
Opracowanie:

UAP | POZNAŃ



UNIWERSYTET ARTYSTYCZNY W POZNANIU
DZIAŁ REALIZACJI PROJEKTU
AL. MARCINKOWSKIEGO 29, 60-967 POZNAŃ
TEL.: 061/855-25-21; FAX: 61 852 80 91

Przedmiot zamówienia:

**PROJEKT PRZEBUDOWY I ZMIANY SPOSOBU UŻYTKOWANIA BUDYNKU
MIESZKALNEGO WIELORODZINNEGO NA BUDYNEK EDUKACJI ARTYSTYCZNEJ**

Oznaczenie wg CPV:

45000000-7 Roboty budowlane

Adres:

al. K. Marcinkowskiego 28
działka nr 3/2, arkusz 19, obręb Poznań

Zamawiający

UNIWERSYTET ARTYSTYCZNY w POZNANIU

al. Marcinkowskiego 29
60-967 Poznań

Opracował:

mgr inż. Marcin GATNIEJEWSKI
nr upr. WKP/0483/PW/OE/15
w specjalności instalacji elektrycznych

Jarosław WEGNER

Stadium:

Załącznik nr 9 do SIWZ DOKUMENTACJA PROJEKTOWA
SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

Branża:

STE 01. INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Data opracowania:

29.06.2018

UWAGA

Dopuszcza się zastosowanie rozwiązań równoważnych polegających na zastosowaniu innych materiałów, urządzeń i elementów wyposażenia niż określone w specyfikacji pod warunkiem wykazania przez Wykonawcę spełnienia co najmniej identycznych parametrów użytkowych proponowanych rozwiązań, przytoczonych przez Zamawiającego w specyfikacji jako istotne dla przedmiotu zamówienia.

Proponowane przez Wykonawcę rozwiązania równoważne powinny zapewnić wszystkie wymagania związane z funkcjonalnością, sposobem obsługi i bezpieczeństwem określone w Specyfikacji Technicznej oraz w sposób identyczny spełniać wymagania jakie stawiają przytoczone normy i aprobaty lub dokumenty im równoważne. Zastosowanie rozwiązań równoważnych wymaga dodatkowo zgodności z dokumentacją projektową pod względem funkcjonalności, sposobu i miejsca montażu, ilości i właściwości zastosowanych urządzeń oraz uzyskania akceptacji Zamawiającego i Projektanta.

W każdej sytuacji Zamawiający wymaga złożenia karty zatwierdzenia materiału w celu zaakceptowania proponowanych rozwiązań materiałowych lub technologicznych zawierającą stosowne dokumenty, wykazujące równoważność proponowanych rozwiązań. Złożone dokumenty będą podlegały ocenie przez Zamawiającego, który podejmie decyzję o przyjęciu materiałów, urządzeń i elementów wyposażenia lub ich odrzuceniu w przypadku nie wykazania ich równoważności.

Wszystkie przytoczone w specyfikacji normy i aprobaty techniczne zastąpić można innymi normami lub aprobatami pod warunkiem zapewnienia cech równoważności tych dokumentów w odniesieniu do ich przedmiotu i zakresu oraz wymagań stawianych parametrom technicznym, jakościowym i użytkowym opisywanych robót budowlanych i asortymentów.

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Nazwa nadana zamówieniu przez Zamawiającego.

Przebudowa i remont nie zabytkowego budynku kamienicy miejskiej Uniwersytetu Artystycznego w Poznaniu.

1.2. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z układaniem i montażem elementów instalacji elektrycznej (układanie kabli i przewodów, montaż osprzętu, opraw, rozdzielnic elektrycznych), instalacji odgromowej i połączeń wyrównawczych, linii kablowych w obiektach kubaturowych związane z remontem i przebudową budynku Uniwersytetu Artystycznego w Poznaniu przy ul. Marcinkowskiego 28 w Poznaniu.

1.3. Zakres stosowania

Specyfikacja techniczna jest częścią dokumentacji przetargowej niezbędnej przy realizacji i odbiorze robót wymienionych w pkt 1.1.

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.

1.4. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji technicznej (STE-01) dotyczą zasad wykonywania i odbioru robót związanych z:

- układaniem kabli i przewodów elektrycznych, w tym szynoprzewodów montowanych poza rozdzielnicami,
- montażem opraw, osprzętu, urządzeń i odbiorników energii elektrycznej, wraz z przygotowaniem podłoża i robotami towarzyszącymi, dla obiektów kubaturowych oraz obiektów budownictwa inżynierskiego,
- kompletacją wszystkich materiałów potrzebnych do wykonania podanych wyżej prac,
- wykonaniem wszelkich robót pomocniczych w celu przygotowania podłoża (w szczególności roboty murarskie, ślusarsko-spawalnictwo, montaż elementów osprzętu instalacyjnego itp.),
- ułożeniem wszystkich materiałów w sposób i w miejscu zgodnym z dokumentacją techniczną
- wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich elementów wyznaczonych w dokumentacji,
- ułożeniem drutu stalowego (dla instalacji prowadzonych w rurkach lub kanałach zamkniętych), ułatwiającego docelowe wciąganie zaprojektowanych przewodów,
- wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich

- wyznaczonych kabli i przewodów,
- przeprowadzeniem wymaganych prób i badań oraz potwierdzenie protokołami kwalifikującymi montowany element instalacji elektrycznej.
- kompletacją wszystkich materiałów i urządzeń potrzebnych do wykonania (prefabrykacji) rozdzielnic,
- wykonaniem wszelkich robót pomocniczych potrzebnych montażu rozdzielnic,
- zamontowaniem wszystkich elementów, aparatów i urządzeń rozdzielnic w sposób i w miejscu zgodnym z dokumentacją techniczną
- dokonaniem wszelkich połączeń instalacyjnych, szyn zbiorczych wewnętrznych przy użyciu materiałów oraz środków wg dokumentacji technicznej,
- wykonaniem wewnętrznych połączeń ochronnych oraz połączeń ochronnych konstrukcji pomiędzy poszczególnymi segmentami rozdzielnic oraz z szyną uziemiającą obiektu,
- wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich elementów rozdzielnic zawartych w dokumentacji,
- przeprowadzeniem wymaganych prób i badań oraz potwierdzenie protokołami kwalifikującymi prefabrykat do montażu, jako element instalacji elektrycznej,
- opakowaniem i przygotowaniem do transportu na miejsce zamontowania,
- montażem rozdzielnic w miejscu określonym w dokumentacji technicznej,
- przeprowadzeniem wymaganych prób, badań i pomiarów ze sporządzeniem protokołów kwalifikujących rozdzielnicę (prefabrykat) do eksploatacji,
- wykonywaniem wszelkiego rodzaju uziemień,
- montażem osprzętu i urządzeń piorunochronnych,
- układaniem kabli w ziemi, w kanałach i tunelach, na mostach i pomostach kablowych oraz w budynkach,
- montażem muf i głowic kablowych,
- montażem konstrukcji wsporczych do układania kabli, wraz z przygotowaniem podłoża i robotami towarzyszącymi,
- STE-01 dotyczy wszystkich czynności mających na celu wykonanie robót związanych z:
 - kompletacją wszystkich materiałów potrzebnych do wykonania podanych wyżej prac,
 - wykonaniem wszelkich robót pomocniczych w celu przygotowania podłoża (w szczególności roboty murarskie, ślusarsko-spawalnictwo a także tzw. „polepszanie gruntu” i pograżania elementów uziemień itp.),
 - ułożeniem wszystkich materiałów w sposób i w miejscu zgodnym z dokumentacją techniczną
 - wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich elementów wskazanych w dokumentacji,
 - przeprowadzeniem wymaganych prób i badań oraz potwierdzenie protokołami kwalifikującymi montowany element instalacji odgromowej, uziemienia lub połączeń wyrównawczych.
 - wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich wyznaczonych kabli i linii,
 - przeprowadzeniem wymaganych prób i badań oraz potwierdzenie protokołami kwalifikującymi montowany element linii energetycznej do eksploatacji

1.5. Wyszczególnienie i opis prac towarzyszących

- Usuwanie z obszaru budowy gruzu, odpadów i zanieczyszczeń
- Inwentaryzacja powykonawcza

1.6. Informacje o terenie budowy

Ogólne informacje dotyczące terenu budowy podano w ST „Wymagania ogólne”. Wykonawca ma obowiązek znać i stosować w czasie prowadzenia robót wszelkie przepisy dotyczące środowiska naturalnego. Miejsca na magazyny powinny tak być dobrane aby nie powodować zanieczyszczeń w środowisku naturalnym. Wykonawca ma obowiązek przestrzegać przepisy bhp i przepisy dotyczące bezpieczeństwa przeciwpożarowego. Za straty spowodowane pożarem odpowiedzialny jest Wykonawca.

Wykonawca odpowiedzialny jest za zniszczenia i uszkodzenia własności publicznej i prywatnej powstałe w wyniku prowadzonych prac. W przypadku uszkodzenia instalacji Wykonawca powiadomi bezzwłocznie Zamawiającego i zainteresowane władze, poniesie koszty napraw i będzie współpracował przy usuwaniu uszkodzeń.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, ST i obowiązującymi normami.

Po wykonaniu instalacji należy opracować dokumentację powykonawczą, wraz ze wszystkimi zmianami w stosunku do projektu. Zmiany te muszą być zaakceptowane przez projektanta i Zamawiającego.

1.7. Nazwy i kody robót objętych zamówieniem

Główny przedmiot : 45000000–7 - Roboty budowlane

1.8. Definicje określeń podstawowych

Określenia podane w niniejszej specyfikacji technicznej (STE-01) są zgodne z odpowiednimi normami oraz określeniami podanymi w ST „Wymagania ogólne”

Specyfikacja techniczna - dokument zawierający zespół cech wymaganych dla procesu wytwarzania lub dla samego wyrobu, w zakresie parametrów technicznych, jakości, wymogów bezpieczeństwa, wielkości charakterystycznych a także co do nazewnictwa, symboliki, znaków i sposobów oznaczania, metod badań i prób oraz odbiorów i rozliczeń.

Aprobata techniczna - dokument stwierdzający przydatność danego wyrobu do określonego obszaru zastosowania. Zawiera ustalenia techniczne co do wymagań podstawowych wyrobu oraz metodykę badań dla potwierdzenia tych wymagań.

Deklaracja zgodności - dokument w formie oświadczenia wydany przez producenta, stwierdzający zgodność z kryteriami określonymi odpowiednimi aktami prawnymi, normami, przepisami, wymogami lub specyfikacją techniczną dla danego materiału lub wyrobu.

Certyfikat zgodności - dokument wydany przez upoważnioną jednostkę badającą (certyfikującą), stwierdzający zgodność z kryteriami określonymi odpowiednimi aktami prawnymi, normami, przepisami, wymogami lub specyfikacją techniczną dla badanego materiału lub wyrobu.

Część czynna - przewód lub inny element przewodzący, wchodzący w skład instalacji elektrycznej lub urządzenia, który w warunkach normalnej pracy instalacji elektrycznej może

być pod napięciem a nie spełnia funkcji przewodu ochronnego (przewody ochronne PE i PEN nie są częścią czynną).

Połączenia wyrównawcze - elektryczne połączenie części przewodzących dostępnych lub obcych w celu wyrównania potencjału.

Kable i przewody - materiały służące do dostarczania energii elektrycznej, sygnałów, impulsów elektrycznych w wybrane miejsce.

Osprzęt instalacyjny do kabli i przewodów - zespół materiałów dodatkowych, stosowanych przy układaniu przewodów, ułatwiający ich montaż oraz dotarcie w przypadku awarii, zabezpieczający przed uszkodzeniami, wytyczający trasy ciągów równoległych przewodów itp.

Grupy materiałów stanowiących osprzęt instalacyjny do kabli i przewodów:

- przepusty kablone i osłony krawędzi,
- drabinki instalacyjne,
- koryta i korytka instalacyjne,
- kanały i listwy instalacyjne,
- rury instalacyjne,
- kanały podłogowe,
- systemy mocujące,
- puszki elektroinstalacyjne,
- końcówki kablone, zaciski i konektory,
- pozostały osprzęt (oznaczniki przewodów, linki nośne i systemy naciągowe, dławice, złączki i szyny, zaciski ochronne itp.).

Urządzenia elektryczne - wszelkie urządzenia i elementy instalacji elektrycznej przeznaczone do wytwarzania, przekształcania, przesyłania, rozdziału lub wykorzystania energii elektrycznej.

Odbiorniki energii elektrycznej - urządzenia przeznaczone do przetwarzania energii elektrycznej w inną formę energii (światło, ciepło, energię mechaniczną itp.).

Klasa ochronności - umowne oznaczenie, określające możliwości ochronne urządzenia, ze względu na jego cechy budowy, przy bezpośrednim dotyku.

Oprawa oświetleniowa (elektryczna) - kompletne urządzenie służące do przymocowania i połączenia z instalacją elektryczną jednego lub kilku źródeł światła, ochrony źródeł światła przed wpływami zewnętrznymi i ochrony środowiska przed szkodliwym działaniem źródła światła a także do uzyskania odpowiednich parametrów świetlnych (bryła fotometryczna, luminacja), ułatwia właściwe umiejscowienie i bezpieczną wymianę źródeł światła, tworzy estetyczne formy wymagane dla danego typu pomieszczenia. Elementami dodatkowymi są osłony lub elementy ukierunkowania źródeł światła w formie: klosza, odbłyśnika, rastra, abażuru.

