (CPV)**

CPV 45310000-3	Roboty instalacyjne elektryczne
CPV 45311000-0	Roboty w zakresie przewodów instalacji elektrycznych i kabli NN
CPV 71000000-8	Usługi architektoniczne, budowlane, inżynierskie i kontrolne
CPV 45200000-9	Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części
CPV 45300000-0	Roboty instalacyjne w budynkach
CPV 09331200-0	Słoneczne moduły fotoelektryczne

**I. Przedmiot zamówienia**

Przedmiotem opracowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru instalacji elektrycznej oraz systemu grzewczo-fotowoltaicznego obejmującego przebudowę, rozbudowę i nadbudowę budynku WSU na potrzeby utworzenia Zespołu Inkubatorów Technologicznych KPT na działkach ewidencyjnych nr 6/79, 6/80, 6/81, 6/332, 6/160, 6/161, 6/159, 6/163, 7/9 OBR 0005 Kielce, przy ul. Olszewskiego 6 w Kielcach.

Niniejsza Specyfikacja Techniczna ma zastosowanie do zaprojektowanych rozwiązań technologicznych i technicznych systemów wspomagających prawidłowe działanie i integrację instalacji z pozostałymi systemami w budynku, z uwzględnieniem bezpieczeństwa zatrudnionych w budynku osób i mienia.

**II. Zakres opracowania**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie wszystkich robót związanych z instalacją elektronicznych systemów występujących na budowanym obiekcie.

Prace obejmują:

- Dostawa i montaż urządzeń instalacji;
- Wykonanie instalacji przewodowej systemu;
- Oprogramowanie systemu;
- Uruchomienie systemu;
- Praca próbna systemu;
- Szkolenie obsługi;
- Odbiór systemu;
- Wykonanie dokumentacji powykonawczej.

Szczegółowe rozmieszczenie urządzeń precyzuje dokumentacja techniczna.

# 1 Wykonanie przedmiotu zamówienia

Przedmiot zamówienia powinien być wykonany z uwzględnieniem wszystkich uwarunkowań podanych w niniejszej specyfikacji. Prace związane z wykonaniem przedmiotu zamówienia muszą być realizowane w uzgodnieniu z innymi wykonawcami. Należy uwzględnić możliwość sukcesywnego udostępnienia frontu robót oraz równoległe wykonywanie prac z innymi wykonawcami. Wykonawcy mają obowiązek koordynować realizację prac. Zastosowane materiały i rozwiązania muszą uzyskać zgodę Projektanta obiektu.

## 1.1 Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej Specyfikacji Technicznej są zgodne z właściwymi obowiązującymi przepisami, właściwymi zharmonizowanymi Polskimi lub Europejskimi Normami, w szczególności:

- *aparatura rozdzielcza i sterownicza* - ogólna nazwa aparatów elektrycznych, a także zespół tych aparatów ze związanym wyposażeniem, wewnętrznymi połączeniami, osprzętem, obudowami i konstrukcjami wsporczymi - służących do łączenia, sterowania, pomiaru, zabezpieczeń i regulacji pracy obwodów elektrycznych;
- *instalacja elektryczna* - zespół odpowiednio połączonych przewodów i kabli wraz ze sprzętem i osprzętem elektroinstalacyjnym, a także urządzeniami oraz aparatami - przeznaczony do przesyłu, rozdziału, zabezpieczenia i zasilania odbiorników energii elektrycznej;
- *instalacja odgromowa* - zespół odpowiednio połączonych elementów zainstalowanych na obiekcie, a także elementów konstrukcyjnych obiektu, wykorzystywanych do odprowadzania prądu z wyładowań atmosferycznych do ziemi;
- *rozdzielnica* - zespół odpowiednio dobranej i wzajemnie połączonej aparatury rozdzielczej, zabezpieczeniowej, łączeniowej i pomiarowo-kontrolnej, usytuowany w szafce wolnostojącej, przyścienniej lub wnękowej - z jednej strony połączony ze złączem doprowadzającym energię elektryczną z sieci, a z drugiej - wewnętrznymi liniami zasilającymi.
- *system fotowoltaiczny* - autonomiczny zespół do wytwarzania energii elektrycznej, składający się z paneli fotowoltaicznych, który za pośrednictwem inwerterów przetwarza energię słoneczną na elektryczną i oddaje ją do sieci energetycznej.
- *tablica rozdzielcza* - zespół odpowiednio dobranej i wzajemnie połączonej aparatury rozdzielczej, zabezpieczeniowej, łączeniowej i pomiarowo-kontrolnej, usytuowany w szafce wiszącej, naścienniej lub wnękowej - z jednej strony połączony ze złączem doprowadzającym energię elektryczną z sieci, a z drugiej - instalacjami odbiorczymi.

## 1.2 Ogólne wymagania dotyczące Robót

Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania Robót i ich zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją Techniczną i poleceniami Przedstawiciela Inwestora, Inspektora Nadzoru oraz sposób ich prowadzenia zgodny z obowiązującymi normami i przepisami przestrzegając przepisów BHP oraz bezpieczeństwa ruchu.

### 1.3 System fotowoltaiczny

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy systemu fotowoltaicznego o mocy 25 kWp obejmujący swoim zakresem montaż i konfigurację urządzeń systemu grzewczo – fotowoltaicznego.

Instalacja systemu fotowoltaicznego obejmuje:

- Panele fotowoltaiczne w technologii DSSC montowane na zachodniej elewacji budynku,
- Panele grzewczo-fotowoltaiczne w technologii krzemowej back-contact (BC) NoFrost jako zadaszenia wejścia głównego do budynku,
- Infrastrukturę pozwalającą na magazynowanie i oddawanie wytworzonej energii do wydzielonych obwodów sieci energetycznej budynku,
- Infrastrukturę systemu grzewczo-fotowoltaicznego.

Energia produkowana z projektowanej instalacji fotowoltaicznej będzie wykorzystywana na potrzeby własne budynku i nie będzie oddawana do zewnętrznej sieci elektroenergetycznej. W związku z brakiem podłączenia systemu fotowoltaicznego do sieci elektrycznej występuje konieczność magazynowania energii przez dodatkowe urządzenia, przez co całość wyprodukowanej energii zostanie oddana na potrzeby zasilania wydzielonych obwodów elektrycznych budynku (obwody oświetleniowe na I i III piętrze). W celu zapewnienia ciągłej dostawy energii do wydzielonych obwodów, należy zastosować inwertery off-grid z funkcją UPS-a (inwertery połączone z panelami PV, siecią energetyczną i baterią akumulatorów).

Zadaniem instalacji grzewczo-fotowoltaicznej jest pozyskanie energii elektrycznej z odnawialnego źródła energii, jakim jest słońce, połączone z automatycznym odśnieżaniem części zadaszenia wejścia głównego na którym znajdują się panele fotowoltaiczne.

W celu diagnostyki instalacji fotowoltaicznej oraz monitoringu pozyskanej energii ze słońca wraz z udostępnieniem danych do zdalnego odczytu należy zamontować System Zarządzania Energią.

Dla optymalizacji działań falowników solarnych oraz systemu odladzania paneli grzewczo-fotowoltaicznych należy zainstalować stację pogodową, na dachu budynku, mierzącą promieniowanie słoneczne, prędkość wiatru oraz temperaturę powietrza. Optymalizacja będzie polegała na poprawie współczynnika MPPT inwertera (ang. „*Maximum Power Point Tracking*”).

### 1.4 Wizualizacja/sterowanie/promocja projektu – system zarządzania energią

Trzon systemu stanowi stacja serwerowa, która bezpośrednio komunikuje się ze sterownikami obiektowymi. Jest stacją nadrzędną, zbierającą i przetwarzającą dane. Zawiera narzędzia do wizualizacji danych procesowych. Sterowniki obiektowe (oraz interfejs) stanowią warstwę obiektową, odpowiadającą za wymianę informacji o technologicznych parametrach instalacji ze stacją nadrzędną. System wyposażono w serwer SQL, który jest odpowiedzialny za zbieranie danych i ich przechowywanie w celu ich wykorzystania do celów raportowych.

Stacja operatorska/serwer – komputer klasy serwer zawierający specjalistyczne oprogramowanie, które umożliwia nadzór i zarządzanie całym systemem. Serwer archiwizujący bieżące parametry instalacji w celu ich wykorzystania w raportach, bilansach, trendach. Lokalizacja serwera w pomieszczeniu PPD (pośredni punkt dystrybucyjny).

Sterownik obiektowy – sterownik programowalny, do sterowania, kontroli parametrów i stanu pracy instalacji składowych systemów, wg normy IEC 61131-3.

Inwertery należy wyposażyć w interfejs komunikacyjny RS485. Pozwoli to na wymianę informacji pomiędzy specjalistycznymi urządzeniami i systemami oraz współpracę w ramach wspólnego dla nich wszystkich systemu zarządzającego.

Połączenie pomiędzy poszczególnymi inwerterami zrealizować za pomocą magistrali (sieci) komunikacyjnej oraz wspólnego protokołu transmisji. Zapewnia to pełną wymienialność informacji pomiędzy inwerterami oraz systemem nadzorczym. Centralny system zarządzania i nadzoru przez łącza WAN stanowi uniwersalny interfejs do obsługi instalacji. Jest to podstawowe narzędzie pracy wszystkich osób bezpośrednio odpowiedzialnych za poprawne funkcjonowanie systemu.

Poza tym system integrujący realizuje zadania takie jak:

- transmisja, przetwarzanie i archiwizacja danych,
- wizualizacja aktualnych parametrów,
- sygnalizacja sytuacji alarmowych.

Przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP i sieci Ethernet można też monitorować i zarządzać obiektami poprzez łącza WAN. Używając standardowego oprogramowania z poziomu centrów nadzoru można uzyskać dostęp do instalacji w czasie rzeczywistym, analizując alarmy i dane o funkcjonowaniu systemu. System hasel i zabezpieczenia systemowe przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP gwarantują, że tylko osoby uprawnione, znające hasło będą miały dostęp do danej instalacji.

Zalety wynikające z wdrożenia systemu zarządzania energią:

- W pełni wielozadaniowe środowisko pozwalające operatorom na jednoczesne zarządzanie wieloma instalacjami fotowoltaicznymi,
- Możliwe globalne sterowanie całym systemem fotowoltaicznym,
- Przejrzyste przedstawienie danych z całej instalacji na ekranie stacji roboczej.
- Czytelna prezentacja informacji w postaci kolorowej grafiki ekranowej.
- Jeden interfejs graficzny dla wszystkich aplikacji: alarmy, grafika.
- Alarmy w postaci dźwięku i wizji tworzą efektywny system realizacji powiadamiania.
- Szereg wydajnych narzędzi dla komunikacji zdalnej.
- Komunikacja po Ethernet(TCP/IP).
- Zdecydowane zmniejszenie ryzyka związanego ze spóźnioną reakcją na zaistniałą sytuację alarmową.

