



*Faza opracowania:*

## **SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

*Nazwa inwestycji:*

**„REMONT INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH W BUDYNKU  
MIESZKALNYM PRZY AL. REJTANA 41 W RZESZOWIE”**

*w ramach zadania*

**KOMPLEKSOWA TERMOMODERNIZACJA  
14 BLOKÓW MIESZKALNYCH PRZY  
AL. REJTANA I AL. KRZYŻANOWSKIEGO W RZESZOWIE**

*Kategoria obiektu budowlanego:*

**KATEGORIA XIII**

*Adres:*

**REJTANA 41; 35-326 RZESZÓW  
GM. MIASTO RZESZÓW, POWIAT RZESZOWSKI**

*Inwestor:*

**SPÓŁDZIELNIA ZODIAK  
AL. REJTANA 47, 35-326 RZESZÓW**

*Zespół projektowy:*

<i>Imię i nazwisko</i>		<i>Upr. bud. nr:</i>	<i>Podpis</i>
INSTALACJE ELEKTRYCZNE I TELETECHNICZNE			
<i>Opracował:</i>	<b>mgr inż. Andrzej KRÓL</b>	<b>PDK/0148/PWOE/17</b>	

# SPIS TREŚCI

<b>1. CZĘŚĆ OGÓLNA .....</b>	<b>3</b>
1.1. PRZEDMIOT ST .....	3
1.2. ZAKRES STOSOWANIA ST .....	3
1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST .....	3
1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE .....	4
1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT .....	4
<b>2. MATERIAŁY .....</b>	<b>5</b>
<b>3. SPRZĘT .....</b>	<b>9</b>
<b>4. TRANSPORT .....</b>	<b>10</b>
4.1. WYMAGANIA OGÓLNE .....	10
4.2. TRANSPORT MATERIAŁÓW .....	10
<b>5. WYKONANIE ROBÓT ELEKTRYCZNYCH .....</b>	<b>11</b>
5.1. WYMAGANIA OGÓLNE .....	11
5.1.1. Połączenia elektryczne przewodów .....	11
5.1.2. Połączenia elektryczne kabli i przewodów kabelkowych .....	11
5.1.3. Śruby i wkręty w połączeniach .....	11
5.1.4. Przyłączanie do gniazd bezpiecznikowych, opraw oświetleniowych, itp. ....	12
5.1.5. Prace spawalnicze .....	12
5.1.6. Próby montażowe .....	12
5.2. WARUNKI SZCZEGÓŁOWE WYKONANIA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH .....	12
5.2.1. Ogólne .....	12
5.2.2. Trasowanie .....	13
5.2.3. Kucie bruzd .....	13
5.2.4. Mocowanie puszek p/t .....	13
5.2.5. Przebicie przez ściany i stropy .....	13
5.2.6. Roboty instalacyjno – montażowe .....	13
5.2.7. Układanie rur i osadzenie puszek .....	14
5.2.8. Mocowanie puszek n/t .....	14
5.2.9. Wciąganie przewodów do rur .....	15
5.3. TABLICE ROZDZIELCZE .....	15
5.3.1. Ogólne .....	15
5.3.2. Transport, przyjmowanie i składowanie materiałów .....	15
5.3.3. Wymagania ogólne dotyczące montażu .....	15
5.3.4. Montaż rozdzielnic .....	15
5.3.5. Połączenia elektryczne kabli i przewodów .....	16
5.3.6. Podejścia do odbiorników .....	16
5.3.7. Przyłączanie odbiorników .....	17
5.4. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA .....	17
5.5. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA .....	19
5.6. INSTALACJA ODGROMOWA .....	19
<b>6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....</b>	<b>22</b>
6.1. KONTROLA I BADANIA W TRAKCIE ROBÓT .....	22
<b>7. OBMIAR ROBÓT .....</b>	<b>23</b>
<b>8. ODBIÓR ROBÓT .....</b>	<b>24</b>

8.1.	OGŁĘDZINY INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH .....	24
8.2.	BADANIA (POMIARY I PRÓBY) INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH .....	24
9.	PODSTAWA PŁATNOŚCI .....	25
10.	PRZEPISY ZWIĄZANE .....	26

# 1. CZĘŚĆ OGÓLNA

## 1.1. PRZEDMIOT ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem remontu instalacji elektrycznych dla inwestycji pn.

**Remont instalacji elektrycznych w budynku mieszkalnym przy al. Rejtana 41 w Rzeszowie w ramach zadania**

**Kompleksowa termomodernizacja 14 bloków mieszkalnych przy al. Rejtana i al. Krzyżanowskiego w Rzeszowie.**

## 1.2. ZAKRES STOSOWANIA ST

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1 i 1.3.

## 1.3. ZAKRES ROBÓT OBJĘTYCH ST

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji służą do prowadzenia robót związanych z wykonaniem instalacji elektrycznych objętych w/w dokumentacją projektową.

### Kody CPV:

45315600-4 Instalacje niskiego napięcia  
31310000-2 Kable energetyczne  
31311000-9 Podłączenia energetyczne  
45311200-2 Roboty w zakresie instalacji elektrycznych  
45317300-5 Elektryczne elektrycznych urządzeń rozdzielczych  
45315700-5 Instalowanie rozdzielni elektrycznych  
45311100-1 Roboty w zakresie okablowania elektrycznego  
45315100-9 Instalacyjne roboty elektrotechniczne  
45316000-5 Instalowanie systemów oświetleniowych i sygnalizacyjnych

### Zakres instalacji elektrycznych:

#### **Instalacje elektryczne silnoprądowe wewnętrzne:**

- zasilanie w energię elektryczną,
- przeciwpożarowe wyłączniki prądu,
- tablice elektryczne,
- trasy kablowe,
- demontaże i odtworzenia,
- instalacja oświetlenia podstawowego,
- instalacja siłowa energia podstawowa,
- instalacja zasilająca urządzenia technologiczne,
- ochrona przeciwporażeniowa,
- ochrona przeciwprzepięciowa,
- instalacja fotowoltaiczna.

#### **1.4. OKREŚLENIA PODSTAWOWE**

Określenia podstawowe podane w niniejszej Specyfikacji Technicznej są zgodne z obowiązującymi, ujętymi w odpowiednich normach.

#### **1.5. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROBÓT**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność robót z Dokumentacją Projektową, niniejszą specyfikacją i obowiązującymi normami. Ponadto Wykonawca wykona roboty zgodnie z poleceniami Inspektora Nadzoru.

Zastosowane elementy instalacji (przewody, kable sprzęt aparatura, urządzenia muszą posiadać znak bezpieczeństwa lub dopuszczenia do stosowania w budownictwie. Wszystkie urządzenia wraz z oprzewodowaniem oraz wszystkie ciągi instalacyjne powinny być tak zainstalowane, aby możliwe było ich swobodne funkcjonowanie oraz dostęp w czasie przeglądów i konserwacji. Należy zapewnić bezkolizyjność instalacji elektrycznych z innymi instalacjami w budynku.