Stopień ochrony IP - określona w PN-EN 60529:2003, umowna miara ochrony przed dotykiem elementów instalacji elektrycznej oraz przed przedostaniem się ciał stałych, wnikaniem cieczy (szczególnie wody) i gazów, a którą zapewnia odpowiednia obudowa. Dopuszcza się określanie stopnia ochrony IP według innych norm równoważnych przytoczonej.

Obwód instalacji elektrycznej - zespół elementów połączonych pośrednio lub bezpośrednio ze źródłem energii elektrycznej za pomocą chronionego przed przetężeniem

wspólnym zabezpieczeniem, kompletu odpowiednio połączonych przewodów elektrycznych. W skład obwodu elektrycznego wchodzi przewody pod napięciem, przewody ochronne oraz wszelkie urządzenia zmieniające parametry elektryczne obwodu, rozdzielcze, sterownicze i sygnalizacyjne, związane z danym punktem zasilania w energię (zabezpieczeniem).

Przygotowanie podłoża - zespół czynności wykonywanych przed zamocowaniem osprzętu instalacyjnego, urządzenia elektrycznego, odbiornika energii elektrycznej, układaniem kabli i przewodów mający na celu zapewnienie możliwości ich zamocowania zgodnie z dokumentacją.

Do prac przygotowawczych zalicza się tu następujące grupy czynności:

- Wiercenie i przebijanie otworów przelotowych i nieprzelotowych,
- Kucie bruzd i wnęk,
- Osadzanie kołków w podłożu, w tym ich wstrzeliwanie,
- Montaż uchwyty do rur i przewodów,
- Montaż konstrukcji wsporczych do korytek, drabinek, instalacji wiązkowych, szynoprzewodów,
- Montaż korytek, drabinek, listew i rur instalacyjnych,
- Oczyszczenie podłoża - przygotowanie do klejenia.

Rozdzielnica elektryczna (tablica) - zespół aparatury odpowiednio dobranej i połączonej w bloki funkcjonalne (pola), służący do zasilania, zabezpieczania urządzeń elektrycznych przed skutkami zwarć i przeciążeń, realizacji wyznaczonych zadań danego pola oraz kontroli linii i obwodów instalacji elektrycznej. Aparatura, stanowiąca wraz z obudową (obudowami) rozdzielnicę, w zależności od potrzeb może spełniać następujące funkcje: zmiany napięcia instalacji, łączeniowe, rozdzielcze, zabezpieczania, pomiarowo-kontrolne, sygnalizacyjne i alarmowe.

Klasa ochronności - umowne oznaczenie, określające możliwości ochronne urządzenia, ze względu na jego cechy budowy, przy bezpośrednim dotyku.

Wyposażenie rozdzielnic elektrycznej - zespół aparatury i systemów połączeń wewnętrznych potrzebnych do realizacji wszelkich celów wyznaczonych danej rozdzielnic.

Obwód instalacji elektrycznej - zespół elementów połączonych pośrednio lub bezpośrednio ze źródłem energii elektrycznej za pomocą chronionego przed przetężeniem wspólnym zabezpieczeniem, kompletu odpowiednio połączonych przewodów elektrycznych. W skład obwodu elektrycznego wchodzi przewody pod napięciem, przewody ochronne oraz wszelkie urządzenia zmieniające parametry elektryczne obwodu, rozdzielcze, sterownicze i sygnalizacyjne, związane z danym punktem zasilania w energię (zabezpieczeniem).

Część dostępna - przewodząca część urządzenia elektroenergetycznego lub innego przedmiotu, będąca w zasięgu ręki ze stanowiska dostępnego (tj. takiego, na którym człowiek o przeciętnej sprawności fizycznej może się znaleźć bez korzystania ze środków pomocniczych np. drabiny, słupolazów itp.), która podczas normalnej pracy nie jest pod napięciem, jednak może się pod nim znaleźć w momencie zakłócenia (uszkodzenia lub niezamierzonej zmiany instalacji elektroenergetycznej, parametrów, charakterystyk lub układu pracy urządzenia np. zwarcia, wyniesienia potencjału, uszkodzenia izolacji itp.).

Miejsce wydzielone - zamykana przestrzeń lub miejsce eksploatacji instalacji lub urządzeń, do którego dostęp posiadają jedynie osoby upoważnione.

Napięcie dotykowe Ud (źródłowe przy dotyku) - napięcie pojawiające się przy zwarciu doziemnym pomiędzy przewodzącą częścią która może być (nie jest) dotknięta przez

człowieka a miejscem na ziemi, na którym znajdują się stopy.

Ośłona izolacyjna - osłona wykonana w celu uniemożliwienia dotknięcia elementów w części dostępnej, na których może się pojawić niebezpieczne napięcie np. na pancerzu metalowym kabla.

Ziemia odniesienia - miejsce w którym prąd uziemienia nie powoduje zauważalnej różnicy potencjałów pomiędzy dwoma dowolnymi punktami.

Przewód uziemiający - przewodnik łączący, uziemiający element z uziomem, umieszczony poza ziemią lub izolowany od ziemi i wody, jeśli się w tym środowisku znajduje.

Sieć skompensowana - sieć elektroenergetyczna posiadająca co najmniej jeden punkt neutralny uziemiany poprzez opór indukcyjny (reaktancję kompensującą składową pojemnościową jednofazowego prądu zwarcia z ziemią).

Uziemienie - zespół środków i urządzeń służących połączeniu przewodzącej części z ziemią poprzez odpowiednią instalację. Może występować jako uziemienie:

- ochronne (nie należące do obwodu elektrycznego podczas normalnej pracy),
- robocze (należące do obwodu elektrycznego, zapewniające normalną pracę).

Uziemienie robocze można wykonać jako bezpośrednie lub otwarte (przy zastosowaniu bezpiecznika iskiernikowego), nie można jego stosować w obwodzie wtórnym transformatora lub przetwornicy separacyjnej oraz w obwodzie bardzo niskiego napięcia bezpiecznego SELV {prąd przemienny: do 50 V [12 V dla wody] i 15-100 Hz; prąd stały 120 V [30 V dla wody]}.

Uziom - przewodnik umieszczony w ziemi lub betonie o odpowiednio dużej powierzchni styku w celu zapewnienia dobrego połączenia elektrycznego. Może występować jako:

- naturalny (wykonany w innym celu, a używany do uziemienia),
- sztuczny (wykonany w celu uziemienia),
- sterujący (wykonany w celu kształtowania zadanego rozkładu potencjałów).

Jako podstawę przyjmuje się wykorzystanie uziomów naturalnych, jednak w przypadku braku możliwości lub nieopłacalności ich zastosowania, wykonuje się uziomy sztuczne. Materiały stosowane na uziomy sztuczne:

- Stal ocynkowana na gorąco oraz pokryta miedzią galwanicznie lub platerowana,
- Miedź goła a także pokryta cyną lub ocynkowana

Zwody - górna część urządzenia piorunochronnego przeznaczona do przechwytywania uderzenia pioruna. Jako zwody, ze względów ekonomicznych, wykorzystuje się metalowe lub żelbetowe elementy dachu (szczególnie te, które wystają ponad dach). Rodzaje zwodów:

- Zwody naturalne - zewnętrzne lub wewnętrzne metalowe pokrycia i konstrukcje nośne dachów, a ich zastosowanie dotyczy wszystkich rodzajów ochrony obiektów (podstawowej, obostrzonej i specjalnej). Wykorzystanie elementów dachu jako zwody naturalne jest możliwe jeśli spełnione są dodatkowe warunki:
 - grubość blachy elementu musi być większa od 0,5 mm dla stali, cynku i miedzi oraz 1 mm dla aluminium
 - krople metalu wytopione przez piorun nie mogą przedostać się do wnętrza budynku,
- Zwody sztuczne - wykonywane w przypadku braku możliwości zastosowania elementów dachu jako zwody naturalne, ze względu na konstrukcję dachu lub konieczności spełnienia warunków dodatkowych. Zwody montowane bezpośrednio na obiekcie określa się jako nieizolowane, natomiast montowane obok lub nad obiektem nazywa się izolowanym. Rozróżnia się zwody poziome (niskie, podwyższone i wysokie) i pionowe. Ochronę odgromową z zastosowaniem zwodów poziomych niskich lub podwyższonych nazwano ochroną klatkową natomiast z zastosowaniem zwodów pionowych lub poziomych wysokich nazwano ochroną strefową. Ochrona strefowa wymaga takiego dobrania wysokości montażu zwodów,

aby cały chroniony obiekt znalazł się w strefie ochronnej (wyznaczonej przez zwód i jego kąt ochronny).

Ochrona wewnętrzna - zespół działań i urządzeń zapewniający bezpieczeństwo i ochronę przed skutkami wyładowań piorunowych ludziom znajdującym się w budynku. Realizowana jest poprzez: wykonanie ekwipotencjalizacji wszystkich urządzeń i elementów metalowych, zachowanie odpowiednich odstępów izolacyjnych lub stosowanie dodatkowych środków ochrony.

Kabel elektroenergetyczny - odmiana przewodu, służąca do przesyłania energii elektrycznej.

Kabel sygnalizacyjny - przewód wykorzystywany w obwodach sygnalizacyjnych, sterowniczych, kontrolno-pomiarowych, zabezpieczających.

Linia kablowa - kabel wielożyłowy lub wiązka kabli jednożyłowych w układzie wielofazowym albo kilka kabli połączonych równolegle, które wraz z osprzętem ułożone są na wspólnej trasie, łącząc zaciski dwóch urządzeń elektroenergetycznych.

Trasa kablowa - pas terenu lub przestrzeń, w której osi symetrii ułożono jedną lub więcej linii kablowych.

Skrzyżowanie - miejsce na trasie kabla, w którym rzuty poziome różnych linii kablowych pokrywają się lub przecinają.

Zbliżenie - miejsce na trasie kabla, w którym odległość pomiędzy różnymi liniami kablowymi, urządzeniem podziemnym lub drogą komunikacyjną jest mniejsza niż odległość dopuszczalna dla danych warunków układania bez stosowania przegród lub osłon zabezpieczających i nie występuje skrzyżowanie.

Studzienka kablowa - przestrzeń podziemna przeznaczona do instalowania muf kablowych, ułatwiająca przeciąganie i łączenie kabli prowadzonych pod ziemią oraz w kanałach, rurach, blokach betonowych itp.).

Blok kablowy - osłona otaczająca kabel; posiada otwory przeznaczone do wciągania kabli.

Napięcie znamionowe kabla U_0/U - napięcie na jakie zbudowano i oznaczono kabel; przy czym U_0 - napięcie pomiędzy żyłą a ziemią lub ekranem kabla, natomiast U - napięcie międzyprzewodowe kabla. Produkuje się kable elektroenergetyczne na napięcia znamionowe: 0,6/1 kV, 3,6/6 kV, 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV, 18/30 kV, 23/40 kV; dla napięcia 64/110 kV stosuje się kable olejowe, gazowe lub o izolacji polietylenowej. Ilość żył tych kabli może wynosić od 1 do 5, natomiast przekroje znamionowe wg oferty producentów od 1 do 1000 mm² (praktycznie od 4 mm²). Kable sygnalizacyjne produkowane są na napięcia znamionowe: 0,6/1 kV - ilość żył od 2 do 75, przekroje znamionowe od (0,64) 0,75 do 10 mm².

Żyła robocza - izolowana żyła wykonana z miedzi lub aluminium: w kablu elektroenergetycznym, służy do przesyłania energii elektrycznej; w kablu sygnalizacyjnym służy do przesyłania lub odcinania sygnału, impulsu itp. Jako część przewodząca może występować drut o przekroju kołowym, owalnym lub wycinek koła (sektorowe) lub linka, złożona z wielu drutów o mniejszym przekroju. Ze względu na duże natężenie pola elektrycznego na ostrych krawędziach ogranicza się stosowanie kabli z żyłami sektorowymi do napięć znamionowych 0,6/1 kV i 3,6/6 kV i przekrojach powyżej 16 mm². Żyły wielodrutowe zapewniają większą elastyczność kabla, są jednak droższe. Sploty poszczególnych wiązek, zawierających po kilka żył splecione są we współosiowe warstwy w kierunkach przemiennych. Kable sygnalizacyjne posiadają w swej budowie dodatkowo żyłę licznikową (brązową) i kierunkową (niebieską) dla ułatwienia rozpoznawania i liczenia kolejnych warstw kabla.

Żyła ochronna „żo” - izolowana żyła w kablu elektroenergetycznym, oznaczona barwą zielono-żółtą izolacji, bezwzględnie wymagana przez określone środki ochrony przeciwporażeniowej. Łączy metalowe części przewodzące - dostępnego urządzenia

elektrycznego (które mogą przypadkowo znaleźć się pod napięciem), części przewodzące obcych instalacji elektrycznych, główną szynę (zacisk) uziemiający i uziemiony punkt neutralny. Stosowana w kablach na napięcie od 0,6/1 kV, przy czym dla napięć znamionowych do 12/20 kV przekrój żyły nie musi być identyczny z przekrojem roboczym kabla (np. dla żyły roboczej do 50 mm² - przekrój żyły ochronnej minimum 16 mm², natomiast powyżej 95 mm² - minimum 50 mm²).

