

## SPIS TREŚCI

1	ST-E-01 INSTALACJE ELEKTRYCZNE WEWNĘTRZNE .....	2
1.1	WSTĘP .....	2
1.2	MATERIAŁY .....	2
1.3	SPRZĘT .....	3
1.4	TRANSPORT .....	3
1.5	WYKONANIE ROBÓT .....	4
1.6	KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....	11
1.7	OBMIAR ROBÓT .....	12
1.8	ODBIÓR ROBÓT .....	13
1.9	PRZEPISY ZWIĄZANE .....	13
2	ST-E-01 INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA .....	14
2.1	CZĘŚĆ OGÓLNA .....	14
2.2	WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ .....	17
2.3	WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT .....	22
2.4	KONTROLA JAKOŚCI I ODBIÓR ROBÓT .....	26
2.5	WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU, MASZYN I NARZĘDZI .....	28
2.6	WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU .....	28
2.7	DOKUMENTY ODNIESIENIA .....	29

# **1     ST-E-01 INSTALACJE ELEKTRYCZNE WEWNĘTRZNE**

## **1.1     WSTĘP**

### **1.1.1     Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej /ST/ są wymagania dotyczące wykonania i odbioru instalacji elektrycznych dla zadania: **Adaptacja wieży wodnej na centrum promocji turystyki, kultury i rozwoju społecznego** na działce nr 75/15 I 75/17 przy ul. Dworcowej w Rucianem-Nidzie

### **1.1.2     Zakres stosowania ST**

Specyfikacja Techniczna /ST/ jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### **1.1.3     Zakres robót objętych ST**

Roboty, których dotyczy Specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu budowę instalacji elektrycznej w wymienionym obiekcie zgodnie z punktem 1.1.

Niniejsza specyfikacja techniczna związana jest z wykonaniem n/w robót:

- montaż rozdzielnic i tablic elektrycznych,
- montaż kabli i przewodów oraz rur, listew i kanałów instalacyjnych,
- montaż opraw oświetlenia podstawowego, awaryjnego i kierunkowego
- montaż osprzętu elektrycznego p/t i n/t,

### **1.1.4     Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami Inżyniera.

## **1.2     MATERIAŁY**

Do wykonania robót objętych projektem wykonawczym mogą być stosowane wyroby producentów krajowych i zagranicznych posiadające aprobaty techniczne, certyfikaty i świadectwa dopuszczenia, wydane przez odpowiednie Instytuty Badawcze. Wykonawca uzyska przed zastosowaniem wyrobu akceptację Inżyniera Budowlanego.

### **1.2.1     Instalacje**

Do budowy instalacji elektrycznej stosuje się następujące materiały podstawowe: -  
kable elektroenergetyczne miedziane typu YAKY, YKY i YKXs z izolacją na 1000V

- przewody kabelkowe miedziane typu YDY; YDYp z izolacją na 750 V
- przewody jednożyłowe miedziane typu DY, LgY z izolacją na 750 V
- osprzęt elektryczny - łączniki, przyciski o prądzie roboczym 16 A
- osprzęt elektryczny do prefabrykacji tablic i rozdzielni p/t i n/t
- oprawy elektryczne oświetlenia podstawowego, awaryjnego i ewakuacyjnego, czas podtrzymania opraw awaryjnych i ewakuacyjnych nie mniejszy 1 godziny .
- parametry techniczne opraw równoważnych zamieszczono w PB

### **1.1.2 Aparatura**

Dopuszcza się zastosowanie aparatury różnych firm pod warunkiem zachowania odpowiednich i identycznych parametrów technicznych i jakościowych.

### **1.1.3 Źródła uzyskania materiałów**

Przed zaplanowanym wykorzystaniem jakichkolwiek materiałów przeznaczonych do robót Wykonawca przedstawi szczegółowe informacje dotyczące zamawiania tych materiałów i odpowiednie świadectwa badań. Inspektor może dopuścić tylko te materiały, które posiadają:

- certyfikat na znak bezpieczeństwa określonymi na podstawie Polskich Norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych.
- deklaracji zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą lub aprobatą techniczną, w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy, jeżeli nie są certyfikacją określoną, które spełniają wymogi ST.

### **1.1.4 Materiały nie odpowiadające wymaganiom**

Materiały te zostaną przez Wykonawcę wywiezione z terenu budowy, bądź złożone w miejscu wskazanym przez Inżyniera. Każdy rodzaj robót, w którym znajdują się nie zbadane i nie zaakceptowane materiały Wykonawca wykonuje na własne ryzyko, licząc się z jego nie przyjęciem i niezapłaceniem.

### **1.1.5 Przechowywanie i składowanie materiałów**

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwości do robót i były dostępne do kontroli Inżyniera.

## **1.3 SPRZĘT**

Wykonawca jest zobowiązany do używania 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 wskazaniom zawartym w ST, lub w projekcie organizacji robót, zaakceptowanym przez Inżyniera; w przypadku braku ustaleń w takich dokumentach sprzęt powinien być uzgodniony i zaakceptowany przez Inżyniera. Wykonawca dostarczy dla Inżyniera kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami.

Roboty związane z wykonywaniem otworów pod osprzęt instalacyjny, przepustów przez ściany i stropy oraz bruzd pod przewody i rurki instalacyjne, należy wykonywać, otwornicami, bruzdownicami oraz frezarkami do ścian ceglanych i betonowych. Sprzęt mechaniczny do wykonywania powyższych robót powinien mieć nastawy siły uderu.

## **1.4 TRANSPORT**

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i właściwości przewożonych materiałów. Liczba środków transportu będzie zapewniać prowadzenie robót zgodnie z

zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach

Inżyniera, w terminie przewidzianym umową. Wykonawca będzie usuwać na bieżąco, na własny koszt wszelkie -zanieczyszczenia spowodowane jego pojazdami na drogach publicznych oraz dojazdach do terenu budowy.

## **1.5 WYKONANIE ROBÓT**

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z umową, projektem organizacji robót oraz za jakość zastosowanych materiałów i wykonywanych robót, za ich zgodność z dokumentacją projektową, wymaganiami ST, oraz poleceniami Inżyniera.

Wykonawca ponosi odpowiedzialność za dokładne wytyczenie w planie i wyznaczenie wysokości wszystkich elementów robót zgodnie z wymiarami i rzędnymi określonymi w dokumentacji projektowej lub przekazanymi na piśmie przez Inżyniera.

Następstwa jakiegokolwiek błędu spowodowanego przez Wykonawcę w wytyczeniu i wyznaczeniu robót zostaną, jeśli wymagać tego będzie Inżynier, poprawione przez Wykonawcę na własny koszt.

Sprawdzenie wytyczenia robót lub wyznaczenia wysokości przez Inżyniera nie zwalnia Wykonawcy od odpowiedzialności za ich dokładność.

Decyzje Inżyniera dotyczące akceptacji lub odrzucenia materiałów i elementów robót będą oparte na wymaganiach sformułowanych w dokumentach umowy, dokumentacji projektowej i w ST, a także w normach i wytycznych. Przy podejmowaniu decyzji Inżynier uwzględni wyniki badań materiałów i robót, doświadczenia z przeszłości, wyniki badań naukowych oraz inne czynniki wpływające na rozważną kwestię.

Polecenia Inżyniera będą wykonywane nie później niż w czasie przez niego wyznaczonym, po ich otrzymaniu przez Wykonawcę, pod groźbą zatrzymania robót. Skutki finansowe z tego tytułu ponosi Wykonawca.

### **1.5.1 Wymagania ogólne i szczegółowe dotyczące projektowanych instalacji elektrycznych wewnętrznych**

#### **1.5.1.1 Wstęp**

Bez względu na rodzaj instalacji i sposób ich montażu, należy przeprowadzić następujące roboty podstawowe:

- trasowanie
- montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów
- przejścia przez ściany i stropy
- montaż sprzętu i osprzętu
- łączenie przewodów
- podejścia do odbiorników
- przyłączanie odbiorników
- ochrona przed porażeniem
- ochrona antykorozyjna

#### **1.5.1.2 Trasowanie**

Trasa instalacji elektrycznych powinna przebiegać bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji i

remontów. Wymagane jest, aby przebiegała w liniach poziomych i pionowych.

#### 1.5.1.3 Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów

1. Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj instalacji, powinny być zamocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji. Otwory pod kołki wykonywać wymiarowymi wiertłami. Uchwyty do przewodów rozporowe z tworzyw sztucznych. Kołki do konstrukcji wsporczych rozporowe metalowe.
2. Przy układaniu przewodów na uchwytach :
  - odległości między uchwytami dla przewodów kabelkowych nie powinny być większe niż 0,5 m.
  - rozstawienie uchwytów powinno być takie, aby odległości między nimi ze względów estetycznych były jednakowe, uchwyty między innymi znajdowały się w pobliżu sprzętu i osprzętu, do którego dany przewód jest wprowadzany oraz aby zwisy przewodów między uchwytami nie były widoczne
3. Przy układaniu przewodów na specjalnie utworzonych podłożach : - na przygotowanej trasie należy podłoża specjalne (korytka, wsporniki i.t.p.) mocować zgodnie z projektem i odpowiednimi instrukcjami,
  - po sprawdzeniu jakości mocowań oraz ich zgodności z projektem i instrukcjami montażu na podłożach tych należy układać przewody kabelkowe „luzem” lub mocować ( w zależności od wymagań określonych w projekcie, rodzaju przewodów kabelkowych oraz kierunku trasy poziomego, pionowego )

#### 1.5.1.4 Przejścia przez ściany i stropy

1. Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany stropy i.t.p. Przegrody muszą być chronione przed uszkodzeniami.
2. Wyżej wymienione przejścia należy wykonywać w przepustach rurowych.
3. Obwody instalacji elektrycznych, przechodzących przez podłogi muszą być chronione do wysokości 110 cm przed przypadkowymi uszkodzeniami. Jako osłony przed uszkodzeniami mechanicznymi można stosować rury stalowe, z tworzyw sztucznych, kształtowniki, korytka i.t.p.
4. W przypadku stosowania specjalnie utworzonych podłoży (korytka, drabinki) przejścia te muszą być dostosowane do wymiarów podłoży. Zaleca się, aby w takich przypadkach otwory do przejść były wykonywane przy robotach budowlanych. Do podłoży tych można mocować sprzęt i osprzęt, zawsze jednak zgodnie z pkt. 5.2.5. Po zakończonych pracach montażowych przepusty należy wypełnić masami plastycznymi, doprowadzając do wytrzymałości ogniowej równej wytrzymałości ogniowej przegrody podstawowej.