Minimalne wymagania serwera systemu zarządzania energią :

- serwer musi mieć możliwość oczekiwania na dane przychodzące za pomocą asynchronicznej komunikacji http. Dzięki temu jest możliwość integracji praktycznie z każdym urządzeniem do którego znamy protokół komunikacji.
- serwer umożliwia pokazanie danych dostępnych dla wszystkich użytkowników bez konieczności wprowadzania loginu i hasła – dostęp anonimowy, np. prezentacja danych reprezentatywnych/promocyjnych na wielu monitorach jednocześnie.
- Obsługa wielu dostępnych protokołów, tj: BACnet I/P; DNP3 IP/serial; M Bus; Meta Data Source; Modbus IP; POP3; SNMP; SQL; OPC DA; IEC101 Serial via RS232; IEC101 Ethernet; HT-5B (Thermo-Hygrograph)
- serwer musi mieć możliwość wykonywania własnych skryptów w momencie nastąpienia zmian monitorowanych parametrów,
- serwer musi mieć możliwość podpięcia streamingu RTSP z kamer IP,

- serwer ma automatycznie generować raporty z możliwością wysyłania ich na email,
- serwer ma tworzyć wizualizację z wykorzystaniem wstawek html.

System zarządzania energią musi koordynować dostarczaną energię do sieci energetycznej budynku poprzez sterowanie  $\cos\phi$  produkowanej energii oraz możliwość redukcji dostarczanej mocy. Lokalne rozdzielnie elektryczne należy połączyć z centralną szafą diagnostyki łączem światłowodowym lub miedzianym.

Inwertery PV należy wyposażać w wspólny interfejs do komunikacji z systemem zarządzania energią. Urządzenie interfejsu musi dokonywać translacji warstwy RS485 na warstwę TCP/IP. Wykonawca jest zobowiązany dostarczyć pełną specyfikację protokołu warstwy TCP/IP. Interfejs komunikacyjny musi mieć możliwość połączenia urządzenia koordynującego współpracę z Systemem Zarządzania Energią w aspekcie jakości, ilości, współczynnika mocy oddawanej do sieci.

Monitor należy zamontować w miejscach wskazanych przez Zamawiającego. Wykonać zasilanie i niezbędne okablowanie/uchwyty na potrzeby monitora.

## **2 Materiały**

### **2.1 Uwagi dotyczące stosowanych materiałów**

Wszelkie nazwy własne produktów i materiałów przywołane w specyfikacji służą określeniu pożądanego standardu wykonania i określeniu właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji technicznej dla danych rozwiązań. Dopuszcza się zamiennie rozwiązania ( w oparciu, na produktach innych producentów) pod warunkiem spełnienia wszystkich poniższych warunków:

- Spełnienia co najmniej tych samych właściwości technicznych
- Przedstawieniu zamiennych rozwiązań na piśmie (dane techniczne, atesty, dopuszczenia do stosowania) na etapie przetargu
- Uzyskaniu akceptacji inwestora, projektanta i inspektora nadzoru po przedstawieniu wyczerpujących parametrów technicznych proponowanych rozwiązań.

### **2.2 Ogólne wymagania**

Wszystkie zakupione przez Wykonawcę materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument. Przy budowie instalacji elektrycznych wewnętrznych i zewnętrznych należy stosować materiały elektryczne zgodne z Dokumentacją Projektową i ST.

### **2.3 Rozdzielnica główna fotowoltaiczna 0,4 kV**

Rozdzielnicę główną fotowoltaiczną niskiego napięcia 0,4kV powinny spełniać następujące normę PN-EN 60439-1-5, oraz:

- Napięcie robocze: 230/400V
- Układ sieciowy: TN-C-S
- Prąd ciągły szyn zbiorczych: 2500 A
- Prąd zwarciovowy jednosekundowy: >40 kA
- Prąd udarowy: >100 kA
- Ochrona przepięciowa: ochronnik kl „B”



- Stopień ochrony: min. IP30
- Forma budowy: co najmniej 2b
- Budowa: szafy metalowe
- Ustawienie: przyściennie/wtykowe

## 2.4 Podstawowe wymagania dotyczące rozdzielnic

Napięcie izolacji rozdzielnic powinno być dostosowane do największego napięcia znamionowego instalacji. Rozdzielnice powinny zapewniać poprawną i bezpieczną pracę instalacji i urządzeń elektrycznych w obiekcie, zaciski rozdzielnic powinny być dostosowane do przekrojów i średnic przewodów, rurek oraz uchwytów stosowanych podczas robót. Rozdzielnice powinny być wyposażone w szyny, zaciski N i PE i przystosowane do układu sieciowego TN-S. Przewody ochronne powinny być oznaczone kombinacją barw żółtej i zielonej. Rozdzielnice powinny być przystosowane do wprowadzenia kabli i przewodów od góry na zaciski przyłączeniowe. Rozdzielnicę należy wykonać w oparciu o całościowy, prefabrykowany system. Wszystkie końce przewodów wpinane pod zaciski aparatów powinny być oznakowane oznaknikami. Rozdzielnice powinny posiadać oznakowania wykonane w sposób wyraźny, jasny i w kolorze kontrastowym z kolorem rozdzielnic. Należy na rozdzielnicach umieścić oznakowanie ostrzegawcze. Rozdzielnice należy wyposażać w aktualny schemat elektryczny umieszczony w dostępnym miejscu.

### Wyłączniki główne, montaż aparatury:

- wysuwny dla łączników głównych, stacjonarny lub wtykowy dla pozostałej aparatury.
- Pola odpływowe: wyłączniki kompaktowe, rozłączniki bezpiecznikowe
- Układ pól wg schematu połączeń
- Analizator parametrów sieci dla każdej sekcji zasilania
- W wybranych obwodach przekładniki z analizatorami sieci wyposażonych w łącze Mod-bus do transmisji danych o odbiorniku.
- Rezerwa miejsca: 10%
- Pokrycie: farba proszkowa, kolor producenta
- Interfejs do BMS: według listy sygnałów BMS (jeżeli występuje)

### Wyłączniki budowy otwartej

- Wymagania: wg PN-EN 60947-2,
- Wykonanie: wysuwne
- Napęd: ręczny i silnikowy
- Zabezpieczenia: elektroniczne mikroprocesorowe
- Wyposażenie dodatkowe do współpracy z BMS: wg listy sygnałów do BMS.
- Parametry techniczne: napięcie robocze 660 V, prąd zwarcia min. 50 kA, liczba biegunów 3 według schematu.

### Wyłączniki budowy zwartej

- Wymagania: wg PN-EN 60947-2
- Wykonanie: stałe lub wtykowe według schematu

- Napęd: ręczny
- Zabezpieczenia:
- Przeciążeniowe, zwarciovowe
- Elektroniczne, termomagnetyczne
- Ograniczenie prądu zwarciovowego, kaskadowość: wykorzystanie dopuszczalne
- Parametry techniczne: napięcie robocze 600 V, prąd zwarciovowy min. 50 kA, liczba biegunów 3 według schematu

#### **Rozłączniki bezpiecznikowe**

- Wymagania: wg PN-EN-60947
- Wykonanie: do bezpieczników topikowych typu NH rozmiary 00 do 3 Napęd: ręczny
- Zabezpieczenia: bezpieczniki o charakterystyce GL/gG, prąd znamionowy zgodnie ze schematem.
- Dostawca urządzeń każdorazowo winien dołączyć do wytworzonych urządzeń rozdzielczych stosowne oświadczenia o zgodności ich budowy z normami.
- Produkt wzorcowy: rozdzielnica LEGRAND XL3-400 lub równoważna.

## **2.5 Wymagania dotyczące materiałów, ich przechowywania i składowania**

Wykonawca jest zobowiązany do przedstawienia Inspektorowi nadzoru szczegółowych informacji oraz odpowiednich aprobat technicznych lub świadectw badań laboratoryjnych do zatwierdzenia. Wykonawca powinien dostarczyć i wykorzystać wyłącznie nowe, wcześniej nie używane materiały i elementy konstrukcyjne.

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu gdy będą potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwości do robót i były dostępne do kontroli przez Inspektora nadzoru. Miejsca czasowego składowania materiałów będą zlokalizowane w obrębie terenu budowy w punktach uzgodnionych z Inspektorem nadzoru.

Wszystkie użyte w dokumentacji projektowej nazwy materiałów i urządzeń, ich typy i symbole, a znajdujące się w opisie technicznym, na rysunkach lub w Specyfikacjach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót, są przyjęte ze względów poziomu szczegółowości wykonania w zakresie spełnienia Polskich Norm, obliczeń techniczno-eksploatacyjnych oraz układów instalacyjnych z nimi powiązanych. W przypadku ogniw typu back-contact Zamawiający wymaga sprawności kwantowej ogniw powyżej 90%. Kopię raportu z takich badań wraz ze świadectwem kalibracji urządzenia należy dołączyć do oferty.

## **2.6 Inwertery fotowoltaiczne**

Należy zastosować inwertery fotowoltaiczne z funkcją UPS i regulatora ładowania (w jednym urządzeniu). Projektuje się inwertery PV działające według zaprogramowanej funkcji PV/akumulatory/sieć zasilająca zapewniające ciągłą dostawę energii w przypadku dni pochmurnych i nocnych do wydzielonych obwodów oświetleniowych. Praca taka jest możliwa dzięki podłączeniu inwerterów do zewnętrznej sieci energetycznej budynku oraz baterii akumulatorów 48V DC i pojemności 400Ah. Dopuszcza się jako zamienniki inwertery o nie gorszych parametrach niż zaprojektowane. Inwertery muszą mieć możliwość wzajemnej komunikacji i diagnostyki poprzez system nadzorujący.