Żyła powrotna (stara nazwa „ochronna”) - wymagana bezwzględnie dla kabli elektroenergetycznych o izolacji z tworzyw sztucznych na napięcia znamionowe 3,6/6 kV i wyższe. Wykonana zwykle jako warstwa metaliczna (druty lub taśmy miedziane), współosiowa z przewodzącym ekranem niemetalicznym, znajdującego się na izolacji żyły lub w środku kabla. Służy przewodzeniu prądów zwarciovych i wyrównawczych (prądów zakłóceńowych) w układzie wielofazowym.

Żyła probiercza „żp” - izolowana żyła w kablu elektroenergetycznym, zwykle umieszczona w wielodrutowej żyły roboczej; służy do pomiarów, sygnalizacji, obsługi urządzenia elektrycznego. Stosowana głównie dla kabli jednożyłowych, aluminiowych o przekrojach znamionowych ponad 400 mm², w formie 1-2 żył o przekroju 1,5 lub 2,5 mm².

Żyła neutralna - izolowana żyła robocza, oznaczona kolorem niebieskim, w kablach czterożyłowych pełni rolę przewodu ochronno-neutralnego PEN. Przekrój uzależniony od przekroju roboczego kabla, zwykle mniejszy np. dla przekrojów roboczych powyżej 35 mm² może wynosić 50% tego przekroju.

Mufa kablowa - osprzęt kablowy służący połączeniu odcinków kabla lub kabli.

Głowica kablowa - osprzęt kablowy służący wykonaniu zakończeń kabli, ułatwiających ich podłączenie do innego elementu instalacji elektrycznej.

1.9. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacjami technicznymi i poleceniami Inspektora nadzoru. Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST „Wymagania ogólne”

1.10. Dokumentacja robót montażowych i prefabrykacyjnych

Dokumentację robót montażowych elementów instalacji elektrycznej stanowią:

- projekt budowlany i wykonawczy w zakresie wynikającym z rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 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 zmian Dz. U. z 2005 r. Nr 75, poz. 664),
- specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót, sporządzone zgodnie z rozporządzeniem 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 zmian Dz. U. z 2005 r. Nr 75, poz. 664),
- 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 późniejszymi 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 1994 r. - Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późniejszymi zmianami).
 - montaż elementów instalacji elektrycznej należy wykonywać na podstawie dokumentacji projektowej i szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót montażowych, opracowanych dla konkretnego przedmiotu zamówienia.

2. Materiały

Jeżeli w specyfikacji występują nazwy własne produktów i materiałów to służą jedynie ustaleniu pożądanego standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji technicznej dla projektowanych rozwiązań. Wykonawca ma prawo proponować zastosowanie innych niż specyfikowane w projekcie i specyfikacji materiałów i technologii, pod warunkiem że będą one równorzędne pod względem jakości, parametrów technicznych i użytkowych. Wszystkie ewentualne odstępstwa od dokumentacji i specyfikacji muszą zostać uzgodnione przez projektanta.

2.1. Ogólne wymagania dotyczące właściwości materiałów

Ogólne wymagania dotyczące właściwości materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w ST „Wymagania ogólne”

Do wykonania i montażu instalacji, urządzeń elektrycznych i odbiorników energii elektrycznej 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 lub jego upoważniony przedstawiciel:

- 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, lub dokumenty równoważne
- oznakował wyroby znakiem CE lub znakiem budowlanym B zgodnie z obowiązującymi przepisami,
- wydał deklarację zgodności z uznanymi regułami sztuki budowlanej, dla wyrobu umieszczonego w określonym przez Komisję Europejską wykazie wyrobów mających niewielkie znaczenie dla zdrowia i bezpieczeństwa,
- wydał oświadczenie, że zapewniono zgodność wyrobu budowlanego, dopuszczonego do jednostkowego zastosowania w obiekcie budowlanym, z indywidualną dokumentacją projektową sporządzoną przez projektanta obiektu lub z nim uzgodnioną.

Zastosowanie innych wyrobów, wyżej nie wymienionych, jest możliwe pod warunkiem posiadania przez nie dopuszczenia do stosowania w budownictwie i uwzględnienia ich w zatwierdzonym projekcie dotyczącym montażu urządzeń elektroenergetycznych w obiekcie

budowlanym.

2.2. Szczegółowe wymagania dotyczące właściwości materiałów

Wszystkie materiały do wykonania instalacji elektrycznej powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w dokumentach odniesienia (normach, aprobatkach technicznych). Jednocześnie praktyczne przykłady zastosowania elementów linii kablowych, w tym urządzeń elektroenergetycznych zawierają opracowania typizacyjne - szczególnie albumy producentów lub specjalizujących się w tym zakresie biur naukowo-badawczych i projektowych, które mogą być wykorzystane w praktyce.

2.2.1. Kable i przewody

Zaleca się, aby kable energetyczne układane w budynkach posiadały izolację wg wymogów dla rodzaju pomieszczenia i powłokę ochronną. Jako materiały przewodzące można stosować miedź i aluminium, liczba żył: 1, 3, 4, 5. Napięcia znamionowe dla linii kablowych: 0,6/1 kV; 3,6/6 kV; 6/10 kV; 8,7/15 kV; 12/20 kV; 18/30 kV, a przekroje żył: 16 do 1000 mm². Przewody instalacyjne należy stosować izolowane lub z izolacją i powłoką ochronną do układania na stałe, w osłonach lub bez, klejonych bezpośrednio do podłoża lub układanych na linkach nośnych, a także natynkowo, wtynkowo lub pod tynkiem; ilość żył zależy od przeznaczenia danego rodzaju przewodu.

Napięcia znamionowe izolacji wynoszą: 300/300, 300/500, 450/750, 600/1000 V w zależności od wymogów, przekroje układanych przewodów mogą wynosić (0,35) 0,4 do 240 mm², przy czym zasilanie energetyczne budynków wymaga stosowania przekroju minimalnego 1,5 mm². Jako materiały przewodzące można stosować miedź i aluminium, przy czym dla przekroju żył do 10 mm² należy stosować obowiązkowo przewody miedziane.

2.2.2. Osprzęt instalacyjny do kabli i przewodów

Przepusty kablowe i osłony krawędzi - w miejscach przejścia kabli między strefami lub dla ochrony izolacji przewodów przy przejściach przez ścianki konstrukcji wsporczych należy stosować przepusty ochronne. Kable i przewody układane bezpośrednio na podłodze należy chronić poprzez stosowanie osłon (rury instalacyjne, listwy podłogowe).

Drabinki instalacyjne wykonane z perforowanych taśm stalowych lub aluminiowych jako mocowane systemowo lub samonośne stanowią osprzęt różnych elementów instalacji elektrycznej. Pozwalają na swobodne mocowanie nie tylko kabli i przewodów, ale także innego wyposażenia, dodatkowo łatwo z nich budować skomplikowane ciągi drabinkowe.

Koryta i korytka instalacyjne wykonane z perforowanych taśm stalowych lub aluminiowych lub siatkowe oraz z tworzyw sztucznych w formie prostej lub grzebieniowej o szerokości 50 do 600 mm. Wszystkie rodzaje koryt posiadają bogate zestawy elementów dodatkowych, ułatwiających układanie wg zaprojektowanych linii oraz zapewniające utrudniony dostęp do kabli i przewodów dla nieuprawnionych osób. Systemy koryt metalowych posiadają łączniki łukowe, umożliwiające płynne układanie kabli sztywnych (np. o większych przekrojach żył).

Kanały i listwy instalacyjne wykonane z tworzyw sztucznych, blach stalowych albo aluminiowych lub jako kombinacja metal-tworzywo sztuczne, ze względu na miejsce montażu mogą być ściennie, przypodłogowe, sufitowe, podłogowe; odporne na temperaturę otoczenia w zakresie od - 5 do + 60°C. Wymiary kanałów i listew są zróżnicowane w zależności od decyzji producenta, przeważają płaskie a ich szerokości (10) 16 do 256 (300) mm, jednocześnie kanały o większej szerokości posiadają przegrody wewnętrzne stałe lub mocowane dla umożliwienia prowadzenia różnych rodzajów instalacji w ciągach równoległych we wspólnym kanale lub listwie. Zasady instalowania równoległego różnych sieci przy wykorzystaniu kanałów i listew instalacyjnych należy przyjąć wg zaleceń

producenta i zaleceń normy. Kanały pionowe o wymiarach - wysokość 176 do 2800 mm występują w odmianie podstawowej i o podwyższonych wymaganiach estetycznych jako słupki lub kolumny aktywacyjne. Osprzęt kanałów i listew można podzielić na dwie grupy: ułatwiający prowadzenie instalacji oraz pokrywy i stanowiący wyposażenie użytkowe jak gniazda i przyciski instalacyjne silno- i słaboprądowe, elementy sieci telefonicznych, transmisji danych oraz audio-video.

Rury instalacyjne wraz z osprzętem (rozgałęzienia, tuleje, łączniki, uchwyty) wykonane z tworzyw sztucznych albo metalowe, głównie stalowe – zasadą jest używanie materiałów o wytrzymałości elektrycznej powyżej 2 kV, niepalnych lub trudnozapalnych, które nie podtrzymują płomienia, a wydzielane przez rury w wysokiej temperaturze gazy nie są szkodliwe dla człowieka. Rurowe instalacje wewnętrzne powinny być odporne na temperaturę otoczenia w zakresie od - 5 do + 60°C, a ze względu na wytrzymałość, wymagają stosowania rur z tworzyw sztucznych lekkich i średnich. Jednocześnie podłączenia silników i maszyn narażonych na uszkodzenia mechaniczne należy wykonywać przy użyciu rur stalowych. Dobór średnicy rur instalacyjnych zależy od przekroju poprzecznego kabli i przewodów wciąganych oraz ich ilości wciąganej do wspólnej rury instalacyjnej. Rury z tworzyw sztucznych mogą być gładkie lub karbowane i jednocześnie giętke lub sztywne; średnice typowych rur gładkich: od \varnothing 16 do \varnothing 63 mm (większe dla kabli o dużych przekrojach żył wg potrzeb do 200 mm²) natomiast średnice typowych rur karbowanych: od \varnothing 16 do \varnothing 54 mm. Rury stalowe czarne, malowane lub ocynkowane mogą być gładkie lub karbowane - średnice typowych rur gładkich (sztywnych): od \varnothing 13 do 42 mm, średnice typowych rur karbowanych giętkich: od \varnothing 7 do \varnothing 48 mm i sztywnych od \varnothing 16 do \varnothing 50 mm. Dla estetycznego zamaskowania kabli i przewodów w instalacjach podłogowych stosuje się giętke osłony kablowe - spiralne, wykonane z taśmy lub karbowane rury z tworzyw sztucznych.

Kanały podłogowe poziome o wymiarach - szerokość 200, 250, 300, 350 i 400 mm należy wykonać z tworzyw sztucznych, blach aluminiowych jako perforowane lub pełne. Osprzęt kanałów podłogowych stanowią elementy ułatwiające prowadzenie instalacji oraz pokrywy i podłogowe punkty aktywacyjne (wyposażenie użytkowe) jak ramki i puszki montażowe wraz z wypustami do montażu osprzętu podtynkowego, z pierścieniem \varnothing 45 mm, różnego typu i innego. Montaż kanałów podłogowych może odbywać się w podkładzie betonowym, warstwie wyrównawczej (zatapiane w szlifie o grubości 40 do 115 mm - z możliwością regulacji do 25 mm rzędnej góry kanału), a także w podłogach pustakowych lub podniesionych.

2.2.3. Systemy mocujące przewody, kable, instalacje wiązkowe i osprzęt

Uchwyty do mocowania kabli i przewodów - klinowane w otworze z elementem trzymającym stałym lub zaciskowym, wbijane i mocowane do innych elementów np. paski zaciskowe lub uchwyty kablowe przykręcane; stosowane głównie z tworzyw sztucznych (niektóre elementy mogą być wykonane także z metali).

Uchwyty do rur instalacyjnych - wykonane z tworzyw i w typowielkościach takich jak rury instalacyjne - mocowanie rury poprzez wciskanie lub przykręcanie (otwarte lub zamykane).

Puszki elektroinstalacyjne mogą być standardowe i do ścian pustych, służą do montażu gniazd i łączników instalacyjnych, występują jako łączące, przelotowe, odgałęźne lub podłogowe i sufitowe. Wykonane są z materiałów o wytrzymałości elektrycznej powyżej 2 kV, niepalnych lub trudnozapalnych, które nie podtrzymują płomienia, a wydzielane w wysokiej temperaturze przez puszkę gazy nie są szkodliwe dla człowieka, jednocześnie zapewniają stopień ochrony minimalny IP 2X lub równoważny. Dobór typu puszki uzależniony jest od systemu instalacyjnego. Ze względu na system montażu występują puszki natynkowe, podtynkowe, natynkowo - wtynkowe, podłogowe. W zależności od

przeznaczenia puszek muszą spełniać następujące wymagania co do ich wielkości: puszka sprzętowa $\varnothing 60\text{mm}$, sufitowa lub końcowa 60mm lub $60 \times 60\text{mm}$, rozgałęźna lub przelotowa $\varnothing 70\text{mm}$ lub $75 \times 75\text{mm}$ - dwu- trzy- lub czterowięściowa dla przewodów o przekroju żyły do 6 mm^2 . Puszki elektroinstalacyjne do montażu gniazd i łączników instalacyjnych powinny być przystosowane do mocowania osprzętu za pomocą „pazurków” i / lub wkrętów.