## 2. MATERIAŁY

Występujące w opracowaniach nazwy, typy i pochodzenie produktów nie są dla Wykonawców wiążące, przez co należy rozumieć, że Zamawiający dopuszcza zastosowanie i przyjęcie do oferty urządzeń, produktów, materiałów i technologii równoważnych, pod warunkiem, że spełnione będą wymagania w zakresie standardów jakościowych oraz istotnych parametrów technicznych i technologicznych nie gorszych niż założone w dokumentacji technicznej i nie będą miały wpływu na zmianę ustalonej ceny w trakcie realizacji przedmiotu zamówienia. W przypadku zamiaru wbudowania urządzeń i materiałów równoważnych w stosunku do wymienionych w dokumentacji technicznej, Wykonawca dla wszystkich zmienionych elementów ma obowiązek posiadać w stosunku do użytych materiałów i urządzeń komplet dokumentów zezwalających na ich stosowanie w budownictwie (wyników badań, atestów, certyfikatów, deklaracji zgodności i innych dokumentów uzupełniających), które będą podlegały weryfikacji na etapie realizacji umowy.

Dla każdego stosowanego materiału lub wyrobu, w tym także ich składników należy zachować wymagania dotyczące transportu, przechowywania i składowania zawarte w odpowiednich tematycznych normach i przepisach związanych z tymi normami oraz innymi dokumentami np. instrukcjami producentów.

W przypadkach wymagających dodatkowych wyjaśnień lub uściśleń wykonawca ma obowiązek uzyskać brakujące dane bezpośrednio od producenta danego materiału lub wyrobu sprawdzić poprawność i zgodność otrzymanych danych z obowiązującymi normami i innymi dokumentami.

Przechowywanie i składowanie poszczególnych materiałów i wyrobów budowlanych powinno odpowiadać wymaganiom, określonym przez producentów i/lub odpowiednie normy, w szczególności powinno umożliwić ich zabezpieczenie przed zniszczeniem, utratą wymaganych właściwości budowlanych, stworzeniem niebezpieczeństwa na placu budowy, ponadto powinno być zgodne z zasadami bhp i p.poż.

Dostawcy materiałów i wyrobów powinni przedstawić OZ (oświadczenie o zgodności z obowiązującymi, odpowiednimi dla danego wyrobu, normami, aprobatami technicznymi i przepisami). Dotyczy to również materiałów dodatkowych specyficznych dla danego zakresu robot (np. śruby, uchwyty, uszczelki, zaprawy, itp.)

Wszystkie materiały użyte do wykonania instalacji powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w dokumentach odniesienia (normach, aprobaty technicznych). Podczas realizacji inwestycji Wykonawca jest zobowiązany do stosowania materiałów i urządzeń o parametrach nie gorszych niż parametry materiałów wydane w projekcie wykonawczym.

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu robót według niniejszej specyfikacji są:

- kable elektroenergetyczne do 1 kV – odpowiadające standardom określonym przez PN-93/E-90401
- konstrukcje - odpowiadające standardom określonym przez PN-70/H-93203
- rury osłonowe - odpowiadające standardom określonym przez PN-74/C-89200 rury osłonowe układane w powietrzu i w przepustach w ścianach, na uchwytach – rury pełnościenne wyposażone w złączki, zalecany materiał – polietylen wysokiej gęstości (PEHD)
- osprzęt instalacyjny - odpowiadający standardom określonym przez PN-IEC 60364-5-537. Osprzęt powinien być dostosowany do wymagań określonych w Projekcie Technicznym. Napięcie znamionowe izolacji osprzętu powinno odpowiadać napięciu znamionowemu instalacji, w której osprzęt zostanie zastosowany. Osprzęt będzie dostosowany do przekrojów i średnic przewodów, rurek i uchwytów stosowanych podczas realizacji robót oraz zapewni poprawną i bezpieczną pracę instalacji i urządzeń.
- szafy rozdzielczo - zasilające i tablice elektryczne niskiego napięcia - odpowiadające standardom określonym przez PN IEC 60439 i PN-92/E-08106. Wykonawca dostarczy rozdzielnice i tablice elektryczne zgodne z PT dostosowane do zasilania zainstalowanych urządzeń technologicznych. Napięcie znamionowe izolacji dostosowane do największego

znamionowego napięcia instalacji – 400V AC. Zaciski przyłączeniowe dostosowane do przekrojów przyłączanych przewodów i kabli.

- elementy wyposażenia rozdzielnic i tablic elektrycznych - powinny posiadać parametry nie gorsze niż wymienione w PT. Elementy wyposażenia rozdzielnic i tablic zamontowane w sposób trwały, oznaczone tabliczkami opisowymi zgodnie z PT.

Oprzewodowanie prefabrykatów wykonać z uwzględnieniem poniższych wymagań:

Stosować przewody o następującej kolorystyce:

- a) napięcie 230V- L1..L3 - kolor czarny,
- b) napięcie 230V- N - kolor jasno-niebieski,
- c) przewód ochronny PE - kolor żółto-zielony,

**ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW – BRANŻA ELEKTRYCZNA:**

L.p.	Nazwa
<b>Rozdzielnice elektryczne</b>	
1	Drzwiczki elewacyjne złącz kablowych ZK-3
2	Tablica RG-1, wyposażenie wg. projektu
3	Tablica RG-3, wyposażenie wg. projektu
4	Zestaw licznikowo-pomiarowy (2 liczniki), wyposażenie wg. projektu
5	Tablica mieszkaniowa TM, wyposażenie wg projektu
<b>Trasy kablowe</b>	
1	Rura elektroinstalacyjna sztywna gładka Ø47
2	Rura elektroinstalacyjna sztywna gładka Ø37
3	Rura elektroinstalacyjna sztywna gładka Ø25
4	Kanał instalacyjny podwójny 50x20mm
<b>WLZ</b>	
1	Przewód N2XH-O 1x50mm <sup>2</sup>
2	Przewód N2XH-J 1x25mm <sup>2</sup>
3	Przewód N2XH-O 1x35mm <sup>2</sup>
4	Przewód N2XH-J 1x16mm <sup>2</sup>
5	Przewód N2XH-J 5x10mm <sup>2</sup>
6	Przewód N2XH-J 5x4mm <sup>2</sup>
7	Przewód N2XH-J 3x4mm <sup>2</sup>
<b>Odbiory administracyjne</b>	
1	Oprawa oświetleniowa plafon, z czujką ruchu, IK10, E27 + źródło LED 13W E27
2	Przewód NHXMH-J 3x1,5mm <sup>2</sup>
<b>Zasilanie kuchni elektrycznych w mieszkaniach</b>	
1	Przewód YDYżo 5x2,5mm <sup>2</sup>
2	Puszka podłączeniowa
<b>Instalacja fotowoltaiczna</b>	
1	Moduł fotowoltaiczny monokrystaliczny 370Wp, sprawność ≥18,9% 1690x1170mm
2	Przewód solarny 1x4mm <sup>2</sup>
3	Rozdzielnia RPV, wyposażenie wg. projektu
4	Mikrofalownik fotowoltaiczny moc wejściowa DC 240-380W, 2x MPPT, max napięcie wejściowe 60V, zakres pracy 16-60V, max prąd zwarcia DC 2x 11,5A, zakres napięcia MPPT 29-48V, nominalna moc ciągła AC 600W, maksymalny prąd ciągły 2,61A, nominalne napięcie 230V
5	Kabel N2XH-J 3x4mm <sup>2</sup>
6	Kabel YKYżo 3x2,5mm <sup>2</sup>
7	Przewód N2XH-J 1x16mm <sup>2</sup>
<b>Instalacja odgromowa</b>	
1	Drut odgromowy DFeZn Ø8mm montowany na uchwytych klejonych
2	Uchwyty drutu odgromowego klejone
3	Maszt odgromowy na podstawie betonowej h=4m
4	Przewody odprowadzające na naciągach
9	Rura odgromowa grubościenna
10	Złącze pomiarowe montowane w obudowie elewacyjnej
11	Uchwyty krzyżowe drut-drut