Funkcje realizowane przez inwerter to:

- Czysta sinusoida w trybie baterijnym
- Programowana wartość prądu ładowania w obwodzie baterijnym
- Programowalne źródło zasilania: sieć zasilająca lub panele solarne
- Współpraca z agregatem prądotwórczym lub siecią zasilającą
- Funkcja auto-restartu: podczas powrotu napięcia zasilającego Inwerter samoczynnie się uruchomi
- Zabezpieczenie przed przeciążeniem, przegrzaniem i zwarcie
- Inteligentna ładowarka pozwalająca wydłużyć żywotność baterii
- Funkcja zimnego startu pozwalająca na uruchomienie urządzenia bez podłączonego zasilania sieciowego

### **Minimalne parametry jednofazowego inwertera**

#### **Specyfikacja trybu sieciowego.**

Kształt sygnału wejściowego	Sinusoida (sieć energetyczna lub generator)
Nominalne napięcie wejściowe	230Vac
Maksymalna wartość napięcia wejściowego	300V AC
Nominalna częstotliwość napięcia wejściowego	50Hz / 60Hz (Auto)
Zabezpieczenie przeciwzwarciowe	Bezpiecznik
Wydajność	>95% ( obciążenie rezystancyjne, akumulatory w pełni naładowane )
Czas przełączenia	10ms typical (UPS)

#### **Specyfikacja trybu baterijnego.**

Znamionowa moc wyjściowa	5KVA/4KW
Kształt napięcia wyjściowego	Pure Sine Wave
Wartość napięcia wyjściowego	230Vac±5%
Częstotliwość napięcia wyjściowego	50Hz
Wydajność	90%
Przeciążenia	5s ≥150% Pmax ; 10s 110%~150% Pmax
Napięcie obwodu DC	48Vdc
Minimalny poziom napięcia DC dla zimnego startu.	46.0Vdc
Górne napięcia odcięcia ładowarki.	60Vdc
Pobór mocy na potrzeby własne.	<20W
Pobór mocy w trybie oszczędzania energii.	<10W

## Specyfikacja ładowarki

Algorytm ładowania.	3-stopniowy
Ładowanie w trybie sieciowym:	
Max prąd ładowania (UPS)	20/30A ( $V_{IP}=230V_{ac}$ )
Konserwujące napięcie ładowania	54Vdc
Ładowanie z paneli solarnych:	
Max prąd ładowania (PWM)	50A
Napięcie obwodu DC	48Vdc
Max napięcie z paneli solarnych	90Vdc
Pobór mocy w trybie oczekiwania	2W

## 2.7 Moduły fotowoltaiczne

Tab. 3 Minimalne wymagania co do pojedynczego tafli fotowoltaicznej DSSC

PARAMETR	WARTOŚĆ	DOPUSZCZALNA ODCHYLENIA
Typ ogniw w panelu PV	DSSC (ang. <i>Dye-Sensitized Solar Cells</i> )	niedopuszczalna
Barwa ogniw fotowoltaicznych	bursztynowa	niedopuszczalna
Wykonanie pojedynczego ogniwa PV	Przewody do złącz kontaktowych lutowane metodą ultradźwiękową.	niedopuszczalna
Moc znamionowa (szczytowa) panelu PV na metr kwadratowy	40 Wp/m <sup>2</sup>	+% brak ograniczeń -5%
Wydajność ogniwa PV, przy STC	min. 4%	+% brak ograniczeń-0%
Utrata wydajności w ciągu 20 lat	25%	niedopuszczalna
Współ. temperaturowy utraty mocy	-0,6%/K	lub mniejszy
Grubość szyby frontowej	3mm	max. 5mm
Grubość szyby tylnej	3mm	max. 6mm
Całkowita grubość panelu PV	10mm	+6mm -4mm
Przewody odprowadzające wygenerowany prąd	min. 2x $\Phi 4mm^2$ , biegun dodatni oraz ujemny, długość min 2x1m	niedopuszczalna
Typ szkła	Póhartowane lub bezpieczne	niedopuszczalna
<b>DANE MECHANICZNE</b>		
Wymiary panelu	Wg rysunków	Dopuszczalna po uzyskaniu zgody projektant obiektu
Transparentność panelu	min. 35%	lub większa przy zachowaniu mocy
Mocowanie przewodów odprowadzających prąd	Junction BOX, z wtyczkami Tyco lub MC-4, dioda bypasowa	niedopuszczalna
System ochrony ogniwa i złączy	IP65	niedopuszczalna
Klasa ochrony	II-klasa	niedopuszczalna
<b>ZASADY UŻYTKOWANIA</b>		
Temperatura pracy	-40 do +85°C	niedopuszczalna
Max. Napięcie DC	1 000V	niedopuszczalna
Odporność na prąd wsteczny	Min. 6A	niedopuszczalna

**Tab. 4** Minimalne wymagania pojedynczego zintegrowanego panelu grzewczo-fotowoltaicznego back-contact

<u>PARAMETR</u>	<u>WARTOŚĆ</u>	<u>DOPUSZCZALNA ODCHYLENIA</u>
Typ ogniw w panelu PV	KRZEMOWE (w technologii „back-contact”)	niedopuszczalna
Wykonanie pojedynczego ogniwa PV	Łączenie pojedynczego ogniwa do ścieżek przewodzących przy pomocy technologii „back-contact”. Ogniwa monokrystaliczne nie posiadające przedniej metalizacji, w których obie elektrody znajdują się na spodniej części ogniwa.	niedopuszczalna
Moc znamionowa panelu PV na metr kwadratowy, STC	170 Wp/m <sup>2</sup>	+% brak ograniczeń -5%
Wydajność ogniwa PV, przy STC	min. 22%	+% brak ograniczeń -0%
Utrata wydajności w ciągu 25 lat	20%	niedopuszczalna
V <sub>MPP</sub> (napięcie w maksymalnym punkcie pracy)	30 V	max. 55V min. 20V
I <sub>MPP</sub> (prąd w maksymalnym punkcie pracy)	5 A	max. 8A min. 4A
V <sub>OC</sub> (napięcie obwodu otwartego)	35 V	max. 65V min. 25V
Grubość szyby frontowej TCO z nanowarstwą grzewczą	3.2mm	max. 8mm
Grubość szyby tylnej, za ogniwem PV	2mm	max. 8mm
Technologia szklenia	Póhartowane lub bezpieczne	Niedopuszczalna, folia laminująca o parametrach lepszych od PVB i EVA
Całkowita grubość panelu Grzewczego-PV	10mm	+20mm -3mm
Przewody doprowadzające prąd	min. 2x $\Phi$ 4mm <sup>2</sup> , biegun dodatni oraz ujemny, długość min 2x1m	niedopuszczalna
Przewody odprowadzające prąd	min. 2x $\Phi$ 4mm <sup>2</sup> , L+N, długość min 2x1m	niedopuszczalna
Moc grzewcza	180 W/m <sup>2</sup>	od 160 do 350W/m <sup>2</sup>
<b><u>DANE MECHANICZNE</u></b>		
System ochrony złączy	IP65	niedopuszczalna
Waga panelu	30 kg/m <sup>2</sup>	max. 45kg/m <sup>2</sup>
<b><u>ZASADY UŻYTKOWANIA</u></b>		
Temperatura	-40 do +85°C	niedopuszczalna
Odporność na prąd wsteczny	Min. 6A	niedopuszczalna

## 2.8 Elementy przyłączeniowe paneli fotowoltaicznych – JunctionBox’y

JunctionBox’y (tzw. szafki prądu stałego – DC) są to skrzynki umożliwiające łączenie/rozłączanie grup paneli fotowoltaicznych wraz z rozłącznikiem p.poż sterowanym z wyłącznika głównego budynku.

## 2.9 Oprzewodowanie od strony napięcia AC

Między Inwerterem, a rozdzielnią zbiorczą AC oraz rozdzielniami budynkowymi należy poprowadzić przewody miedziane o parametrach dobranych do mocy zainstalowanej w Instalacji Fotowoltaicznej. Przekrój przewodu należy dobrać do warunków obciążenia długotrwałego, spadku napięć oraz warunków zwarciowych danej sekcji.

Rozdzielnię Użytkownika należy wyposażyć w wyłączniki dobrane do warunków pracy każdego inwertera. Nie wolno łączyć inwerterów do współdzielonych wyłączników!

## 2.10 Oprzewodowanie od strony napięcia DC

Zastosowane okablowanie fotowoltaiczne (strona DC) powinno się charakteryzować następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV
- podwójna izolacja
- przekrój żyły min. 4mm<sup>2</sup>
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: polwinitowa na 90 °C
- powłoka: polwinitowa odporna na UV
- temperatura wg PN-93/E-90400:  
na powierzchni przewodu: max. 90°C  
po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30°C do +90°C  
instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -5°C do +90°C

## 2.11 Złączki fotowoltaiczne od strony napięcia DC

Każdy panel fotowoltaiczny należy wyposażać w złączki o stopniu ochrony co najmniej IP65. Parametry techniczne złącz oprzewodowania systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalny prąd systemu PV 30 A
- Maksymalne napięcie systemu PV 1 000 V
- Termiczne warunki pracy pomiędzy -40°C – +90°C
- Stopień ochrony - IP65

Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość przełączania oraz pozwolić na dowolność modyfikowania struktury okablowania paneli.

## 3 Sprzęt

### 3.1 Wymagania dotyczące stosowanego sprzętu

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy i powinien odpowiadać pod względem typów i ilości zawartych w projekcie organizacji robót, zatwierdzonym przez Inspektora nadzoru. Liczba i wydajność sprzętu będzie gwarantować przeprowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej i wskazaniami określonymi przez Inspektora nadzoru w terminie przewidzianym umową.

Sprzęt będący własnością Wykonawcy lub wynajęty do wykonania robót musi być utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy. Bedzie spełniał normy ochrony środowiska i przepisy jego użytkowania.

Wykonawca dostarczy Inspektorowi nadzoru kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami.

Jeżeli dokumentacja projektowa przewiduje możliwość wariantowego użycia sprzętu przy wykonywanych robotach, Wykonawca powiadomi Inspektora nadzoru o swoim zamiarze wyboru

i uzyska jego akceptację przed użyciem sprzętu. Wybrany sprzęt po akceptacji Inspektora nadzoru nie może być później zmieniany bez jego zgody.

Liczba i wydajność sprzętu powinna gwarantować wykonanie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach Inspektora Nadzoru w terminie przewidzianym kontraktem. Montaż dokonać przy użyciu sprzętu specjalistycznego do tego typu robót.

Wymaga się, aby Wykonawca systemu dysponował nowym sprzętem kontrolno pomiarowym w celu potwierdzenia wymaganych parametrów paneli PV (stosowne dokumenty należy przedłożyć na etapie przetargu):

- Spektrofotometr UV-Vis-NIR - umożliwi pomiary absorpcji, transmitancji oraz przy wykorzystaniu odpowiednich przystawek pomiary właściwości powierzchniowych badanych materiałów (pomiary odbiciowe przy pomocy kuli całkującej), np. elewacja.

- Analizator spektralny modułów fotoelektrochemicznych - nowatorskie urządzenie umożliwiające wykonanie kompleksowych badań parametrów elektrycznych dużych modułów fotoelektrochemicznych.

- Profilometr - przyrząd o olbrzymich możliwościach testowych służący do charakteryzacji parametrów topografii powierzchni materiałowych. Pozwala na obserwacje techniką konfokalną z jednoczesnym tworzeniem profili trójwymiarowych o dużej głębi ostrości, np. eliminacja mikropęknięć.

- Symulator słoneczny - umożliwi pomiary „jasnych” i „ciemnych” charakterystyk prądowo-napięciowych oraz innych krytycznych dla ogniw słonecznych parametrów fizycznych (prąd i napięcie zwarcia, moc ogniwa, współczynnik wypełnienia).

- Fotowoltaiczny aparat do wyznaczania odpowiedzi widmowej (analizator kwantowy) - System do charakteryzowania ogniw fotowoltaicznych (wykonanych w różnych technologiach).