Końcówki kablowe, zaciski i konektory wykonane z materiałów dobrze przewodzących prąd elektryczny jak aluminium, miedź, mosiądz, montowane poprzez zaciskanie, skręcanie lub lutowanie; ich zastosowanie ułatwia podłączanie i umożliwia wielokrotne odłączanie i przyłączanie przewodów do instalacji bez konieczności każdorazowego przygotowania końców przewodu oraz umożliwia systemowe izolowanie za pomocą osłon izolacyjnych.

Pozostały osprzęt - ułatwia montaż i zwiększa bezpieczeństwo obsługi; wyróżnić można kilka grup materiałów: oznaczniki przewodów, dławnice, złączki i szyny, zaciski ochronne itp.

2.2.4. Sprzęt instalacyjny

2.2.4.1 Łączniki ogólnego przeznaczenia wykonane dla potrzeb instalacji podtynkowych, natynkowych i natynkowo-wtynkowych:

- Łączniki podtynkowe powinny być przystosowane do instalowania w puszkach $\varnothing 60\text{mm}$ za pomocą wkrętów lub „pazurków”.
- Łączniki natynkowe i natynkowo-wtynkowe przygotowane są do instalowania bezpośrednio na podłożu (ścianie) za pomocą wkrętów lub przyklejane.
- Zaciski do łączenia przewodów winny umożliwiać wprowadzenie przewodu o przekroju $1,0 - 2,5\text{mm}^2$.
- Obudowy łączników powinny być wykonane z materiałów niepalnych lub niepodtrzymujących płomienia.
- Podstawowe dane techniczne:
 - napięcie znamionowe: 250V ; 50 Hz ,
 - prąd znamionowy: do 10 A ,
 - stopień ochrony w wykonaniu zwykłym: minimum IP 2X,
 - stopień ochrony w wykonaniu szczelnym: minimum IP 44.

2.2.4.2. Gniazda wtykowe ogólnego przeznaczenia do montażu w instalacjach podtynkowych, natynkowych i natynkowo-wtynkowych:

- Gniazda podtynkowe 1-fazowe powinny zostać wyposażone w styk ochronny i przystosowane do instalowania w puszkach $\varnothing 60\text{mm}$ za pomocą wkrętów lub „pazurków”.
- Gniazda natynkowe i natynkowo-wtynkowe 1-fazowe powinny być wyposażone w styk ochronny i przystosowane do instalowania bezpośredniego na podłożu za pomocą wkrętów lub przyklejane.
- Gniazda natynkowe 3-fazowe muszą być przystosowane do 5-cio żyłowych przewodów, w tym do podłączenia styku ochronnego oraz neutralnego.
- Zaciski do połączenia przewodów powinny umożliwiać wprowadzenie przewodów o przekroju od $1,5 - 6,0\text{mm}^2$ w zależności od zainstalowanej mocy i rodzaju gniazda wtykowego.
- Obudowy gniazd należy wykonać z materiałów niepalnych lub niepodtrzymujących płomienia.
- Podstawowe dane techniczne gniazd:
 - napięcie znamionowe: 250V lub $250\text{V}/400\text{V}$; 50 Hz ,
 - prąd znamionowy: 10A , 16A dla gniazd 1-fazowych,

- prąd znamionowy: 16A do 63A dla gniazd 3-fazowych,
- stopień ochrony w wykonaniu zwykłym: minimum IP 2X,
- stopień ochrony w wykonaniu szczelnym: minimum IP 44.

2.2.5. Sprzęt oświetleniowy

Montaż opraw oświetleniowych należy wykonywać na podstawie dokumentacji, zawierającej:

- dobór opraw i źródeł światła,
- plan rozmieszczenia opraw,
- rysunki sposobu mocowania opraw,
- plan instalacji zasilającej oprawy,
- obliczenie rozkładu natężenia oświetlenia oraz spadków napięcia i obciążeń,

Oprawy oświetleniowe dobierane są odpowiednio do potrzeb oświetleniowych pomieszczenia i warunków środowiskowych - występują w czterech klasach ochronności przed porażeniem elektrycznym oznaczonych 0, I, II, III.

Wypusty sufitowe i ściennie powinny być przystosowane do instalowania opraw oświetleniowych, przy czym przekrój przewodów ułożonych na stałe nie może być mniejszy od 1 mm² a napięcie izolacji nie może być mniejsze od 750 V jeśli przewody układane są w rurkach stalowych lub otworach prefabrykowanych elementów budowlanych oraz 300 V w pozostałych przypadkach.

Podział opraw oświetleniowych ze względu na rodzaj źródła światła:

- do żarówek,
- do lamp fluorescencyjnych (światłówek),
- do lamp rtęciowych wysokoprężnych,
- do lamp sodowych,
- do lamp ksenonowych.

Pod względem ochrony przed dotknięciem części opraw będących pod napięciem oraz przedostawaniem się ciał stałych i wody do opraw; nadano oprawom następujące oznaczenie związane ze stopniami ochrony:

- | | |
|------------------|-------|
| • zwykła | IP 20 |
| • zamknięta | IP 4X |
| • pyłoodporna | IP 5X |
| • pyłoszczelna | IP 6X |
| • kropłoodporna | IP X1 |
| • deszczoodporna | IP X3 |
| • bryzgoodporna | IP X4 |
| • strugoodporna | IP X5 |
| • wodoodporna | IP X7 |
| • wodoszczelna | IP X8 |

2.2.6. Obudowy rozdzielnic i aparatów

Stanowią element pomocniczy przy budowie rozdzielnic elektrycznej (samodzielnie nie są elementem instalacji elektrycznej); spełniają rolę zabezpieczającą przed dotykiem elementów pod napięciem, są elementem łączącym podzespoły rozdzielnic, chronią przed przedostawaniem się do wnętrza ciał obcych (stopień ochrony obudowy IP), poprzez montaż wyposażenia dodatkowego umożliwiają prawidłowe funkcjonowanie rozdzielnic w zmieniających się warunkach zewnętrznych i przy różnym obciążeniu, podnoszą estetykę instalacji elektrycznych, umożliwiają prawidłowy montaż.

Wykonujący prefabrykację powinien sprawdzić czy poszczególne elementy obudowy (lub

cała obudowa) posiadają certyfikat zgodności lub aprobatę techniczną bądź nadaną przez wytwórcę deklarację zgodności bądź inne dokumenty równoważne. Wymagania ogólne dotyczące pustych obudów rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych podane są w PN-EN 50298:2004, PN-EN 62208:2005 (U). Dopuszcza się stosowanie wymagań ogólnych zawartych w innych normach równoważnych.

Podczas przygotowywania obudowy rozdzielnicy do wyposażania w zaprojektowane urządzenia lub prefabrykaty składowe, 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 rozdzielnicy (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 lub normą równoważną.

2.2.7. Wyposażenie wewnętrzne rozdzielnic

Skład zestawu elementów wewnętrznych rozdzielnicy określa projekt, jednocześnie wykonujący prefabrykację powinien sprawdzić czy wszystkie zaprojektowane elementy wyposażenia wewnętrznego posiadają nadany przez wytwórcę certyfikat zgodności lub aprobatę techniczną bądź deklarację zgodności bądź inne dokumenty równoważne.

Osprzęt należy montować do obudowy za pomocą: płyty montażowej lub płyty zabudowy, szyn lub belek nośnych zunifikowanych lub zaprojektowanych, pótek i szuflad. Połączenia wewnętrzne elementów należy wykonywać za pomocą: szyn poprzez zaciski szynowe, szyn elastycznych, zacisków przyłączeniowych lub przewodów. Przewody o przekroju żyły do 2,5 (4) mm² należy pocynować, natomiast na przewody powyżej 4 mm² należy montować końcówki kablowe wg instrukcji producenta.

2.2.8. Elementy mocujące rozdzielnice

Wykonujący montaż rozdzielnicy lub każdego z jej segmentów powinien sprawdzić czy wszystkie zaprojektowane elementy mocujące posiadają nadany przez wytwórcę certyfikat zgodności lub aprobatę techniczną bądź deklarację zgodności bądź inne dokumenty równoważne.

Podstawowe sposoby montażu:

- zabetonowanie w podłożu lub ścianie przygotowanych w obudowie kotew stalowych,
- osadzenie w podłożu przy użyciu kołków kotwiących lub rozporowych (otwory do mocowania przygotowane w obudowie),
- przykręcenie za pomocą materiałów złącznych lub przyspawanie do przygotowanej konstrukcji wsporczej.

2.2.9. Zwody

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 lub normy równoważnej.

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. Instalacja powinna dodatkowo spełniać warunek, aby długość boku pętli nie przekraczała:

- 20 m dla ochrony podstawowej,
- 15 m dla obiektów zagrożonych pożarem i
- 10 m dla obiektów zagrożonych wybuchem.

Kąty ochronne nieizolowanych zwodów pionowych i poziomych wysokich nie powinny przekraczać:

- zewnętrzne 45° i wewnętrzne 60° dla ochrony podstawowej i obiektów zagrożonych pożarem, oraz
- zewnętrzne 30° i wewnętrzne 45° dla obiektów zagrożonych wybuchem mieszanin par i/lub pyłów z powietrzem (wyjątek stanowią obiekty o wysokości do 10 m posiadające niepalne dachy - wtedy stosujemy parametry podstawowe).

2.2.10. Osprzęt urządzeń piorunochronnych. Wsporniki do uchwytów bezśrubowych

- do zatapiania w betonie
- do mocowania na żerdzi żelbetowej
- do przykręcania (pionowy i poziomy)
- do przyklejania

Wsporniki do uchwytów bezśrubowych

- do przyspawania do przewodu okrągłego
- do mocowania na gąsiorze
- do kotwienia (pionowy i poziomy)

Zaciski

- do przykręcania przewodów naprężanych
- dwuprzelotowe do przewodu okrągłego

Złączki

Zaciski probiercze - łączą przewody odprowadzające z przewodami uziemiającymi oraz ułatwiają dokonywanie pomiarów rezystancji instalacji lub jej elementów. Należy je wykonać dla instalacji z uziomem sztucznym jako podstawowym lub uziomem dodatkowym, wykonanym dla zmniejszenia rezystancji uziomu naturalnego, a mocować na takiej wysokości i w miejscu, aby posiadały łatwy dostęp z poziomu ziemi.

2.2.11. Uziomy

Naturalne - najczęściej wykorzystuje się zbrojone fundamenty budynku lub metalowe rury ułożone pod ziemią. Optymalnym rozwiązaniem jest ułożenie w dolnej części wykopu fundamentowego uziomu otokowego, wykonanego z ocynkowanej taśmy lub pręta stalowego. Uziom otokowy łączy się ze zbrojeniem fundamentowym w odstępach do 20 m poprzez spawanie.

Dodatkowe - montowane, jeśli rezystancja uziomu naturalnego jest zbyt duża, a odległość do sąsiedniego uziomu naturalnego przekracza 10 m. Rezystancja uziomu dodatkowego musi być mniejsza od dwukrotnej wartości rezystancji wymaganej dla danego typu uziomu.

Sztuczne - montowane, jeśli rezystancja uziomu naturalnego jest zbyt duża; wtedy przy jego układaniu należy uwzględnić następujące zasady:

- Zalecane jest wykonanie uziomu otokowego,
- Uziomy poziome układać na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m,
- Unikać układania pod warstwą nie przepuszczającą wody np. asfalt, glina, beton,
- Kąty pomiędzy promieniami uziomu powinny być większe od 60°,
- Miejsce układania powinno być oddalone co najmniej o 1,5 m od wejścia do budynku, przejść dla pieszych oraz metalowych ogrodzeń,
- Najwyższa część uziomu pionowego powinna znajdować się co najmniej na głębokości 0,5 m przy długości ponad 2,5 m,

- Maksymalna długość pojedynczego uziomu sztucznego powinna być mniejsza niż 35 m dla gruntów o rezystywności $< 500 \text{ Qm}$ i 60 m dla gruntów o rezystywności $> 500 \text{ Qm}$.

2.2.12. Wewnętrzny osprzęt ochronny

Połączenia wyrównawcze - najważniejszym elementem jest szyna wyrównawcza, do której dołączone są wszelkie urządzenia i instalacje metalowe.

Połączenia wyrównawcze ochronnikowe - odgromniki zaworowe, iskierniki separacyjne lub systemy mieszane.

Odstępy izolacyjne - układanie instalacji piorunochronnej w odpowiedniej odległości od innych instalacji metalowych.

Ograniczniki przepięć - stanowią ochronę urządzeń końcowych aparatów i instalacji elektrycznych przed niedopuszczalnie wysokimi przepięciami i/lub przeznaczone do wyrównywania potencjałów. Istnieje możliwość ochrony centralnej dla całej instalacji elektrycznej wewnętrznej lub wybranych elementów.