Instalacja uziemiająca	
1	Uziom szpilekowy StCu $\phi 16\text{mm}$
2	Płaskownik DStCu 25x4 wyprowadzenie z uziemienia do przewodu odprowadzającego

### **3. SPRZĘT**

Prace związane z robotami elektrycznymi będą wykonywane ręcznie i przy użyciu elektronarzędzi takich jak: wiertarki, młotki elektryczne obrotowo-udarowe, wkrętarki elektryczne, bruzdownice.

Urządzenia pomocnicze, transportowe i ochronne, wykorzystywane na placu budowy i stosowane przy robotach elektrycznych powinny odpowiadać ogólnie przyjętym wymaganiom co do ich jakości, jak również wytrzymałości.

W wyjątkowych przypadkach, w pełni uzasadnionych, gdy przy robotach muszą być stosowane urządzenia techniczne o złożonej konstrukcji, co do których nie zostały wydane przepisy dotyczące wykonania tych urządzeń, sposobu ich stosowania i obsługi — wykonawca robót na żądanie przedstawiciela inwestora powinien udostępnić sporządzoną przez producenta dokumentację urządzenia wraz z niezbędnymi obliczeniami.

Urządzenia na budowie powinny mieć ustalone parametry techniczne i powinny być ustawione zgodnie z wymaganiami producenta oraz stosowane zgodnie z ich przeznaczeniem.

Należy uniemożliwić dostęp do urządzeń na miejscu prowadzenia robót osobom nieuprawnionym do obsługi, a na widocznym miejscu wywiesić odpowiednią instrukcję. W uzasadnionych przypadkach wymagane jest specjalne przeszkolenie personelu obsługi oraz strzeżenie maszyn i urządzeń przez dozorców.

Używane na budowie urządzenia można uruchamiać dopiero po uprzednim zbadaniu ich stanu technicznego i działania. Należy je zabezpieczyć przed możliwością uruchomienia przez osoby niepowołane.

Przekraczanie parametrów technicznych maszyn i urządzeń w trakcie ich pracy jest zabronione.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. WYMAGANIA OGÓLNE**

Dostawa materiałów przeznaczonych do robót elektrycznych powinna nastąpić dopiero po odpowiednim przygotowaniu pomieszczeń magazynowych i składowisk na placu budowy. Jeśli jest to konieczne ze względu na rodzaj materiałów, pomieszczenia magazynowe powinny być zamykane, powinny także zabezpieczać materiały od zewnętrznych wpływów atmosferycznych, a w razie potrzeby umożliwiać utrzymanie wewnątrz odpowiedniej temperatury i wilgotności.

Teren składowiska powinien być odpowiednio oświetlony i stosownie do potrzeb ogrodzony.

Masa składowanych materiałów nie powinna przekraczać granic wytrzymałości podłoża lub danych części budynku. Dopuszczalne obciążenia (podłoża, półek itp.) powinny być podane w każdym pomieszczeniu za pomocą widocznego, czytelnego napisu, umieszczonego na tablicy.

Składowanie materiałów, aparatów i urządzeń elektrycznych powinno odbywać się w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się ich właściwości technicznych (jakości) na skutek wpływów atmosferycznych lub czynników fizykochemicznych. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

Gospodarkę magazynową należy prowadzić zgodnie z wytycznymi gospodarki materiałowej dla przedsiębiorstw budowlano-montażowych i wytycznymi dla przedsiębiorstw wykonujących elektryczne roboty instalacyjno - montażowe. W przypadku braku takich wytycznych, wytyczne gospodarki magazynowej na placu budowy powinny być opracowane przez generalnego wykonawcę robót, jeżeli taki organ został powołany. Jeśli generalny wykonawca nie został powołany, wytyczne gospodarki magazynowej powinno opracować przedsiębiorstwo wykonujące dany rodzaj robót elektrycznych w porozumieniu z kierownikiem budowy.

### **4.2. TRANSPORT MATERIAŁÓW**

Środki i urządzenia transportowe powinny być odpowiednio przystosowane do transportu materiałów, elementów, konstrukcji, urządzeń itp. niezbędnych do wykonywania danego rodzaju robót elektrycznych. W czasie transportu należy zabezpieczyć przemieszczane przedmioty w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu.

W czasie transportu, załadunku i wyładunku oraz składowania aparatury elektrycznej i urządzeń rozdzielczych należy przestrzegać zaleceń wytwórców, a w szczególności:

- transportowane urządzenia zabezpieczyć przed nadmiernymi drganiami i wstrząsami oraz przesuwaniem się wewnątrz ładowni pojazdu;
- aparaturę i urządzenia ostrożnie załadowywać i zdejmować, nie narażając ich na uderzenia, ubytki lub uszkodzenia powłok lakierniczych, osłon blaszanych, zamków itp.,

Zaleca się dostarczanie urządzeń i ich konstrukcji oraz aparatów na stanowiska montażu bezpośrednio przed montażem, w celu uniknięcia dodatkowego transportu wewnętrznego z magazynu budowy.

Wykonawca powinien korzystać jedynie z takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość i własności materiałów. Wykonawca ma obowiązek znać i stosować w czasie prowadzenia robót wszelkie przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego. Przy ruchu po drogach publicznych pojazdy służące do transportu urządzeń i materiałów muszą spełniać wymagania przepisów ruchu drogowego.

## 5. WYKONANIE ROBÓT ELEKTRYCZNYCH

### 5.1. WYMAGANIA OGÓLNE

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót zawarte są w Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlano - Montażowych Tom V Instalacje elektryczne.

#### 5.1.1. Połączenia elektryczne przewodów

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 wazeliną bezkwasową.

Połączenia należy wykonać spawaniem, śrubami lub w inny sposób określony w projekcie technicznym. Szyny o szerokości większej od 120 mm łączyć przez spawanie.

Śruby, nakrętki i podkładki stalowe powinny być pokryte galwanicznie warstwą metaliczną.

Połączenie przewidziane do umieszczenia w ziemi należy wykonywać za pomocą spawania. Wszelkie połączenia elektryczne w ziemi zabezpieczyć przed korozją, np. przez pokrycie lakierem bitumicznym lub owinięcie taśmą.

#### 5.1.2. Połączenia elektryczne kabli i przewodów kabelkowych

Żyły jednodrutowe mogą mieć zakończenia:

- proste, nie wymagające obróbki po zdjęciu izolacji, przyłączane do zacisków śrubowych;
- oczkowe, dla przewodów podłączanych pod śrubę lub wkręt, oczko o średnicy wewnętrznej większej ok. 0,5 mm od średnicy gwintu należy wyginać w prawo;
- sprasowane końce żył przystosowane do podłączania pod śrubę z końcówką kablową, końcówkę łączy się z przewodem przez lutowanie lub zaprasowanie z końcówką kablową do lutowania lub zaprasowania.