Wyznaczane charakterystyki ogniw fotowoltaicznych:

- odpowiedź spektralna ogniw (SR- spectral response, A W-1)
- zewnętrzna wydajność kwantowa konwersji fotonów na elektrony ogniw fotowoltaicznych (EQE/IPCE, %)

Raport z wykonanych kontroli jakościowych zainstalowanych paneli będzie załącznikiem do dokumentacji powykonawczej. Do oferty należy dołączyć aktualne świadectwa kalibracji w/w urządzeń.

## **4 Transport**

### **4.1 Wymagania dotyczące środków transportu i sposobu transportu stosowanych materiałów**

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość i właściwości przewożonych materiałów.

## **5 Instalacja**

Należy zwrócić uwagę, aby wszystkie urządzenia podłączone do instalacji odpowiadały normom przedmiotowym.

Jeżeli w instalacji współpracują urządzenia różnych producentów, dostawcy tych urządzeń powinni dostarczyć deklaracje producentów o kompatybilności urządzeń lub informacja taka powinna być zawarta w certyfikacie jednostki certyfikującej.

## **5.1 Okablowanie**

Kable powinny spełniać wymagania producenta lub dostawcy wyposażenia. Szczególną uwagę należy zwrócić na obciążalność prądową oraz tłumienie sygnałów danych. W zakresie rodzajów kabli i ich stosowania należy przestrzegać zaleceń postanowień krajowych.

Przewody powinny być układane:

- w rurach PCV lub listwach instalacyjnych natynkowych koloru białego;
- na korytkach kablowych teletechnicznych;
- w przypadku prowadzenia instalacji w przestrzeni między-stropowej lub pod podniesioną podłogą należy zapewnić swobodny dostęp do zamontowanych w tych przestrzeniach elementów (np. poprzez otwory rewizyjne).

## **5.2 Prowadzenie kabli i przewodów**

Podstawowym sposobem prowadzenia kabli i przewodów będzie układanie ich w drabinkach i korytkach instalacyjnych, rurach osłonowych oraz bezpośrednio pod tynkiem. Korytka mocowane będą do ścian, stropów i słupów za pomocą typowych elementów. Drabiny i koryta umieszczone będą w przestrzeniach instalacyjnych nad sufitem podwieszonym. Pionowe trasy kablowe należy prowadzić w wydzielonych pożarowo szachtach kablowych. Korytka umieszczone do wysokości 2,2m od podłogi należy wyposażać w pokrywę. Przejście kabli i przewodów przez stropy i ściany oddzieleń pożarowych zabezpieczone zostanie masami ogniochronnymi do odporności ogniowej równej odporności przegrody. Generalnie przewody i kable poza pomieszczeniami technicznymi na parterze powinny być prowadzone w sposób niewidoczny tzn. w korytkach nad stropem podwieszonym w rurkach osłonowych na ścianie, w ścianie g/k lub pod tynkiem.

## **5.3 Wejście kabli do budynku**

Wszystkie otwory służące do wprowadzenia kabli do budynku (lub wyprowadzenia na zewnątrz) należy uszczelnić tak, aby uniemożliwić przenikanie gazu do wnętrza budynku, ponadto wejścia te muszą być uszczelnione w sposób uniemożliwiający przedostawanie się wody do budynku.

## **5.4 Zabezpieczenie przed uszkodzeniem mechanicznym**

Kable powinny być układane w miejscach wystarczająco bezpiecznych (korytka kablowe, szyby kablowe, kanały kablowe). Wytrzymałość mechaniczna kabli powinna być adekwatna do sposobu i miejsca montażu. W razie potrzeby należy zastosować środki dodatkowej ochrony mechanicznej.

## **5.5 Ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi**

W celu uniknięcia uszkodzeń i zakłóceń, urządzenia (włącznie z okablowaniem) nie powinny być instalowane w miejscach, w których mogą występować wysokie poziomy zaburzeń elektromagnetycznych. Gdy takie rozwiązanie nie jest możliwe, należy zastosować odpowiednie środki ochrony przed wpływami zaburzeń elektromagnetycznych.

## **5.6 Montaż paneli fotowoltaicznych**

Montaż, instalacja i uruchomienie modułów słonecznych wymaga zaawansowanej wiedzy specjalistycznej i doświadczenia, dlatego mogą je wykonywać tylko specjaliści (np. elektrycy), którzy posiadają udokumentowane odpowiednie przygotowanie.

Podczas instalacji i konserwacji modułów słonecznych należy przestrzegać obowiązujących przepisów i wskazówek bezpieczeństwa z zakresu montażu urządzeń i instalacji elektrycznych oraz



przepisów właściwych zakładów energetycznych dotyczących równoległej pracy sieciowej instalacji prądu stałego. Przed instalacją należy sprawdzić, czy moduł słoneczny nie ma uszkodzeń mechanicznych. Nie można montować uszkodzonych modułów słonecznych (np. modułów z pękniętymi elementami szklanymi, uszkodzeniami tylnego szkła). Uszkodzenie tylnego szkła może mieć poważne skutki (rozwarstwienie, zagrożenie życia i zdrowia). Moduł słoneczny należy koniecznie rozstawiać tak, aby unikać zacinienia (przez pewien czas jak również częściowo, np. przez poddasza, drzewa), ponieważ może to spowodować uszkodzenia modułów słonecznych (np. powstawanie punktów nagrzewania i wynikające z tego niebezpieczeństwo pożaru), awarie generatora fotowoltaicznego i utratę mocy. Ze względu na szeregowie połączenie modułów (sumowanie napięć modułów) mogą wystąpić napięcia wyższe niż napięcie ochronne 120 V DC! Nawet przy niewielkiej sile oświetlenia należy brać pod uwagę całkowite napięcie jałowe modułów, tzn. podczas instalacji należy cały czas zwracać największą uwagę na błędy elektryczne, np. zwarcia.

Rozłączanie przewodów z prądem stałym może powodować powstawanie łuków elektrycznych. Dlatego przed rozpoczęciem każdej pracy przy instalacji słonecznej, w szczególności przed odłączeniem złązek w obwodzie prądu stałego, należy odłączyć falownik od sieci napięcia przemiennego. W przypadku instalacji dachowych moduły należy umieszczać nad ognioodpornym podłożem. Modułów słonecznych nie można instalować w pobliżu łatwopalnych substancji, gazów lub oparów. Nigdy nie można przekraczać maksymalnego dopuszczalnego całkowitego napięcia systemowego falownika. W tym celu na podstawie ujemnego współczynnika temperatury modułów słonecznych należy obliczyć również napięcie jałowe całego systemu przy minimalnej dopuszczalnej temperaturze (patrz tabliczka znamionowa modułu). Moduł słoneczny należy traktować jak produkt szklany i pod żadnym pozorem - w pojemniku transportowym ani w stanie zamontowanym - nie można na nim nic stawiać (np. skrzynek z narzędziami) ani na niego wchodzić, ponieważ może to spowodować widoczne i niewidoczne uszkodzenia (np. mikropęknięcia w ogniach i m.in. przedwczesny spadek mocy). W module nie wolno wiercić otworów, przybijać ich gwoździami ani spawać. Modułów słonecznych nie wolno przytrzymywać ani transportować na kablach przyłączeniowych ani na puszcze przyłączeniowej. Modułów słonecznych nigdy nie można zostawiać swobodnie leżących lub bez zabezpieczenia. Należy przestrzegać wskazówek bezpieczeństwa producentów innych komponentów instalacji słonecznej.

Nie zezwala się na skupianie światła słonecznego na modułach za pomocą luster lub soczewek.

Moduły fotowoltaiczne należy mocować tak, aby były odporne na wszystkie spodziewane obciążenia i oddziaływania warunków atmosferycznych.

Do montażu należy stosować tylko śruby antykorozyjne, Moduły fotowoltaiczne należy montować bez naprężeń mechanicznych oraz w celu skompensowania rozszerzalności materiału w wyniku wahań temperatury w odległości minimalnej 5 mm do najbliższego modułu.

Szczególnie w miejscach odsłoniętych zaleca się odpowiednią instalację odgromową. Integrację z istniejącymi urządzeniami odgromowymi należy wykonać z uwzględnieniem obowiązujących przepisów.

Przy zmianie podparcia konstrukcji należy się upewnić, że do połączeń śrubowych kabli w puszkach przyłączeniowych nie może przedostać się woda deszczowa ani skroplona.

Modułu PV nie można ustawiać w nagromadzonej wodzie ani w skroplinach.

Moduły należy mocować na konstrukcji dolnej w co najmniej w czterech punktach płasko, bez naprężeń i w sposób niezwichrowany.

Można podłączać tylko identyczne moduły słoneczne takiego samego typu i z taką samą klasą mocy. Należy pamiętać, aby w przypadku połączenia szeregowego modułów nie przekroczyć maksymalnego dopuszczalnego napięcia systemowego. Należy przestrzegać zależności temperatury napięcia modułów słonecznych, ponieważ w szczególności przy niskich temperaturach wzrasta napięcie modułów.

W przypadku równoległego podłączania modułów należy zapewnić, aby w liniach podłączanych równolegle zawsze podłączyć w szeregu taką samą liczbę modułów oraz podjąć właściwe środki z zakresu ochrony przed przepięciami (np. zabezpieczenie linii). Należy pamiętać, aby nie przekraczać podanej obciążalności prądu zwrotnego IR (według obowiązującego arkusza danych). W zwykłych warunkach moduł fotowoltaiczny może wygenerować wyższy prąd i/lub wyższe napięcie niż podano w znormalizowanych warunkach kontroli. W celu określenia wartości pomiarowych napięcia podzespołów, kabli, wielkości bezpieczników i pomiaru sterowników podłączanych do wyjścia modułów fotowoltaicznych należy wartość  $I_{sc}$  i  $U_{oc}$  podaną na module pomnożyć przez współczynnik bezpieczeństwa 1,25.

Nie można podłączać równolegle więcej niż 2 linii modułów bez zabezpieczenia linii o odpowiednich rozmiarach.

## **6 Instalowanie**

### **6.1 Postanowienia ogólne**

Wykonawca instalacji przed przystąpieniem do robót powinien:

- zapoznać się z projektem i ewentualne uwagi zgłosić jednostce projektowej;
- zapoznać się z dokumentacją instalacji elektroenergetycznych, CO, wodno-kanalizacyjnych itp. będących w posiadaniu inwestora, w celu uniknięcia ewentualnych kolizji przy prowadzeniu robót.

Montaż systemu powinien być przeprowadzony zgodnie z dokumentacją:

- sporządzoną w taki sposób, aby wykonawca mógł dokonać prawidłowego montażu;
- posiadającą co najmniej rzuty poziome obiektu, przedstawiające przewidziane rodzaje i rozmieszczenie wszystkich urządzeń;
- posiadającą schemat blokowy instalacji, pokazujący wzajemne połączenia elementów.