2.2.13. Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne - rodzaje i układy

Izolacja żył - jako izolację stosuje się papier, gumę i tworzywa sztuczne. Izolacja papierowa wykonana jest z taśm z papieru kablowego przesyconego syciwem elektroizolacyjnym, dla polepszenia własności dielektrycznych i utrudnienia procesu zawilgocenia izolacji. Syciwa mogą być ściekające (dla kabli układanych standardowo) lub nieściekające (dla kabli układanych przy dużych różnicach poziomów) - kable te dodatkowo zabezpiecza powłoka (pancerz ołowiany).

Powłoka - chroni izolację kabla przed czynnikami zewnętrznymi, głównie wilgocią szkodliwymi związkami chemicznymi, podwyższa także bezpieczeństwo użytkowania kabla w określonym środowisku. Stosuje się powłoki metalowe: ołowiane i aluminiowe oraz z taśm stalowych lub z tworzyw sztucznych. Obecnie coraz szersze zastosowanie znajdują kable z powłoką z tworzyw sztucznych usieciowanych, o zwiększonej odporności na działanie ognia - klasa ich ognioodporności zawarta jest w symbolu kabla np. (N)HXH FE180/E90 0,6/1 kV.

Wypełnienie - materiał izolacyjny, stosowany pomiędzy żyłami kabla a powłoką w celu ograniczenia możliwości jonizacji powietrza w przestrzeni wnętrza kabla. Jako wypełnienie stosuje się: papier, tworzywa sztuczne, materiały włóknopochodne nasyczone olejami.

Pancerz - stosowany dla ochrony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi, w formie drutów lub taśm stalowych zabezpieczonych przed korozją np. ocynkowanych, nawiniętych spiralnie na osłonę powłoki kabla.

Ośłona zewnętrzna - (warstwa wytłoczona lub zewnętrzny obwód) chroni kabel przed szkodliwym wpływem czynników chemicznych i wilgoci. Osłony wykonuje się z materiałów włóknopochodnych, pokrytych warstwą polewy ochronnej lub z tworzyw sztucznych (polwinitu lub polietylenu).

Oznaczenia kabli - w celu łatwiejszego rozróżniania i identyfikacji kabli opracowano krajowe systemy oznaczania kabli, różniące się między sobą symboliką zwykle zbieżne z zawartością informacji o danym kablu. W opisie symbolami zawarte są najczęściej dane na temat: materiału żył, typu izolacji, ochronności ogniowej (lub o rozprzestrzenianiu się ognia), typu powłoki, izolacji, opancerzenia, rodzaju syciwa, typu żył specjalnych itp., za symbolem literowym umieszcza się symbol cyfrowy, zawierający dane o napięciu fazowym i międzyprzewodowym oraz na końcu symbolu ilość i przekrój żył.

2.2.14. Osprzęt kablowy - mufy i głowice

Służą do połączeń i zakończeń kabli, zapewniając zachowanie możliwie niezmiennych właściwości użytkowych kabla oraz uniemożliwiając przenikanie wilgoci do wnętrza kabla.

Mufy kablowe wykonywane są jako przelotowe lub odgałęźne (trójnikowe), głowice kablowe jako wewnętrzne i napowietrzne; dla prawidłowego ich montażu opracowano „karty montażowe”, oddzielnie dla każdego z rodzajów osprzętu. „Karty montażowe” zostały usystematyzowane wg metody zakończenia lub połączenia kabli:

- Zakończenia bezgłowicowe - stosowane dla wewnętrznych zakończeń kabli na napięcie do 1 kV i napowietrznych do 3,6/6 kV, pod warunkiem niełączenia w mufie z kablami o izolacji papierowej oraz zabezpieczenia przed wnikaniem wody i skroplin.
- Osprzęt z materiałów termokurczliwych i zimnokurczliwych - przeznaczony do kabli o izolacji z tworzyw sztucznych na napięcie znamionowe do 1 kV dla materiałów termokurczliwych i do 6 kV dla materiałów zimnokurczliwych. Do produkcji osprzętu wykorzystuje się tworzywa sztuczne usieciowane, posiadające własność odkształcalności powrotnej (pamięć kształtu) po podgrzaniu lub po ochłodzeniu.
- Osprzęt mieszany (kombinowany), prefabrykowany i inne - przeznaczony do dokonywania połączeń lub zakończeń kabli, z pominięciem wad innych typów osprzętu lub w sposób nietypowy np. różnych typów kabli.

2.2.15. Wsporniki i drabinki kablowe

Służą do układania kabli, między innymi, w tunelach i kanałach i produkowane są jako stalowe elementy z blachy o długości przeważnie 2 lub 3 m. Jako materiał na drabinki kablowe używa się blach o zwiększonej odporności korozyjnej na powietrzu np. blachy stalowe ocynkowane o grubości 0,5 do 1,0 mm. Istnieje szereg wzorów przekroju drabinek, najczęściej jest to „C” lub „U”; dodatkowo produkuje się szereg łączników ułatwiających prowadzenie linii kablowej. Drabinki układa się na wspornikach lub mocuje bezpośrednio do podłoża, przy czym odległość pomiędzy punktami podparcia powinna być mniejsza niż 3 m. Kable układane poziomo nie wymagają mocowania, z wyjątkiem kabli jednożyłowych tworzących jedną linię. Kable układane pionowo należy mocować do drabinki przy użyciu uchwytów indywidualnych, systemowych lub taśm do mocowania kabli.

2.3. Warunki przyjęcia na budowę materiałów do robót montażowych i prefabrykacji rozdzielnic

Wyroby do robót montażowych mogą być przyjęte na budowę, jeśli spełniają następujące warunki:

- są zgodne z ich wyszczególnieniem i charakterystyką podaną w dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej (szczegółowej) SST,
- są właściwie oznakowane i opakowane,
- spełniają wymagane właściwości wskazane odpowiednimi dokumentami odniesienia,
- producent dostarczył dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego lub jednostkowego zastosowania, a w odniesieniu do fabrycznie przygotowanych prefabrykatów również karty katalogowe wyrobów lub firmowe wytyczne stosowania wyrobów.
- Niedopuszczalne jest stosowanie do robót montażowych - wyrobów i materiałów nieznanego pochodzenia.
- Przyjęcie materiałów i wyrobów na budowę powinno być potwierdzone wpisem do dziennika budowy.

2.4. Warunki przechowywania materiałów do montażu instalacji elektrycznych

Wszystkie materiały pakowane powinny być przechowywane i magazynowane zgodnie z instrukcją producenta oraz wymaganiami odpowiednich norm.

W szczególności kable i przewody należy przechowywać na bębnach (oznaczenie „B”) lub w krążkach (oznaczenie „K”), końce przewodów producent zabezpiecza przed przedostawaniem się wilgoci do wewnątrz i wyprowadza poza opakowanie dla ułatwienia kontroli parametrów (ciągłość żył, przekrój).

Pozostały sprzęt, osprzęt i oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem pomocniczym należy przechowywać w oryginalnych opakowaniach, kartonach, opakowaniach foliowych. Szczególnie należy chronić przed wpływami atmosferycznymi: deszczem, mrozem oraz zawilgoceniem.

Pomieszczenie magazynowe do przechowywania wyrobów opakowanych powinno być suche i zabezpieczone przed zawilgoceniem.

3. Wymagania dotyczące sprzętu

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST „Wymagania ogólne”

Prace można wykonywać przy pomocy wszelkiego sprzętu zaakceptowanego przez Inspektora nadzoru. Sprzęt i maszyny zalecane do lub niezbędne do wykonywania robót budowlanych muszą być na odpowiedzialność Wykonawcy sprawne technicznie, nie powodujące zagrożenia dla zdrowia lub życia obsługujących. Wykonawca ponosi całkowitą odpowiedzialność za następstwa wywołane używaniem niesprawnego sprzętu lub urządzeń w czasie prowadzenia robót.

Spawanie powinno odbywać się przy użyciu spawarek o parametrach wymaganych dla grubości materiałów użytych na poszczególne elementy obudowy, dla łączenia elementów miedzianych należy stosować spawanie gazowe lub łukowe w osłonie gazowej.

4. Wymagania dotyczące transportu

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST „Wymagania ogólne”

4.2. Szczegółowe wymagania dotyczące transportu

Podczas transportu materiałów na obiekt należy zachować ostrożność aby nie uszkodzić materiałów do montażu. Minimalne temperatury dopuszczające wykonywanie transportu wynoszą dla bębnow: - 15°C i - 5°C dla krążków, ze względu na możliwość uszkodzenia izolacji.

Należy stosować dodatkowe opakowania w przypadku możliwości uszkodzeń transportowych.

Duże rozdzielnice należy przygotować do transportu dzieląc na elementy o wadze umożliwiającej łatwe dostarczenie na miejsce zabudowywania.

5. Wymagania dotyczące wykonania robót

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST „Wymagania ogólne”

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, wymaganiami SST oraz poleceniami inspektora nadzoru.

5.2. Szczegółowe zasady wykonania robót

5.2.1. Montaż przewodów instalacji elektrycznych

Zakres robót obejmuje:

- przemieszczenie w strefie montażowej,

- złożenie na miejscu montażu wg projektu,
- wyznaczenie miejsca zainstalowania, trasowanie linii przebiegu instalacji i miejsc montażu osprzętu,
- roboty przygotowawcze o charakterze ogólnobudowlanym jak: kucie bruzd w podłożu, przekucia ścian i stropów, osadzenie przepustów, zdejmowanie przykryć kanałów instalacyjnych, wykonanie ślepych otworów poprzez podkucie we wnęce albo kucie ręczne lub mechaniczne, wiercenie mechaniczne otworów w sufitach, ścianach lub podłożach,
- osadzenie kołków osadczych plastikowych oraz dybli, śrub kotwiących lub wsporników, konsoli, wieszaków wraz z zabetonowaniem,
- montaż na gotowym podłożu elementów osprzętu instalacyjnego do montażu kabli i przewodów,
- łuki z rur sztywnych należy wykonywać przy użyciu gotowych kolanek lub przez wyginanie rur w trakcie ich układania. Przy kształtowaniu łuku spłaszczenie rury nie może być większe niż 15% wewnętrznej średnicy rury. Najmniejsze dopuszczalne promienie łuku podane są w tablicy poniżej:

Średnica znamionowa rury (mm)	18	21	22	28	37	47
Promień łuku (mm)	190	190	250	250	350	450

- łączenie rur należy wykonać za pomocą przewidzianych do tego celu złączek (lub przez kielichowanie),
- puszki powinny być osadzone na takiej głębokości, aby ich górna (zewnątrzna) krawędź po otynkowaniu ściany była zrównana (zlicowana) z tynkiem,
- przed zainstalowaniem należy w puszcze wyciąć wymaganą liczbę otworów dostosowanych do średnicy wprowadzanych rur,
- koniec rury powinien wchodzić do środka puszki na głębokość do 5 mm,
- wciąganie do rur instalacyjnych i kanałów zakrytych drutu stalowego o średnicy 1,0 do 1,2 mm dla ułatwienia wciągania kabli i przewodów wg dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej (szczegółowej) SST, układanie (montaż) kabli i przewodów zgodne z ich wyszczególnieniem i charakterystyką podaną w dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej (szczegółowej) SST. W przypadku łatwości wciągania kabli i przewodów, wciąganie drutu prowadzącego, stalowego nie jest konieczne. Przewody muszą być ułożone swobodnie i nie mogą być narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia,
- oznakowanie zgodne z wytycznymi z dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej (szczegółowej) SST lub normami (np. PN-EN 60446:2004 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami albo cyframi, w przypadku braku takich wytycznych, lub normami równoważnymi),
- roboty o charakterze ogólnobudowlanym po montażu kabli i przewodów jak: zaprawianie bruzd, naprawa ścian i stropów po przekuciach i osadzeniu przepustów, montaż przykryć kanałów instalacyjnych,
- przeprowadzenie prób i badań zgodnie z PN-IEC 60364-6-61:2000 oraz PN-IEC 60470:1998/Az1:2000 lub zgodnie z normami równoważnymi.

5.2.2. Montaż opraw oświetleniowych i sprzętu instalacyjnego, urządzeń i

odbiorników energii elektrycznej

- Te elementy instalacji montować w końcowej fazie robót, aby uniknąć niepotrzebnych zniszczeń i zabrudzeń.
- Oprawy do stropu montować wkrętami zabezpieczonymi antykorozyjnie na kołkach rozporowych plastikowych. Ta sama uwaga dotyczy sprzętu instalacyjnego, urządzeń i odbiorników energii elektrycznej montowanego na ścianach.
- Przed zamocowaniem opraw należy sprawdzić ich działanie oraz prawidłowość połączeń. Źródła światła i zapłoniki do opraw należy zamontować po całkowitym zainstalowaniu opraw.
- Należy zapewnić równomierne obciążenie faz linii zasilających przez odpowiednie przyłączanie odbiorów 1-fazowych.
- Mocowanie puszek w ścianach i gniazd wtykowych w puszkach powinno zapewniać niezbędną wytrzymałość na wyciąganie wtyczki i gniazda.
- Gniazda wtykowe i wyłączniki należy instalować w sposób nie kolidujący z wyposażeniem pomieszczenia.
- W sanitariatach należy przestrzegać zasady poprawnego rozmieszczania sprzętu z uwzględnieniem przestrzeni ochronnych.
- Położenie wyłączników klawiszowych należy przyjmować takie, aby w całym pomieszczeniu było jednakowe.
- Gniazda wtykowe ze stykiem ochronnym należy instalować w takim położeniu, aby styk ten występował u góry.
- Przewody do gniazd wtykowych 2-biegunowych należy podłączać w taki sposób, aby przewód fazowy dochodził do lewego bieguna, a przewód neutralny do prawego bieguna.
- Przewód ochronny będący żyłą przewodu wielożyłowego powinien mieć izolację będącą kombinacją barwy zielonej i żółtej.
- Typy opraw, trasy przewodów oraz sposób ich prowadzenia wykonać zgodnie z planami instalacji i schematami.