Żyły wielodrutowe mogą mieć zakończenia:

- proste lub oczkowe, stosowane do przewodów miedzianych, z końcem prostym lub oczkiem dobrze oczyszczonym i ocynowanym, takie zakończenia dopuszcza się tylko w przypadku, gdy zaciski nie pozwalają na zastosowanie końcówki lub tulejki;
- z końcówką kablową podłączane pod śrubę; końcówkę montuje się przez prasowanie, lutowanie, lub spawanie;
- z tulejką (kończówką rurkową) umocowaną przez zaprasowanie.

#### 5.1.3. Śruby i wkręty w połączeniach

Śruby i wkręty do łączenia szyn oraz przewodów powinny mieć taką długość, aby po skręceniu połączenia wystawały co najmniej na wysokość 2-6 zwojów. Nie dotyczy to śrub dostarczanych przez wytwórcę wraz z aparatem, jeśli zostanie zachowana wysokość śruby ok. 2-3 mm, wystającej poza nakrętkę.

#### **5.1.4. Przyłączanie do gniazd bezpiecznikowych, opraw oświetleniowych, itp.**

W gniazdach bezpiecznikowych przewód doprowadzający należy połączyć z szyną gniazda (śrubą stykową), a przewód zabezpieczony z gwintem.

W oprawach oświetleniowych i podobnym osprzęcie przewód fazowy lub "+" należy łączyć ze stykiem wewnętrznym, a przewód neutralny lub "-" z gwintem (oprawką).

#### **5.1.5. Prace spawalnicze**

Prace spawalnicze należy prowadzić tak, aby nie zanieczyścić elementów izolacyjnych, aparatów i przewodów odpryskami roztopionego metalu.

Prace spawalnicze należy wykonywać w odległości bezpiecznej od aparatów i urządzeń zawierających olej lub odpowiednio zabezpieczyć te urządzenia i aparaty.

#### **5.1.6. Próby montażowe**

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 pomiarów i próbnym uruchomieniem poszczególnych linii, instalacji, rozdzielnic, urządzeń.

### **5.2. WARUNKI SZCZEGÓŁOWE WYKONANIA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH**

#### **5.2.1. Ogólne**

Przy wykonywaniu instalacji elektrycznych wewnętrznych, bez względu na rodzaj 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.

W tym:

- a) Należy zapewnić równomierne obciążenie faz linii zasilających przez odpowiednie przyłączanie odbiorów 1-fazowych.
- b) Tablice elektryczne należy sytuować w taki sposób, aby zapewnić:
  - łatwy dostęp,
  - zabezpieczenie przed dostępem niepowołanych osób.
- c) Mocowanie puszek w ścianach i gniazd wtyczkowych w puszkach powinno zapewniać niezbędną wytrzymałość na wyciąganie wtyczki z gniazda.

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

### **5.2.2. Trasowanie**

Trasowanie należy wykonać uwzględniając konstrukcję budynku oraz zapewniając bezkolizyjność z innymi instalacjami. Trasa instalacji powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji i remontów. Wskazane jest, aby trasa przebiegała w liniach poziomych i pionowych.

### **5.2.3. Kucie bruzd**

Bruzdy należy dostosować do średnicy rury z uwzględnieniem rodzaju i grubości tynku,

Przy układaniu dwóch lub kilku rur w jednej bruździe szerokość bruzdy powinna być taka, aby odstępy między rurami wynosiły nie mniej niż 5 mm,

Rury zaleca się układać jednowarstwowo, zabrania się wykonywania bruzd w cienkich ściankach działowych w sposób osłabiający ich konstrukcję,

Zabrania się kucia bruzd, przebić i przepustów w betonowych elementach konstrukcyjno–budowlanych,

Przy przejściach z jednej strony ściany na drugą lub ze ściany na strop cała rura powinna być pokryta tynkiem,

Przebicia przez ściany należy wykonywać w taki sposób, aby rurę można było wyginać łagodnymi łukami, o promieniu nie mniejszym od wartości podanych w punkcie 5.2.7.

### **5.2.4. Mocowanie puszek p/t**

Puszki powinny być osadzone na takiej głębokości, aby ich górna (zewnętrzna) krawędź była zrównana ze ścianą.

### **5.2.5. Przebicia przez ściany i stropy**

Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, stropy itp. (wewnątrz budynku) muszą być chronione przed uszkodzeniami,

Przejścia wymienione wyżej należy wykonać w przepustach rurowych,

Przejścia pomiędzy pomieszczeniami o różnych atmosferach powinny być wykonywane w sposób szczelny, zapewniający nieprzedostawaniu się wyziewów,

Obwody instalacji elektrycznych przechodzące przez podłogi muszą być chronione do wysokości bezpiecznej przed przypadkowymi uszkodzeniami. Jako osłony przed uszkodzeniem mechanicznym można stosować rury stalowe, rury z tworzyw sztucznych, kształtowniki, korytka blaszane itp.

### **5.2.6. Roboty instalacyjno – montażowe**

Prowadzenie instalacji i rozmieszczenie urządzeń elektrycznych w budynku powinno zapewniać bezkolizyjność z innymi instalacjami w zakresie odległości i ich wzajemnego usytuowania. Główne ciągi instalacji układać zgodnie z dokumentacją. Instalacje układać w rurkach.

Do wyposażenia technicznego budynku oprócz instalacji elektrycznej zalicza się instalacje ciepłej i zimnej wody. Pomiedzy tymi instalacjami oraz towarzyszącymi urządzeniami istnieją pewne zależności, a także i powiązania, które muszą być uwzględnione w trakcie projektowania budowy, modernizacji bądź remontu.

W pierwszej kolejności chodzi o takie prowadzenie poszczególnych instalacji i lokalizację urządzeń, aby wykluczyć lub zmniejszyć do minimum negatywne wzajemne oddziaływanie oraz niekorzystny wpływ na otoczenie budynku. Mogące wystąpić w budynku anormalne stany instalacji elektrycznej i współpracujących z nią urządzeń, takie jak zwarcia, przeciążenia i przerwy w obwodach często prowadzą do powstania zagrożeń. Zagrożenia te przejawiają się na przykład w osiągnięciu przez fragmenty instalacji i urządzeń podwyższonych temperatur lub pojawieniu się iskrzenia, które w konsekwencji mogą stać się przyczyną pożaru.

Z kolei inne niż elektryczne, wymienione wyżej instalacje powinny być tak prowadzone, aby czynności przy ich konserwacji bądź wymianie nie prowadziły do uszkodzeń instalacji i urządzeń elektrycznych, gdyż grozi to porażeniem osób wykonujących te czynności. Chodzi tu głównie o zapewnienie takich odległości pomiędzy instalacjami, aby można było swobodnie i bezpiecznie operować narzędziami niezbędnymi do prowadzenia zabiegów konserwacyjnych i remontowych. Wewnętrzne linie zasilające prowadzić w rurach (w ciągach pionowych) oraz w rurach instalacyjnych p/t.