Wykonawca przy prowadzeniu robót powinien:

- stosować się do wskazówek montażowych urządzeń zawartych w projekcie;
- modyfikować założenia projektu technicznego systemu tylko w uzgodnieniu z projektantem i inwestorem, jeżeli będzie to prowadzić do lepszego wykorzystania możliwości technicznych stwarzanych przez zaprojektowany sprzęt;
- modyfikować, w uzgodnieniu z projektantem i inwestorem, konfigurację projektowanego okablowania tak, aby doprowadzić do optymalnego wykorzystania możliwości technicznych stwarzanych przez projektowany sprzęt;

- wszelkie odstępstwa od dokumentacji uzgadniać z projektantem i osobą pełniącą nadzór inwestorski, którzy powinni dokonywać odpowiednich wpisów do dziennika budowy;
- wszelkie problemy powinny być sygnalizowane projektantowi i osobie prowadzącej nadzór inwestorski, a po ich rozwiązaniu dokumentowane przez naniesienie modyfikacji w egzemplarzu dokumentacji powykonawczej.

Jeżeli z jakiegokolwiek powodu, przygotowany projekt w czasie montażu okaże się nieodpowiedni, to wszystkie niezbędne zmiany powinny być uzgodnione z projektantem, a uzgodnione poprawki łącznie z deklaracją zgodności wprowadzone do dokumentacji powykonawczej.

## **6.2 Rozmieszczenie urządzeń**

Montaż urządzeń należy wykonywać zgodnie z instrukcją producenta. Rozmieszczenie urządzeń powinno być zgodne i sprawdzone z dokumentacją. Wszelkie niezgodności powinny być usuwane w trybie nadzoru autorskiego. Rozmieszczenie urządzeń powinno uwzględniać wszystkie, szczególne zagrożenia, jakie mogą wystąpić w czasie eksploatacji budynku.

Należy zapewnić dostęp do paneli PV i innych elementów i urządzeń dla celów konserwacyjnych.

Podczas montażu urządzeń należy uwzględnić każdorazowo architekturę wnętrza pomieszczenia chronionego oraz warunki środowiskowe pracy urządzenia.

Pomieszczenia dla urządzeń sterowniczo-kontrolnych powinny spełniać następujące wymagania (jeżeli instrukcje fabryczne producenta nie stanowią inaczej):

- Wysokość pomieszczenia powinna wynosić co najmniej 2,4m;
- Odległość pomiędzy operatorem, a ekranem monitora powinna wynosić od 4 do 6 wysokości ekranu;
- Temperatura pomieszczenia +20°C;
- Temperatury graniczne w pomieszczeniu +5°C do +30°C;
- Dopuszczalna wilgotność względna: do 85% w temperaturze +20°C;
- Natężenie oświetlenia pomieszczenia nie powinno być mniejsze niż 200lx; w czasie obserwacji obrazu natężenie to powinno wynosić około 100lx;

## **7 Zabezpieczenie przed rozprzestrzenianiem się pożaru**

Wszystkie przepusty kablowe przez ściany, podłogi lub stropy, stanowiące oddzielenia strefy pożarowej, należy wykonać w klasie odporności ogniowej, odpowiadającej klasie elementów budowlanych, przez które przechodzą.

## **8 Wykonanie robót**

### **8.1 Ogólne zasady wykonania robót**

Wykonawca przedstawi do akceptacji Projekt Organizacji i Harmonogram Robót uwzględniający wszystkie warunki w jakich będzie wykonana instalacja elektryczna wewnętrzna i zewnętrzna.

### **8.2 Szczegółowe wymagania dotyczące wykonania robót**

Szczegółowy zakres robót objętych ofertą jest opracowany w przedmiarach opartych o technologię KNR, KSNR i kalkulacje indywidualne.

### 8.3 Instalacje

Montaż instalacji powinien być wykonany przez wykwalifikowany personel z zastosowaniem właściwych materiałów. Przed montażem koryt kablowych wykonać trasowanie uwzględniając konstrukcję budynku oraz bezkolizyjność z innymi instalacjami. Trasa powinna być prosta umożliwiającą konserwację i rozbudowę. Trasy powinny być prowadzone w liniach poziomych i pionowych. Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych oraz sprzęt i osprzęt instalacyjny, powinny być zamocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniając warunki lokalne i technologiczne.

Połączenia między przewodami oraz między przewodami i innym wyposażeniem powinny być wykonane w taki sposób, aby był zapewniony bezpieczny i pewny styk.

Wszystkie elementy wyposażenia powinny być zainstalowane tak, aby nie zostały pogorszone projektowane warunki chłodzenia.

Elementy wyposażenia mogące spowodować wzrost temperatury lub powstanie łuku elektrycznego powinny być umieszczone lub osłonięte tak, aby nie powstało ryzyko zapalenia materiałów palnych. W przypadku gdy temperatura jakiegokolwiek odsłoniętej części wyposażenia może spowodować poparzenie ludzi, części te należy umieścić lub osłonić tak, aby uniemożliwić przypadkowy kontakt z nimi.

Instalacja elektryczna powinna być wykonana tak, aby nie występowało wzajemne szkodliwe oddziaływanie między tą instalacją, a innymi instalacjami nieelektrycznymi stanowiącymi wyposażenie obiektu.

Urządzenia odłączające powinny być zainstalowane w sposób zapewniający odłączenie instalacji elektrycznej, obwodów lub poszczególnych aparatów, gdy jest to wymagane ze względu na konserwację, sprawdzenie, wykrycie uszkodzenia lub naprawę.

Wyposażenie elektryczne powinno być zainstalowane i rozmieszczone tak, aby zapewnić do niego dostęp, gdy jest to niezbędne, tj.:

- odpowiednią przestrzeń dla umożliwienia montażu oraz wykonania przewidywanych zmian i wymiany poszczególnych części wyposażenia,
- dostęp obsługi do wyposażenia w celu sprawdzenia, przeglądu, konserwacji i napraw.

Wszystkie elementy wyposażenia elektrycznego powinny być dobrane do maksymalnych zastosowanych napięć roboczych (wartość skuteczna dla prądu przemiennego), jak również do mogących wystąpić przepięć.

Wszystkie elementy wyposażenia elektrycznego powinny być dobrane z uwzględnieniem maksymalnych prądów roboczych (wartość skuteczna prądu przemiennego), które mogą wystąpić w normalnych warunkach eksploatacji oraz z uwzględnieniem prądów mogących wystąpić w warunkach zakłóceń w określonym czasie, podczas którego może być spodziewany przepływ prądu przetężeniowego.

Wszystkie elementy wyposażenia powinny być dobrane tak, aby były zabezpieczone przed wszelkimi oddziaływaniami oraz warunkami otoczenia i środowiska, na które mogą być narażone.

Gdy w przypadku pojawienia się niebezpieczeństwa zaistnieje konieczność natychmiastowego wyłączenia zasilania, urządzenie wyłączające powinno być łatwo dostępne i odpowiednio oznaczone w celu szybkiego jego uruchomienia. Należy zachować minimalne promienie gięcia zgodnie z PNE i instrukcjami wytwórcy.

Należy zamocować kable w sposób zapewniający ich uporządkowane ułożenie na drabinkach i w korytkach. Kable oznaczać przez zastosowanie opasek kablowych zawierających: napięcie, przekrój kabla i numer linii zasilającej. Przewody powinny być oznaczone zgodnie z PN-90/E-05023.

Opaski oznaczeniowe należy umieścić przy końcach kabla, przy odgałęzieniach od głównego ciągu rozdzielczego, wzdłuż trasy kabla w odległościach nieprzekraczających 10 m.

Otwory dla ciągów kablowych przez ściany o założonej wytrzymałości ogniowej należy zabezpieczyć w sposób zapewniający odtworzenie tej wytrzymałości po przeprowadzeniu kabli; dopuszcza się każdą metodę aprobowaną przez Straż Pożarną - wolno stosować wyłącznie metody proponowane przez renomowane firmy certyfikowane przez CNBOP lub inne równorzędne.

Rozprowadzenie głównych linii zasilających: w ciągach poziomych drabiny kablowe, w ciągach pionowych drabiny do montażu pionowego, mocowane do ścian (w miejscach dostępnych ciągi pionowe osłonić do wys. 2m).

Przewody elektryczne układać w sposób podany w Dokumentacji Projektowej:

- podtynkowo
- natynkowo w rurkach instalacyjnych sztywnych
- nad sufitami podwieszanymi - na korytkach kablowych, pojedyncze przewody - w rurach osłonowych giętkich,
- w przestrzeni pod podłogą techniczną - na korytkach kablowych.
- w kanałach podłogowych.

Aparaty, wyłączniki, przełączniki, puszkę montować w miejscach podanych w Dokumentacji Projektowej. Przewiduje się montaż tych urządzeń natynkowo i podtynkowo.

Przewody: układać na uchwytych indywidualnych lub zbiorczych, odległość punktów mocowania musi wynosić maks. 50 cm i zapewniać brak zwisów przewodów

#### **8.4 Instalacje odbiorcze wewnętrzne – sposób układania**

Należy:

- Instalacje odbiorcze generalnie układać w przestrzeni nad sufitem podwieszonym oraz w przestrzeniach technicznych
- W pomieszczeniach suchych należy stosować osprzęt łącznikowy w obudowie zwykłej otwartej.
- W pomieszczeniach wilgotnych i wszystkich pomieszczeniach z instalacją natynkową należy stosować łączniki w obudowie szczelnej zamkniętej IP44.
- Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do montażu drabinek i korytek kablowych należy mocować do podłoża w sposób trwały, uwzględniając warunki technologiczne, w jakich będzie pracowała dana instalacja.
- Na zainstalowanych konstrukcjach i uchwytych należy układać przewody wielożyłowe i kable w zależności od wymagań określonych w projekcie.
- Odległości pomiędzy miejscami zamocowania lub podwieszania przewodów lub kabli nie mogą przekraczać 0,4m dla przewodów wielożyłowych i kabli przy zawieszeniu poziomym lub pochylonym pod kątem do 30°.
- Rozmieszczenie punktów zamocowań powinno być takie, aby odległości między nimi ze względów estetycznych były jednakowe.