#### 1.5.1.5 Montaż sprzętu i osprzętu

1. Sprzęt i osprzęt instalacyjny należy mocować do podłoża w sposób trwały zapewniający mocne i bezpieczne jego osadzenie.

2. Do mocowania sprzętu i osprzętu mogą służyć konstrukcje wsporcze przykręcane do podłoża za pomocą kołków i śrub rozporowych. Prąd roboczy styków 16 A. Izolacja na 750 V

#### 1.5.1.6 Łączenie przewodów

1. W instalacjach elektrycznych wewnętrznych łączenia przewodów należy wykonywać w spręcie, ospręcie instalacyjnym i w odbiornikach. Nie wolno stosować połączeń skręcanych, luźnych. Dopuszczane są połączenia na skrętkę pod warunkiem nałożenia na skrętkę zacisków śrubowych izolowanych. W obwodach 1 - fazowych montować przewody trójżyłowe. W obwodach 3 - fazowych instalować przewody pięćżyłowe. Izolacja w każdym przypadku na napięcie 750V.
2. W przypadku gdy odbiorniki elektryczne. mają wyprowadzone fabrycznie na zewnątrz przewody, sposób przyłączenia należy uzgodnić z projektantem.
3. Przewody muszą być ułożone swobodnie i nie mogą być narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia.
4. Do danego zacisku należy przyłączyć przewody o przekroju i w liczbie, do jakich zacisk ten jest przystosowany.
5. W przypadku zastosowania zacisków, do których przewody są przyłączane za pomocą oczek, pomiędzy oczkiem a nakrętką oraz pomiędzy oczkami powinny znajdować się podkładki metalowe, zabezpieczone przed korozją w sposób umożliwiający przepływ prądu.
6. Długość odizolowanej żyły powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie.
7. Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie może powodować uszkodzeń mechanicznych przewodów.

#### 1.5.1.7 Podejścia do odbiorników

1. Podejścia instalacji elektr. do odbiorników należy wykonać w miejscach bezkolizyjnych, bezpiecznych oraz w sposób estetyczny.
2. Podejścia od przewodów ułożonych w podłodze należy wykonywać w rurach stalowych, zamocowanych pod powierzchnią podłogi. Rury muszą spełniać odpowiednie warunki wytrzymałościowe i być wyprowadzone ponad podłogę do wysokości koniecznej dla danego odbiornika.
3. Podejścia zwieszakowe stosować dla odbiorników zasilanych od góry. Podejścia zwieszakowe należy wykonać jako sztywne lub elastyczne, w zależności od warunków technologicznych.
4. Do odbiorników zamocowanych na ścianach podejścia należy wykonać przewodami ułożonymi na tych ścianach.

#### 1.5.1.8 Instalowanie pojedynczych aparatów i odbiorników.

1. Aparaty i odbiorniki mocowane indywidualnie.
  - a) aparaty i odbiorniki należy mocować zgodnie ze wskazaniami podanymi w instrukcji montażowej wytwórcy .
  - b) oprócz wymagań z pkt. „a” należy przestrzegać następujących warunków:

- jeżeli odbiornik lub aparat jest mocowany na konstrukcji, należy ją uprzednio umocować zgodnie z projektem,
- odbiornik lub aparat należy mocować śrubami lub wkrętami do kołków rozporowych
- śruby należy umieszczać we wszystkich otworach maszyny lub aparatu służących do mocowania,
- odchylenie odbiornika lub aparatu od pionu lub poziomu nie może przekraczać 5° ,jeżeli instrukcja wytwórcy nie podaje inaczej,
- oś napędu ręcznego aparatu powinna znajdować się na wysokości umożliwiającej wygodne i bezpieczne przestawienie napędu z poziomu obsługi; zaleca się aby krańcowe położenia napędu znajdowały się na wysokości od 0,5 do 1,5 m,
- jeżeli przed montażem odbiornika lub aparatu, mocowanych bezpośrednio na podłożu, warstwa wykończeniowa nie została położona, należy w otwory służące do umieszczania kotew włożyć kołki wystające o kilka centymetrów ponad przewidywany poziom warstwy wykończeniowej, a urządzenia mocować po stwardnieniu warstwy wykończeniowej i wyjęciu kołków.

2. Wprowadzanie przewodów do odbiorników i aparatów stałych
  - zewnętrzne warstwy ochronne przyłączonych przewodów wolno usuwać tylko z tych części przewodu, które po połączeniu będą niedostępne
  - w przypadku gdy instalacja jest wykonana przewodami kabelkowymi, a aparat lub odbiornik jest wyposażony w dławik, należy uszczelnić przewód jak dla instalacji w wykonaniu szczelnym (zgodnie z P.B.U.E.)
  - przewody odbiorników stałych nie powinny przenosić naprężeń, a przewód ochronny powinien mieć większy nadmiar długości niż przewody robocze.
3. Łączniki należy mocować zgodnie z wymaganiami podanymi w normatywach Polskich i Europejskich oraz instrukcją montażową wytwórcy.
4. Łączniki należy montować na wysokości umożliwiającej :
  - bezpieczne sterowanie napędem ręcznym,
  - bezpieczny dostęp do aparatu,
  - obserwację oraz obsługę elementów sygnalizujących stan łącznika, jeżeli to jest wymagane
  - jako zasadę należy przyjąć montaż łączników na wysokości 1,45 m powyżej podłogi.
5. Przyłączanie do zacisków łącznika (przełącznika , sterownika ) należy wykonać zgodnie ze schematem połączeń. W łącznikach jednoprzerwowych przewody zasilające należy przyłączyć od strony zacisków nieruchomych. Do wyłączników wprowadzać przewód fazowy.

#### 1.5.1.9 Przyłączanie odbiorników

1. Miejsca połączeń żył przewodów z zaciskami odbiorników powinny być dokładnie oczyszczone. Samo połączenie musi być wykonane w sposób pewny pod względem elektrycznym i mechanicznym oraz zabezpieczone przed osłabieniem siły docisku i korozją.

2. Przyłączenia sztywne wykonywać w rurach sztywnych wprowadzonych bezpośrednio do odbiorników oraz przewodami kabelkowymi. Wykonać je dla odbiorników stałych, przymocowanych do podłoża i nie ulegających żadnym przesunięciom.
3. Przewody wychodzące z rur powinny być zabezpieczone przed mechanicznymi uszkodzeniami izolacji np. przez założenie tulejek izolacyjnych.
4. W miejscach narażonych na uszkodzenia mechaniczne przewody doprowadzane do odbiorników muszą być chronione (np. rurki instalacyjne).
5. Żył przewodu powinna być pozbawiona izolacji tylko na długości niezbędnej do prawidłowego połączenia z zaciskiem. Nie należy pozostawiać nadmiaru długości gołej żyły przed lub za zaciskiem.
6. Długość żył wprowadzonych do odbiornika lub aparatu powinna umożliwiać przyłączenie ich do dowolnego zacisku.
7. Końce żył przewodów wprowadzonych do odbiornika, a nie wykorzystanych należy izolować i unieruchomić.
8. Na żyły należy założyć oznaczniki wykonane z materiału izolacyjnego; na oznacznikach umieścić symbole żył zgodnie ze schematem. Oznaczniki nakładać na lekki wcisk, aby nie mogły zsunąć się lub spaść pod własnym ciężarem.

#### 1.5.1.10 Ochrona przeciwporażeniowa

1. Przewody sieci ochronnej i uziemiające przyłączone do stałych urządzeń elektrycznych lub nieruchomych przedmiotów metalowych należy układać sposób stały.
2. Układanie i łączenie izolowanych przewodów wielożyłowych, w których jedna z żył spełnia funkcje przewodu ochronnego, należy wykonać wg. wymagań podanych w pkt. 1.6. a ponadto
  - a) połączenia śrubowe należy wykonać śrubami o średnicy co najmniej 8 mm ze stali odpornej na korozję lub odpowiednio przed nią zabezpieczonych,
  - b) połączenia śrubowe należy wykonać w taki sposób, aby ponad nakrętkę wystawały co najmniej dwa zwoje gwintu śruby; nakrętkę należy odpowiednio mocno dokręcić i zabezpieczyć podkładką sprężystą przed samoczynnym rozluźnianiem,
  - c) powierzchnie stykowe połączeń śrubowych należy przed dokręceniem oczyścić i pokryć wazeliną bezkwasową.
3. Zaciski ochronne należy wykonać następująco:
  - a) zacisk ochronny powinien być na stałe przymocowany do chronionych urządzeń i maszyn elektr. bądź innych przedmiotów objętych dodatkową ochroną przeciwporażeniową,
  - b) zacisk ochronny powinien być trwale oznaczony oraz różnić się barwą kontrastującą z barwą urządzenia, do którego jest przymocowany,
  - c) zaciski ochronne powinny spełniać wymagania podane w pkt 2.
4. Oznakowania barwne należy wykonywać wg Polskiej i Europejskiej Normy



„Urządzenia elektroenergetyczne”. Oznaczenie barwami przewodów gołych oraz izolacji żył ochronnych i zerowych w przewodach i kablach.” w następujący sposób:

- a) przewód neutralny oraz przewód uziemiający uziemienia roboczego - oznakować barwą jasnoniebieską
  - b) przewody ochronne - oznakować kombinacją barwy zielonej i żółtej. Oznakowanie to realizować przez naniesienie przylegających do siebie zielonożółtych pasków o szerokości od 15 do 100 mm każdy. Izolacja żył powinna być zabarwiona tak, aby na końcach przewodu na długości 15 mm jedna z barw pokrywała co najmniej 30%, lecz nie więcej niż 70% powierzchni, a druga pokrywała pozostałą część powierzchni przewodu,
  - c) kombinacja barw zielonej i żółtej nie może być stosowana do innych celów poza wyróżnianiem przewodu pełniącego funkcję przewodu ochronnego,
  - d) dopuszcza się stosowanie barwnych tulejek izolacyjnych w przypadku niemożności zabarwienia przewodów.
5. Montaż urządzeń i aparatów dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej. Wytrzymałość zwarciorowa aparatów i urządzeń nie mniejsza niż 6 kA.
- a) Wszystkie stałe urządzenia i aparaty dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej należy umocować i przyłączyć na stałe. Aparaty dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej należy umocować za pomocą śrub lub wkrętów do tablic rozdzielczych lub płyt montażowych. Jako poprawny montaż uważa się wtrzaśnięcie na szyny TH-35.
  - b) Przyłączenia przewodów ochronnych i roboczych do właściwych obwodów aparatów dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej należy wykonać wyłącznie poprzez śrubowe zaciski łączeniowe tych aparatów.
  - c) Przewody ochronne w sieci, w której zastosowano wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowo - prądowe, należy izolować jak przewody robocze. Przewodów roboczych nie wolno uziemiać za wyłącznikiem ani łączyć z przewodem ochronnym za lub przed wyłącznikiem.
6. Próby montażowe
- a) Po wykonaniu instalacji i urządzeń ochrony przeciwporażeniowej powinna być przeprowadzona próba montażowa, tj.:
    - oględziny wykonanej instalacji dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej wraz z urządzeniami i aparatami wchodzącymi w jej skład,
    - pomiary rezystancji uziemień, mierniki elektroniczne z wyświetlaczami cyfrowymi
    - sprawdzenie skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania
  - b) Na podstawie oględzin wykonanej instalacji dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej należy sprawdzić, czy została ona wykonana

zgodnie z dokumentacją techniczną i niniejszymi wymaganiami. W szczególności należy sprawdzić:

- prawidłowość połączeń i przebiegu tras przewodów ochronnych,
- rodzaje i wymiary poprzeczne przewodów ochronnych oraz jakość wykonanych połączeń i przyłączy, przewody instalacji - przekrój co najmniej  $2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ . Urządzenia przyłączane do instalacji min.  $4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ .
- oznakowanie barwne przewodów ochronnych,
- prawidłowość mocowań urządzeń i aparatów dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej oraz ich połączeń z instalacją.

#### 1.5.1.11 Montaż rozdzielnic.

Montaż rozdzielnic wykonać zgodnie z PN-IEC 60364-5-51 i PN-IEC 60364-5-53.

Montować skrzynki metalowe o wytrzymałości i szczelności IP40. Drzwiczki pełne z zamkiem patentowym. Osprzęt modułowy z wytrzymałością zwarciovą  $I_{cc} = 6 \text{ kA}$ . Połączenia zasilające aparaty modułowe wykonać przy użyciu systemowych szyn łączeniowych 3 - faz., grzebieniowych o prądzie roboczym 80 A.

#### 1.5.1.12 Próby montażowe instalacji elektrycznych

1. Po zakończeniu robót elektrycznych w obiekcie, przed ich odbiorem wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia tzw. prób montażowych, tj. technicznego sprawdzenia jakości wykonanych robót wraz z dokonaniem potrzebnych badań i pomiarów (prac regulacyjno - pomiarowych) i próbnym uruchomieniem ("bieg luzem") poszczególnych przewodów, instalacji, urządzeń, maszyn itp. Zakres prób montażowych należy uzgodnić z inwestorem.
2. Wyniki prób montażowych powinny być ujęte w szczegółowych protokołach lub udokumentowane odpowiednim wpisem w dzienniku robót (budowy), stanowią one m.in. podstawę odbioru robót oraz podstawę do stwierdzenia przygotowania do podjęcia prac rozruchowych.
3. Zakres podstawowych prób montażowych obejmuje :
  - a) pomiar rezystancji izolacji instalacji, który należy wykonać dla każdego obwodu oddzielnie od strony zasilania; pomiarów należy dokonać induktem zamiennie z miernikiem z napięciem pomiarowym 500 V lub 1000 V; rezystancja izolacji mierzona między badaną fazą, a pozostałymi fazami połączonymi z przewodem neutralnym lub uziemiającym nie może być mniejsza od :
    - 0,25 MQ dla instalacji 230 V,
    - 0,50 MQ dla instalacji 400 V,
  - b) pomiar rezystancji izolacji odbiorników; rezystancja izolacji silników, grzejników itp., mierzona induktem 500 V nie może być mniejsza od 1 Mfi. Pomiary urządzeń i odbiorników elektronicznych, należy wykonać pomiędzy przewodami fazowymi i neutralnym, połączonymi razem a ziemią. Celem uniknięcia uszkodzenia elementów

elektronicznych. Pomiary rezystancji izolacji wykonywać prądem stałym, stosując mierniki o różnych napięciach znamionowych. Obwody do 50 V mierzyć napięciem pomiarowym 250 V. Obwody 50 do 500 V mierzyć napięciem pomiarowym 500 V.

- c) sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych: dotyczy przewodów głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych d) sprawdzenie skuteczności ochrony p/porażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania (pomiar impedancji pętli zwarcia)
  - e) sprawdzenie działania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych
  - f) pomiar natężenia oświetlenia ogólnego i ewakuacyjnego, natężenie oświetlenia podstawowego wg. norm oraz wydruków izoluksów zawartych w dokumentacji, ośw. ewakuacyjne 0,5 - 1 lx.
4. Z prób montażowych należy sporządzić protokół.
- Po pozytywnym zakończeniu wszystkich badań i pomiarów objętych próbami montażowymi należy załączyć instalacje pod napięcie i sprawdzić, czy punkty świetlne są załączane zgodnie z założonym programem,

#### 1.5.1.13 Koordynacja robót elektrycznych z innymi robotami

1. Koordynacja robót budowlano - montażowych poszczególnych rodzajów powinna być dokonywana we wszystkich fazach procesu inwestycyjnego, począwszy od projektowania, a skończywszy na rozruchu i przekazaniu do eksploatacji. Koordynacją należy objąć również projekty organizacji budowy i robót, ogólne harmonogramy budowy oraz fazę realizacji (wykonawstwa) inwestycji. Wykonywanie robót koordynować na bieżąco z kierownikiem budowy - przedstawicielem generalnego wykonawcy i kierownikami robót poszczególnych rodzajów.
2. Ogólny harmonogram budowy powinien określać zakres oraz terminy rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych rodzajów robót lub ich etapów i powinien być tak uzgodniony, aby zapewniał prawidłowy przebieg zasadniczych robót ogólnobudowlanych, a równocześnie umożliwiał technicznie i ekonomicznie prawidłowe wykonawstwo robót specjalistycznych (w tym i elektrycznych). Ogólny harmonogram budowy powinien stanowić podstawę do opracowania szczegółowych harmonogramów robót elektrycznych.

#### 1.5.1.14 Inne uwagi montażowe

We wszystkich kwestiach nie ujętych w niniejszej specyfikacji, niejasności powinna wyjaśniać dokumentacja projektowa. Wszystkie nadal niejasne kwestie należy rozstrzygać w oparciu o obowiązujące przepisy wykonawcze i odpowiednie Normy.

### 1.6 KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

#### 1.6.1 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 i jakość materiałów i zapewnia odpowiedni system kontroli włączając personel, laboratorium, sprzęt, zaopatrzenie i wszystkie urządzenia niezbędne do przeprowadzenia badań .

### **1.6.2 Badania i pomiary**

Wszystkie badania i pomiary będą przeprowadzone zgodnie z wymogami norm. W przypadku, gdy normy nie obejmują jakiegokolwiek badania wymaganego w ST, stosować można wytyczne krajowe, albo inne procedury, zaakceptowane przez Inżyniera.

Przed przystąpieniem do pomiarów lub badań, Wykonawca powiadomi Inżyniera o rodzaju, miejscu i terminie pomiaru lub badania. Po wykonaniu pomiaru lub badania, Wykonawca przedstawi na piśmie ich wyniki do akceptacji Inżyniera.

### **1.6.3 Raporty z badań**

Wykonawca będzie przekazywać Inżynierowi kopie raportów z wynikami badań w terminie i czasie uzgodnionym z nadzorem technicznym.

### **1.6.4 Badania prowadzone przez Inżyniera**

Dla celów kontroli jakości i zatwierdzenia, Inżynier uprawniony jest do dokonywania kontroli, pobierania próbek i badania materiałów u źródła ich wytwarzania i zapewniona mu będzie wszelka potrzebna do tego pomoc ze strony Wykonawcy i producenta materiałów.

## **1.7 OBMIAR ROBÓT**

### **1.7.1 Jednostki obmiarów robótj**

- 1m dla układania przewodów, rur, listew i koryt instalacyjnych
- 1kpl. dla wykonanych i odebranych rozdzielnic
- 1szt. dla osprzętu elektroinstalacyjnego (łączniki)
- 1szt. dla montażu opraw

## **1.8 ODBIÓR ROBÓT**

Odbiór robót zgodnie z Warunkami technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych, część D, Zeszyt 2 „Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności Publicznej” Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2004.

Obmiar robót ustalany jest w konsultacji z Inspektorem Nadzoru i potwierdzany odpowiednim protokołem.

## **1.9 PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **1.9.1 Normy**

- PN-EN 12464-1:2004 Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym
- PN-IEC 60364 -4-41 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.

#### Ochrona przeciwporażeniowa

- PN-IEC 60364 -4-43 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Ochrona przed prądem przetężeniowym
- PN-IEC 60364 -4-46 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Odłączanie i łączenie
- PN-IEC 60364 -4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Ochrona przed przepięciami
- PN-IEC 60364 -5-51 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego
- PN-IEC 60364 -5-53 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza
- PN-IEC 60364 -5-537 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia
- PN-IEC 60364 -5-54 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne
- PN-IEC 60364 -6-61 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Sprawdzanie odbiorcze
- PN-IEC 60364 -7-701 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.  
Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub/i basen natryskowy.

### 1.9.2 Inne dokumenty

- 1.9.2.1 Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych - Montażowych, Instalacje Elektryczne wydanie aktualne (patrz pkt. 8.)