Dopuszcza się prowadzenie przewodów elektrycznych wtynkowych pod warunkiem pokrycia ich warstwą co najmniej 5 mm. W instalacji umieszczonej na tynku, rury, listwy bądź same przewody mocować na powierzchni ścian i stropów już wcześniej otynkowanych.

### 5.2.7. Układanie rur i osadzenie puszek

Rury należy układać i mocować w uprzednio wykonanych bruzdach. Łuki z rur sztywnych należy wykonywać przy użyciu gotowych kolanek lub przez wyginanie rur w trakcie ich układania.

Najmniejszy dopuszczalny promień łuku powinien wynosić

Średnica znamionowa rury, mm	18	21	22	28	37	47
Promień łuku, mm	190	190	250	250	350	350

Przy kształtowaniu łuku spłaszczenie rury nie może być większe niż 15% wewnętrznej średnicy rury.

Łączenie rur należy wykonać za pomocą połączeń jednokielichowych lub złączek dwukielichowych.

Najmniejsza długość połączenia jednokielichowego powinna wynosić:

Średnica znamionowa rury, mm	18	21	22	28	37	47
Długość kielicha, mm	35	35	40	45	50	60

Puszki powinny być osadzone na takiej głębokości, aby ich górna (zewnątrzna) krawędź po otynkowaniu ściany była zrównana z tynkiem. Przed zainstalowaniem należy w puszcze wyciąć wymaganą liczbę otworów dostosowanych do średnicy wprowadzonych rur.

Koniec rury powinien wchodzić do środka puszki na głębokość do 5 mm.

### 5.2.8. Mocowanie puszek n/t

Puszki należy osadzać na ścianach w sposób trwały za pomocą kołków rozporowych lub klejenia. Na ścianach drewnianych puszki należy mocować za pomocą wkrętów do drewna. Puszki po zamontowaniu należy przykryć pokrywami montażowymi.

### 5.2.9. Wciąganie przewodów do rur

Do wcześniej ułożonych rur, należy wciągnąć przewody przy użyciu sprężyny instalacyjnej, zakończonej z jednej strony kulką, a z drugiej uszkiem. Zabrania się układania rur wraz z wciągniętymi w nie przewodami.

## 5.3. TABLICE ROZDZIELCZE

### 5.3.1. Ogólne

- a) **Podane w niniejszym rozdziale warunki techniczne dotyczą montażu i odbioru rozdzielnic prefabrykowanych, zwanych dalej urządzeniami, dostarczanych w całości lub w zestawach transportowych.**
- b) Montaż urządzeń należy wykonać zgodnie z instrukcją montażu dostarczoną wraz z urządzeniem oraz wymaganiami zawartymi w niniejszym rozdziale.

### 5.3.2. Transport, przyjmowanie i składowanie materiałów

Wymagania dotyczące transportu i przyjmowania oraz składowania materiałów podano w p. 4.1, 4.2.

### 5.3.3. Wymagania ogólne dotyczące montażu

- a) Przed przystąpieniem do montażu urządzeń przykręcanych na konstrukcjach wsporczych (nośnych) dostarczanych oddzielnie, należy konstrukcje te mocować do podłoża w sposób podany w dokumentacji.
- b) W przypadku mocowania konstrukcji za pomocą kotew osadzonych w betonie montaż urządzeń na takich konstrukcjach można wykonać po stwardnieniu betonu.
- c) Niezbędne przepusty i kotwy (śruby) do mocowania osłon przewodów, dochodzących do urządzeń, zaleca się mocować przed montażem tych urządzeń. Nie dotyczy to rur mocowanych w osłonach urządzeń.
- d) Przy prowadzeniu przez przepusty obwodów prądu przemiennego wykonanych przewodami jednożyłowymi należy w przepustach z rur PCV lub stalowych prowadzić wszystkie przewody jednego obwodu (fazowe i neutralny) w jednym przepuszcie (rurze).

### 5.3.4. Montaż rozdzielnic

#### 1. Rozdzielnice należy ustawiać następująco:

- a) urządzenia stojące należy połączyć z podłożem następująco:
  - w przypadku ustawienia urządzenia na kształownikach, związanych z podłożem w toku prac budowlanych, przykręcić do nich ramę dolną urządzenia,
  - w przypadku ustawienia urządzenia bezpośrednio na podłożu, w którym zostały wykonane zagłębienia pod kotwy, umieścić śruby kotwiące w przewidzianych do tego celu otworach w konstrukcji urządzenia, założyć podkładki i nakrętki, a następnie zalać śruby betonem; po stwardnieniu betonu nakrętki na śrubach kotwiących należy dokręcić do oporu,
  - w przypadku ustawiania lekkich urządzeń bezpośrednio na podłożu, przewidzianych do mocowania za pomocą kołków rozporowych, należy po ustawieniu urządzenia w miejscu przeznaczenia oznaczyć punkty osadzenia kołków; po usunięciu urządzenia wywiercić otwory, założyć kołki i umocować urządzenie po ponownym ustawieniu na właściwym miejscu,



- b) w przypadku gdy urządzenie jest dostarczone w zestawach transportowych, należy wszystkie zestawy ustawić na miejscu i połączyć śrubami ich konstrukcje; należy stosować po dwie podkładki okrągłe (pod łeb śruby i nakrętkę), jeżeli otwory do śrub łączących są owalne; przed skręceniem konstrukcji należy poluzować połączenia śrubowe mocujące szyny zbiorcze na izolatorach,
- c) urządzenia przyściennie, naścienne oraz wnękowe należy przykręcić do konstrukcji lub kotew zamocowanych w podłożu.
- d) urządzenia skrzynkowe, dostarczane na miejsce montażu wraz z przykręconą do nich konstrukcją nośną, należy wstawić w przygotowane otwory w podłożu i zalać betonem (przed zalaniem otworów betonem urządzenie należy unieruchomić w sposób pewny i bezpieczny),
- e) urządzenia współpracujące z mostami szynowymi należy łączyć z podłożem po zamontowaniu mostów.

## 2. Po ustawieniu urządzenia należy:

- w urządzeniach złożonych z zestawów transportowych, połączyć szyny zbiorcze,
- zainstalować aparaty i przyrządy zdjęte na czas transportu i dostarczone w oddzielnych opakowaniach,
- założyć wkładki topikowe zgodnie z projektem,
- dokręcić w sposób pewny wszystkie śruby i wkręty w połączeniach elektrycznych i mechanicznych,
- założyć osłony zdjęte w czasie montażu;

W przypadku rozdzielnic skrzynkowych należy zwrócić uwagę na oznakowanie poszczególnych osłon; każda skrzynka i przynależna do niej pokrywa powinny mieć ten sam symbol identyfikacyjny; dotyczy to przypadku umieszczenia schematu na pokrywie każdej skrzynki.

### 5.3.5. Połączenia elektryczne kabli i przewodów

#### a) Żyłę jednodrutową mogą mieć zakończenia:

- proste, niewymagające obróbki po zdjęciu izolacji, przyłączane do zacisków śrubowych
- oczkowe, dla przewodów podłączanych pod śrubę lub wkręt; oczko o średnicy wewnętrznej większej ok. 0,5 mm od średnicy gwintu należy wyginać w prawo,
- sprasowane końce żył przystosowane do podłączenia pod śrubę,
- z końcówką kablówką końcówkę łączy się z przewodem przez lutowanie lub zaprasowanie,
- z końcówką kablówką do lutowania.

#### b) Żyłę wielodrutową mogą mieć zakończenia:

- proste lub oczkowe, stosowane do przewodów miedzianych, z końcem prostym lub oczkiem dobrze oczyszczonym i ocynowanym; takie zakończenia dopuszcza się tylko w przypadku, gdy zaciski nie pozwalają na zastosowanie końcówki lub tulejki,
- z końcówką kablówką podłączane pod śrubę;
- końcówkę montuje się przez prasowanie, lutowanie lub spawanie, z tulejką (kończówką rurkową) umocowaną przez zaprasowanie.

### 5.3.6. Podejścia do odbiorników

- a. Podejścia instalacji elektrycznych do odbiorników należy wykonać w miejscach bezkolizyjnych, bezpiecznych oraz w sposób estetyczny.
- b. Podejścia w górę od przewodów ułożonych pod stropami mogą być wykonane tak jak cała instalacja, lecz samo podejście przez strop należy odpowiednio zabezpieczyć.

- c. Podejścia zwieszakowe stosuje się w przypadkach zasilania odbiorników od góry. Podejścia tego rodzaju stosuje się najczęściej do:
  - opraw oświetleniowych,
  - odbiorników zasilanych z instalacji wykonanych na drabinkach kablowych, w korytkach itp. podejścia zwieszakowe należy wykonywać jako sztywne lub elastyczne, w zależności od warunków technologicznych i rodzaju wykonywanej instalacji.
- d. Do odbiorników zamocowanych na ścianach stropach lub konstrukcjach podejścia należy wykonywać przewodami ułożonymi na tych ścianach, stropach lub konstrukcjach budowlanych, a także na innego rodzaju podłożach, np. kształtownikach, korytkach, drabinkach kablowych itp.

### **5.3.7. Przyłączanie odbiorników**

- a) 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.
- b) Bez względu na rodzaj instalacji, przyłączenia odbiorników są wykonywane w zasadzie jednakowo, z tym, że dzielą się na dwa rodzaje: przyłączenia sztywne, przyłączenia elastyczne.
- c) Przyłączenia sztywne należy wykonywać w rurach sztywnych wprowadzonych bezpośrednio do odbiorników oraz przewodami kabelkowymi i kablami. Wykonuje się je do odbiorników stałych, zamocowanych do podłoża i nie ulegających żadnym przesunięciom.
- d) Przyłączenia elastyczne stosuje się, gdy odbiorniki są narażone na drgania o dużej amplitudzie lub przystosowane są do przesunięć i przemieszczeń. Przyłączenia te należy wykonywać:
  - przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi lub oponowymi,
  - przewodami izolowanymi jednożyłowymi giętkimi w rurach elastycznych,
  - przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi lub oponowymi w rurach elastycznych.
- e) Przewody wychodzące z rur powinny być zabezpieczone przed mechanicznymi uszkodzeniami izolacji, np. przez założenie tulejek izolacyjnych.

## **5.4. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**

### **Okablowanie, rozdzielnie**

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 wazeliną bezkwasową. Połączenia należy wykonać spawaniem, śrubami lub w inny sposób określony w projekcie technicznym. Szyny o szerokości większej od 120 mm łączyć przez spawanie. Śruby, nakrętki i podkładki stalowe powinny być pokryte galwanicznie warstwą metaliczną. Połączenie przewidziane do umieszczenia w ziemi należy wykonywać za pomocą spawania. Wszelkie połączenia elektryczne w ziemi zabezpieczyć przed korozją, np. przez pokrycie lakierem bitumicznym lub owinięcie taśmą. Okablowanie po stronie DC dostosowane do wymogów instalacji PV. Odporny na promienie UV oraz wysoką temperaturę. Przekrój kabla – 4mm<sup>2</sup>. Trasy kablowe na dachu prowadzić w korytkach. Trasy kablowe wewnątrz budynku prowadzić w rurach osłonowych. Do łączenia modułów należy stosować kable jednożyłowe giętkie w specjalnej izolacji do stosowania w systemach fotowoltaicznych.

Do przewodów stosować systemowe akcesoria łączeniowe - dławiki, złącza, wtyki, itp. Stosowane przewody muszą spełniać następujące wymagania:

- temperatura pracy od -40°C do +120°C,

- odporność na promieniowanie UV i ozon,
- odporność na środowisko kwaśne i warunki atmosferyczne (wiatr, deszcz).

Po stronie AC stosować przewody wielożyłowe miedziane w układzie TN-S w izolacji i osłonie polwinitowej 0,6/1 kV. Przekroje przewodów dobrać zgodnie z opracowaniem projektowym. Należy zapewnić odpowiednią przestrzeń i wentylację w szafie z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń. Inwerter oraz rozdzielnię RPV umieścić na dachu budynku.

W celu wykonania okablowania należy wykonać niezbędne trasy kablowe. Na dachu do prowadzenia okablowania należy wykorzystać odpowiednie trasy kablowe. Do prowadzenia okablowania wewnątrz budynku należy wykorzystać kanał elektroinstalacyjny z tworzywa sztucznego.

Instalację należy prowadzić kablami solarnymi od paneli do mikrofalowników na dachu budynku. Mikrofalowniki zainstalować pod panelami na konstrukcji wsporczej.

### **Ogniwa fotowoltaiczne**

Moduły PV montować na dachu budynku zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej i instrukcją montażu producenta. Do mocowania wykorzystać wsporniki oraz łączniki zgodnie z dokumentacją projektową i instrukcją montażu producenta. Połączenia elektryczne wykonać przewodem odpornym na promienie UV. Do połączeń wykorzystać łączniki wtykowe. Właściwie oznaczyć polaryzację strony DC czerwonym (+) oraz czarnym (-) przewodem.

Należy zachować szczególną uwagę podczas montażu na powierzchnię modułów PV, aby nie uległa porysowaniu. W przypadku ochrony powierzchni modułów za pomocą folii ochronnej, folię należy usunąć po zamontowaniu i podłączeniu modułów. Nachylenie i położenie paneli powinno być umieszczone najbardziej optymalnie w stosunku do szerokości geograficznej na której będzie znajdowała się instalacja fotowoltaiczna. W momencie montażu panele nie mogą być starsze niż jeden rok od daty wyprodukowania i posiadać indywidualne oznakowanie pozwalające na identyfikację (nr seryjny).

### **Inwertery**

Montaż i podłączenie przetwornic zarówno po stronie DC, jak i AC wykonać ściśle według instrukcji producenta. Łączna moc przetwornic nie może być niższa niż moc znamionowa całej instalacji PV. Inwertery zamontować pod konstrukcją paneli fotowoltaicznych. Przetwornica powinna posiadać funkcje takie jak np. wyświetlanie aktualnego statusu instalacji fotowoltaicznej. Połączenie od inwertera do rozdzielni głównej wykonać zgodnie ze schematem dokumentacji projektowej.

### **Środki dodatkowej ochrony od porażen**

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym zapewni:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolacja robocza,
- samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

### **Instalacja połączeń wyrównawczych**

Dla uziemienia urządzeń i przewodów, na których nie występuje trwale potencjał elektryczny, należy wykonać instalację połączeń wyrównawczych. Instalacja ta składa się z połączenia wyrównawczego: głównego (główna szyna wyrównawcza), miejscowego (dodatkowego - dla części przewodzących, jednocześnie dostępnych) i nieuziemionego. Elementem wyrównującym potencjały jest przewód wyrównawczy SINGLE 1G16.

Połączenia wyrównawcze główne i miejscowe należy wykonać łącząc przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji. Połączenia wyrównawcze główne należy wykonać do szyny GSU budynku.

### **Konstrukcja wsporcza, montażowa**

Ogniwa fotowoltaiczne montować na konstrukcji wsporczej, przy użyciu systemu montażowego wg odrębnej dokumentacji projektowej. Konstrukcja wsporcza powinna zostać wypoziomowana tak, aby zamontowane moduły PV tworzyły jednorodną płaszczyznę. Sama konstrukcja powinna posiadać cechy określone w dokumentacji projektowej.

## **5.5. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA**

- a) Układ sieci zasilającej TN-S
- b) Jako dodatkową ochronę od porażeń zastosowano:
  - samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN-S
  - wyłączniki różnicowoprądowe /zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-41
- c) Przewód neutralny N całej instalacji odbiorczej należy prowadzić oddzielnie. Do szyny wyrównawczej przyłączyć przewód ochronny PE / oznaczony na całej trasie żółto-zielonym kolorem izolacji/.
- d) Łączenia przewodów wykonać galwanicznie / metalicznie/.

## **5.6. INSTALACJA ODGROMOWA**

Trasa instalacji odgromowej powinna przebiegać bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji oraz remontów. Wskazane jest, aby przebiegała w liniach poziomych i pionowych. Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji odgromowej, powinny być zamocowane do podłoża w sposób trwały i pewny, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja odgromowa będzie pracować, oraz sam rodzaj instalacji.

### **1. Zwody poziome**

Sztuczne zwody odgromowe należy instalować na stałe przy użyciu odpowiednich wsporników. Wymiary poprzeczne powinny być zgodne z normą. Zwody poziome należy mocować do powierzchni bitumicznych lub folii membranowych na wspornikach wulkanizowanych do podłoża. Zwody prowadzone na blasze powinny być mocowane trwale za pomocą wsporników nitowanych lub mocowanych blachowkrętami z gumową uszczelką.

Zaleca się, aby wymiary elementów zastosowanych w ochronie odgromowej były dobierane, w zależności od rodzaju materiału i wyrobu zgodnie z wytycznymi PN-86/E-05003.01.

Jako materiały przewodzące można stosować stal ocynkowaną, cynk, miedź i aluminium. Przy układaniu zwodów należy zachowywać minimalne odległości od powierzchni dachu; dla zwodów poziomych niskich nie mniej niż 2 cm, dla zwodów poziomych podwyższonych nie mniej niż 40 cm.

### **2. Zwody pionowe i maszty/iglice odgromowe**

W celu ochrony odgromowej urządzeń montowanych na dachu (panele fotowoltaiczne) należy zamontować maszty/iglice odgromowe o typie, wysokości i w miejscach określonych w części rysunkowej dokumentacji

projektowej. Maszty zamontować w pobliżu chronionych obiektów z zachowaniem odstępów izolacyjnych. Instalacja odgromowa powinna spełniać wymagania normy PN-EN 62305. Zwody pionowe będą mocowane na chronionych urządzeniach w sposób zapewniający galwaniczne połączenie z nimi. Należy zachować bezpieczny odstęp izolacyjny pomiędzy instalacją odgromową a chronionymi elementami i urządzeniami elektrycznymi na dachu.

### **3. Przewody odprowadzające**

Przewody odprowadzające powinny być układane na zewnętrznych ścianach budynku z wykorzystaniem dedykowanych naciągów. Przewody odprowadzające powinny być prowadzone po najkrótszej trasie pomiędzy zwodem, a złączem kontrolnym. Połączenia przewodów odprowadzających z uziomami sztucznymi należy wykonać przy pomocy złączy kontrolnych zabudowanych w puszce elewacyjnej. Sztuczne przewody odprowadzające i uziemiające powinny być montowane z zachowaniem poniższych zasad:

- Przewody odprowadzające powinny być instalowane wzdłuż trasy prostej i pionowej tak aby zapewnić najkrótszą bezpośrednią drogę do ziemi.
- Sztuczne przewody odprowadzające należy instalować na stałe przy użyciu znormalizowanych wsporników odstępowych lub wsporników do instalacji naprężanych.
- Wymiary poprzeczne materiałów użytych do wykonywania przewodów odprowadzających nie powinny być mniejsze niż przedstawione w normie PN-EN 62305.
- Sztuczne przewody odprowadzające należy instalować po możliwie najkrótszej drodze pomiędzy zwodem a przewodem uziemiającym.
- Przewody odprowadzające pionowe w instalacjach naprężanych należy mocować w taki sposób i w takich odstępach, aby uniemożliwiać ich uciążliwe drgania i uderzenia o ścianę, wymuszone parciem wiatru.
- Połączenia przewodów odprowadzających ze zwodami należy wykonywać jako spawane, śrubowe lub zaciskane.
- Połączenia przewodów odprowadzających z uziomami sztucznymi należy wykonywać za pomocą zacisków probierczych, usytuowanych pomiędzy przewodem odprowadzającym a uziemiającym. Znormalizowane zaciski probiercze powinny mieć co najmniej dwie śruby zaciskowe M6 lub jedną śrubę M10. Należy je umieszczać i osłaniać w taki sposób, aby były łatwo dostępne dla potrzeb okresowych konserwacji oraz podczas pomiaru rezystancji uziomu (zaleca się, aby zaciski montować w elewacyjnych puszkach probierczych).
- Połączenia przewodów uziemiających z uziomami należy wykonywać przez spawanie lub za pomocą połączeń śrubowych.
- Przewody uziemiające należy chronić przed korozją przez pomalowanie farbą antykorozyjną do wysokości 0,1 m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi.

Część nadziemną przewodów uziemiających, układanych na zewnętrznych powierzchniach obiektu budowlanego należy chronić przed uszkodzeniem mechanicznym przy użyciu osłon do wysokości złączy kontrolnych nad ziemią i do głębokości 0,3 m w ziemi.

### **4. Uziomy**

Uziomy pionowe należy pograżać młotem udarowym posiadającym właściwą końcówkę dopasowaną do głowicy uziomu co najmniej 2,50 m pod powierzchnię terenu. Uziomów tych nie wolno zabezpieczać przed korozją powłokami nie przewodzącymi. Połączenie zaciskami pomiędzy prętem uziomu, a innymi przewodami można osłonić taśmą antykorozyjną. Należy dążyć do tego, aby wszystkie uziomy posiadały zbliżone wartości rezystancji uziemienia. Pręty stalowe pomiedziowane używane do wykonywania uziomu pionowego należy łączyć przez zgrzewanie egzotermiczne, dopuszcza się również inne rodzaje połączeń odpowiednio mocnych i nieutrudniających pograżania.

Po wykonaniu uziomów należy wykonać pomiary sprawdzające rezystancji uziemienia. Rezystancja uziemienia powinna wynosić  $R_{uz} < 10\Omega$ . W przypadku nie uzyskania poprawnego wyniku  $R_{uz}$  należy rozbudować instalację uziemiającą. Pomiar rezystancji uziemienia wykonuje się przy prądzie przemiennym np. metodą techniczną przy użyciu woltomierza, którego wewnętrzna impedancja musi wynosić minimum  $200\Omega/V$  (dla zasilania z sieci), oraz źródło prądu powinno być izolowane od sieci elektroenergetycznej np. przez transformator dwuuzwojeniowy a napięcie na rozwartych zaciskach musi wynosić od 4 do 24V. Po wykonaniu oględzin należy sporządzić protokoły z przeprowadzonych badań zgodnie z wymogami zawartymi w normie PN-IEC 60364-6-61:2000.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. KONTROLA I BADANIA W TRAKCIE ROBÓT**

Na kontrolę robót składają się:

- a) Sprawdzanie czy aparaty, urządzenia elektryczne, osprzęt instalacyjny oprawy oświetleniowe, przewody i kable elektroenergetyczne, posiadają atest fabryczny lub świadectwo jakości wydane przez producenta;
- b) Sprawdzenie stanu ułożenia rur i korytek instalacyjnych;
- c) Sprawdzenia stanu wciągnięcia przewodów;
- d) Sprawdzenie poprawności podłączenia przewodów fazowych, neutralnych i ochronnych, stosowanie wymaganej kolorystyki przewodów zgodnie z normą.

## 7. OBMIAR ROBÓT

Obmiar robót polega na określeniu faktycznego zakresu robót oraz podaniu rzeczywistych ilości zużytych materiałów. Obmiar robót obejmuje roboty objęte umową oraz ewentualne dodatkowe i nieprzewidziane, których konieczność wykonania uzgodniona będzie w trakcie trwania robót pomiędzy Wykonawcą a Kierownikiem Budowy.

Wyniki obmiaru robót należy porównać z dokumentacją techniczno-kosztorysową w celu określenia ewentualnych rozbieżności. Jednostką obmiaru robót są:

- **mb** - ułożenia przewodów, rur, uziomu,
- **szt.** - zainstalowanego osprzętu, puszek, opraw, urządzeń,
- **kpl** - zainstalowanych rozdzielnic,
- **m3** – dla robót ziemnych.

Obmiaru dokonuje Wykonawca w sposób określony w warunkach kontraktu. Sporządzony obmiar robót Wykonawca uzgadnia z Kierownikiem Budowy w trybie ustalonym w umowie.

Rozbieżności względem przedmiaru oraz obmiaru robót nie będą stanowiły podstawy do zmiany kwoty wynikającej z umowy zawartej pomiędzy Inwestorem, a Wykonawcą robót.

Pomiary instalacji powinny być wykonywane w trakcie wykonywania instalacji tuż przed ich zakryciem. Ostateczny pomiar całości instalacji powinien być wykonany po odbiorze i przekazaniu jej do eksploatacji.



## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. OGŁĘDZINY INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH**

Podstawowy zakres oględzin obejmuje przede wszystkim: sprawdzenie prawidłowości:

- a) Ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
- b) Ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi.
- c) Doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia oraz doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych.
- d) Umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających i łączących.
- e) Doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych.
- f) Oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych oraz ochronno-neutralnych.
- g) Umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji oraz oznaczenia obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.
- h) Połączeń przewodów.

### **8.2. BADANIA (POMIARY I PRÓBY) INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH**

Podstawowy zakres pomiarów i prób obejmuje przede wszystkim:

- a) Sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych w tym głównych i dodatkowych (miejscowych), połączeń wyrównawczych.
- b) Pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej.
- c) Pomiar rezystancji izolacji kabli i przewodów.
- d) Pomiar prądów upływowych.
- e) Sprawdzenie biegunowości.
- f) Sprawdzenie samoczynnego wyłączenia zasilania.
- g) Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej.
- h) Przeprowadzenie prób działania.
- i) Sprawdzenie ochrony przed spadkiem lub zanikiem napięcia.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Podstawę płatność za realizację prac stanowi zawarta umowa pomiędzy Inwestorem, a wykonawcą robót.

Cena wykonania robót obejmuje:

- koszt robót przygotowawczych,
- roboty montażowe obejmujące: montaż rur, korytek, przewodów puszek, osprzętu instalacyjnego rozdzielnic, opraw oświetleniowych, aparatury kontrolno – pomiarowej,
- pomiary i badania elektryczne,
- transport materiałów niezbędnych do wykonania robót,
- oznakowania wykonanych instalacji.

## 10.PRZEPISY ZWIĄZANE

### Normy i przepisy

- Polska norma PN-IEC 60364 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Polska norma PN-IEC 60364-4-41 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.”
- Polska norma PN-IEC 60364-4-442 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach niskiego napięcia.
- Polska norma PN-IEC 60364-4-43:1999 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- Polska norma PN-IEC 60364-4-45:1999 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed obniżeniem napięcia.
- Polska norma PN-IEC 60364-4-46:1999 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
- Polska norma PN-IEC 60364-4-47:2001 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Zastosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
- Polska norma PN-IEC 364-4-481: 12 - 1994 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych.
- Polska norma PN-IEC 60364-5-51: 02. 2000 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego postanowienia ogólne.
- Polska norma PN-IEC 60364-5-53: 05. 1999 - „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór o montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza.
- Polska norma PN-IEC 60364-5-537: 09. 1999 - „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór o montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
- Polska norma PN-IEC 60364-5-54: 11. 1999 - „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
- Polska norma PN-IEC 60364-5-56: 09. 1999 - „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór o montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.
- Polska norma PN-IEC 60364-6-61: 03. 2000 - „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzenia odbiorcze.
- Polska norma PN-IEC 60364-5-56: 09. 1999 - „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór o montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.
- Polska norma PN-IEC 60364-4-482 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Ochrona przeciwpożarowa.”
- Ustawa z dnia 7.07.1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 94 r. Nr 89, poz. 414 z późn. zm.)
- Rozporządzenie MGPIB z dnia 14.12.1994 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 1999 r. Nr 15, poz. 140, z późn. zm.).
- PN-88/E-08501 - Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa.

- PN-EN 60446:2004 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczenia i identyfikacyjne przewodów elektrycznych barwami lub cyframi.
- PN-EN 50164-1:2009 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPS) - Część 1: Wymagania stawiane elementom połączeniowym
- PN-EN 50164-2:2009 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPS). Część 2. Wymagania dotyczące przewodów i uziomów.
- PN-EN 50164-4:2009 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) - Część 4: Wymagania dotyczące elementów mocujących przewody.
- PN-EN 50164-5:2009 Elementy urządzenia piorunochronnego (LPC) - Część 5: Wymagania dotyczące uziomowych studzienek kontrolnych i ich uszczelnień.
- PN-HD 60364-5-54:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Układy uziemiające i połączenia wyrównawcze instalacji informatycznych.
- PN-EN 62305-1:2008 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 62305-2:2008 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.
- PN-EN 62305-4:2009 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.