5.2.3. Instalacja połączeń wyrównawczych

Dla uziemienia urządzeń i przewodów, na których nie występuje trwale potencjał elektryczny, należy wykonać instalacje 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.

- Połączenia wyrównawcze główne i miejscowe należy wybrać łącząc przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji.
- Połączenia wyrównawcze główne należy wykonać na najniższej kondygnacji budynku tj. na parterze.
- Do głównej szyny uziemiającej podłączyć rury ciepłej i zimnej wody, centralnego ogrzewania itp., sprowadzając je do wspólnego punktu - głównej szyny uziemiającej. W przypadku niemożności dokonania połączenia bezpośredniego, pomiędzy elementami metalowymi, należy stosować iskierniki.
- Dla instalacji połączeń wyrównawczych w rozdzielnicach zasilających zewnętrzne obwody oświetleniowe należy stosować odgromniki zaworowe pomiędzy przewodami fazowymi a uziemieniem instalacji piorunochronnej.

5.2.4. 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, lokalizacja (rodzaj pomieszczenia) typ rozdzielnic, dane dotyczące sieci zasilającej, miejsce zasilania i odpływów oraz przekroje kabli, specyfikacja wyposażenia. W oparciu o powyższe dane należy sporządzać jest schemat ideowy, który jest załącznikiem do dokumentacji.

Następnym etapem jest rozrysowanie widoku i wyposażenia rozdzielnic w celu uzgodnienia planu z inspektorem nadzoru lub technologiem. Przy nieskomplikowanych rozdzielnicach etap ten można pominąć.

Po skompletowaniu wszystkich potrzebnych wg specyfikacji elementów rozdzielnic należy dokonać mocowania i połączeń aparatów i urządzeń wg zaleceń producentów. Przy skomplikowanych układach wyposażenia należy sporządzić kartę technologiczną dla prefabrykacji, stanowi ona załącznik do protokołu zdawczego rozdzielnic. Prefabrykacja rozdzielnic elektrycznych powinna uwzględniać wszelkie wytyczne projektanta co do wymaganych cech obudowy, a w szczególności:

- stopień ochronności,
- wymiary zewnętrzne każdego elementu obudowy,
- typ rozdzielnic ze względu na sposób montażu: wolnostojąca, przyścienna, naścienna, wnękowa
- typ rozdzielnic ze względu na napięcie robocze: średniego napięcia, niskiego napięcia, słaboprądowa,
- sposób zasilania i odpływu: „od góry” lub „od dołu”,
- typ przyłączenia do instalacji: płyty przepustowe, dławice, zaciski, przyłączenie bezpośrednie,
- sposób mocowania wyposażenia w obudowie: płyty montażowe i osłonowe, elementy dystansowe, szyny nośne zunifikowane lub zaprojektowane,
- rodzaj materiału i kolor elementów obudowy,
- sposób zabezpieczenia przed dostępem osób nieuprawnionych,
- kompletność montażu wyposażenia dodatkowego,
- kompletność i prawidłowość opisów oraz znaków wytypowanych dla danej rozdzielnic; znaki znajdujące się wewnątrz i na zewnątrz rozdzielnic,
- oznakowanie aparatury i okablowania w rozdzielnic winno być wykonane w sposób czytelny najlepiej przy pomocy drukarki i nie powinno zakrywać danych technicznych aparatów i osprzętu,
- w każdej rozdzielnic (najlepiej w drzwiczkach) powinna znajdować się kieszeń przeznaczona na rysunek schematu rozdzielnic.

Ze względu na funkcje jaką spełniają, można wyróżnić rozdzielnice i sterownice. Oba typy tablic mogą być wykonane jako: główne, podrozdzielnice i rozdzielnice (sterownice) odbiorcze np. obwodowe, piętrowe lub wydzielone dla konkretnych instalacji.

Ze względu na sposób montażu rozróżnia się następujące typy:

- wolnostojące,
- przyścienne,
- wiszące (naścienne),
- wnękowe.

Rozdzielnica (sterownica) musi spełniać wymogi PN-EN 60439-1:2003 (zgodnej z międzynarodową IEC-439-1) lub normy równoważnej. Wymagane jest świadectwo badań dla prefabrykowanej rozdzielnic lub sterownicy.

Rozdzielnica (sterownica) przeznaczona do zainstalowania na terenach budów musi spełniać wymogi norm PN-EN 60439-4:2004 oraz PN-EN 60439-4:2005(U) lub norm równoważnych.

Rozdzielnica (sterownica) przeznaczona do zainstalowania w miejscach ogólnodostępnych

musi spełniać wymogi normy PN-EN 60439-5:2002 lub normy równoważnej.

Rozdzielnica (sterownica) powinna być wyposażona w maskownicę z tworzywa sztucznego, chroniącą przed skutkami napięcia dotykowego, jeśli występuje możliwość kontaktu bezpośredniego z elementami pod napięciem. Wszystkie konstrukcje przyściennie rozdzielnic (sterownic) powinny zapewniać dostęp do kompletu elementów wykonawczych od frontu.

Przy konstruowaniu rozdzielnic (sterownic) należy przewidzieć rozwiązanie pozwalające na ewentualną rozbudowę układu, bez konieczności zmiany systemu rozdzielnic (w przypadku, kiedy pozostawiona np. dwudziestoprocentowa rezerwa miejsca okaże się niewystarczająca). Sposób rozmieszczenia montowanego wewnątrz wyposażenia powinien uwzględniać zasadę jednorodności w ramach wydzielonego segmentu rozdzielnic oraz równomierności rozkładu w ramach dysponowanej powierzchni.

Rozdzielnice (sterownice) montowane poza pomieszczeniami ruchu elektrycznego powinny być wykonane minimum w II klasie ochronności. W pomieszczeniach rozdzielnic SN, NN i rozdzielnic piętrowych należy przewidzieć dywaniki izolacyjne, stanowiące standardowe ich wyposażenie. Na drzwiach rozdzielnic (sterownic) winien znajdować się szyld z nazwą rozdzielnic zgodną z nazwą rozdzielnic ze schematu głównego zasilania budynku. Szyld winien być przymocowany w sposób trwały.

5.2.5. Montaż rozdzielnic elektrycznych

Zakres robót obejmuje:

- przemieszczenie w strefie montażowej,
- rozpakowanie,
- ustawienie na miejscu montażu wg projektu,
- wyznaczenie miejsca zainstalowania,
- trasowanie,
- wykonanie ślepych otworów poprzez podkucie we wnęcie albo kucie ręczne lub mechaniczne, wiercenie mechaniczne otworów w sufitach, ścianach lub podłogach,
- osadzenie kołków osadczych plastikowych oraz dybli, śrub kotwiących lub wsporników wraz z zabetonowaniem,
- montaż wraz z regulacją mechaniczną elementów odmontowanych na czas mocowania (drzwiczki, klamki, zamki, pokrywy),
- podłączenie uziemienia,
- sprawdzenie prawidłowości usytuowania w pomieszczeniu, w szczególności zachowania minimalnych szerokości przejść i dróg ewakuacyjnych,
- sprawdzenie prawidłowości działania po zamontowaniu,
- przeprowadzenie prób i badań.

Przy podłączaniu rozdzielnic do instalacji elektrycznej należy pamiętać aby wszystkie kable odpływowe wyposażać w szyldy z adresami, warunek ten jest szczególnie ważny przy dużej ilości kabli odpływowych.

5.2.6. Montaż instalacji piorunochronnej i uziemień

Zakres robót obejmuje:

- przemieszczenie w strefie montażowej,
- złożenie na miejscu montażu wg projektu,
- wyznaczenie miejsca zainstalowania, trasowanie linii przebiegu instalacji i miejsc montażu osprzętu,
- roboty przygotowawcze o charakterze ogólnobudowlanym jak: wykopy liniowe lub jamiste wraz z zasypaniem, wyprawki pokrycia dachu, kucie bruzd w podłożu,

przekucia ścian i stropów, osadzenie przepustów, zdejmowanie przykryć kanałów instalacyjnych, wykonanie ślepych otworów poprzez podkucie we wnęce albo kucie ręczne lub mechaniczne, wiercenie mechaniczne otworów w ścianach, podłogach, lub sufitach

- osadzenie kołków plastikowych oraz dybli, śrub kotwiących lub wsporników, zacisków, złączek wraz z zabetonowaniem,
- montaż na gotowym podłożu elementów osprzętu instalacyjnego do montażu instalacji odgromowej,
- oznakowanie zgodne z wytycznymi z dokumentacji projektowej i specyfikacji technicznej (szczegółowej) SST
- roboty o charakterze ogólnobudowlanym po montażu instalacji piorunochronnej i uziemień jak: zasypanie wykopów, zaprawianie bruzd, naprawa ścian i stropów po przekuciach i osadzeniu przepustów, montaż przykryć kanałów instalacyjnych,
- przeprowadzenie prób i badań zgodnie z PN-IEC 60364-6-61 oraz PN-E-04700:1998/ Az1:2000 lub zgodnie z normami równoważnymi.

5.2.7. Układanie kabli

Przy układaniu kabli w ziemi zakres robót obejmuje:

- geodezyjne wyznaczenie trasy linii kablowej,
- wykonanie robót ziemnych, w tym staranne ubijanie warstwami przy zasypywaniu dołów oraz wymianę gruntu w przypadku nieodpowiedniego składu gruntu rodzimego,
- nasypianie warstwy piasku na dno rowu kablowego,
- układanie kabli w rowach i wykopach,
- układanie kabli w rurach i blokach, ułożonych w ziemi,
- ułożenie folii oznaczeniowej,
- zasypanie rowów i wykopów kablowych z rozplantowaniem lub wywiezieniem nadmiaru ziemi.

Uwagi dodatkowe:

Wytyczanie trasy linii kablowej powinien dokonywać uprawniony geodeta na podstawie projektu technicznego linii oraz map geodezyjnych. Przebieg trasy wyznaczają wbijane w grunt paliki drewniane lub pręty metalowe. Należy jednocześnie prowadzić trasę kablową w taki sposób, aby zachować odpowiednie odległości od innych elementów znajdujących się w ziemi, w okolicy trasy np. minimum 50 cm od fundamentów budynków i granicy pasa jezdni, 150 cm od rosnących drzew, itp.

W przypadku prac ziemnych, należy zwrócić szczególną uwagę aby nie uszkodzić istniejącego uzbrojenia. W tym celu, przy zachowaniu dużej ostrożności, należy dokonać przekopów próbnych na głębokość większą od projektowanego dna wykopu i o długości około 2 m przez linię trasy kablowej, prostopadłe do jej osi.

Szerokość rowu kablowego zależy od liczby i rodzaju kabli układanych równolegle, jednak nie powinna być mniejsza od: 30 cm dla głębokości do 60 cm i 40 (50) cm w pozostałych przypadkach.

Głębokość minimalna układania, mierzona w osi kabla, zależy od rodzaju, przeznaczenia oraz napięcia znamionowego kabla (ze względu na warstwę podsypki piaskowej oraz średnicę kabla wykop jest kilkanaście centymetrów głębszy):

- 50 cm dla kabli układanych pod chodnikami i przeznaczonymi do zasilania oświetlenia, związanego z ruchem drogowym,
- 70 cm dla pozostałych rodzajów i przeznaczeń kabli o napięciu do 1 kV,

- 80 cm dla kabli o napięciu do 15 kV, układanych poza terenami rolniczymi,
- 90 cm dla kabli o napięciu do 15 kV, układanych na terenach rolniczych,
- 100 cm dla kabli o napięciu powyżej 15 kV.

Ręczne wykopy należy wykonywać z zachowaniem zasad bezpieczeństwa.

Linie kablowe pod drogami i ulicami należy prowadzić w osłonach otaczających (rury ochronne lub bloki kablowe), układanych w wykopach. W niektórych przypadkach można dokonać ułożenia osłon stosując technologię podkopów i przecisków. Podkopy wykonuje się specjalnymi łopatami, które posiadają zmniejszoną powierzchnię roboczą oraz wydłużone trzonki, w celu ułatwienia kopania. Przeciski wykonuje się specjalnie do tego celu przystosowanymi urządzeniami.