- Przy mocowaniu do podłoża konstrukcji wsporczych, na których będą mocowane korytka lub drabinki, należy uwzględnić nośność tych konstrukcji, aby były spełnione wymagania wytrzymałości mechanicznej ciągów instalacyjnych.
- Łączenie ze sobą odcinków prostych korytek lub drabinek kablowych należy wykonać za pomocą łącznika przykręconego śrubami z łbem półkolistym (łeb wewnątrz korytka) lub inny sposób podany przez producenta. Miejsca przecięć korytek należy zabezpieczyć przed korozją.
- Przewody w ciągach poziomych należy układać luźno na dnie korytek.
- Grupy przewodów można łączyć w wiązki opaskami.
- Instalacje na uchwytych należy układać tam, gdzie nie można stasować drabinek i korytek kablowych a istnieją warunki do mocowania uchwytów do konstrukcji budynku.
- Odległości między uchwytami nie powinny być większe od: 0,5 m dla przewodów wielożyłowych oraz 0,8 m dla kabli.
- Rozstawienie uchwytów kablowych powinno być jednakowe, a uchwyty znajdowały się w pobliżu sprzętu, do którego dany przewód jest wprowadzany.
- Trasy kablowe należy montować tak, aby ciągi przebiegały po liniach równoległych lub prostopadłych do podłogi.
- Instalacje poziome pod tynkiem należy układać w przygotowanych bruzdach na wysokości 30cm poniżej poziomu sufitu.
- Przejścia przez ściany stropy muszą być chronione przed uszkodzeniami w przepustach rurowych (osłonowych).
- Przejścia kabli i przewodów przez ściany i stropy o odporności ogniowej należy uszczelnić zaprawą ognioodporną, posiadającą ważny aprobatę ITB, o odporności ogniowej nie mniejszej niż dany strop lub dana ściana, przez którą wykonano przepust,
- W elementach konstrukcyjnych dopuszcza się wykonywanie otworów dla instalacji elektrycznych o wielkości do  $\phi 100\text{mm}$ ,
- Przejścia przez ściany należy wykonywać w taki sposób, aby rurę można było wyginać łagodnymi łukami o promieniu nie mniejszym niż 20 średnic danej rury.
- Instalacje wtynkowe należy układać przewodami wtynkowymi. Dopuszcza się stosowanie przewodów wielożyłowych płaskich.
- Łuki i zgięcia przewodów powinny być łagodne.
- Do puszek wprowadzać tylko te przewody, które wymagają łączenia w puszcze, pozostałe przewody należy prowadzić obok puszek.
- Przed tynkowaniem końce przewodów należy ukryć w puszcze, a puszki zabezpieczyć przed zatynkowaniem. Warstwa tynku powinna mieć grubość, co najmniej 5mm.
- Zabrania się układania przewodów bezpośrednio na betonie, w warstwie wyrównawczej podłogi i w złączach płyt betonowych bez stosowania osłon w postaci rur.

## 8.5 Połączenia elektryczne przewodów

Należy:

- Powierzchnie stykających się elementów torów prądowych oraz przekładek i podkładek metalowych, przewodzących prąd, należy dokładnie oczyścić i wygładzić,

- Zanieczyszczone styki (zaciski aparatów, przewody i pokryte powłoką metalową ogniową lub galwaniczną należy tylko zmywać odczynnikami chemicznymi i szlifować pastą polerską).
- Powierzchnie zestyków należy zabezpieczyć przed korozją,
- Połączenia należy wykonać spawaniem, śrubami, śrubami lub w inny sposób określony w projekcie technicznym.
- Śruby, nakrętki i podkładki stalowe powinny być pokryte galwanicznie warstwą metaliczną,
- Połączenie przewidziane do umieszczenia w ziemi należy wykonać za pomocą spawania. Wszelkie połączenia elektryczne w ziemi zabezpieczyć przed korozją, np.: przez pokrycie lakierem bitumicznym lub owiniecie taśmą,

## 8.6 Prace spawalnicze

Należy:

- Prace spawalnicze należy prowadzić tak, aby nie zanieczyścić elementów izolacyjnych, aparatów i przewodów odpryskami roztopionego metalu,
- Prace spawalnicze należy wykonać w odległości bezpiecznej od aparatów i urządzeń zawierających olej lub odpowiednio zabezpieczyć te urządzenia i aparaty.

## 8.7 Zabezpieczenie antykorozyjne

W zależności od rodzaju zastosowania, wszystkie części instalacji muszą być w odpowiedni i prawidłowy sposób zabezpieczone przed korozją. Przed naniesieniem zabezpieczenia antykorozyjnego należy przeprowadzić odrdzewianie. Po zamontowaniu należy przeprowadzić fachową naprawę miejsc uszkodzonych. Ocynkowane części metalowe, które przeznaczone są dla konstrukcji różnych, muszą być we wszystkich miejscach ocynkowane ogniowo, zgodnie z Normami. Nie wolno przeprowadzać prac spawalniczych na miejscach ocynkowanych. Uszkodzenia i miejsca przecięć powinny być zabezpieczone cynkowaniem na zimno.

## 8.8 Montaż urządzeń rozdzielczych, oszynowania i osprzętu

Należy:

- Przed przystąpieniem do montażu rozdzielnic należy sprawdzić poprawność wykonania wypoziomowania posadzki w miejscach ustawiania rozdzielnic,
- Montaż urządzeń rozdzielczych należy przeprowadzić zgodnie z odpowiednimi instrukcjami montażu tych urządzeń,
- Kable należy układać w sposób zapewniający szybką ich identyfikację i łatwy dostęp,
- Odgałęzienia od szyn głównych i połączenia szyn do aparatów nie powinny powodować niedopuszczalnych naciągów i naprężeń,
- W szynach zbiorczych sztywnych należy zastosować odpowiednie kompensatory,
- Najmniejsze dopuszczalne odstępy izolacyjne należy zachować zgodnie z przepisami,
- Stosować system oznaczeń i oznaczników kabli, przewodów, aparatów i urządzeń oraz połączeń wewnętrznych rozdzielnic i szaf,
- W ogólnie dostępnych instalacjach wewnętrznych należy montować aparaty zabezpieczające z pokrywami osłaniającymi części pod napięciem,

- Wszystkie aparaty należy montować w położeniu przewidzianym do pracy przez producenta,
- Wykonać (opisać) oznaczniki na przewodach i oznaczenia na listwach,
- Wykonać połączenie części metalowych obudów i konstrukcji z przewodem ochronnym PE.

## 8.9 Instalacje w wykonaniu szczelnym

Należy:

- Przy wykonaniu szczelnym wszystkie podejścia do sprzętu, osprzętu, odbiorników i urządzeń należy uszczelniać za pomocą dławic,
- Średnice dławic i otworów uszczelniających pierścieni powinny być dostosowane do średnicy zewnętrznej przewodu lub kabla,
- Powłokę przewodu lub kabla uciąć równo z wewnętrzną ścianką obudowy sprzętu, osprzętu, aparatu lub odbiornika, do którego wprowadzany jest przewód,
- Po dokręceniu dławic, uszczelnić je dodatkowo,
- Stosować sprzęt i osprzęt natynkowy/podtynkowy w wykonaniu szczelnym (o stopniu ochrony IP 44).

## 8.10 Mocowanie sprzętu i osprzętu

Należy:

- Stosować następujący osprzęt instalacyjny: rozgałęźniki, puszkę instalacyjną, wyłączniki i przełączniki, gniazda wtyczkowe, wtyczki do mocowania na stałe, gniazda bezpiecznikowe, skrzynki (obudowy) rozdzielcze, przyciski sterownicze,
- Instalowanie gniazd wtyczkowych i łączników w pomieszczeniach powinno być zgodne z technologią wykonania instalacji (systemem instalacyjnym) w danym pomieszczeniu,
- Gniazda umieszcza się na wysokości: zgodnie z wymaganiami projektu wykonawczego,
- Sprzęt i osprzęt należy zamocować do podłoża w sposób zapewniający jego pewne, trwałe i bezpieczne osadzenie (najczęściej przez przykręcenie). Wysokość należy liczyć od poziomu wykończonej podłogi do środka puszkę instalacyjnej.

## 9 System dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej:

### 9.1 Ochrona przepięciowa

Dla projektowanych instalacji zastosowana będzie dwustopniowa ochrona przeciwprzepięciowa. W rozdzielnicach głównych należy zainstalować ochronniki klasy B. W tablicach strefowych i tablicach technologicznych należy przewidzieć zainstalowanie ochronników klasy C. Ochrona na poziomie D nie jest przewidziana w projekcie. Urządzenia wymagające takiej ochrony powinny być zaopatrzone w odpowiednie ochronniki indywidualnie w zależności od potrzeb.

### 9.2 Dodatkowa ochrona od porażen

Wszystkie instalacje w obiekcie należy wykonać zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-41. Projektowane instalacje będą wykonane z odrębnym przewodem PE i N..



Uziemić należy szynę PE rozdzielnicach RG. Szynę PE należy połączyć poprzez szynę uziemiającą z uziomem fundamentowym. Dla wszystkich obwodów odbiorczych dodatkową ochronę od porażenia stanowi system szybkiego wyłączenia realizowany przez wyłączniki nadprądowe i wyłączniki ochronne różnicowoprądowe. Tablice rozdzielcze strefowe w pomieszczeniach ogólnodostępnych wykonane będą jako urządzenia II klasy izolacji. W pomieszczeniu wyposażonym w natrysk lub wannę należy wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze zgodnie z normą PN-IEC 60364-7-701.

### **9.3 Ekwipotencjalizacja**

Połączenia wyrównawcze należy wykonać na poziomie ziemi, łącząc z główną szyną uziemiającą obiektu: uziom, wszystkie wprowadzone do obiektu instalacje metalowe, metalowe konstrukcje obiektu budowlanego, powłoki i osłony metalowe kabli oraz przewodów, przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN instalacji elektrycznej. Można zainstalować więcej niż jedną szynę uziemiającą.

Połączenia wyrównawcze miejscowe w pomieszczeniach wskazanych należy wykonać łącząc szynę wyrównania potencjałów z: wyprowadzonym do pomieszczenia przewodem uziemiającym, elementami przewodzącymi dostępnymi w pomieszczeniu, przewodami ochronnymi PE rozdzielnic, metalowe powłoki i ekrany kabli

Występujące w ciągach konstrukcji metalowych wstawki izolacyjne należy mostkować dodatkowymi połączeniami wyrównawczymi,

Instalacje telekomunikacyjne wykonane przy użyciu przewodu lub kabla o powłoce metalowej, to powłokę metalową należy połączyć z główną szyną uziemiającą obiektu.

### **9.4 Koordynacja instalacji**

Koordynację instalacji należy zapewnić przez odpowiednio częste podłączenia do innych części metalowych konstrukcji, wykończenia i wyposażenia budynku. Zapewnić należy zastosowanie ochronników przepięciowych.

### **9.5 Uwagi ogólne**

Uziemienia i połączenia wyrównawcze przeznaczone są dla prawidłowego działania i eksploatacji. Zapewnienia uziemienia roboczego źródeł zasilania, Zapewnienia systemu TNS w układzie rozdziału energii Ochrony przeciwporażeniowej po stronie SN i nn. Ograniczenia wzajemnych, potencjalnie szkodliwych wpływów różnych systemów elektrycznych.

## **10 Obmiar robót**

Jednostki obmiarowe: należy stosować ogólnie przyjęte w kosztorysowaniu jednostki wyspecyfikowane w formie tabelarycznej w części ogólnej opisującej zakres i układ katalogów KNR odpowiednich branż.

## **11 Odbiór robót**

### **11.1 Rodzaje odbiorów**

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inspektora Nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania dały wyniki pozytywne.

## **11.2 Warunki odbioru robót budowlanych, niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznych**

- Wykonawca robót budowlanych powinien zapoznać się z technologią wykonania prac budowlanych, a także stwierdzić przygotowanie robót budowlanych do wykonania prac elektromontażowych,
- Odbiór robót budowlanych niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznych odbywa się przed przystąpieniem do wykonywania robót elektrycznych.
- Odbiór robót od inwestora (zleceniodawcy) przeprowadza wykonawca robót elektrycznych,
- Zakres i termin odbioru robót budowlanych niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznych, oraz stan budynku (lub jego części) przekazywanego do wykonania instalacji, powinien być zgodny z ustaleniami zawartymi w umowie o realizację inwestycji,
- Odbiór powinien być udokumentowany protokołem.

## **11.3 Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej/fotowoltaicznej**

### **11.3.1 Odbiór robót ulegających zakryciu lub zanikających**

Do podstawowych obowiązków Wykonawcy należy zgłoszenie Inwestorowi do odbioru robót ulegających zakryciu lub zanikających.

### **11.3.2 Odbiór częściowy lub odbiór etapowy**

- Odbiorem częściowym powinna być objęta część obiektu instalacji lub robót, stanowiąca etapową całość. Jako odbiór częściowy traktuje się również odbiór dotyczący całokształtu robót zleconych do wykonania jednemu spośród wykonawców (podwykonawcy). Odbiór częściowy ma na celu jakościowe i ilościowe sprawdzenie wykonanych robót.
- Do odbiorów częściowych zalicza się też odbiory elementów obiektu lub robót przewidzianych do zakrycia, w celu sprawdzenia jakości wykonania robót i dokonania ich obmiaru.
- Odbiór częściowy powinien być przeprowadzony komisyjnie, w obecności inwestora (zleceniodawcy). Wykonawca obowiązany jest zawiadomić i uzgodnić z zamawiającym termin odbioru. Z odbioru robót ulegających zakryciu sporządza się protokół, którego wyniki należy wpisać do dziennika budowy (robót), w tym również wyniki oceny jakości.
- W systemie generalnego wykonawstwa robót odbiór częściowego dokonuje generalny wykonawca od podwykonawcy, a następnie inwestor od generalnego wykonawcy. Inwestor po uzgodnieniu z generalnym wykonawcą może przeprowadzić odbiór częściowy równocześnie z odbiorem robót od podwykonawcy przez generalnego wykonawcę. W przypadku bezpośredniego wykonawstwa odbiór częściowy ogranicza się do odbioru robót przez inwestora.

### **11.3.3 Rozruch technologiczny**

O potrzebie i zakresie rozruchu technologicznego decyduje Zamawiający, podejmując odpowiednie ustalenia w umowie.

### **11.3.4 Praca próbna systemu – próby montażowe**

Praca próbna systemu/urządzenia obejmuje ciągły proces sprawdzania i testowania w określonym czasie urządzeń i całego systemu i obejmuje:

- nadzór i kontrolę transmisji danych i zasilania urządzeń;

- nadzór i kontrolę pracy wszystkich urządzeń i elementów wchodzących w skład systemu;
- diagnozę i porównanie wyników z założeniami funkcjonalno - użytkowymi i organizacyjnymi zawartymi w dokumentacji technicznej;
- korektę błędów programowych;
- wymianę elementów niestabilnych lub naprawę uszkodzonych;
- doprowadzenie systemu do pełnego rozruchu zgodnie z wymaganiami dokumentacji technicznej;
- nadzór i kontrolę transmisji danych i zasilania urządzeń sterujących oraz urządzeń i elementów wchodzących w skład systemu;
- uruchomienie systemu i próby po montażowe działania urządzeń i elementów systemu;
- wielokrotne ustawianie urządzenia we właściwym położeniu przy wykorzystaniu różnych przegubów kulistych, mocowań justujących itd. dla osiągnięcia należytego (zgodnego z założeniami dokumentacji technicznej systemu i wymaganiami producenta) efektu pracy urządzenia;
- wielokrotne sprawdzenie urządzeń pod względem prawidłowego ich działania w różnych warunkach i ewentualna korekta ustawień;
- próby działania urządzenia pod względem mechanicznym (pewność mocowań, precyzja działania elementów mechaniki) oraz parametrów elektrycznych i transmisyjnych.
- sprawdzenie, czy ekrany linii przesyłowych i urządzeń systemu fotowoltaicznego uziemione są tylko w jednym punkcie.

### 11.3.5 Programowanie systemów

Programowanie systemu obejmuje:

- podłączenie urządzenia programującego do urządzeń sterujących (komputer, programator, pulpit programujący itp.);
- sprawdzenie poprawności transmisji pomiędzy urządzeniami programującymi a urządzeniem sterującym;
- programowanie urządzeń sterujących zgodnie z wymaganiami dokumentacji technicznej i procedurami zawartymi w oprogramowaniu systemowym;
- programowanie poszczególnych elementów/urządzeń wchodzących w skład systemu zgodnie z dokumentacją techniczną i warunkami technologicznymi producenta, w tym adresów, parametrów działania i transmisji danych;
- uruchomienie i sprawdzenie poprawności działania urządzenia sterującego;
- uruchomienie i sprawdzenie poprawności działania poszczególnych urządzeń i elementów wchodzących w skład systemu;
- praca próbna i testy całego systemu.
- Programowanie – przygotowanie algorytmu pracy urządzeń i systemu zgodnie z wymaganiami zawartymi w dokumentacji projektowej i techniczno-ruchowej oraz obsługowej producenta.

Proces przygotowania urządzeń i całego systemu zgodnie z założeniami dokumentacji technicznej:

- zapoznanie się z dokumentacją techniczną systemu w zakresie niezbędnym do przygotowania oprogramowania centrali i poszczególnych elementów systemu;
- testowanie programu;
- wprowadzenie korekt i poprawek;
- ponowne testowanie programu;

- zakończenie programowania, zapisanie programu na nośniku danych.

Oprogramowanie (opracowane przez wykonawcę i przekazane użytkownikowi jako załącznik do protokołu odbioru robót) musi zawierać wszystkie wymagania zawarte w dokumentacji technicznej oraz uwzględniać aktualne wymagania normatywne i prawne dotyczące przekazywanego systemu zarządzania energią.

### **11.3.6 Obowiązki kierownika (wykonawcy) robót elektrycznych/fotowoltaicznych w zakresie przygotowania instalacji do odbioru**

Kierownik robót elektrycznych w obiekcie budowlanym zobowiązany jest do:

- Zgłoszeni inwestorowi do sprawdzenia lub odbioru wykonanych robót ulegających w dalszym etapie zakryciu,
- Zapewnienia wykonania wymaganych przepisami lub ustalonych w umowie o przyłączenie do sieci elektroenergetycznej prób i odbiorów częściowych instalacji oraz związanych z nimi urządzeń przez zgłoszeniem budynku do odbioru,
- Przygotowania dokumentacji powykonawczej instalacji elektrycznych w budynku, uzupełnionej o wszelkie późniejsze zmiany, jaki zostały wniesione w trakcie budowy,
- Zgłoszenia do odbioru końcowego instalacji elektrycznej (zgłoszenie powinno zostać odpowiednio wpisane do dziennika budowy),
- Uczestniczenia w czynnościach odbioru,
- Przekazania inwestorowi oświadczenia o zgodności wykonania instalacji elektrycznej z projektem, warunkami pozwolenia na budowę, warunkami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej oraz obowiązującymi przepisami i wiedzą techniczną.

### **11.3.7 Odbiór końcowy**

- Odbiór końcowy od wykonawcy przeprowadza przedstawiciel zamawiającego (inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą złożoną z rzeczoznawców i przedstawicieli użytkownika oraz kompetentnych organów.
- Odbiór końcowy powinien być poprzedzony technicznymi odbiorami częściowymi (jeśli takie przewidziano) oraz przeprowadzeniem rozruchu technologicznego, jeżeli rozruch taki inwestor (zamawiający) zlecił wykonawcy robót,
- Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać właściwie udokumentowane,
- Przed przystąpieniem do odbioru końcowego kierownik budowy (główny wykonawca robót) jest zobowiązany do przygotowania dokumentów potrzebnych do należytej oceny wykonanych robót,

Do przeprowadzenia odbioru konieczne jest:

- przygotowanie dokumentacji powykonawczej (dokumentacja projektowa z naniesionymi na czysto zmianami i uzupełnieniami w trakcie wykonywania robót (również elektroniczna),
- dokumentacja uzasadniająca uzupełnienia i zmiany wprowadzone w trakcie wykonania robót,
- dziennik budowy (notatki, pisma wyjaśniające i uzgadniające),
- dokumenty dotyczące jakości wbudowanych materiałów,
- protokoły częściowych odbiorów robót zanikających i zakrytych,

- protokoły i zaświadczenia z dokonanych prób po montażowych,
- protokoły pomiarów i badań,
- świadectwa jakości i dopuszczenia do eksploatacji urządzeń i materiałów,
- DTR zamontowanych urządzeń.
- Kierownik (główny wykonawca) robót elektrycznych przygotowuje instalację elektryczną oraz niezbędne dokumenty do odbiorów,

Przy odbiorze końcowym należy:

- Sprawdzić zgodność wykonanych robót z umową, projektem wykonawczym, warunkami technicznymi wykonania, normami, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej,
- Sprawdzić udokumentowanie jakości wykonanych robót odpowiednimi protokołami sprawdzeń odbiorczych oraz ewentualnymi protokołami z rozruchu technologicznego, oceniając przy tym wykonanie zleceń oraz ustaleń zawartych w protokołach prób i odbiorów międzyoperacyjnych i częściowych,
- W przypadku odbioru całości obiektu stwierdzić, czy spełnia on zasady prawidłowej eksploatacji i może być użytkowany lub stwierdzić istniejące wady i usterki.

Wymagania ogólne dotyczące po montażowego odbioru urządzeń zasilających:

- Zakres badań obejmuje sprawdzenie: izolacji torów głównych, izolacji torów pomocniczych, działania funkcjonalnego obwodów pomocniczych, działania mechanicznego łączników, blokad itp., instalacji ochronnej,
- Badania napięciem probierczym wykonuje się tylko jeden raz. Jeżeli producent dostarczył protokół z tych badań, rozdzielnice o napięciu do 1kV – induktorem lub podobnym, sprawdzając tylko rezystancję izolacji,
- Badania działania obwodów pomocniczych polegają na sprawdzeniu prawidłowości działania układów zabezpieczeń, sterowania, sygnalizacji, blokad, automatyki i samoczynnego załączania rezerwy. Badania należy przeprowadzić według programu, który powinien być częścią dokumentacji eksploatacyjnej,
- Badania działania mechanicznego łączników, blokad itp. Wykonuje się na napędach łączników oraz związanych z nimi blokadach mechanicznych. Należy wykonać 5 normalnych cykli roboczych (zamknięcie - otwarcie) każdego łącznika,
- W rozdzielnicach dwuczłonowych należy wykonać 5 cykli przestawień każdego członu ruchomego - od stanu pracy do stanu spoczynku (próby) i od stanu spoczynku (próby) do stanu pracy,
- Łączniki sterujące wyposażeniem członu należy zamykać i otwierać w stanie pracy i w stanie próby. W trakcie próby trzeba także sprawdzić prawidłowe działanie blokad tego członu,
- Badania należy przeprowadzić wg instrukcji rozdzielnicy. Wyniki badań trzeba zamieścić w protokole.
- Z odbioru końcowego powinien być sporządzony protokół podpisany przez upoważnionych przedstawicieli zamawiającego i oddającego wykonany obiekt (lub roboty) oraz przez osoby biorące udział w czynnościach odbioru, stwierdzone ewentualne wady i usterki oraz uzgodnione terminy ich usunięcia. W przypadku, gdy wyniki odbioru końcowego upoważniają

do przyjęcia obiektu do eksploatacji (przyjęcia we władanie), protokół powinien zawierać odnośne oświadczenie lub w przeciwnym przypadku, odmowę wraz z jej uzasadnieniem; w obu przypadkach konieczny jest odpowiedni wpis w dzienniku budowy (robót).

### **11.3.8 Dokumentacja powykonawcza, instrukcje eksploatacji i konserwacji urządzeń**

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie ewidencji wszelkich zmian w dokumentacji projektowej, umożliwiającej przygotowanie dokumentacji powykonawczej instalacji elektrycznych oraz specyfikacji technicznych a w szczególności:

- Protokoły badań odbiorczych urządzeń zasilających,
- Protokoły pomiarów,
- Dziennik budowy z adnotacjami dotyczącymi kontroli robót między operacyjnych,
- Certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych.

### **11.3.9 Badania odbiorcze instalacji elektrycznych/fotowoltaicznych**

- Każda instalacja elektryczna w budynku powinna być poddana szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów, w celu sprawdzenia czy spełnia wymagania dotyczące ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami,
- Badania odbiorcze powinna przeprowadzić komisja składająca się z co najmniej dwóch osób, dobrze znających wymagania stawiane instalacjom elektrycznym.

Podstawowy zakres pomiarów o prób obejmuje:

- Sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych
- Pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznych,
- Sprawdzenie ochrony przez oddzielenie od siebie obwodów,
- Pomiar rezystancji izolacji kabli,
- Pomiar prądów upływowych,
- Sprawdzenie biegunowości,
- Sprawdzenie samoczynnego wyłączenia zasilania,
- Sprawdzenie działania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych,
- Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej,
- Przeprowadzenie prób działania,
- Badania odbiorcze instalacji elektrycznych mogą przeprowadzać wyłącznie osoby posiadające świadectwa kwalifikacyjne. Osoba wykonująca pomiary może korzystać z pomocy osoby nie posiadającej takiego świadectwa, pod warunkiem, że była ona przeszkolona w zakresie BHP dla prac przy urządzeniach elektrycznych.

Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- Oględziny instalacji elektrycznych,
- Badania (pomiary i próby) instalacji elektrycznych,
- Próby rozruchowe,
- Oględziny, pomiary i próby powinny być wykonywane przez oddzielne zespoły, a komisja ustala jedynie stan faktyczny na podstawie dostarczonych protokołów,

- Protokoły badań (pomiarów i prób), sprawdzeń i odbiorów częściowych należy przedłożyć komisji w trakcie odbioru,
- Komisja może być jednocześnie wykonawcą oględzin, badań i prób, z tym że z badań i prób powinny zostać wykonane oddzielne protokoły,
- Po zakończeniu badań odbiorczych komisja sporządza protokół końcowy. Protokół należy przedłożyć do odbioru końcowego budynku (instalacji elektrycznych w budynku).

Protokół ten powinien zawierać następujące dane:

- Numer protokołu, miejscowość i datę sporządzenia,
- Nazwę i adres obiektu,
- Imiona i nazwiska członków komisji oraz stanowiska służbowe,
- Ocenę wyników badań odbiorczych,
- Decyzję komisji odbioru o przekazaniu (lub nie przekazaniu) obiektu do eksploatacji,
- Ewentualne uwagi i zalecenia komisji,
- Podpisy członków komisji, stwierdzające zgodność ustaleń zawartych w protokole.

#### **11.3.10 Warunki przekazania instalacji elektrycznych/fotowoltaicznych do eksploatacji**

Instalacja i urządzenia elektryczne mogą być przyjęte do eksploatacji po stwierdzeniu:

- Kompletności dokumentacji technicznej powykonawczej,
- Gotowości instalacji i urządzeń elektrycznych do eksploatacji zgodnie z wymaganiami ustalonymi w założeniach do wykonania projektu budowlanego i w projekcie wykonawczym,
- Przygotowania instalacji urządzeń elektrycznych do pracy zgodnie z określonymi warunkami technicznymi w odniesieniu do budynków i urządzeń,
- Przygotowania instalacji i urządzeń elektrycznych do pracy zgodnie z wymaganiami BHP, pożarowymi i ochrony środowiska,
- Uzyskania pozytywnych wyników prób i pomiarów parametrów technicznych instalacji i urządzeń elektrycznych.
- Poprawnej pracy poszczególnych odcinków instalacji elektrycznej i urządzeń elektrycznych,
- Spełnienia warunków sanitarnych i bytowych,
- Ostatecznym dokumentem potwierdzającym przyjęcie instalacji i urządzeń elektrycznych w budynku jest protokół przyjęcia, po ustaleniu, że nie zawiera ona żadnych braków i usterek. Protokół przyjęcia powinien zostać podpisany przez właściciela lub zarządcę przyjmującego instalację i urządzenia elektryczne w budynku,
- Przekazanie obiektu do eksploatacji nie zwalnia wykonawcy od usunięcia ewentualnych wad i usterek stwierdzonych przy odbiorze końcowym oraz istotnych usterek zgłoszonych przez użytkownika w okresie trwania rękojmi tj: w okresie gwarancyjnym,
- Termin usunięcia wad i usterek w ramach rękojmi wyznacza inwestor w porozumieniu z wykonawcą.

## 12 Normy i pojęcia związane

**PN-HD 60364-7-712:2007** - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;

**PN-EN 61173:2002** - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;

**PN – B – 02025:2001** - Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych;

**PN-86/E-05003/01** - Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – wymagania ogólne;

**Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-4 (wraz z późniejszymi zmianami)** - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru – strefa klimatyczna dla Polski, kat terenu III i IV;

**Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-3 (wraz z późniejszymi zmianami)** - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążanie śniegiem – strefa klimatyczna dla Polski;

**PN-80/B-02010/Az1** - Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenia Śniegiem;

**PN-76/B-03420:** Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi. Uwzględniając II oraz III strefę klimatyczną Polski.

### Pojęcia związane, wg normy PN-HD 60364-7-712:

**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;

**Kolektor PV** – mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym;

**Łańcuch PV** - obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego;

**Skrzynka połączeniowa kolektora PV – (Junction Box)** obudowa w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora 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, przekazujące energię do sieci;

**Inwerter PV** – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny, nie przekazujące wyprodukowanej energii do sieci energetycznej;

**STC, Standard Test Conditions** STC (Standard Test Conditions) w skrócie: prostopadłe promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m<sup>2</sup>, przy temperaturze 25C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;

**NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)** - jest zdefiniowane jako temperatura osiągana przez pojedyncze ogniwo PV w układzie bez obciążenia odbiornikiem przy spełnieniu poniższych warunków :

-promieniowanie na powierzchnię Ogniwa PV = 800 W/m<sup>2</sup>

-temperatura powietrza = 20°C



-prędkość wiatru = 1 m/s

-sposób montażu = nie zasłonięta tylna część panelu

**Sprawność systemów solarnych ( $\eta\%$ )** - Stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1m<sup>2</sup> (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC (1000w/m<sup>2</sup>, temp. 25c). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono- polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością. Moc znamionowa modułów np. 20, 100 czy 200Wp wynika z ich powierzchni oraz pośrednio sprawności, która wynika z technologii produkcji PV;

## 12.1 Inne dokumenty

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późn. zmianami.
- Przepisy budowy urządzeń elektrycznych. PBUE wyd. 1997 r.
- Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych Dz. U. Nr 13 z dnia 10.04.1972 r.
- Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych - cz. V Instalacje elektryczne - wyd. COBR Elektromontaż

**Uwaga:** Wszystkie roboty określone w Specyfikacji należy wykonywać w oparciu o bieżąco obowiązujące Normy i uregulowania.

## 13 Zasady kontroli jakości robót

Celem kontroli robót będzie takie sterowanie ich przygotowaniem i wykonaniem, aby osiągnąć założoną jakość robót.

Wykonawca jest odpowiedzialny za pełną kontrolę robót i jakości materiałów.

Wykonawca będzie przeprowadzać pomiary i badania materiałów oraz robót z częstotliwością zapewniającą stwierdzenie, że roboty wykonano zgodnie z wymaganiami zawartymi w Dokumentacji Przetargowej i dokumentacji projektowej.

Minimalne wymagania co do zakresu badań są określone w Dokumentacji Przetargowej, normach i wytycznych.

W przypadku, gdy nie zostały one tam określone, Inspektor Nadzoru ustali jaki zakres kontroli jest konieczny, aby zapewnić wykonanie robót zgodnie z umową.

## 14 Uwagi końcowe

- Przy sporządzeniu wyceny projekt należy rozpatrywać w całości - opis + część graficzna + zestawienia.
- Oferent korzystając ze swojej wiedzy technicznej powinien w wycenie uwzględnić materiały dodatkowe nie ujęte w którejkolwiek części opracowania projektowego lub kosztorysowego, ale wynikające z technologii i logiki budowania instalacji elektrycznych.
- W przypadku stwierdzenia nieścisłości lub niekompletności instalacji zawartych w opracowaniu projektowym stanowiącego podstawę do wyceny należy wystąpić do inwestora o wyjaśnienie lub uzupełnienie.

- Podane w koncepcji wartości uzyskanych mocy są wartościami szacunkowi, możliwymi do otrzymania w warunkach STC (ang. „*standard test conditions*”). Wartości te, uzyskuje się w warunkach laboratoryjnych, natomiast w warunkach rzeczywistych mogą się one nieznacznie różnić. Wynika to z faktu, iż w warunkach klimatycznych Polski występuje duże zróżnicowanie natężenia promieniowania słonecznego w zależności od pory roku.
- 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.