## **2 ST-E-01 INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**

### **2.1 CZĘŚĆ OGÓLNA**

#### **2.1.1 Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót dla zadania: **Adaptacja wieży wodnej na centrum promocji turystyki, kultury i rozwoju społecznego** na działce nr 75/15 I 75/17 przy ul. Dworcowej w Rucianem-Nidzie oraz instalacji fotowoltaicznej o mocy 6,8kWp na budynku wiaty drewnianej

#### **2.1.2 Zakres stosowania ST**

Specyfikacja Techniczna (ST) stanowi dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji przedmiotu ST. Odstępstwa od wymagań podanych w niniejszej specyfikacji mogą mieć miejsce tylko w przypadkach prostych robót o niewielkim znaczeniu, dla których istnieje pewność, że podstawowe wymagania będą spełnione przy zastosowaniu metod wykonania wynikających z doświadczenia oraz uznanych reguł i zasad sztuki budowlanej.

#### **2.1.3 Definicje i pojęcia.**

**Aprobata techniczna** - pozytywna ocena techniczna wyrobu, stwierdzająca jego przydatność do stosowania w budownictwie, wydana przez upoważnioną do tego jednostkę.

**Certyfikacja zgodności** - działanie trzeciej strony (jednostki niezależnej od dostawcy i odbiorcy) wykazujące, że zapewniono odpowiedni stopień zaufania, iż należycie zidentyfikowany wyrób, proces lub usługa są zgodne z określoną normą lub z właściwymi przepisami prawnymi. **Deklaracja zgodności** - oświadczenie dostawcy, stwierdzające na jego wyłączną odpowiedzialność, że wyrób, proces lub usługa są zgodne z normą lub aprobatą techniczną.

**Dokumentacja powykonawcza** - dokumentacja techniczna wraz z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami w trakcie realizacji robót (budowy).

**Dziennik Budowy** - opatrzony pieczęcią Zamawiającego zeszyt z ponumerowanymi stronami, służący do notowania wydarzeń zaistniałych w czasie wykonywania zadania budowlanego, rejestrowania dokonywanych odbiorów robót, przekazywania poleceń i innej korespondencji technicznej pomiędzy Inżynierem, Wykonawcą i Projektantem.

**Warunki techniczne przyłączenia** - zespół wymagań technicznych, które muszą być spełnione, aby wnioskowane przez odbiorcę ilości energii elektrycznej mogły być dostarczone.

**Kierownik Budowy** - osoba wyznaczona przez Wykonawcę, upoważniona do kierowania robotami i do występowania w jego imieniu w sprawach realizacji kontraktu.

**Inspektor Nadzoru** - osoba wyznaczony przez Inwestora.

**Księga Obmiarów** - akceptowany przez Inspektora zeszyt z ponumerowanymi stronami służący do wpisywania przez Wykonawcę obmiaru wykonywanych robót w formie wyliczeń, szkiców i ewentualnych dodatkowych załączników. Wpisy w Księdze Obmiarów podlegają potwierdzeniu przez Inżyniera.

**Polecenie Inspektora Nadzoru** - wszelkie polecenia przekazywane Wykonawcy przez Inspektora Nadzoru w formie pisemnej, dotyczące sposobu realizacji robót lub innych spraw związanych z prowadzeniem budowy.

**Projektant** - uprawniona osoba prawna lub fizyczna będąca autorem Dokumentacji Projektowej.

**Rysunki** - część Dokumentacji Projektowej, która wskazuje lokalizację, charakterystykę.

**Odbiór instalacji** - zespół czynności mających na celu sprawdzenie czy instalacje elektryczne i teletechniczne zostały wykonane zgodnie z projektem, warunkami technicznymi i obowiązującymi normami stanowiącymi podstawę do przekazania instalacji do eksploatacji.

**Sieci** - urządzenia elektryczne i teletechniczne podziemne i naziemne na zewnątrz budynku i przyłącza.

**Skróty** - symbole utworzone najczęściej z pierwszych liter wyrazów.

Skróty użyte w opracowaniu:

**ST** - Specyfikacja Techniczna

**PN** - Polska Norma

**ZN** - Zakładowa Norma

**BN** - Branżowa Norma

**ITB** - Instytut Techniki Budowlanej

**NN** - Niskie Napięcie (400V)

**SN** - Średnie Napięcie (15kV)

**SN** - Średnie Napięcie

#### **2.1.4 Przedmiot i zakres robót objętych ST**

Realizowana instalacja ma współpracować z siecią energetyczną zasilającą obiekt. Instalacja projektowana jest jako dachowa, budowana na dachu hali warsztatowej.

Zakres robót obejmuje wykonanie:

- instalacji systemowej konstrukcji nośnej dla paneli fotowoltaicznych,
- dostawę montaż ogniów fotowoltaicznych,
- dostawę montaż inwerterów DC/AC,
- instalacji elektrycznych DC/AC systemu fotowoltaicznego,
- środków dodatkowej ochrony od porażeń,
- ochrony przeciwprzepięciowej,

#### **2.1.5 Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną oraz poleceniami Inspektora Nadzoru.

##### Nazwy i kody

- Roboty instalacyjne elektryczne - CPV 45310000-3

Zamawiający w terminie określonym w danych kontraktowych przekazuje wykonawcy teren budowy wraz ze wszystkimi wymaganymi uzgodnieniami prawnymi i administracyjnymi, Dziennik Budowy oraz po dwa komplety dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej.

#### **2.1.6 Dokumentacja robót montażowych i prefabrykacyjnych**

Dokumentację robót montażowych i prefabrykacyjnych stanowią:

- opis techniczny wraz z rysunkami technicznymi;
- specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót;
- dziennik budowy prowadzony zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki, tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (Dz. U. z 2002 r. Nr 108, poz. 953 z późn. zmianami);
- dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego lub jednostkowego

zastosowania użytych wyrobów budowlanych, zgodnie z ustawą z 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881), karty techniczne wyrobów lub zalecenia producentów dotyczące stosowania wyrobów;

- protokoły odbiorów częściowych, końcowych oraz robót zanikających i ulegających zakryciu z załączonymi protokołami z badań kontrolnych;
- dokumentacja powykonawcza (zgodnie z art. 3, pkt 14 ustawy Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994r. Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późniejszymi zmianami).

*Prefabrykację w warunkach warsztatowych oraz montaż rozdzielnic elektrycznych winna wykonać specjalistyczna firma posiadająca certyfikat producenta rozdzielnic.*

### **2.1.7 Zgodność robót z dokumentacją projektową**

Wszystkie dokumenty przekazane wykonawcy stanowią część kontraktu, a wymagania wyszczególnione choćby w jednym z nich są obowiązujące dla wykonawcy tak, jakby były zawarte w całej dokumentacji. W przypadku rozbieżności w ustaleniach poszczególnych dokumentów obowiązuje następująca kolejność ich ważności:

- 1) specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót,
- 2) dokumentacja projektowa,
- 3) przedmiary robót (nakłady rzeczowe).

Wykonawca robót musi wykazać się niezbędnymi uprawnieniami w zakresie prowadzenia robót instalacyjnych. Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną i poleceniami inspektora nadzoru. Dane określone w dokumentacji projektowej oraz specyfikacji technicznej winny być uważane za wartości docelowe, od których dopuszczalne są odchylenia w ramach zaakceptowanych tolerancji.

Wykonawca nie może wykorzystywać błędów lub pomyłek w dokumentach kontraktowych, a o ich wykryciu powinien natychmiast powiadomić Inżyniera (Inspektora Nadzoru lub Projektanta), który dokona odpowiednich zmian lub poprawek. Wszystkie wykonane roboty i dostarczone materiały będą zgodne z dokumentacją projektową i specyfikacją techniczną. W przypadku, gdy materiały lub roboty nie będą w pełni zgodne z tymi dyspozycjami i wpłynie to na niezadowalającą jakość, to takie elementy będą niezwłocznie zastąpione innymi, a roboty poprawione na koszt wykonawcy.

### **2.1.8 Odbiór frontu robót**

Przed rozpoczęciem robót w zakresie instalacji elektrycznych wykonawca winien zapoznać się z obiektem budowlanym oraz stwierdzić odpowiednie przygotowanie frontu robót. Odbiór frontu robót przez wykonawcę od zleceniodawcy (generalny wykonawca; inwestor) winien być dokonany komisyjnie z udziałem zainteresowanych stron i potwierdzony spisaniem protokołem. Wykonywanie robót instalacyjnych należy koordynować na bieżąco z kierownikiem budowy robót ogólnobudowlanych.

### **2.1.9 Bezpieczeństwo i higiena pracy**

Podczas realizacji robót wykonawca będzie przestrzegał przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy. W szczególności ma obowiązek zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia oraz nie spełniających odpowiednich



wymagań sanitarnych. Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał wszelkie urządzenia zabezpieczające, socjalne oraz sprzęt i odpowiednią odzież dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych na budowie oraz dla zapewnienia bezpieczeństwa publicznego. Uznaje się, że wszelkie koszty związane z wypełnieniem wymagań określonych powyżej nie podlegają odrębnej zapłacie i są uwzględnione w cenie kontraktowej.

#### **2.1.10 Ochrona i utrzymanie robót**

Wykonawca będzie odpowiedzialny za ochronę robót oraz za wszelkie materiały i urządzenia do nich używane - od daty rozpoczęcia robót budowlanych do daty wydania przez Inspektora Nadzoru potwierdzenia ich zakończenia. Wykonawca będzie utrzymywać wykonane roboty w całości i wszystkie ich elementy w stanie zadawalającym aż do momentu końcowego odbioru. Jeżeli wykonawca w jakimkolwiek czasie zaniedba ich utrzymanie, to na polecenie Inspektora Nadzoru powinien usunąć zaniedbania, nie później niż 24 godziny po otrzymaniu tego polecenia.

#### **2.1.11 Stosowanie się do prawa i innych przepisów**

Wykonawca jest zobowiązany znać wszystkie obowiązujące podczas wykonywania prac budowlanych przepisy, wszystkie normy, normatywy i wytyczne, które są w jakikolwiek sposób związane z robotami i będzie w pełni odpowiedzialny za przestrzeganie tych praw, przepisów i wytycznych podczas prowadzenia robót. Wykonawca będzie przestrzegać praw patentowych i będzie w pełni odpowiedzialny za wypełnienie wszelkich wymagań prawnych odnośnie wykorzystania opatentowanych urządzeń lub metod i w sposób ciągły będzie informował Inspektora Nadzoru o swoich działaniach, przedstawiając kopie zezwoleń i inne potrzebne dokumenty.

### **2.2 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ**

---

#### **2.2.1 Ogólne wymagania dotyczące materiałów i urządzeń**

Wszystkie materiały i urządzenia do wykonania instalacji fotowoltaicznej powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej i listach materiałowych oraz wymaganiom obowiązujących norm i aprobat technicznych. Źródła uzyskania wszystkich materiałów powinny być wybrane przez Wykonawcę robót elektrycznych z wyprzedzeniem.

Warunki dopuszczenia materiałów i urządzeń elektrycznych do budowy instalacji:

- oznaczenie zgodności z wymaganiami PN,
- znak CE - gdy to wymagane,
- znak bezpieczeństwa B - gdy to wymagane,
- atest producenta lub aprobatę techniczną wydaną przez uprawnione laboratorium zredagowane w j. polskim, bądź potwierdzone przez tłumacza przysięgłego tłumaczenie z języka w jakim zredagowano certyfikaty.

Do wykonania i montażu instalacji i urządzeń elektrycznych w obiektach budowlanych należy stosować przewody, kable, osprzęt oraz aparaturę i urządzenia elektryczne posiadające dopuszczenie do stosowania w budownictwie.

Za dopuszczone do obrotu i stosowania uznaje się wyroby, dla których producent:

- dokonał oceny zgodności z wymaganiami dokumentu odniesienia według określonego systemu oceny zgodności,

- wydał deklarację zgodności z dokumentami odniesienia, takimi jak: zharmonizowane specyfikacje techniczne, normy opracowane przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (IEC) i wprowadzone do zbioru Polskich Norm, normy krajowe opracowane z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa Międzynarodowej Komisji ds. Przepisów Dotyczących Zatwierdzenia Sprzętu Elektrycznego (CEE), aprobaty techniczne,
- atest producenta lub aprobatę techniczną wydaną przez uprawnione laboratorium,
- oznakował wyroby znakiem CE lub znakiem budowlanym B zgodnie z obowiązującymi przepisami.

#### 2.2.1.1 Wymagania przy zamianie materiałów

Wszelkie nazwy własne produktów i materiałów przywołane w specyfikacji bądź dokumentacji projektowej służą ustaleniu pożądanego standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji technicznej dla projektowanych rozwiązań. Wykonawca robót elektrycznych może zaproponować materiały innej marki, posiadające te same lub lepsze charakterystyki. Ale taka propozycja wymaga zatwierdzenia przez Zamawiającego.

#### 2.2.1.2 Przechowywanie i składowanie materiałów

Wykonawca zapewni, aby składowane tymczasowo materiały do czasu, kiedy będą wykorzystane, były zabezpieczone przed zniszczeniem i zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i potrzebne właściwości, a także, aby były dostępne dla kontroli Inżyniera.

### 2.2.2 Szczegółowe wymagania dotyczące materiałów i urządzeń

#### 2.2.2.1 Systemowa konstrukcja wsporcza i mocowanie do niej modułów

Projektuje się konstrukcję przeznaczoną do mocowania paneli fotowoltaicznych na dachach skośnych krytych dachówką w układzie pionowym i poziomym, opierająca się na aluminiowych szynach montażowych ułożonych na konstrukcji dachu. Ilość i typ mocowań wg. zaleceń producenta konstrukcji wsporczej.

Ze względu na trzeciej klasę obciążenia śniegiem i pierwszą klasę obciążenia wiatrem wytrzymałość konstrukcji powinna być nie mniejsza niż:

- obciążenia śniegiem 1,2 kN/m<sup>2</sup>,
- obciążenia wiatrem 0,25kN/m<sup>2</sup>.

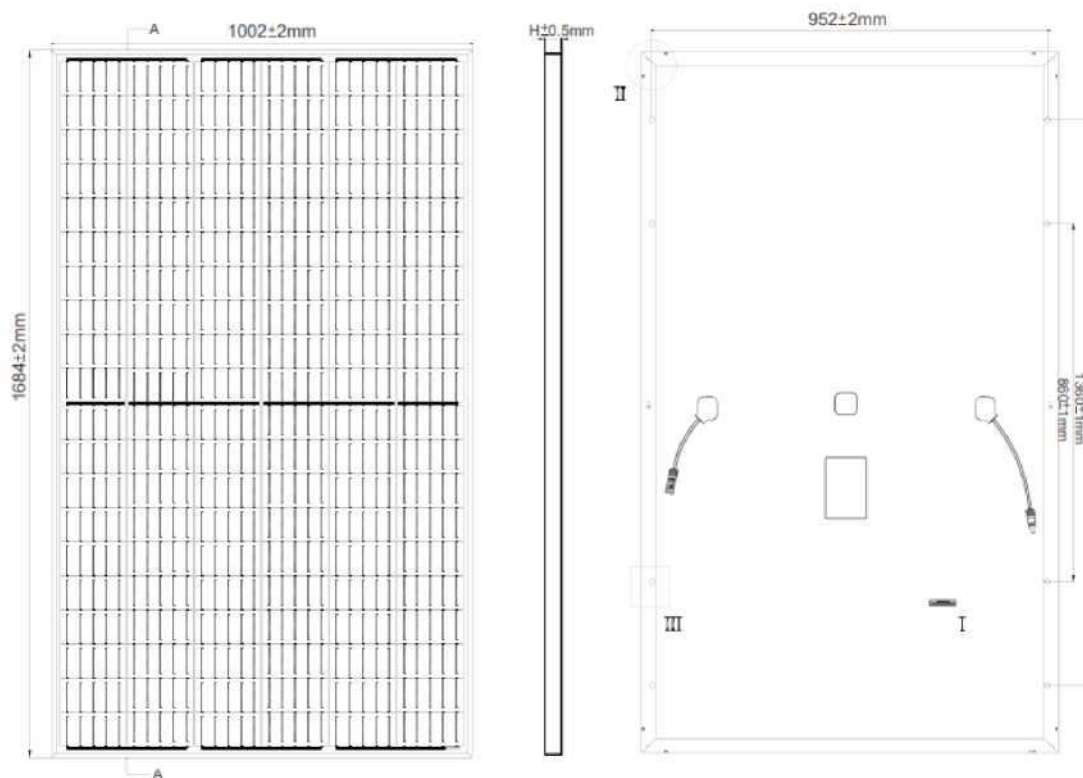
#### 2.2.2.2 Moduły fotowoltaiczne

Zaprojektowano układ paneli fotowoltaicznych składający się z modułów polikrystalicznych o nominalnej mocy maksymalnej 3450W z tolerancją mocy 0~+3%. Podstawowe parametry modułu w warunkach standardowych STC (AM 1,5; 1000W/m<sup>2</sup>; 25°C):

- moc min. 345 W;
- technologia krzemu monokrystalicznego;
- sprawność modułu nie mniejsza niż 19,82%;
- wolne od efektu PID;
- powierzchnia antyrefleksyjna;
- serwis gwarancyjny producenta paneli zapewniony na terenie Polski. Serwis gwarancyjny winien być zapewniany przez producenta lub firm posiadających (niezależnie od kraju) przeszkolenie i zgodę (umowę, upoważnienie itp.) producenta na serwisowanie

ich na terenie Polski;

- moduły zgodne z normami CE, IEC61215, IEC61730, IEC 62716
- gwarancja - min. 10 lat; dodatkowo 10 lat gwarancji na min. 90% sprawności nominalnej oraz 25 lat gwarancji na min. 80% sprawności nominalnej;
- współczynnik temperaturowy Voc nie mniejsza niż -0,35%;
- skrzynka przyłączeniowa min. IP65
- wytrzymałość na obciążenia śniegiem nie mniejsza niż 5400Pa.



Rys. 1 Widok ogniwa fotowoltaicznego

Moduły fotowoltaiczne są obudowane szkłem hartowanym, a pojedyncze cele znajdują się pomiędzy dwoma warstwami z tworzywa sztucznego EVA. Szklane pokrycie i folia elektroizolacyjna znajdująca się na tylnej ścianie są razem laminowane, co gwarantuje ochronę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych. Całość objęta ramą aluminiową o grubości 35mm.

#### 2.2.2.3 Inwertery fotowoltaiczne (przezienniki)

Inwerter przekształca prąd stały na zsynchronizowany z siecią prąd przemienny z możliwie wysoką wydajnością. Przeziennik stale reguluje optymalny punkt eksploatacyjny instalacji dostosowując w ten sposób instalację do dynamicznych warunków pogodowych i nasłonecznienia. Inwerter wyposażony jest w funkcję ENS, która odpowiada za połączenie, które bezpiecznie oddziela instalację fotowoltaiczną od sieci w przypadku awarii sieci lub pracach przy niej. Ochronniki przepięciowe w przezienniku chronią moduły i elektronikę przed szkodliwym przepięciem. Przewidziano 1 inwerter z mocą nominalną czynną 7,0 kW, w konfiguracji gwarantującej działanie instalacji z mocą nominalną.

Wymogi dotyczące inwerterów:

- liczbie sztuk 1
- górna granica zakresu napięciowego DC max. 1000 VDC

- europejska sprawność nie mniejsza niż 98,6 %
- moc kompletu inwerterów dobrana w granicach 80 - 120% mocy elektrowni
- naturalny typ chłodzenia (pasywny)
- zabezpieczenie inwerterów - Rozłącznik DC i AC , bezpieczniki, ochronniki przepięciowe
- niezależne wejścia MPPT > 2
- Stopień szczelności min. IP 65

#### 2.2.2.4 Okablowanie nn 0,4kV

Kable nn powinny spełniać wymagania PN-93/E-90401. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1kV, cztero- lub pięciożyłowych w izolacji polwinitowej. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarcia oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku samoczynnego wyłączenia zasilania.

#### 2.2.2.5 Okablowanie solarne na napięciu 1000V

Do połączenia poszczególnych modułów z falownikami będą użyte dedykowane kable solarne oraz konektory typu MC4. Przekroje przewodów zostaną dobrane na podstawie optymalizacji strat, tak aby były mniejsze niż 1%. Inwerter chroniony będzie przed możliwymi przepięciami mogącymi wystąpić podczas wyładowań atmosferycznych za pomocą ochronników przepięciowych. Ochronniki wraz z połączeniami wyrównawczymi foto-modułów stanowią ochronę instalacji stałoprądowej DC.

Od paneli do inwerterów zostaną ułożone przewody w trasach kablowych wykonanych w formie kształtownika z blachy stalowej ocynkowanej, przystosowany do montażu bocznego lub górnego, przez przykręcenie do konstrukcji stalowej wsporczej. Dopuszcza się układanie kabli DC w systemie mocującym kable do konstrukcji wsporczej paneli PV, które jest rozwiązaniem dedykowanym w systemie oferowanych konstrukcji. Kable solarne muszą charakteryzować się atestem do stosowania w instalacjach fotowoltaicznych i wytrzymałością izolacji przy napięciu 1000V w zakresie możliwych temperatur w zakresie -40°C do 80 °C. Kable solarne powinny posiadać certyfikaty VDE i TUV

#### 2.2.2.6 Rozdzielnice

Podczas przygotowywania obudowy rozdzielnic do wyposażania w zaprojektowane urządzenia, muszą zostać zachowane wszelkie uwagi i wytyczne producenta obudowy dotyczące metod łączenia obudów w zestawy, sposobu montowania lub usuwania ścianek bocznych wg potrzeb, zastosowania zalecanych materiałów złącznych i uszczelniających obudowy składowe. Wszelkie zaczepy, ucha oraz wzmocnienia transportowe montować zgodnie z instrukcją producenta obudów. Należy stosować wszelkie zaprojektowane pomocnicze elementy systematyzujące porządek wewnątrz rozdzielnic (uchwyty, prowadnice i koryta kablowe, maskownice, panele szczotkowe itp.) oraz stosować odpowiednie zabezpieczanie elementów po obróbce mechanicznej (zaprawki).

Listwy oraz linki uziemienia powinny wyróżniać się odpowiednimi kolorami, zgodnie z PN-EN 60446:2004 oraz PN-EN 60445/2002.

Wyróżnia się tu:

- rozdzielnice stałoprądowe DC (jeśli wymagane),
- rozdzielnicę RAC,
- rozdzielnice niskiego napięcia nn.

#### 2.2.2.7 Wyposażenie wewnętrznorozdzielnic stałoprądowych DC

W rozdzielnicach stałoprądowych dokonuje się montażu urządzeń ochrony przepięciowej i/lub

nadprądowej - o ile jest wymagana. W rozdzielnicach dokonać również można konfiguracji układów połączeń obwodów prądu stałego do inwerterów.

#### Charakterystyka układu ochrony przeciwprzepięciowej

Linie kablowe DC powinny być zabezpieczone od możliwych przepięć. Należy zastosować zintegrowaną ochronę przeciwprzepięciową lub wyposażać instalację w zewnętrzne ochronniki przepięciowe montowane w rozdzielnicach obwodów DC. Falowniki i ogniwa fotowoltaiczne ochronić warystorami dedykowanymi do instalacji PV na napięcie 1000VDC montowanymi w falowniku.

#### 2.2.2.8 Wyposażenie wewnętrzne rozdzielnic RAC

Rozdzielnica RAC znajduje się w budynku, obok rozdzielnic głównej RG. Przewiduje się w niej montaż wyłącznika głównego generatorów OZE, układu zabezpieczeń podstawowych, zabezpieczeń falowników stosowanych w instalacjach elektrowni fotowoltaicznej. Będą w niej montowane:

- zabezpieczenia instalacji przed pracą autonomiczną, wraz z zabezpieczeniami różnicowo-prądowymi - o ile są wymagane.
- układ pomiaru energii elektrycznej produkowanej brutto wyposażony w licznik oraz urządzenia pomocnicze do pomiaru energii wyprodukowanej,
- układ zabezpieczeń podstawowych i dodatkowych

Szczegóły składu zestawu elementów wewnętrznych rozdzielnic określa projekt. Wymaga się od wykonującego prefabrykację aby sprawdził czy wszystkie zaprojektowane elementy wyposażenia wewnętrznego posiadają nadany przez wytwórcę certyfikat zgodności lub aprobatę techniczną bądź deklarację zgodności. Należy przestrzegać stosowania tylko takich zamienników elementów wewnętrznych rozdzielnic, które wymieniane są jako marka referencyjna.

Osprzęt ten należy montować do obudowy za pomocą:

- płyty montażowej lub płyty zabudowy,
- szyn lub belek nośnych zunifikowanych lub zaprojektowanych,
- półek i szuflad.

Połączenia wewnętrzne elementów należy wykonywać za pomocą:

- szyn poprzez zaciskiszynowe,
- szyn elastycznych,
- zacisków przyłączeniowych lub przewodów.

Przewody o przekroju żyły do 2,5 mm<sup>2</sup> należy ocynować, natomiast na przewody powyżej 4 mm<sup>2</sup> należy montować końcówki kablowe wg instrukcji producenta.

#### 2.2.2.9 Wyposażenie wewnętrzne rozdzielnic nn

Zaprojektowane rozdzielnice nn, w której montuje się system integracji instalacji PV z siecią energetyki zawodowej i zabezpieczeń pracy instalacji. Podstawowym wyposażeniem rozdzielnic nn jest układ zabezpieczeń elektroenergetycznych reagujących na nieprawidłowe parametry współpracy z siecią elektroenergetyczną. Ponadto powinny się tam znaleźć układy opóźniające załączenie elektrowni w przypadku zaniku i powrotu napięcia i układ zabezpieczeń podstawowych ochrony przeciwporażeniowej i przepięciowej oraz aparaturę pomiarową.

#### Charakterystyka układu zabezpieczeń elektroenergetycznych:

- zabezpieczenia nadnapięciowe „U>” - do detekcji pracy wyspowej elektrowni;

- zabezpieczenie podnapięciowe „U<” - do detekcji pracy wyspowej elektrowni;
- zabezpieczenie nadczęstotliwościowe „f>” - do detekcji pracy wyspowej elektrowni;
- zabezpieczenie podczęstotliwościowe „f<” - do detekcji pracy wyspowej elektrowni;
- zabezpieczenie stromościowe „df/dt”;

#### Charakterystyka układu ochrony przeciwporażeniowa.

Jako ochronę przed dotykiem bezpośrednim przyjęto zastosowanie izolacji części czynnych. Jako ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zastosowano samoczynne wyłączenie w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego realizowane przez bezpieczniki z wkładkami topikowymi, wyłączniki elektromagnetyczne i różnicowoprądowe, oraz drugą klasę izolacji. Po zamontowaniu rozdzielnic i podłączeniu odbiorników należy sprawdzić skuteczność ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa).

Urządzenia po stronie napięcia DC w 2 klasie ochronności. W rozdzielnic RAC jako zabezpieczenia falowników zastosować rozłączniki bezpiecznikowe oraz wyłączniki różnicowoprądowe typu A; zgodnie z zapisem PN-HD 60364-7-712, pkt. 712.413.1.1.2 „ W przypadku gdy instalacja elektryczna zawiera układ zasilania PV, bez choćby separacji podstawowej stron AC i DC należy zastosować wyłącznik różnicowoprądowy typu B zgodnie z IEC 60755 dla zapewnienia ochrony przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania.”

#### Charakterystyka układu ochrony przeciwprzepięciowej

Należy zamontować ochronniki klasy II w rozdzielnic na instalacji fotowoltaicznej. W miejscu wejścia kabli z falowników PV do budynku zamontować ochronniki klasy I i II.

### **2.3 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT**

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z dokumentacją techniczną i umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i jakość wykonanych robót. Roboty winny być wykonane zgodnie z projektem oraz wymaganiami ST.

#### **2.3.1 Prefabrykacja rozdzielnic elektrycznych**

Przeprowadzenie prefabrykacji rozdzielnic dokonuje się w oparciu o projekt techniczny, uwzględniający wymagania stawiane wyrobowi. Do najważniejszych wymogów należą: stopień ochrony, ilość wolnego miejsca do montażu, typ rozdzielnic, dane dotyczące sieci zasilającej, miejsce zasilania i odpływów oraz przekroje kabli, specyfikacja wyposażenia.

Po skompletowaniu wszystkich potrzebnych wg specyfikacji elementów rozdzielnic należy dokonać mocowania i połączeń aparatów i urządzeń wg zaleceń producentów.

Prefabrykacja rozdzielnic elektrycznych powinna uwzględniać wszelkie wytyczne projektanta, co do wymaganych cech obudowy, a w szczególności:

- stopień ochronności,
- typ rozdzielnic ze względu na sposób montażu - np. wolnostojąca,
- sposób zasilania i odpływu: („od góry” i „od dołu”),
- sposób zabezpieczenia przed dostępem osób nieuprawnionych, opracowane wg wymagań normy PN-EN 60439-3:2004,
- kompletność montażu wyposażenia dodatkowego,

- kompletność i prawidłowość opisów oraz znaków wewnątrz i na zewnątrz rozdzielnicy,
- oznakowanie aparatury i okablowania w rozdzielnicy, które winno być wykonane w sposób czytelny (najlepiej przy pomocy drukarki) i nie powinno zakrywać danych technicznych aparatów i osprzętu,

Rozdzielnica musi spełniać wymogi PN-EN 60439-1:2003. Wymagane jest świadectwo badań dla prefabrykowanej rozdzielnicy lub sterownicy zgodne z ww. wymogami normy.

Rozdzielnica przeznaczona do zainstalowania w miejscach ogólnodostępnych musi spełniać wymogi normy PN-EN 60439-5:2002.

Rozdzielnica powinna być wyposażona w maskownicę z tworzywa sztucznego, chroniącą przed skutkami napięcia dotykowego, jeśli występuje możliwość kontaktu bezpośredniego z elementami pod napięciem.

Wszystkie konstrukcje przyściennej rozdzielnicy powinny zapewniać dostęp do kompletu elementów wykonawczych od frontu.

Przy konstruowaniu rozdzielnicy należy przewidzieć rozwiązanie pozwalające na ewentualną rozbudowę układu, bez konieczności zmiany systemu rozdzielnic.

Sposób rozmieszczenia montowanego wewnątrz wyposażenia powinien uwzględniać zasadę jednorodności w ramach wydzielonego segmentu rozdzielnicy oraz równomierności rozkładu w ramach dysponowanej powierzchni.

Na drzwiach rozdzielnicy winien znajdować się szyld z nazwą rozdzielnicy zgodną z nazwą rozdzielnicy z projektu. Szyld winien być przymocowany w sposób trwały.

### **2.3.2 Montaż rozdzielnic elektrycznych**

Zakres robót obejmuje:

- przemieszczenie do strefy montażowej,
- rozpakowanie,
- wyznaczenie miejsca zainstalowania wg projektu,
- trasowanie,
- wiercenie mechaniczne otworów w podłożu,
- montaż rozdzielnicy wraz z regulacją mechaniczną elementów zdemontowanych na czas montażu (drzwiczki, klamki, zamki, pokrywy),
- podłączenie uziemienia,
- sprawdzenie prawidłowości działania po zamontowaniu,
- przeprowadzenie prób i badań.

Przy podłączaniu rozdzielnicy do instalacji elektrycznej należy pamiętać, aby wszystkie kable odpływowe wyposażać w szyldy z adresami.

### **2.3.3 Wykonanie instalacji elektrycznych**

#### **2.3.3.1 Trasowanie**

Trasa instalacji elektrycznych powinna przebiegać bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji i remontów. Wymagane jest, aby przebiegała w liniach poziomych i pionowych.

#### **2.3.3.2 Rodzaje przewodów i kabli**

Do budowy instalacji elektrycznej stosuje się następujące materiały podstawowe:

- kable elektroenergetyczne miedziane typu YKY z izolacją na 1000 V
- kable elektroenergetyczne aluminiowy typu YAKXS z izolacją na 1000 V

- przewód solarny typu np. SOLARKT,
- przewody jednożyłowe miedziane typu DY, LgY z izolacją na 750 V
- osprzęt elektryczny p/t i n/t - łączniki, przyciski, gniazda o prądzie roboczym 16 A

#### 2.3.3.3 Łączenie przewodów

W instalacjach elektrycznych wewnętrznych łączenia przewodów należy wykonywać w sprężenie, osprężenie instalacyjnym i w odbiornikach. Nie wolno stosować połączeń skręcanych, luźnych. W obwodach 1-fazowych montować przewody trójżyłowe. W obwodach 3-fazowych instalować przewody pięćżyłowe. Izolacja w każdym przypadku na napięcie 750V.

W przypadku, gdy odbiorniki elektryczne mają wyprowadzone fabrycznie na zewnątrz przewody, sposób przyłączenia należy uzgodnić z projektantem.

Przewody muszą być ułożone swobodnie i nie mogą być narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia.

Do danego zacisku należy przyłączyć przewody o przekroju i w liczbie, do jakich zacisk ten jest przystosowany.

W przypadku zastosowania zacisków, do których przewody są przyłączane za pomocą oczek, pomiędzy oczkiem a nakrętką oraz pomiędzy oczkami powinny znajdować się podkładki metalowe, zabezpieczone przed korozją w sposób umożliwiający przepływ prądu.

Długość odizolowanej żyły powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie.

Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie może powodować uszkodzeń mechanicznych przewodów.

#### 2.3.3.4 Wprowadzanie przewodów do odbiorników i aparatów stałych

Zewnętrzne warstwy ochronne przyłączonych przewodów wolno usuwać tylko z tych części przewodu, które po połączeniu będą niedostępne.

W przypadku, gdy instalacja jest wykonana przewodami kabelkowymi, a aparat lub odbiornik jest wyposażony w dławik, należy uszczelnić przewód jak dla instalacji w wykonaniu szczelnym.

Przewody odbiorników stałych nie powinny przenosić naprężeń, a przewód ochronny powinien mieć większy nadmiar długości niż przewody robocze.

Łączniki należy mocować zgodnie z wymaganiami podanymi w normatywach polskich i europejskich oraz instrukcją montażową wytwórcy.

Łączniki należy montować na wysokości umożliwiającej:

- bezpieczne sterowanie napędem ręcznym,
- bezpieczny dostęp do aparatu,
- obserwację oraz obsługę elementów sygnalizujących stan łącznika, jeżeli to jest wymagane
- jako zasadę należy przyjąć montaż łączników na wysokości 1,45 m powyżej podłogi.

Przyłączanie do zacisków łącznika należy wykonać zgodnie ze schematem połączeń. W łącznikach jedno przerwowych przewody zasilające należy przyłączyć od strony zacisków nieruchomych. Do wyłączników wprowadzać przewód fazowy.

#### 2.3.3.5 Ochrona przeciwporażeniowa

Jako ochronę przed dotykiem bezpośrednim przyjęto zastosowanie izolacji części czynnych. Jako ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zastosowano samoczynne wyłączenie w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego realizowane przez bezpieczniki z wkładkami topikowymi, wyłączniki elektromagnetyczne i różnicowoprądowe, oraz drugą klasę izolacji.



W rozdzielniczy RAC jako zabezpieczenia falowników zastosować rozłączniki bezpiecznikowe oraz wyłączniki różnicowoprądowe typu B; zgodnie z zapisem PN-HD 60364-7-712, pkt. 712.413.1.1.1.2 „W przypadku gdy instalacja elektryczna zawiera układ zasilania PV, bez choćby separacji podstawowej stron AC i DC należy zastosować wyłącznik różnicowoprądowy typu B zgodnie z IEC 60755 Załącznik 2 dla zapewnienia ochrony przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania.” Można zastosować wyłącznik różnicowoprądowy typu A pod warunkiem przedstawienia dokumentów w postaci certyfikatów na oferowany inwerter potwierdzających taką możliwość.

Należy stosować następujące zasady przy pracach zapewniających wymagany stopień ochrony przeciwporażeniowej:

1. Przewody sieci ochronnej i uziemiającej przyłączone do stałych urządzeń elektrycznych lub nieruchomych przedmiotów metalowych należy układać sposób stały.
2. Połączenia śrubowe należy wykonać śrubami o średnicy co najmniej 8 mm ze stali odpornej na korozję lub odpowiednio przed nią zabezpieczonych,  
Połączenia śrubowe należy wykonać w taki sposób, aby ponad nakrętkę wystawały co najmniej dwa zwoje gwintu śruby; nakrętkę należy odpowiednio mocno dokręcić i zabezpieczyć podkładką sprężystą przed samoczynnym rozluźnianiem,  
Powierzchnie stykowe połączeń śrubowych należy przed dokręceniem oczyścić i pokryć wazeliną bezkwasową.
3. Zaciski ochronne należy wykonać następująco:
  - a) zacisk ochronny powinien być na stałe przymocowany do chronionych urządzeń i maszyn elektrycznych. bądź innych przedmiotów objętych dodatkową ochroną przeciwporażeniową,
  - b) zacisk ochronny powinien być trwale oznaczony oraz różnić się barwą kontrastującą z barwą urządzenia, do którego jest przymocowany,
  - c) zaciski ochronne powinny spełniać wymagania podane w pkt 2.
4. Oznakowania barwne należy wykonywać wg Polskiej i Europejskiej Normy „Urządzenia elektroenergetyczne”. Oznaczenie barwami przewodów gołych oraz izolacji żył ochronnych i zerowych w przewodach i kablach."  
Kombinacja barw zielonej i żółtej nie może być stosowana do innych celów poza wyróżnianiem przewodu pełniącego funkcję przewodu ochronnego,
5. Montaż urządzeń i aparatów dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej. Wytrzymałość zwarcieniowa aparatów i urządzeń nie mniejsza niż 6 kA.
  - a) Wszystkie stałe urządzenia i aparaty dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej należy umocować i przyłączyć na stałe. Aparaty dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej należy umocować za pomocą śrub lub wkrętów do tablic rozdzielczych lub płyt montażowych.
  - b) Przyłączenia przewodów ochronnych i roboczych do właściwych obwodów aparatów dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej należy wykonać wyłącznie poprzez śrubowe zaciski łączeniowe tych aparatów.
  - c) Przewody ochronne w sieci, w której zastosowano wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowo - prądowe, należy izolować jak przewody robocze. Przewodów roboczych nie wolno uziemiać za wyłącznikiem ani łączyć z przewodem ochronnym za lub przed wyłącznikiem.
6. Próby montażowe
  - a) Po wykonaniu instalacji i urządzeń ochrony przeciwporażeniowej powinna być przeprowadzona próba montażowa, tj.:

- oględziny wykonanej instalacji dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej wraz z urządzeniami i aparatami wchodzącymi w jej skład,
  - pomiary rezystancji uziemień (mierniki elektroniczne z wyświetlaczami cyfrowymi),
  - sprawdzenie skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania.
- b) Na podstawie oględzin wykonanej instalacji dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej należy sprawdzić, czy została ona wykonana zgodnie z dokumentacją techniczną i niniejszymi wymaganiami. W szczególności należy sprawdzić:
- prawidłowość połączeń i przebiegu tras przewodów ochronnych,
  - rodzaje i wymiary poprzeczne przewodów ochronnych oraz jakość wykonanych połączeń i przyłączy,
  - oznakowanie barwne przewodów ochronnych,
  - prawidłowość mocowań urządzeń i aparatów dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej oraz ich połączeń z instalacją.

## **2.4 KONTROLA JAKOŚCI I ODBIÓR ROBÓT**

### **2.4.1 Kontrola jakości robot**

Celem kontroli robót powinno być stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót. Wykonawca robót ma obowiązek wykonania pełnego zakresu badań na budowie w celu wykazania Inspektorowi Nadzoru i Kierownikowi Budowy zgodności dostarczonych materiałów i realizowanych robót z Dokumentacją Projektową, Normami oraz wymaganiami ST.

Przed przystąpieniem do badania Wykonawca powinien powiadomić Inspektorowi Nadzoru i Kierownikowi Budowy o rodzaju i terminie badania. Po wykonaniu badania, Wykonawca przedstawia na piśmie wyniki badań do akceptacji Inspektora Nadzoru. Wykonawca powiadamia pisemnie Inspektora Nadzoru o zakończeniu każdej roboty zanikającej, którą może kontynuować dopiero po pisemnej akceptacji odbioru przez Inspektora Nadzoru.

### **2.4.2 Zakres kontroli jakości robót**

Należy wykonać sprawdzenia odbiorcze składające się z oględzin częściowych i końcowych polegających na kontroli:

- zgodności dokumentacji powykonawczej z projektem i ze stanem faktycznym,
- zgodności połączeń z dokumentacją powykonawczą,
- napisów informacyjno-ostrzegawczych,
- działania przyrządów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących (licznik energii elektrycznej, analizator parametrów sieci, itp.),
- działania sygnalizacji stanu położenia łączników,
- stanu i gotowości ruchowej aparatury i napędów łączników,
- stanu kanałów kablowych, kabli i konstrukcji wsporczych,
- stanu ochrony przeciwporażeniowej,
- schematu rozdzielnic,
- stanu i kompletności dokumentacji eksploatacyjnej,
- sprawdzenie ciągłości przewodów fazowych, neutralnych i ochronnych,
- poprawności wykonania połączeń śrubowych instalacji elektrycznej potwierdzonych protokołem przez wykonawcę montażu.

Dla układów sterowniczo-sygnalizacyjno-pomiarowych sprawdzenia odbiorcze polegają na:

- pomiarach rezystancji izolacji,
- sprawdzeniach funkcjonalnych, ruchowych i nastawczych,

- zbadaniu przyrządów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących (analizatory parametrów sieci),

Pomiaru należy dokonać miernikiem rezystancji instalacji o napięciu 1 kV.

Z przeprowadzonych badań i oględzin należy sporządzić protokoły.

### **2.4.3 Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami i materiałami**

Wszystkie materiały, urządzenia i aparaty niespełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach specyfikacji, zostaną odrzucone. Jeśli materiały, urządzenia i aparaty niespełniające wymagań zostały wbudowane lub zastosowane, to Wykonawca wymieni je na właściwe, na własny koszt.

Na pisemne wystąpienie Wykonawcy Inspektor Nadzoru może uznać wadę za niemającą zasadniczego wpływu na jakość funkcjonowania urządzenia (aparatu itp.) i ustalić zakres i wielkość potrąceń za obniżoną jakość.

### **2.4.4 Odbiór częściowy**

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonanych części robót. Odbioru częściowego robót dokonuje się dla zakresu robót określonego w dokumentach umownych wg zasad jak przy odbiorze ostatecznym robót. Odbioru robót dokonuje Inwestor. Odbiorowi takiemu podlegają m.in.:

- wykonanie i montaż konstrukcji,
- montaż ogniw fotowoltaicznych na konstrukcji,
- montaż inwerterów, z przynależną do stosowania aparaturą,
- montaż rozdzielnic elektrycznych,
- obwody elektryczne zewnętrzne główne i pomocnicze.

### **2.4.5 Odbiór robót ostateczny (końcowy)**

#### **2.4.5.1 Zasady odbioru ostatecznego robót**

Odbiór ostateczny polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do zakresu (ilości) oraz jakości.

Odbiór ostateczny robót nastąpi w terminie ustalonym w dokumentach umowy.

Odbioru ostatecznego robót dokona komisja wyznaczona przez Zamawiającego i Wykonawcy.

Komisja odbierająca roboty dokona ich oceny jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań i pomiarów, ocenie wizualnej oraz zgodności wykonania robót z dokumentacją projektową i ST. W toku odbioru ostatecznego robót, komisja zapozna się z realizacją ustaleń przyjętych w trakcie odbiorów robót zanikających i ulegających zakryciu oraz odbiorów częściowych, zwłaszcza w zakresie wykonania robót uzupełniających i robót poprawkowych.

W przypadkach nie wykonania wyznaczonych robót poprawkowych lub robót uzupełniających w poszczególnych elementach konstrukcyjnych i wykończeniowych, komisja przerwie swoje czynności i ustali nowy termin odbioru ostatecznego.

Przy odbiorze końcowym Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu:

- aktualną Dokumentację Projektową Powykonawczą,
- protokoły z dokonanych pomiarów,
- protokół odbioru robót,
- oświadczenie Wykonawcy o wykonaniu robót zgodnie z aktualnie obowiązującymi normami przepisami oraz posiadaną wiedzą techniczną.

Wykonawca winien dokonać próbnego załączenia pod napięcie urządzeń instalacji.

W przypadku stwierdzenia przez komisję, że jakość wykonywanych robót w poszczególnych asortymentach nieznacznie odbiega od wymaganej dokumentacją projektową i ST z uwzględnieniem tolerancji i nie ma większego wpływu na cechy eksploatacyjne obiektu, komisja wyznaczy termin usunięcia tych niedociągnięć.

#### 2.4.5.2 Dokumenty do odbioru ostatecznego (końcowego)

Podstawowym dokumentem jest protokół odbioru ostatecznego robót, sporządzony wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Wykonawca winien dokonać próbnego załączania pod napięciem urządzeń i instalacji oraz przedłożyć protokoły z pomiarów. Badania i pomiary instalacji oświetleniowej, siłowej oraz linii kablowych do 1kV im towarzyszących obejmują:

- sprawdzenie ciągłości żył przewodów,
- sprawdzenie poprawności podłączenia,
- sprawdzenie adresów przewodów kablekowych z listą adresową,
- pomiar rezystancji izolacji przewodów,
- pomiar rezystancji pętli zwarcia,
- pomiar rezystancji uziemień,
- badanie wyłączników ochronnych różnicowo-prądowych,
- badania obwodów sterowniczych i sygnalizacyjnych,
- poprawność działania wszystkich zainstalowanych urządzeń i sprzętu elektrycznego.

Do odbioru ostatecznego Wykonawca jest zobowiązany przygotować następujące dokumenty:

- dokumentację powykonawczą, tj. dokumentację budowy z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonania robót,
- szczegółowe specyfikacje techniczne (podstawowe z dokumentów umowy i ew. uzupełniające lub zamiennie),
- protokoły odbiorów robót ulegających zakryciu i zanikających,
- protokoły odbiorów częściowych,
- wyniki pomiarów kontrolnych oraz badań
- deklaracje zgodności lub certyfikaty zgodności wbudowanych materiałów, certyfikaty na znak bezpieczeństwa zgodnie z ST,
- rysunki (dokumentacje) na wykonanie robót towarzyszących

W przypadku, gdy wg komisji, roboty pod względem przygotowania dokumentacyjnego nie będą gotowe do odbioru ostatecznego, komisja w porozumieniu z Wykonawcą wyznaczy ponowny termin odbioru ostatecznego robót.

Wszystkie zarządzone przez komisję roboty poprawkowe lub uzupełniające będą zestawione wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Termin wykonania robót poprawkowych i robót uzupełniających wyznaczy komisja i stwierdzi ich wykonanie.

#### 2.4.6 Podstawa rozliczenia robót

Rozliczenie robót montażowych może być dokonane jednorazowo po wykonaniu pełnego zakresu robót i ich końcowym odbiorze lub etapami określonymi w umowie, po dokonaniu odbiorów częściowych robót.

Podstawę rozliczenia oraz płatności wykonanego i odebranego zakresu robót stanowi wartość

tych robót obliczona na podstawie określonych w dokumentach umownych (ofercie) cen jednostkowych i ilości robót zaakceptowanych przez zamawiającego lub ustalonej w umowie kwoty ryczałtowej za określony zakres robót.

Ceny jednostkowe wykonania, montażu obejmujące roboty ww. uwzględniają:

- przygotowanie stanowiska roboczego,
- dostarczenie do stanowiska roboczego materiałów, narzędzi i sprzętu,
- obsługę sprzętu nieposiadającego etatowej obsługi,
- usunięcie wad i usterek oraz naprawienie uszkodzeń powstałych w czasie robót,
- uporządkowanie miejsca wykonywania robót,
- usunięcie pozostałości, resztek i odpadów materiałów w sposób podany w specyfikacji technicznej szczegółowej,
- likwidację stanowiska roboczego.

## **2.5 WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU, MASZYN I NARZĘDZI**

Wykonawca jest zobowiązany do używania 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 wskazaniom zawartym w ST, lub w projekcie organizacji robót zaakceptowanym przez Inspektora Nadzoru.

W przypadku braku ustaleń w takich dokumentach sprzęt powinien być uzgodniony i zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru. Wykonawca dostarczy dla Inwestorowi kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami.

## **2.6 WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU**

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

Materiały na budowę powinny być przywożone odpowiednimi środkami transportu, zabezpieczone w sposób zapobiegający uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Należy zwracać szczególną uwagę na rozładunek palet z modułami fotowoltaicznymi i stosować się do wskazań na opakowaniu.

Do wykonania instalacji przewiduje się użycie następującego sprzętu:

- samochód dostawczy do 0,9 t,
- samochód skrzyniowy 5 t,
- wózek widłowy lub wózek paletowy w przypadku rozładunku z samochodu z windą.

## **2.7 DOKUMENTY ODNIESIENIA**

### **2.7.1 Normy**

#### **PN-EN 60529:2003**

Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)

#### **PN-EN 60445:2002**

Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne zacisków urządzeń i zakończenia żył przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego

#### **PN-EN 60446:2004**

Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami albo cyframi PN-EN 60439-1:2003  
Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu

**PN-EN 60439-4:2005(U)**

Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)

**PN-EN 50274:2004**

Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych PN-EN 62208:2005(U)

Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne PN-E-05163:2002  
Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego PN-E-04700:1998/Az1:2000  
Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych (Zmiana Az1) PN-IEC 60364-6-61:2000  
Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze

**PN-EN 12464-1:2004**

Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym

**PN-IEC 60364-4-41**

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona przeciwporażeniowa

**PN-IEC 60364-4-43**

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona przed prądem przetężeniowym PN-IEC 60364-4-46

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Odłączanie i łączenie

**PN-IEC 60364-4-443**

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona przed przepięciami

**PN-IEC 60364-5-51**

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego

**PN-IEC 60364-5-53**

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza

**PN-IEC 60364-5-54**

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne

**PN-EN 62271-202**

Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza - Część 202: Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie; + normy związane PN-E-05115  
Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV.

**PN-E-05125: 1976**

Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe - Projektowanie i budowa.

**N-SEP-E-004.**

Budowa linii kablowych.

## **2.7.2 Rozporządzenia i ustawy**

Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty instalacyjne.

Zeszyt 2: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach użyteczności publicznej. Warszawa 2004 r.

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881).

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późn. zmianami).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. z 2004 r. Nr 202, poz. 2072, zmiana Dz. U. z 2005 r. Nr 75, poz. 664).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. z 2004 r. Nr 198, poz. 2041).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 11 sierpnia 2004 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności oraz sposobu oznaczenia wyrobów budowlanych oznakowania CE (Dz. U. Nr 195, poz. 2011).