Układanie kabli w rowach i wykopach:

Kabel należy ułożyć na dnie wykopu na podsypce piaskowej grubości min. 10 cm - dopuszcza się pominięcie podsypki dla gruntów piaszczystych. Linia układanego kabla powinna być falista, aby ilość ułożonego kabla była większa o 1-3% od długości wykopu. Zasadą jest układanie w jednym rowie kabli na jednym poziomie, przy czym odległość minimalna od kabli sąsiednich zależy od napięcia znamionowego i wynosi: 10 cm dla kabla do 1 kV i 25 cm dla kabla powyżej 1 kV. Dla ułatwienia lub umożliwienia robót naprawczych należy przewidzieć układanie kabli z zapasem, przy każdym elemencie, gdzie następuje połączenie lub podłączenie kabla (mufy, złącza kablowego, stacji transformatorowej itp.). Stosuje się dwa sposoby układania kabli:

- ręczny:
 - przenoszenie lub przesuwanie kabla w rękach,
 - przesuwanie kabla na rolkach
- mechaniczny:
 - przemieszczanie kabla, znajdującego się na bębnie, wożonym przez pojazd (traktor z przyczepą lub skrzyniowy samochód ciężarowy o napędzie terenowym, stojaki do bębnow),
 - przy pomocy rolek napędzanych (skrzyniowy samochód ciężarowy, wyposażony wciągarkę i żurawik, zespół rolek i zasilanie ich napędów poprzez agregat prądotwórczy lub zestaw kabli przenośnych, stojaki do bębnow),
 - przy pomocyciągarki (tzw. uciąg czołowy) - podobny zestaw jak dla układania przy pomocy rolek napędzanych, dodatkowo komplet uchwytów na żyły i pończoch stalowych. W celu uniknięcia uszkodzeń kabla wciągarka musi być wyposażona w ogranicznik siły ciągnięcia, jej wartość dopuszczalną wyznacza się w zależności od całkowitego przekroju kabla.

Przy zasypaniu wymagana jest wymiana gruntu wykopu na piasek i wywóz nadmiaru ziemi z wykopu. Ułożenie folii oznaczeniowej o grubości powyżej 0,5 mm i o szerokości powyżej 20 cm, przykrywającej przysypany warstwą piasku kabel. Kolory folii używanych do oznaczeń wskazują napięcie znamionowe kabla: niebieska do 1 kV i czerwona powyżej 1 kV.

Układanie kabli w rurach i blokach umieszczonych w ziemi:

Kable układane w miejscach, gdzie są szczególnie narażone na uszkodzenia, chroni się poprzez osłony kablowe z rur kanalizacyjnych kamionkowych, PCV sztywnych lub giętkich, stalowych oraz jedno- lub wielootworowych blokach betonowych. Instalacje osłonowe dłuższe niż 60 m lub posiadające rozgałęzienia i zmiany kierunku prowadzenia linii kablowej wyposaża się w studnie kablowe. Studnie żelbetowe są najpopularniejsze i posiadają

wymiary minimalne 800x800 mm, powinny posiadać odwodnienie (kanalik) i zamykany właz lub przykrycie z płyty betonowej lub żelbetowej, a także odpowietrznik dla umożliwienia odpływu ewentualnych gazów jakie mogą się zebrać w studzience. Średnica otworu osłony kabla powinna mieć co najmniej 1,5 średnicy kabla, jednak nie mniej niż 50 mm. Zasadą jest prowadzenie jednego kabla w danym otworze, jednak dopuszcza się odstępstwa od tej zasady w przypadku zestawu kabli jednożyłowych tworzących wiązkę wielofazową zestawu kabli sygnalizacyjnych podłączonych do jednego urządzenia, zestawu kabli energetycznych i sygnalizacyjnych podłączonych do jednego urządzenia. Po wprowadzeniu kabla (lub kabli) do osłony należy oba końce uszczelnić, szczególnie kiedy następuje przejście pomiędzy odrębnymi strefami wydzielenia pożarowego (stosuje się wtedy przepusty ogniowe lub specjalne materiały izolujące, w zależności od wymaganego stopnia ochrony pożarowej). Wciąganie kabli do rur można wykonywać przy budowie nowych linii, niekiedy występuje konieczność wykonania osłon kablowych na ułożonych wcześniej kablach lub ich odcinkach - wtedy stosuje się technologię z zastosowaniem rur osłonowych dwudzielnych.

Układanie kabli w budynkach

Wszelkie typy kabli z wyjątkiem, posiadających osłonę ochronną włóknistą układa się bezpośrednio na ścianach lub sufitach, na konstrukcjach wsporczych osadzonych w elementach konstrukcyjnych budynku oraz kanałach - niektóre sposoby układania omówiono w pozycjach poprzednich.

Szczególną uwagę należy zwrócić przy przejściach kabli przez ściany i stropy z zastosowaniem przepustów kablowych. Rura lub specjalny przepust powinny być zabetonowane lub wmurowane w otwór, oba końce uszczelnione materiałem niepalnym na długości 8 cm dla stropów i 10 cm dla ścian. Dodatkowe zabezpieczenia wykonuje się w przypadkach szczególnych np. izolacja od żrących oparów lub p-pożarowa przy przejściu pomiędzy wydzielonymi strefami ochrony pożarowej i wewnątrz stref. Dla pomieszczeń zagrożonych pożarem lub wybuchem przepusty powinny być oddzielne dla każdego kabla, również jednożyłowego. Skrzyżowania kabli należy wykonać w taki sposób, aby minimalne odległości pomiędzy kablami wynosiły: 5 cm dla kabli na napięcie do 1 kV i 15 cm dla kabli na napięcie powyżej 1 kV. Odległości minimalne od rurociągów podaje N SEP-E-004 i wynoszą od 20 do 150 cm, dopuszcza się stosowanie innej normy równoważnej. Jeśli nie można spełnić warunków minimalnej odległości, podanych w normach, należy bezwzględnie prowadzić kable w rurach ochronnych.

5.2.8. Montaż osprzętu kablowego i oznaczanie linii kablowych

Montaż muf i głowic kablowych,

Uwagi dodatkowe:

- Montaż osprzętu kablowego powinni wykonywać pracownicy dodatkowo przeszkoleni przez producenta lub organ uprawniony.
- Stosowany osprzęt powinien być nowy,
- Osprzęt powinien być montowany w miejscu docelowego ułożenia lub jeśli to jest niemożliwe w najbliższym sąsiedztwie np. obok rowu kablowego. Nie wolno wykonywać połączenia głowic kablowych na poziomie terenu, a następnie umieszczać je na wymaganej wysokości, na słupie.
- Nie wolno stosować muf w miejscach zagrożonych wybuchem, natomiast w miejscach ogólnodostępnych powinny znajdować się w studzienkach kablowych.
- Przy montażu zestawu muf na kablach jednożyłowych, tworzących wiązkę, należy kolejne mufy montować z przesunięciem odpowiadającym długości mufy + min. 1 m.

Oznaczanie linii kablowych.**Uwagi dodatkowe:**

- Oznaczniki kabli stosuje się w celu umożliwienia identyfikacji ułożonych i będących pod napięciem kabli. Rozmieszczenie oznaczników powinno ułatwiać prace pracownikom dokonującym rozpoznania i dlatego należy oznaczniki montować: na końcach i łukach kabla, w sąsiedztwie osprzętu (mufy i głowice) oraz w miejscach charakterystycznych takich jak, skrzyżowania, przepusty, zbliżenia, a także w prostych odcinkach linii kablowej ułożonej w ziemi co 10 m, natomiast w kanałach, tunelach i pomostach co 20 m.
- Prawidłowe oznaczenia kabla powinny zawierać następujące dane:
 - użytkownika, symbol i numer ewidencyjny linii kablowej,
 - rok ułożenia kabla,
 - symbol typu i przekrój kabla wg odpowiedniej normy,
 - znak fazy (przy kablach jednożyłowych),

6 Kontrola jakości robót**6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST „Wymagania ogólne”

Szczegółowy wykaz oraz zakres pomontażowych badań kabli i przewodów zawarty jest w PN-IEC 60364-6-61:2000 i PN-E-04700:1998/Az1:2000 dopuszcza się inny zakres badań pomontażowych według norm równoważnych.

Szczegółowy wykaz oraz zakres badań pomontażowych i kontrolnych instalacji piorunochronnych i uziemień zawarty jest w normach PN-IEC 61024-1-2:2002, PN-IEC 60364-6-61:2000 i PN-E-04700:1998/Az1:2000 dopuszcza się inny zakres badań pomontażowych według norm równoważnych.

Szczegółowy wykaz oraz zakres pomontażowych badań rozdzielnic zawarty jest w PN-EN 60439-1:2003 i PN-E-04700:1998/Az1:2000 dopuszcza się inny zakres badań pomontażowych według norm równoważnych.

6.2. Szczegółowe zasady kontroli jakości robót

Szczegółowe zasady kontroli jakości robót polegają na sprawdzeniu:

- zgodności dokumentacji powykonawczej z projektem i ze stanem faktycznym,
- zgodności połączeń z podanymi w dokumentacji powykonawczej,
- stanu kanałów i listew kablowych, kabli i przewodów, osprzętu instalacyjnego do kabli i przewodów, stanu i kompletności dokumentacji dotyczącej zastosowanych materiałów,
- sprawdzenie ciągłości wszelkich przewodów występujących w danej instalacji,
- poprawności wykonania i zabezpieczenia połączeń śrubowych instalacji elektrycznej potwierdzonych protokołem przez wykonawcę montażu,
- poprawności wykonania montażu sprzętu instalacyjnego, urządzeń i odbiorników energii elektrycznej,
- poprawności zamontowania i dokonanej kompletacji opraw oświetleniowych,
- pomiarach rezystancji izolacji,
- napisów informacyjno-ostrzegawczych,
- działania przyrządów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących (liczniki energii elektrycznej),
- działania sygnalizacji stanu położenia łączników,
- stanu i gotowości ruchowej aparatury i napędów łączników,
- stanu zewnętrznego głowic kablowych,

- stanu kanałów kablowych, kabli i konstrukcji wsporczych,
- stanu ochrony przeciwporażeniowej,
- stanu urządzeń wentylacyjnych - chłodzenie rozdzielnic,
- schematu stacji, rozdzielnic lub sterownic,
- stanu i kompletności dokumentacji eksploatacyjnej,
- sprawdzenie ciągłości przewodów fazowych, neutralnych i ochronnych,
- poprawności wykonania połączeń śrubowych instalacji elektrycznej potwierdzonych protokołem przez wykonawcę montażu.
- poprawności wykonania i zabezpieczenia połączeń śrubowych instalacji piorunochronnych i uziemień, potwierdzonych protokołem przez wykonawcę montażu,
- pomiarach rezystancji instalacji lub jej elementów, zgodnie z zasadami przeprowadzania badań.

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.

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

- pomiarach rezystancji izolacji,
- sprawdzeniach funkcjonalnych, ruchowych i nastawczych,
- zbadaniu przyrządów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących (analizatory sieci),
- zbadaniu wartości nastawczych wyłączników, przekaźników termicznych, przekaźników różnicowo prądowych, itp.

Rezystancja izolacji obwodów nie powinna być mniejsza niż 50 MQ. Rezystancja izolacji poszczególnych obwodów wraz z urządzeniami nie powinna być mniejsza niż 20 MQ. Pomiaru należy dokonać miernikiem rezystancji instalacji o napięciu 1 kV.

Po wykonaniu oględzin należy sporządzić protokoły z przeprowadzonych badań zgodnie z wymogami zawartymi w normie PN-IEC 60364-6-61:2000 lub w normie równoważnej.

6.3. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami i materiałami

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

Na pisemne wystąpienie Wykonawcy Inspektor nadzoru może uznać wadę za niemającą zasadniczego wpływu na jakość funkcjonowania instalacji i ustalić zakres i wielkość potrąceń za obniżoną jakość.

7. Wymagania dotyczące przedmiaru i obmiaru robót.

7.1. Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru robót

Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru podano w ST „Wymagania ogólne”

7.2. Szczegółowe zasady przedmiaru i obmiaru robót

Obmiaru robót dokonuje się z natury (wykonanej roboty) przyjmując jednostki miary odpowiadające zawartym w dokumentacji i tak:

- dla osprzętu montażowego dla kabli i przewodów: szt., kpl., m,
- dla kabli i przewodów: m,
- dla sprzętu łącznikowego: szt., kpl.,
- dla opraw oświetleniowych: szt., kpl.,

- dla urządzeń i odbiorników energii elektrycznej: szt., kpl.
- dla rozdzielnic: szt., kpl.,
- dla osprzętu montażowego w rozdzielnicach: szt., kpl., m,
- dla aparatów montażowych w rozdzielnicach: szt., kpl.,
- dla osprzętu montażowego dla instalacji piorunochronnej i uziomów: szt., kpl., m,
- dla zwodów i uziomów: m,
- dla elementów instalacji piorunochronnej i uziomów: szt., kpl.,
- dla konstrukcji wsporczych: szt., kpl., kg, t,
- dla osprzętu linii: szt., kpl.,
- dla robót ziemnych: m lub m³.

8. Wymagania dotyczące odbioru robót.

8.1. Ogólne zasady odbioru robót.

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST „Wymagania ogólne”

8.2. Szczegółowe zasady odbioru robót.

8.2.1. Odbiór międzyoperacyjny.

Odbiór międzyoperacyjny przeprowadzany jest po zakończeniu danego etapu robót mających wpływ na wykonanie dalszych prac, a także robót zanikających oraz elementów urządzeń, które ulegają zakryciu

Odbiorowi takiemu mogą podlegać m.in.:

- przygotowanie podłoża do montażu kabli i przewodów, łączników, gniazd, opraw oświetleniowych, urządzeń i odbiorników energii elektrycznej oraz innego osprzętu,
- instalacja, której pełne wykonanie uwarunkowane jest wykonaniem robót przez inne branże lub odwrotnie, gdy prace innych branż wymagają zakończenia robót instalacji elektrycznej np. zasilanie pomp.
- wykonanie i montaż konstrukcji,
- ustawienie na stanowiskach aparatów, urządzeń, dławików, baterii kondensatorów z przynależną do stosowania aparaturą
- ustawienie tablic sterowniczych i przełącznikowych w nastawni,
- ustawienie rozdzielnic,
- obwody zewnętrzne główne i pomocnicze,
- instalacje oświetleniowe, grzejne, telefoniczne i inne.
- przygotowanie podłoża do montażu instalacji piorunochronnej i uziomów,
- kanały kablowe, bloki, rury osłonowe,
- montaż koryt, drabinek, wsporników,
- wykonanie wydzielonych instalacji wtynkowych i podtynkowych,
- sieci uziemiającej, kablowej i odwadniającej układanej bezpośrednio w ziemi,
- fundamentów, uziomów fundamentowych i przepustów umieszczonych w fundamentach,
- prawidłowość montażu oraz zgodność z obowiązującymi przepisami i projektem: wydzielonych pętli lub elementów instalacji piorunochronnej i uziomów.
- wykonanie wykopów, jakość i prawidłowość wykonania fundamentów.
- podsypki i zasypki,

8.2.2. Odbiór częściowy

Należy przeprowadzić badanie pomontażowe częściowe robót, po całkowitym ukończeniu prac danego etapu robót.

Podczas odbioru należy sprawdzić prawidłowość montażu oraz zgodność z obowiązującymi przepisami i projektem, Zakres badań obejmuje sprawdzenie:

- dla napięć do 1 kV pomiar rezystancji izolacji instalacji,
- izolacji torów głównych,
- izolacji torów pomocniczych,
- działania funkcjonalnego obwodów pomocniczych,
- działania mechanicznego łączników, blokad itp.,
- instalacji ochronnej.

Parametry badań oraz sposób przeprowadzenia badań są określone w normach PN-IEC 60364-6-61:2000 i PN-E-04700:1998/Az1:2000 lub normach równoważnych. Wyniki badań trzeba zamieścić w protokole odbioru końcowego.

8.2.3. Odbiór końcowy (ostateczny)

Odbiór dotyczy odbioru całego zakresu robót i dotyczy analogicznego zakresu jak odbiór częściowy ale w odniesieniu do całości robót. Ponadto sprawdzeniu podlega kompletność dokumentacji powykonawczej, oraz protokoły z badań i odbiorów międzyoperacyjnych i częściowych.

Badania rozdzielnic

Badania napięciem probierczym rozdzielnic wykonuje się tylko jeden raz. Jeżeli producent dostarczył protokół z tych badań, rozdzielnice SN sprawdza się napięciem obniżonym do 75% napięcia probierczego, a rozdzielnice o napięciu do 1 kV - induktem, sprawdzając tylko rezystancję izolacji.

Badania działania obwodów pomocniczych rozdzielnic polegają na sprawdzeniu prawidłowości działania układów zabezpieczeń, sterowania, sygnalizacji, blokad, automatyki i samoczynnego załączania rezerwy. Badania należy przeprowadzić według programu, który powinien być częścią dokumentacji eksploatacyjnej.

Badania działania mechanicznego łączników, blokad itp. wykonuje się na napędach łączników oraz związanych z nimi blokadach mechanicznych. Należy wykonać 5 normalnych cykli roboczych (zamknięcie - otwarcie) każdego łącznika.

W rozdzielnicach dwuczłonowych należy wykonać 5 cykli przestawień każdego członu ruchomego - od stanu pracy do stanu spoczynku (próby) i od stanu spoczynku (próby) do stanu pracy.

Łączniki sterujące wyposażeniem członu należy zamykać i otwierać w stanie pracy i w stanie próby. W trakcie próby trzeba także sprawdzić prawidłowe działanie blokad tego członu.

Badania należy przeprowadzić według instrukcji rozdzielnicy. Wyniki badań trzeba zamieścić w protokole odbioru końcowego.

9. Podstawa rozliczenia robót

9.1. Ogólne zasady dotyczące podstawy rozliczenia robót i płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy rozliczenia robót podano w ST „Wymagania ogólne”

9.2. Szczegółowe zasady rozliczenia robót i płatności

Rozliczenie robót montażowych instalacji elektrycznych może być dokonane etapami określonymi w umowie, po dokonaniu odbiorów częściowych robót.

Ostateczne rozliczenie umowy pomiędzy zamawiającym a wykonawcą następuje po dokonaniu odbioru pogwarancyjnego.

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. Ceny jednostkowe wykonania, robót instalacji elektrycznych uwzględniają:

- przygotowanie stanowiska roboczego,
- wytyczenie tras kablowych
- dostarczenie do stanowiska roboczego materiałów, narzędzi i sprzętu,
- obsługę sprzętu nie posiadającego etatowej obsługi,
- ustawienie i przestawienie drabin oraz lekkich rusztowań przestawnych umożliwiających wykonanie robót na wysokości,
- 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,
- inwentaryzację powykonawczą
- likwidację stanowiska roboczego.

10. DOKUMENTY ODNIESIENIA

Przytoczone poniżej normy i aprobaty techniczne zastąpić można innymi normami lub aprobatami pod warunkiem zapewnienia cech równoważności tych dokumentów w odniesieniu do ich przedmiotu i zakresu oraz wymagań stawianych parametrom technicznym, jakościowym i użytkowym opisywanych robót budowlanych i asortymentów. W przypadku zastąpienia normy jej nowszą wersją lub inną normą należy stosować dokument aktualnie obowiązujący.

10.1. Normy

- PN-IEC 60364-1:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe.
- PN-IEC 60364-4-41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
- PN-IEC 60364-4-42:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego.
- PN-IEC 60364-4-43:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym.
- PN-IEC 60364-4-46:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie.
- PN-IEC 60364-4-47:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
- PN-IEC 60364-5-51:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
- PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.
- PN-IEC 60364-5-54:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.

- PN-IEC 60364-5-559:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Inne wyposażenie. Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe.
- PN-IEC 60364-5-56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.
- PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.
- PN-IEC 60364-7-701:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub/i basen natryskowy.
- PN-IEC 60364-7-704:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje na terenie budowy i rozbiórki.
- PN-IEC 60898:2000 Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych.
- PN-EN 50146:2002 (U) Wyposażenie do mocowania kabli w instalacji elektrycznych.
- PN-EN 60445:2002 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne zacisków urządzeń i zakończeń 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 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).
- PN-EN 60664-1:2003 (U) Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Część 1: Zasady, wymagania i badania.
- PN-EN 60670-1:2005 (U) Puszki i obudowy do sprzętu elektroinstalacyjnego do użytku domowego i podobnego. Część 1: Wymagania ogólne
- PN-EN 60799:2004 Sprzęt elektroinstalacyjny. Przewody przyłączeniowe i przewody pośredniczące.
- PN-EN 60898-1:2003 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych. Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego.
- PN-EN 60898-1:2003/A1:2005 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych. Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego (Zmiana A1).
- PN-EN 60898-1:2003/AC:2005 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki do zabezpieczeń przetężeniowych instalacji domowych i podobnych. Część 1: Wyłączniki do obwodów prądu przemiennego.
- PN-EN 61008-1:2005 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki różnicowoprądowe bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego (RCCB). Część 1: Postanowienia ogólne.
- PN-EN 61009-1:2005 (U) Sprzęt elektroinstalacyjny. Wyłączniki różnicowoprądowe z wbudowanym zabezpieczeniem nadprądowym do użytku domowego i podobnego (RCBO). Część 1: Postanowienia ogólne.
- PN-E-04700:1998 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach

- elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych (Zmiana Az1).
- PN-E-93207:1998 Sprzęt elektroinstalacyjny. Odgałęźniki instalacyjne i płytki odgałęźne na napięcie do 750 V do przewodów o przekrojach do 50 mm². Wymagania i badania.
 - PN-E-93207:1998/Az1:1999 Sprzęt elektroinstalacyjny. Odgałęźniki instalacyjne i płytki odgałęźne na napięcie do 750 V do przewodów o przekrojach do 50 mm². Wymagania i badania (Zmiana Az1).
 - PN-90/E-05029 Kod do oznaczania barw.
 - PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu
 - PN-EN 60439-2:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 2: Wymagania dotyczące przewodów szynowych
 - PN-EN 60439-3:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 3: Wymagania dotyczące niskonapięciowych rozdzielnic i sterownic przeznaczonych do instalowania w miejscach dostępnych do użytkowania przez osoby niewykwalifikowane. Rozdzielnice tablicowe
 - PN-EN 60439-4:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
 - PN-EN 60439-4:2005(U) Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
 - PN-EN 60439-5:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 5: Wymagania szczegółowe dotyczące zestawów napowietrznych przeznaczonych do instalowania w miejscach ogólnie dostępnych. Kablowe rozdzielnice szafowe (CDCs) do rozdziału energii w sieciach
 - PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
 - PN-EN 50298:2004 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne
 - PN-EN 50300:2005(U) Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ogólne wymagania dotyczące niskonapięciowych rozdzielnic tablicowych przeznaczonych do elektroenergetycznych stacji rozdzielczych
 - 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-EN 50164-1:2002 (U) Elementy urządzenia piorunochronnego (LPS). Część 1. Wymagania stawiane elementom połączeniowym.
 - PN-EN 50164-2:2003 (U) Elementy urządzenia piorunochronnego (LPS). Część 2. Wymagania dotyczące przewodów i uziomów.
 - PN-IEC 60364-4-442:1999 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 wysokiego napięcia.

- PN-IEC 60364-5-548:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i połączenia wyrównawcze instalacji informatycznych
- PN-IEC 60364-7-706:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Przestrzenie ograniczone powierzchniami przewodzącymi.
- PN-IEC 60364-7-707:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych.
- PN-IEC-61024-1:2001 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.
- PN-IEC-61024-1-1:2001 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.
- PN-IEC 61024-1:2001/ Ap1:2002 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.
- PN-IEC 61024-1-1:2001/Ap1:2002 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.
- PN-IEC-61024-1-2:2002 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1-2: Zasady ogólne. Przewodnik B. Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.
- PN-IEC-61312-1:2001 Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.
- PN-IEC/TS 61312-2:2003 Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Część 2. Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia.
- PN-IEC/TS 61312-3:2004 Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Część 3. Wymagania dotyczące urządzeń do ograniczania przepięć (SPD).
- PN-EN 61663-1:2002 (U) Ochrona odgromowa. Linie telekomunikacyjne. Część 1. Instalacje światłowodowe.
- PN-EN 61663-2:2002 (U) Ochrona odgromowa. Linie telekomunikacyjne. Część 2. Linie wykonywane przewodami metalowymi.
- PN-86/E-05003.01 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
- PN-89/E-05003.03 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona.
- PN-92/E-05003.04 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona specjalna.
- PN-IEC 99-1:1993 Ograniczniki przepięć. Iskiernikowe zaworowe ograniczniki przepięć do sieci prądu przemiennego.
- PN-IEC 99-4:1993 Ograniczniki przepięć. Beziskiernikowe zaworowe ograniczniki przepięć z tlenków metali do sieci prądu przemiennego.
- PN-IEC 60050(604):1999 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki - Wytwarzanie, przesyłanie i rozdzielanie energii elektrycznej - Eksploatacja.
- PN-EN 62271-200:2005 (U) Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza - Część 200: Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcie znamionowe wyższe niż 1 kV do 52 kV włącznie.
- N SEP-E-0004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-90/E-06401.01 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Postanowienia ogólne.
- PN-90/E-06401.02 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do

kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Połączenia i zakończenia żył.

- PN-90/E-06401.03 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Mufy przelotowe na napięcie nie przekraczające 0,6/1 kV.
- PN-90/E-06401.04 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Mufy przelotowe na napięcie powyżej 0,6/1 kV.
- PN-90/E-06401.05 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Głowice wewnętrzne na napięcie powyżej 0,6/1 kV.
- PN-90/E-06401.06 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Głowice napowietrzne na napięcie powyżej 0,6/1 kV.
- PN-EN 62041:2005 (U) Transformatory mocy, jednostki zasilające, dławiki i podobne urządzenia. Wymagania EMC.
- PN-HD 605 S1:2002 (U) Kable elektroenergetyczne. Dodatkowe metody badań.
- PN-HD 605 S1:2002/A3:2003 (U) Kable elektroenergetyczne. Dodatkowe metody badań (Zmiana A3).
- PN-HD 621 S1:2003 (U) Kable elektroenergetyczne średniego napięcia o izolacji papierowej przesyczonej.

10.2. Ustawy

- 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).

10.3. Rozporządzenia

- 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 26.06.2002 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 późniejszymi zmianami).
- 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).

10.4. Inne dokumenty i instrukcje

- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych (tom I, część 4) Arkady, Warszawa 1990 r.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych ITB część D: Roboty

instalacyjne. Zeszyt 1: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach mieszkalnych. Warszawa 2003 r.

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.

opracował: