

Żnin, dnia 23.02.2023 r.

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT

Instalacje elektryczne

ST 3.0

ROZBUDOWA I PRZEBUDOWA BUDYNKU ŚWIETLICY WIEJSKIEJ W DOBIESZEWIE

Opracowanie: mgr inż. Marcin Zwierzykowski

1. WSTĘP

1.1 Przedmiot i zakres specyfikacji

Specyfikacja techniczna odnosi się do wymagań wspólnych dla poszczególnych wymagań technicznych dotyczących wykonania i odbioru robót elektrycznych, które zostaną wykonane w ramach **ROZBUDOWA I PRZEBUDOWA ŚWIETLICY WIEJSKIEJ W DOBIESZEWIE** na działce nr ewid. **72/6**, obręb **DOBIESZEWO**, gmina **KCYNIA**.

1.2 Klasyfikacja robót wg Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)

45310000-3 Roboty w zakresie instalacji elektrycznych

45311000-0 Roboty w zakresie okablowania oraz instalacji elektrycznych

45315700-5 Instalowanie rozdzielni elektrycznych

09332000-5 Instalacje słoneczne

45315000-8 Instalowanie urządzeń elektrycznego ogrzewania i innego sprzętu elektrycznego w budynkach

45312310-3 Ochrona odgromowa

1.3 Zakres robót

- rozprowadzenie zewnętrznych i wewnętrznych instalacji energoelektrycznych, gniazd wtykowych i oświetlenia w w zakresie wynikającym z części projektowej,
- wykonanie instalacji odgromowej,
- montaż instalacji fotowoltaicznej,
- montaż grzejników elektrycznych.

1.4 Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonywania oraz ich zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją techniczną i poleceniami Inspektora Nadzoru.

1.5 Zgodność robót z dokumentacją projektową i ST

Podstawa wykonania i wyceny robót jest dokumentacja projektowa, specyfikacja techniczna oraz przedmiar robót a wymagania wyszczególnione w choćby jednym z nich są obowiązujące dla Wykonawcy tak jakby zawarte były w całej dokumentacji. W przypadku rozbieżności wykonawca nie może wykorzystywać błędów lub opuszczeń w dokumentacji, a o ich wykryciu winien natychmiast powiadomić Inspektora nadzoru i Projektanta, który dokona odpowiednich zmian lub poprawek. Wszystkie wykonane roboty i dostarczone materiały będą zgodne z dokumentacją projektową i specyfikami technicznymi a także z innymi obowiązującymi przepisami. Cechy materiałów i elementów instalacji muszą być zgodne z odpowiednimi normami i nie mogą przekraczać dopuszczalnego przedziału tolerancji. Wszystkie użyte materiały do budowy instalacji powinny posiadać certyfikat lub aprobatę techniczną, a montowane urządzenia certyfikat na znak bezpieczeństwa.

1.6 Bezpieczeństwo i higiena pracy

Podczas realizacji robót Wykonawca będzie przestrzegać przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy.

2. MATERIAŁY

2.1 Ogólne warunki

Wszelkie stosowane materiały powinny być nowe, odpowiadać polskim normom oraz powinny być dopuszczone do stosowania. Kierownik budowy jest odpowiedzialny za wbudowane materiały i każdorazowo na żądanie Inspektora nadzoru, Inwestora lub organów kontrolujących winien okazać dokumenty stwierdzające przydatność wyrobów do stosowania w budownictwie. Po zakończeniu budowy Wykonawca winien przekazać Inwestorowi komplet dokumentów odbiorowych (protokoły badań i sprawdzeń, atesty, AT, certyfikaty, deklaracje, inwentaryzacje geodezyjne).

Wszystkie podstawowe materiały oraz wbudowane urządzenia muszą posiadać:

- certyfikaty na znak bezpieczeństwa
- aprobaty techniczne
- certyfikaty zgodności lub deklaracje zgodności

2.2 Źródła uzyskania materiałów

Co najmniej na trzy tygodnie przed zaplanowanym wykorzystaniem jakichkolwiek materiałów przeznaczonych do Robót Wykonawca przedstawi szczegółowe informacje dotyczące proponowanego źródła wytwarzania, zamawiania lub wydobywania tych materiałów i odpowiednie świadectwa badań laboratoryjnych oraz próbki do zatwierdzenia przez Inspektora Nadzoru. Zatwierdzenie partii (części) materiałów z danego źródła nie oznacza automatycznie, że wszelkie materiały z danego źródła uzyskają zatwierdzenie.

2.3 Materiały nie odpowiadające wymaganiom

Materiały nie odpowiadające wymaganiom zostaną przez Wykonawcę wywiezione z Terenu Budowy, bądź złożone w miejscu wskazanym przez Inspektora nadzoru. Każdy rodzaj Robót, w którym znajdują się niezbadane i nie zaakceptowane materiały, Wykonawca wykonuje na własne ryzyko, licząc się z jego nie przyjęciem i niezapłaceniem. Jeśli Dokumentacja Projektowa lub ST przewidują możliwość wariantowego zastosowania rodzaju materiału w wykonywanych Robotach, Wykonawca powiadomi Inspektora nadzoru o swoim zamiarze co najmniej 3 tygodnie przed użyciem materiału, albo w okresie dłuższym, jeśli będzie to wymagane dla badań prowadzonych przez Inspektora nadzoru. Wybrany i zaakceptowany rodzaj materiału nie może być później zmieniany bez zgody Inspektora nadzoru.

3. SPRZĘT

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych Robót. Sprzęt używany do Robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy i powinien odpowiadać pod względem typów i jakości organizacji Robót zaakceptowanych przez Inspektora nadzoru.

4. TRANSPORT, PRZYJMOWANIE I SKŁADOWANIE MATERIAŁÓW

4.1 Wymagania ogólne

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

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

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

4.2 Transport materiałów

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

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

- transportowane urządzenia zabezpieczyć przed nadmiernymi drganiami i wstrząsami oraz przesuwaniem się wewnątrz ładowni;
- na czas transportu należy z przewożonych urządzeń zdemontować, odpowiednio zabezpieczyć i przewozić oddzielnie czułe przyrządy pomiarowe, aparaturę rejestrującą przekaźniki do elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej, komory gasikowe oraz inną aparaturę mniej odporną na wstrząsy i drgania.
- aparaturę i urządzenia ostrożnie załadowywać i zdejmować, nie narażając ich na uderzenia ubytki lub uszkodzenia powłok lakierniczych, osłon blaszanych, zamków itp.,

W czasie transportu i składowania końce wszystkich rodzajów kabli powinny być zabezpieczone przed zawilgoceniem i innymi wpływami środowiska przez: w przypadku kabli o izolacji z tworzyw sztucznych założenie na oczyszczonej powłoce kapturek termokurczliwych pokrytych od wewnątrz warstwą kleju lub nałożenie kapturek z tworzywa sztucznego i uszczelnienie ich za pomocą kilku obwojów z taśmy przylepnej.

Transport kabli należy wykonywać z zachowaniem następujących warunków:

- kable należy przewozić na bębnach; dopuszcza się przewożenie kabli w kręgach, jeżeli masa kręgu nie przekracza 80 kg, a temperatura otoczenia nie jest niższa

niż $+4^{\circ}\text{C}$, przy czym wewnętrzna średnica kręgu nie powinna być mniejsza niż 40-krotna średnica zewnętrzna kabla

- umieszczanie i zdejmowanie bębnow z kablami ze skrzyni samochodu zaleca się wykonywać za pomocą żurawia; swobodne staczanie bębnow z kablami ze skrzyni samochodu oraz zrzucanie kręgów kabli jest zabronione.

Wykonawca zobowiązany jest do stosowania takich środków transportu, które pozwolą uniknąć uszkodzeń i odkształceń przewożonych materiałów. Materiały na budowę powinny być przewożone zgodnie z przepisami ruchu drogowego oraz BHP.

Rodzaj oraz liczba środków transportu, powinna gwarantować prowadzenie robót zgodnie z zasadami zawartymi w Dokumentacji Projektowej, ST i wskazaniach Inspektora Nadzoru oraz w terminie przewidzianym w kontrakcie. Wykonawca powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu:

- samochodu skrzyniowego samochodu samowyladowczego;
- samochodu dostawczego;

Transportowane materiały należy rozmieścić równomiernie oraz zabezpieczyć przed przemieszaniem w czasie ruchu pojazdów.

4.3 Składowanie materiałów

Sposób składowania materiałów elektrycznych w magazynach, jak i konserwacja tych materiałów powinny być dostosowane do rodzaju materiałów.

Materiały, aparaty, urządzenia i maszyny elektryczne należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych przystosowanych do tego celu, suchych, przewietrzanych i dobrze oświetlonych.

Przy składowaniu poszczególnych rodzajów materiałów należy przestrzegać następujących wymagań:

- rury instalacyjne stalowe należy składować w pomieszczeniach suchych, w oddzielnych dla każdego wymiaru przegrodach - w wiązkach, w pozycji pionowej,
- rury instalacyjne sztywne z tworzywa sztucznego należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych o temperaturze nie niższej niż -15°C i nie wyższej niż $+25^{\circ}\text{C}$ w pozycji pionowej, w wiązkach odpowiednio gęsto wiązanych (dla uniknięcia wyboczenia), z dala od urządzeń grzewczych,
- rury instalacyjne karbowane z tworzywa sztucznego należy przechowywać analogicznie jak w p. b), lecz w kręgach zwijanych związanych sznurkiem co najmniej w trzech miejscach; kręgi w liczbie nie większej niż 10 mogą być układane jeden na drugim,
- przewody izolowane i taśmy izolacyjne należy przechowywać w pomieszczeniach suchych i chłodnych,
- składowanie kabli i osprzętu powinno być zgodne z następującymi warunkami: kable w czasie składowania powinny znajdować się na bębnach;
- bębny z kablami powinny być umieszczone na utwardzonych podłożach; bębny powinny być ustawione na krawędziach tarcz (oś bębna pozioma), a kręgi ułożone poziomo (płasko),

- osprzęt kablowy powinien być składowany w pomieszczeniach; zaleca się składowanie zestawów montażowych z taśm elektroizolacyjnych oraz z rur termokurczliwych w pomieszczeniach o temperaturze nie przekraczającej + 20°C,
- silniki elektryczne, prądnice, transformatory suche, spawarki itp. należy składować w pomieszczeniach suchych i ogrzewanych, zabezpieczonych od kurzu, na podłodze lub drewnianych podkładach;
- wyroby metalowe i drobniejsze stalowe wyroby hutnicze, jak druty, liny, cienkie blachy, drobne kształtowniki itp., należy składować w pomieszczeniach suchych, z odpowiednim zabezpieczeniem przed działaniem korozji, narzędzia należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych, suchych, odpowiednio ogrzewanych i przewietrzanych; należy je odpowiednio zakonserwować przed działaniem korozji,
- sprzęt ochrony osobistej oraz odzież ochronną i roboczą należy przechowywać w pomieszczeniach na oddzielnych półkach według gatunków, wymiarów i przeznaczenia, z tym że odzież roboczą używaną, zatłuszczoną, należy przechowywać oddzielnie, rozwieszoną, a nie układaną warstwami;

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1 Ogólne zasady wykonania instalacji elektrycznych

Należy zapewnić równomierne obciążenie faz linii zasilających przez odpowiednie przyłączanie odbiorów 3-fazowych. Tablice z aparatami zabezpieczającymi należy sytuować w taki sposób, aby zapewnić łatwy dostęp, z zabezpieczeniem przed dostępem niepowołanych osób.

Mocowanie puszek w ścianach i gniazd wtyczkowych w puszkach powinno zapewniać niezbędną wytrzymałość na wyciąganie wtyczki z gniazda. Gniazda wtyczkowe i wyłączniki należy instalować w sposób nie kolidujący z wyposażeniem pomieszczenia. Położenie wyłączników klawiszowych należy przyjmować takie, aby w całym pomieszczeniu było jednakowe.

Pojedyncze gniazda wtyczkowe ze stykiem ochronnym należy instalować w takim położeniu, aby styk ten występował u góry. Przewody do gniazd wtyczkowych 2-biegunowych należy podłączać w taki sposób, aby przewód fazowy dochodził do lewego bieguna, a przewód neutralny - do prawego bieguna. Instalację ochrony przeciwporażeniowej należy wykonywać zgodnie z wymaganiami

5.2 Kolejność robót

Dla zapewnienia płynności i ciągłości pracy dla montażu instalacji elektrycznych należy zachować n/w kolejności robót:

- trasowanie
- kucie bruzd mocowanie puszek i rur
- układanie i mocowanie przewodów
- przygotowanie końców żył i łączenie przewodów
- wciąganie przewodów
- montaż uzupełniający instalacji elektrycznej - gniazdek, łączników i tablic
- montaż instalacji fotowoltaicznej

5.3 Roboty przygotowawcze

Przed rozpoczęciem robót przy instalacjach elektrycznych wewnętrznych należy istniejące instalacje we wszystkich pomieszczeniach pozbawić napięcia i zdemontować.

5.4 Roboty zasadnicze

Instalacje wykonywane przewodami jednożyłowymi pod tynkiem lub w podłodze

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

Mocowanie puszek

Puszki należy osadzać na ścianach (przed ich tynkowaniem) w sposób trwały za pomocą kołków rozporowych lub klejenia. Puszki po zamontowaniu należy przykryć pokrywami montażowymi.

Układanie i mocowanie przewodów

Instalacje wtynkowe należy wykonywać przewodami wtynkowymi. Dopuszcza się stosowanie przewodów wielożyłowych płaskich.

Na podłożu z drewna lub innych materiałów palnych można układać przewody na warstwie zaprawy murarskiej grubości co najmniej 5 mm, oddzielającej przewód od ściany. Przewody mające dwie warstwy izolacji, tj. izolacje każdej żyły oraz wspólną powłokę, można układać bezpośrednio na podłożu drewnianym lub z innego materiału palnego, jeżeli zabezpieczenie obwodu wynosi nie więcej niż 16 A. Przewody wprowadzone do puszek powinny mieć nadwyżkę długości niezbędną do wykonania połączeń. Przewód neutralny powinien być nieco dłuższy niż przewody fazowe. Zagięcia i łuki w płaszczyźnie przewodu powinny być łagodne. W tym celu należy przeciąć wzdłuż mostki pomiędzy żyłami przewodu nie uszkadzając ich izolacji. Podłoże do układania na nim przewodów powinno być gładkie. Przewody należy mocować do podłoża za pomocą klamerek. Dopuszcza się również mocowanie za pomocą gwoździaków wbijanych w mostek przewodu. Mocowanie klamerkami lub gwoździakami należy wykonywać w odstępach około 50 cm, wbijając je tak, aby nie uszkodzić izolacji żył przewodu. Zabrania się zaginania gwoździaków na przewodzie. Do puszek należy wprowadzać tylko te przewody, które wymagają łączenia w puszcze; pozostałe przewody należy prowadzić obok puszek. Przed tynkowaniem końce przewodów należy zwinąć w luźny krążek i włożyć do puszek, a puszki zakryć pokrywami lub w inny sposób zabezpieczyć je przed zatynkowaniem.

Zabrania się układania przewodów bezpośrednio w betonie, w warstwie wyrównawczej podłogi, w złączach płyt itp. bez stosowania osłon w postaci rur ochronnych i osłonowych.

Przygotowanie końców żył i łączenie przewodów

W instalacjach elektrycznych wewnętrznych łączenia przewodów należy wykonywać w sprzęcie i osprzęcie instalacyjnym i w odbiornikach. Nie wolno stosować połączeń skręcanych.

W przypadku gdy odbiorniki elektryczne mają wyprowadzone fabrycznie na zewnątrz przewody, a samo ich przyłączenie do instalacji nie zostało opracowane w projekcie, sposób przyłączenia należy uzgodnić z projektantem lub kompetentnym przedstawicielem inwestora.

Przewody muszą być ułożone swobodnie i nie mogą być narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia. Do danego zacisku należy przyłączać przewody o rodzaju wykonania, przekroju i w liczbie, do jakich zacisk ten jest przystosowany. W przypadku stosowania zacisków, do których przewody są przyłączane za pomocą oczek, pomiędzy oczkiem a nakrętką oraz pomiędzy oczkami powinny znajdować się podkładki metalowe, zabezpieczone przed korozją w sposób umożliwiający przepływ prądu. Długość odizolowanej żyły przewodu powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie.

Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie może powodować uszkodzeń mechanicznych.

Końce przewodów miedzianych z żyłami wielodrutowymi (linek) powinny być zabezpieczone zaprasowanymi tulejkami.

Instalacje wykonywane przewodami wielożyłowymi (kabelkowymi) i kablami układanymi w kanałach elementów budowlanych.**Wymagania ogólne**

Instalacje przewodami kabelkowymi i kablami stosuje się w pomieszczeniach suchych, wilgotnych, z wyziewami żrącymi oraz w barakach, kanałach i tunelach kablowych.

Stosuje się następujące rodzaje instalacji:

- w wykonaniu zwykłym,
- w wykonaniu szczelnym.

Stosuje się następujące sposoby ułożenia instalacji:

- bezpośrednio na podłożu (ścianach, stropach, konstrukcjach budowlanych), za pomocą uchwytów pojedynczych lub zbiorczych,
- na uchwytach odległościowych (dystansowych), pojedynczych lub zbiorczych, w odległości nie mniejszej niż 5 mm w świetle od podłoża,
- na specjalnie utworzonych podłożach w postaci drabinek kablowych, korytek kablowych lub wsporników (półek, wieszaków prętowych itp.).

Trasowanie

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

Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów

Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj instalacji, powinny być zamocowane do podłoża

(ścian, stropów, elementów konstrukcji budynku itp.) w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji.

Przejścia przez ściany

Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, itp. (wewnątrz budynku) muszą być chronione przed uszkodzeniami. Przejścia wymienione wyżej należy wykonywać w przepustach rurowych. Przejścia między pomieszczeniami o różnych atmosferach powinny być wykonane w sposób szczelny, zapewniający nieprzedostawanie się wycieków. Obwody instalacji elektrycznych przechodzące przez podłogi muszą być chronione do wysokości bezpiecznej przed przypadkowymi uszkodzeniami. Jako osłony przed uszkodzeniem mechanicznym można stosować rury stalowe, rury z tworzyw sztucznych, kształtowniki, korytka blaszane, drewniane itp. W przypadku stosowania specjalnie utworzonych podłoży (drabinek kablowych, korytek, wsporników itp.) przejścia te muszą być dostosowane do wymiarów podłoża. Zaleca się, aby w takich przypadkach otwory do przejść były wykonywane przy robotach budowlanych,

Montaż sprzętu i osprzętu

Należy stosować następujący sprzęt i osprzęt instalacyjny:

- rozgałęźniki (puszki) różnego rodzaju,
- łączniki instalacyjne (wyłączniki, przełączniki),
- gniazda wtyczkowe oraz wtyczki do mocowania na stałe,
- gniazda bezpiecznikowe, skrzynki rozdzielcze,
- przyciski sterownicze.

Sprzęt i osprzęt instalacyjny należy mocować do podłoża w sposób trwały zapewniający mocne i bezpieczne jego osadzenie. Mocowanie bezpośrednie sprzętu i osprzętu niehermetycznego do podłoża drewnianych lub innych palnych należy wykonywać na podkładkach blaszanych, znajdujących się co najmniej pod całą powierzchnią danego sprzętu i osprzętu. Do mocowania sprzętu i osprzętu mogą służyć konstrukcje wsporcze lub konsolki osadzone w podłożu przyspawane do stalowych elementów konstrukcji budowlanych lub zamontowane na takich konstrukcjach, przykręcane do podłoża za pomocą kołków i śrub rozporowych oraz kołków wstrzeliwanych.

Układanie przewodów

Przy instalacji w wykonaniu szczelnym:

- przewody i kable należy uszczelniać w sprzęcie i osprzęcie i aparatach za pomocą dławic (dławików), średnica dławicy i otworu uszczelniającego pierścienia powinna być dostosowana do średnicy zewnętrznej przewodu lub kabla,
- po obu stronach uszczelniającego pierścienia powinny znajdować się metalowe podkładki (dotyczy to określonego wykonania dławic),
- powłoka przewodu kabelkowego lub kabla powinna być ucięta równo z wewnętrzną ścianką obudowy sprzętu, osprzętu, aparatu lub odbiornika,
- po dokręceniu dławic zaleca się je dodatkowo uszczelnić kitem lub inną masą.

Przy wykonywaniu instalacji przewodami kabelkowymi w „wiązkach” należy dodatkowo uwzględnić wymagania odpowiednich instrukcji montażu dotyczących tego sposobu wykonania.

Łączenie przewodów

W instalacjach elektrycznych wewnętrznych łączenia przewodów należy wykonywać w sprzęcie i osprzęcie instalacyjnym i w odbiornikach. Nie wolno stosować połączeń skręcanych.

W przypadku gdy odbiorniki elektryczne mają wyprowadzone fabrycznie na zewnątrz przewody, a samo ich przyłączenie do instalacji nie zostało opracowane w projekcie, sposób przyłączenia należy uzgodnić z projektantem lub kompetentnym przedstawicielem inwestora.

Przewody muszą być ułożone swobodnie i nie mogą być narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia. Do danego zacisku należy przyłączać przewody o rodzaju wykonania, przekroju i w liczbie, do jakich zacisk ten jest przystosowany. W przypadku stosowania zacisków, do których przewody są przyłączane za pomocą oczek, pomiędzy oczkiem a nakrętką oraz pomiędzy oczkami powinny znajdować się podkładki metalowe, zabezpieczone przed korozją w sposób umożliwiający przepływ prądu. Długość odizolowanej żyły przewodu powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie. Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie może powodować uszkodzeń mechanicznych. Końce przewodów miedzianych z żyłami wielodrutowymi (linek) powinny być zabezpieczone zaprasowanymi tulejkami.

Podejścia do odbiorników

Podejścia instalacji elektrycznych do odbiorników należy wykonać w miejscach bezkolizyjnych, bezpiecznych oraz w sposób estetyczny.

Podejścia od przewodów ułożonych w podłodze należy wykonywać w rurach stalowych, zamocowanych pod powierzchnią podłogą, albo w specjalnie do tego celu przewidzianych kanałach. Rury i kanały muszą spełniać odpowiednie warunki wytrzymałościowe i być wyprowadzone ponad podłogę do wysokości koniecznej dla danego odbiornika. Podejścia w górę od przewodów ułożonych pod stropami mogą być wykonane tak jak cała instalacja. Podejścia zwieszakowe stosuje się w przypadkach zasilania odbiorników od góry. Podejścia tego rodzaju stosuje się najczęściej do:

- oprav oświetleniowych,
- odbiorników zasilanych z instalacji wykonanych przewodami szynowymi, na drabinkach kablowych, w korytkach itp.

Podejścia zwieszakowe należy wykonywać jako sztywne lub elastyczne, w zależności od warunków technologicznych i rodzaju wykonywanej instalacji. Do odbiorników zamocowanych na ścianach, stropach lub konstrukcjach podejścia należy wykonywać przewodami ułożonymi na tych ścianach, stropach lub konstrukcjach budowlanych, a także na innego rodzaju podłożach, np. kształtowniki, korytka, drabinki kablowe itp.

Przyłączanie odbiorników

Miejsca połączeń żył przewodów z zaciskami odbiorników powinny być dokładnie oczyszczone. Samo połączenie musi być wykonane w sposób pewny pod względem elektrycznym i mechanicznym oraz zabezpieczone przed osłabieniem siły docisku i korozją. Bez względu na rodzaj instalacji, przyłączenia odbiorników są wykonywane w zasadzie jednakowo, z tym że dzielą się na dwa rodzaje:

- przyłączenia sztywne,
- przyłączenia elastyczne.

Przyłączenia sztywne należy wykonywać w rurach sztywnych wprowadzonych bezpośrednio do odbiorników oraz przewodami kabelkowymi i kablami. Wykonuje się je do odbiorników starych, zamocowanych do podłoża i nie ulegającym żadnym przesunięciom.

Przyłączenia elastyczne stosuje się, gdy odbiorniki są narażone na drgania o dużej amplitudzie lub przystosowane są do przesunięć i przemieszczeń.

Przyłączenia te należy wykonywać:

- przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi lub oponowymi,
- przewodami izolowanymi jednożyłowymi giętkimi w rurach elastycznych,
- przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi lub oponowymi w rurach elastycznych.

Przewody wychodzące z rur powinny być zabezpieczone przed mechanicznymi uszkodzeniami izolacji, np. przez założenie tulejek izolacyjnych.

W miejscach narażonych na uszkodzenia mechaniczne przewody doprowadzane do odbiorników muszą być chronione.

Montaż opraw oświetleniowych

Uchwyty (haki) do opraw zwieszakowych montowane w stropach na budowie należy mocować przez:

- wkręcenie do zabetonowanej puszkii sufitowej przystosowanej do tego celu,
- wkręcenie w metalowy kołek rozporowy, wbetonowanie.

podane wyżej mocowanie powinno wytrzymać:

- dla opraw o masie do 10 kg siłę 500 N,
- dla opraw o masie większej od 10 kg siłę w N równą $50 \cdot \text{masa oprawy w kg}$.

Nie dopuszcza się mocowania haków za pomocą kołków rozporowych z tworzywa sztucznego. Metalowe części oprawy powinny być trwale odizolowane od haka, jeżeli hak ma połączenie ze stalowymi uziemionymi elementami budynku.

Zawieszenie opraw zwieszakowych powinno umożliwiać ruch wahadłowy oprawy.

Przewody opraw oświetleniowych należy łączyć z przewodami wypustów za pomocą złączy świecznikowych. Dopuszcza się podłączanie opraw oświetleniowych przelotowe pod warunkiem zastosowania złączy przelotowych.

Montaż zabezpieczeń (gniazd bezpiecznikowych oraz wyłączników)

W ogólnie dostępnych instalacjach wewnętrznych należy montować aparaty zabezpieczające z pokrywami osłaniającymi części będące pod napięciem. Gniazda bezpieczników należy montować na deskach lub bezpośrednio na kołkach rozporowych

osadzonych w ścianie. Wyłączniki płaskie należy montować na listwach aparatowych. Do przykręcania należy używać wkrętów z łbem półkolistym o odpowiedniej średnicy i długości. Pod łby wkrętów należy podłożyć podkładki. Przewód zasilający należy przyłączać do styku dolnego, przewód zabezpieczony do gwintu gniazda bezpiecznikowego lub górnego styku wyłącznika płaskiego. Aparaty zabezpieczające zainstalowane przed licznikiem należy osłonić pokrywą przystosowaną do plombowania.

Wykonanie połączeń ochronnych

Urządzenia dostarczone na miejsce montażu powinny mieć wewnętrzne połączenia ochronne.

W urządzeniach dostarczanych na miejsce montażu w zestawach transportowych, po ustawieniu ich, należy wykonać połączenia ochronne konstrukcji pomiędzy poszczególnymi zestawami.

W urządzeniach, jeżeli nie zostało to już wykonane, należy ułożyć główny przewód ochronny urządzenia i połączyć z nimi zaciski ochronne poszczególnych celek oraz przewody ochronne aparatów. W pomieszczeniach główne przewody ochronne i przewody uziemiające należy układać na uchwytych metalowych na ścianach lub w kanale.

Ułożony przewód uziemiający należy przyłączyć:

- do głównych zacisków ochronnych urządzenia lub do przewodu ochronnego urządzenia,
- do przewodu uziomowego lub do zacisku probierczego uziomowego.

Przewody ochronne powinny być oznaczone kombinacją barw żółtej i zielonej.

Montaż środków ochrony przeciwporażeniowej

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim przez zastosowanie izolowania części czynnych

Części czynne powinny być całkowicie pokryte izolacją która może być usunięta tylko przez jej zniszczenie. W przypadku urządzeń produkowanych fabrycznie, izolacja powinna spełniać wymagania odpowiednich norm dotyczących tych urządzeń elektrycznych. W przypadku innych urządzeń ochronę należy zapewnić przez zastosowanie izolacji, która będzie mogła długotrwale wytrzymać obciążenia mechaniczne oraz wpływy chemiczne, elektryczne i termiczne, na jakie może być narażona podczas eksploatacji. Pokrycie farbą pokostem i podobnymi produktami zastosowane samodzielnie nie są na ogół uznawane za środki mogące zapewnić odpowiednią izolację chroniącą przed porażeniem prądem elektrycznym podczas eksploatacji.

Uwaga. Jeżeli izolacja jest wykonana w trakcie montażu instalacji, to jej jakość powinna być potwierdzona próbami analogicznymi do tych, którym poddaje się izolacje podobnych urządzeń produkowanych fabrycznie.

Ochrona przy użyciu ogrodzenia (przegrody) lub obudowy (osłony)

Uwaga. Ogrodzenia lub obudowy są przeznaczone do zapobiegania jakimkolwiek dotykowi części czynnych. Części czynne powinny być umieszczone wewnątrz obudów

lub ogrodzeń zapewniających stopień ochrony co najmniej IP2X, z wyjątkiem przypadków, gdy niższy stopień ochrony występuje podczas wymiany części, jak np. w przypadku opraw oświetleniowych, gniazd wtyczkowych i bezpieczników lub gdy niższy stopień ochrony jest konieczny dla właściwego funkcjonowania urządzenia zgodnie z odpowiednimi wymaganiami dotyczącymi tego urządzenia. W takich przypadkach należy przedsięwziąć odpowiednie środki ostrożności w celu zapobieżenia przypadkowemu dotknięciu części czynnych przez ludzi i zwierzęta domowe oraz zapewnić ludziom należyłą informację o możliwości dotknięcia części czynnych i ostrzeżenie przed ich świadomym dotknięciem.

Łatwo dostępne górne poziome powierzchnie przegród i obudów powinny mieć stopień ochrony co najmniej IP4X. Ogrodzenia i obudowy powinny być trwałe zamocowane, mieć dostateczną stabilność i trwałość, zapewniającą utrzymanie wymaganego stopnia ochrony i dostateczne oddzielenie części czynnych w określonych warunkach normalnej eksploatacji, biorąc pod uwagę warunki środowiskowe.

Jeżeli konieczne jest usunięcie ogrodzeń lub otwarcie obudów albo usunięcie części obudów, to czynności te powinny być możliwe do wykonania tylko przy użyciu klucza albo narzędzia po wyłączeniu zasilania części czynnych chronionych przez te ogrodzenia lub obudowy, przy czym ponowne włączenie zasilania powinno być możliwe dopiero po ponownym założeniu ogrodzeń lub zamknięciu obudów gdy istnieje osłona wewnętrzna o stopniu ochrony nie mniejszym niż IP2 uniemożliwiająca dotknięcie części czynnych; usunięcie jej powinno być możliwe tylko przy użyciu klucza lub narzędzia.

Ochrona przez umieszczenie poza zasięgiem ręki

Części jednocześnie dostępne o różnych potencjałach nie powinny znajdować się w zasięgu ręki.

Uwaga. Dwie części uważa się za jednocześnie dostępne, jeżeli znajdują się w odległości od siebie nie większej niż 2,5 m. Jeżeli przestrzeń, w której normalnie mogą przebywać ludzie, jest ograniczona w kierunku poziomym przez barierę (np. poręcz, siatkę) zapewniającą ochronę w stopniu mniejszym niż IP2X, to zasięg ręki powinien być mierzony od tej bariery. W kierunku pionowym zasięg ręki wynosi 2,5 m od powierzchni stanowiska S, na której może przebywać człowiek, przy czym nie uwzględnia się żadnych pośrednich barier mających stopień ochrony mniejszy niż IP2X. Uwaga. Długość zasięgu ręki odnosi się do bezpośredniego dotknięcia gołą ręką bez uwzględnienia środków pomocniczych (np. narzędzi lub drabin).

W miejscach, w których normalnie wykonuje się czynności przy użyciu przedmiotów przewodzących o dużej objętości lub długości, odległości podane w póź. a) b) powinny być powiększone tak, aby zostały uwzględnione odpowiednie wymiary tych przedmiotów. Uzupełnienie ochrony przed dotykiem bezpośrednim przy użyciu urządzeń ochronnych różnicowoprądowych.

Układ TN

W układzie TN wszystkie części przewodzące dostępne instalacji powinny być przyłączone do uziemionego punktu zasilania za pomocą przewodów ochronnych uziemionych na każdym transformatorze lub prądnicy albo w ich możliwie najbliższym

sąsiedztwie. Uziemionym punktem układu zasilania powinien być punkt neutralny. Jeżeli punkt neutralny jest niedostępny lub nie istnieje, to powinien być uziemiony przewód fazowy transformatora lub prądnicy. Przewód fazowy w żadnym przypadku nie może być wykorzystany jako przewód PEN.

W instalacjach stałych ten sam przewód może służyć jako przewód ochronny i przewód neutralny (przewód ochronno-neutralny PEN), pod warunkiem spełnienia wymagań: dla AL-S > 16mm² dla Cu-S > 10 mm²

Budowa uziemień

Wymagania ogólne

Konfiguracja i głębokość pograżenia uziomu powinny zapewnić, przez cały przewidywany okres jego eksploatacji, przy największej spodziewanej w ciągu roku wartości rezystywności gruntu, utrzymanie wymaganej rezystancji uziemienia i/lub ograniczenie napięć dotykowych do wartości dopuszczalnej.

Wymiary poprzeczne elementów uziemienia powinny zapewniać, przez cały okres eksploatacji, ograniczenie ich temperatury podczas przepływu prądu zwarcia z ziemią do wartości dopuszczalnej przy zwarcu.

Materiał i wymiary poprzeczne elementów uziemienia oraz zastosowane środki ochronne powinny zapewniać odporność na narażenia mechaniczne w trakcie budowy i eksploatacji uziemienia oraz należyłą trwałość korozyjną uziemienia.

Przewody i szyny uziemiające

Przewód uziemiający powinien mieć przekrój wymagany w od przewodu ochronnego PE. Na przewody uziemiające wprowadzane do gruntu należy używać wyrobów stalowych ocynkowanych na gorąco lub miedzianych: taśm, drutów lub prętów; nie dopuszcza się stosowania wyrobów aluminiowych.

Przewody uziemiające, układane po wierzchu w miejscach ogólnie dostępnych powinny być chronione od uszkodzeń mechanicznych, np. przez osłonięcie rurą lub kątownikiem do wysokości 1,5 m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi; nie wymaga się tej ochrony w przypadku przewodów o przekroju co najmniej 50 mm. Przewody uziemiające należy pokrywać warstwą nie przepuszczającą wody co najmniej na odcinku od 0,3 m nad powierzchnią ziemi do głębokości 0,2 m w ziemi. Zaleca się czynić to na całym odcinku podziemnym, aż do uziomu.

Do metalowych rur wodociągowych, wykorzystywanych jako uziom naturalny, przewody uziemiające należy przyłączać przed wodomierzem i/lub głównym zaworem, od strony dopływu wody.

Przewody uziemiające łączące uziom fundamentowy z szyną wyrównawczą główną należy umieszczać wewnątrz budynku. Zaleca się wyprowadzać je z fundamentu na wysokości ok. 0,3 m nad poziomem podłogi najniższej kondygnacji pozostawiając wolny koniec o długości co najmniej 1,5 m.

Przewody uziemiające, łączące uziom fundamentowy z urządzeniem piorun ochronnym należy układać na zewnątrz budynku i wyprowadzać z fundamentu lub ściany nad powierzchnią ziemi.

Części podlegające uziemieniu nie powinny być łączone szeregowo.

Szynę uziemiającą (wyrównawczą) należy wykonać ze stali trwale zabezpieczonej przed korozją np. ocynkowanej, lub z miedzi albo z mosiądzu. Przekrój szyny uziemiającej (wyrównawczej) powinien być nie mniejszy niż największy z wymaganych przekrojów, przyłączonych do niej przewodów uziemiających, ochronnych PE i wyrównawczych.

Zacisk probierczy uziomowy

Przewód uziemiający należy łączyć z przewodem ochronnym PE lub szyną uziemiającą (wyrównawczą) za pomocą zacisku probierczego uziomowego, dającego się rozłączyć tylko przy użyciu narzędzia. Nie wymaga się zacisku probierczego uziomowego, jeśli rezystancję uziemienia można poprawnie zmierzyć bez odłączania przewodu uziemiającego lub po odłączeniu go od szyny uziemiającej (wyrównawczej).

Zacisk probierczy uziomowy powinien mieć obciążalność prądową nie mniejszą niż przewód uziemiający, powinien odznaczać się należytą wytrzymałością mechaniczną i powinien być zabezpieczony przed korozją.

Zacisk probierczy uziomowy powinien znajdować się w miejscu łatwo dostępnym, na wysokości nie mniejszej niż 0,3m od powierzchni ziemi lub stanowiska i nie większej niż 1,8 m.

Łączenie uziemień

Wszelkie uziemienia urządzeń elektroenergetycznych należy wykonywać jako wspólne, z wyjątkiem przypadków, w których:

- wykonanie uziemienia wspólnego wymaga większych nakładów niż wykonanie uziemień oddzielnych,
- wykonanie uziemienia oddzielnego jest niezbędne dla poprawnego działania urządzeń,
- połączenie uziemień urządzeń niskiego napięcia z uziemieniami urządzeń wysokiego napięcia może, podczas zwarć doziemnych lub przepięć w urządzeniach wysokiego napięcia, powodować występowanie niedopuszczalnych napięć dotykowych w urządzeniach niskiego napięcia i/lub zagrożenie izolacji tych urządzeń, uziemienia urządzeń przemiennoprądowych, wskutek połączenia z uziemieniami urządzeń stałoprądowych, byłyby narażone na długotrwały przepływ prądu stałego i przyspieszoną korozję.

Zasady łączenia uziemień urządzeń elektroenergetycznych z uziemieniami urządzeń ochrony odgromowej sieci określają przepisy ochrony odgromowej sieci elektroenergetycznych,

Zasady łączenia uziemień urządzeń elektroenergetycznych z uziemieniami urządzeń ochrony odgromowej budowli określa norma PN-IEC 61024-1.

Rezystancja wspólnego uziemienia powinna być tak dobrana, aby największy ze spodziewanych prądów doziemnych nie wywoływał napięcia w miejscu uszkodzenia lub napięcia dotykowego większego niż wartość dopuszczalna. Rezystancja wspólnego uziemienia powinna być nie większa niż wartość wymagana dla poszczególnych łączonych uziemień.

Uziemienia wspólne należy wykonywać przez przyłączenie przewodów uziemiających poszczególnych urządzeń do szyny uziemiającej lub do przewodu uziemiającego wspólnego uziomu.

Uziemienia uznaje się za oddzielne, jeżeli, podczas przepływu prądu uziomowego przez jedno z nich, nie występuje niebezpieczne napięcie dotykowe na częściach połączonych z innymi uziomami. Uziemienia urządzeń niskiego napięcia można uznać za oddzielne, jeżeli odległość między elementami podziemnymi uziemień jest większa niż 20 m, a odległość między elementami nadziemnymi tych uziemień i częściami, które są z nimi połączone jest większa niż 0,1 m.

Przewody ochronne PE, przewody ochronno-neutralne PEN i przewody wyrównawcze

Jako przewody ochronne PE mogą być stosowane:

- gołe lub izolowane przewody jednożyłowe ułożone we wspólnej osłonie z przewodami czynnymi,
- gołe lub izolowane przewody jednożyłowe ułożone na stałe poza osłoną przewodów czynnych,
- gołe lub izolowane żyły przewodów wielożyłowych,
- metalowe elementy przewodów nie będące żyłami, np. powłoki, ekrany i pancerze, oraz metalowe osłony przewodów jak rury i korytka,
- części przewodzące dostępne;
- części przewodzące obce;

Dopuszcza się wykorzystywać, jako przewody ochronne PE, wykonane fabrycznie metalowe obudowy i konstrukcje wsporcze instalacji elektrycznych, jeżeli spełniają trzy następujące wymagania:

- ich ciągłość elektryczna jest zapewniona przez zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne i nie zagrażające występujące narażenia mechaniczne, chemiczne lub elektrochemiczne,
- ich konduktancja jest co najmniej równa konduktancji wymaganej od przewodów ochronnych PE,
- jest zapewniona możliwość przyłączenia do nich, w przewidzianych miejscach, innych przewodów ochronnych PE.

Części przewodzące obce mogą być wykorzystywane jako przewody ochronne PE, jeżeli spełniają wymagania:

- nie mogą być usunięte w czasie, gdy spełniają rolę przewodów ochronnych PE, chyba że przewidziano środki kompensujące ich brak, np. przewód bocznikujący wodomierz,
- na długości stanowiącej zastępczy przewód ochronny mają oznaczenie barwne wymagane od przewodu ochronnego PE.

Wykorzystywanie, jako przewodów ochronnych PE, rur wodociągowych jest dopuszczalne pod warunkiem uzyskania zgody ich właściciela. Nie należy wykorzystywać rur instalacji gazowych.

Jeżeli na odcinku, na którym rura wodociągowa jest wykorzystywana jako przewód ochronny PE (przewód wyrównawczy), znajduje się wodomierz, to powinien on być

zbocznikowany. Przekrój przewodu bocznikującego powinien spełniać wymagania stawiane przekrojowi przewodu ochronnego PE (przewodu wyrównawczego); nie wymaga się przekroju większego niż:

- 16 mm² w przypadku linki miedzianej ocynowanej,
- 25 mm² w przypadku linki stalowej ocynkowej lub ocynowanej,
- 60 mm² w przypadku taśmy stalowej o grubości co najmniej 3 mm.

Przewody ochronne PE powinny mieć na całej długości oznaczenie barwne zgodne z PN/E-05023.

Przewody ochronne PE ułożone na stałe powinny być wykonane z miedzi, aluminium lub stali a przewody ochronne PE ruchome - z miedzi lub stali o dostatecznej giętkości

Przewód ochronny PE powinien mieć przekrój nie mniejszy niż: wymagany obliczony zgodnie z wymogami

Przekrój przewodu ochronnego PE miedzianego lub aluminiowego, który nie jest ułożony razem z przewodami czynnymi, nie powinien być mniejszy niż:

- 2,5 mm², jeśli przewód jest chroniony od uszkodzeń mechanicznych,
- 4 mm², jeśli przewód nie jest chroniony od uszkodzeń mechanicznych.

Przekrój przewodu ochronnego PE powinien być nie mniejszy niż przekrój SPE podany, jeśli różne obwody mają wspólny przewód ochronny PE, jego przekrój powinien być dobrany stosownie do największego z przekrojów przewodów skrajnych.

Izolowane przewody (żyły) wyrównawcze powinny mieć oznaczenie barwne. Podobnie powinny być oznaczone końcowe odcinki gołych przewodów wyrównawczych.

Instalacja odgromowa

Instalacja piorunochronna składa się z następujących elementów:

- zwodu poziomego ułożonego na dachu budynku lub zwodu pionowego zamocowanego na szczycie masztu, komina, wieży;
- przewodu odprowadzającego ułożonego na ścianie obiektu chronionego i łączącego zwód znajdujący się na dachu z uziomem znajdującym się w ziemi;
- uziemienia sztucznego lub naturalnego znajdującego się w ziemi;
- złącza kontrolnego znajdującego się na każdym przewodzie odprowadzającym na ścianie, na wysokości około 1,8 m i służącego do pomiaru oporności uziomu.

Zwody poziome układa się na dachu w postaci pręta stalowego. Pręt osadzony jest na kotwach mocowanych w dachu. Odległość zwodu poziomego od płaszczyzny dachu wynosi co najmniej 25 cm dla dachów niepalnych i co najmniej 50 cm dla dachów krytych słomą. Przy układaniu zwodów poziomych na dachu kierujemy się następującymi zasadami:

- a) na dachu o szerokości mniejszej od 10 m układamy jeden zwód wzdłuż kalenicy,
- b) na dachu o szerokości większej od 10 m należy ułożyć zwody wzdłuż kalenicy oraz wzdłuż okapów. Odległości poziome pomiędzy zwodami na dachu nie mogą być większe od 15 m. Wszystkie metalowe konstrukcje znajdujące się na dachu należy połączyć z przewodami instalacji piorunochronnej. Wszystkie inne konstrukcje niemetalowe wystające ponad dach. np. kominy, wieżyczki, należy zaopatrzyć w zwody dodatkowe wykonane w postaci ramki z pręta stalowego i połączone metalicznie z instalacją

piorunochronną. Na dachach krytych blachą nie układa się zwodów poziomych. W tym wypadku blacha dachu wykorzystana jest jako zwód poziomy.

Zwody pionowe krótkie wykonuje się z prętów lub kształtowników stalowych o długości nie przekraczającej 2 m i o przekroju minimum 100 mm. Zwody pionowe mocuje się na specjalnych masztach drewnianych lub stalowych o wysokości masztu h tak dobranej, że obiekt chroniony znajduje się w strefie chronionej. Strefę chronioną zwodu pionowego określa przestrzeń wokół masztu. Przestrzeń ta ma kształt stożka, którego wysokość określona jest wysokością masztu h , a promień podstawy $= 1,5 h$.

Rozmieszczenie zwodów zależy od wielkości obiektu chronionego, a liczba ich musi być tak dobrana, aby budowa znajdowała się całkowicie w strefie chronionej.

Przewody odprowadzające układa się na zewnątrz budowli, na ścianach. Przewody te łączą zwody poziome lub pionowe z uziomem znajdującym się w ziemi. W wypadku dachu krytego blachą stanowiącą zwód, przewody odprowadzające należy przyłączyć do krawędzi dachu. Liczba przewodów odprowadzających zależy od wielkości budynku. Odległość pomiędzy przewodami powinna wynosić około 15 m licząc po obwodzie budynku. W budynkach małych o długości nie przekraczającej 15 m wystarczy ułożyć dwa przewody odprowadzające, na dwóch przeciwległych narożnikach budynku. W razie stosowania zwodów pionowych od każdego zwodu prowadzi się jeden przewód odprowadzający.

Sposób układania przewodów

W całej instalacji wszelkie zagięcia przewodów wykonywane są łagodnymi łukami o promieniu nie mniejszym niż 25 cm. Wszystkie połączenia przewodów muszą być bardzo starannie wykonane. Najpewniejszym sposobem połączenia jest spawanie przewodów. Jeżeli nie można zastosować spawania, to połączenia mogą być wykonane za pomocą śrub, przy czym łączone przewody powinny się stykać na długości około 10 cm. Przewody instalacji piorunochronnej w części nadziemnej powinny być zabezpieczone przed korozją przez ocynkowanie, pominiowanie, polakierowanie itp. Do wykonania instalacji nie wolno stosować linek lub prętów aluminiowych. Nie wolno też obecnie stosować linek stalowych, tylko pręty stalowe.

Uziemienie instalacji piorunochronnej

Uziemienie wykonane jest z przewodów uziemiających i uziomów. Przewód uziemiający ułożony jest od złącza kontrolnego zmontowanego na ścianie na wys. około 1,8 m do uziomu zakopanego w ziemi. Przewód uziemiający należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi i osłonić go do wysokości 1.5 m nad ziemią i do 20 cm pod ziemią za pomocą osłony wykonanej z rury lub kątownika stalowego.

W instalacjach piorunochronnych stosuje się uziomy sztuczne i naturalne. Uziomy sztuczne wykonywane są jako poziome, pionowe lub mieszane stanowiące kombinację dwóch wyżej wymienionych.

Uziom pionowy wykonany jest najczęściej z jednej lub kilku (najczęściej trzech) rur stalowych o średnicy 40 mm i długości 3 m wbitych w ziemię tak, że górny koniec rury znajduje się 0,5 m pod powierzchnią ziemi. Odstępy pomiędzy rurami powinny wynosić

około 3 m. Górne końce rur łączy się w sposób trwały z przewodem uziemiającym (najlepiej przez spawanie).

Uziom poziomy otokowy jest najczęściej stosowanym uziomem w instalacjach piorunochronnych. Wykonywany jest z taśmy stalowej o przekroju 2,5X30 mm dla budynków niskich lub o przekroju 4X30 mm dla budynków wysokich. Taśmę zakopujemy w ziemi na głębokości średnio 0,7 m w odległości od fundamentów budynku minimum 1,5 m. Zgodnie z obowiązującymi normami wartość oporności uziemienia nie może być większa od 10 omów. Dla najczęściej występujących warunków gruntowych oporność tę uzyskuje się już przy zakopaniu w ziemi około 35 m taśmy stalowej. Oczywiście jeżeli taśma zakopana będzie dłuższa, to uzyskamy lepsze warunki uziemienia.

Uziom poziomy promienisty składa się z kilku ramion wykonanych z taśmy stalowej o długości 6-20 m każde, rozchodzących się w ziemi promieniście od przewodu uziemiającego. Miejsce połączenia ramion z przewodem uziemiającym wykonane jest najczęściej przez spawanie.

Uziom naturalny stanowi przede wszystkim zakopana w ziemi sieć wodociągowa wykonana z rur stalowych połączonych metalicznie. Na uziom mogą być wykorzystane również inne rurociągi, z wyjątkiem rurociągów służących do przesyłania gazów lub cieczy palnych. Najbardziej jednak zalecany jest uziom otoków, który omówiono wyżej.

Jeżeli w pobliżu budynków, dla których układamy w ziemi uziomy instalacji piorunochronnej, znajdują się kable elektroenergetyczne lub kable telekomunikacyjne, to odległość pomiędzy kablami i uziomem powinna wynosić min. 5 m. Jeżeli warunki terenowe nie pozwalają na uzyskanie tej odległości i kable znajdują się w odległości niniejszej niż 5 m, to płaszcze kabli niskiego napięcia należy połączyć z uziomami instalacji piorunochronnej bezpośrednio, a płaszcze kabli wysokiego napięcia należy połączyć z uziomem instalacji odgromowej za pomocą iskiernika.

Zaciski umieszcza się na każdym przewodzie uziemiającym na wysokości około 180 cm nad ziemią. Zaciski służą do przeprowadzania okresowych kontrolnych pomiarów oporności uziomu. Sposób ich wykonania (najczęściej dwie śruby zaciskowe) musi umożliwić łatwe odłączenie przewodu uziemiającego od przewodu odprowadzającego w chwili przeprowadzania pomiarów oporności.

Badanie sprawności instalacji należy wykonać zgodnie z polską normą.

Instalacja ogrzewania elektrycznego

Instalację ogrzewania elektrycznego należy wykonać zgodnie z warunkami technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. W celu właściwego podłączenia grzejników i listw grzejnych korzystać ze schematów połączeń dostarczanych z urządzeniami. Prawidłowy montaż wykonać wg. instrukcji producenta urządzeń.

Zasilanie elektryczne grzejników wg. branży elektrycznej.

Instalacja fotowoltaiczna

Wykonanie kompletnych mikroinstalacji zgodnie z opracowaną dokumentacją projektową, po uzyskaniu uzgodnień i zatwierdzeń, wymaganych pozwoleń oraz dostosowanie istniejących instalacji do prawidłowego współdziałania z wykonaną instalacją z uwzględnieniem niezbędnych prac towarzyszących, w tym w szczególności:

- 1) przejście przez Wykonawcę od Zamawiającego i Użytkownika (właściciela nieruchomości) placów budowy i przygotowanie miejsca pod montaż mikroinstalacji,
- 2) opracowanie harmonogramu robót i przedłożenie go Zamawiającemu oraz Inspektorowi Nadzoru. W razie zmian harmonogramu na etapie realizacji projektu Wykonawca jest zobowiązany do poinformowania o tym zamawiającego oraz Inspektora Nadzoru.
- 3) zapewnienie Koordynatora Głównego
- 4) ustalenie przebiegu trasy przewodów od miejsca montażu mikroinstalacji do wpięcia w istniejące instalacje;
- 5) montaż mikroinstalacji;
- 6) wykonanie połączenia z siecią elektroenergetyczną obiektu;
- 7) wykonanie odpowiednich zabezpieczeń przeciwprzepięciowych i instalacji odgromowej, jeśli jest wymagana lub przystosowanie istniejącej instalacji odgromowej do współpracy z mikroinstalacją
- 8) wykonanie przejść w przegrodach wewnętrznych i zewnętrznych budynków;
- 9) wykonanie i zasypywanie ewentualnych wykopów pod przewody;
- 10) zabezpieczenie miejsc przebiegów i przejść przewodów elektrycznych;
- 11) zaprogramowanie i wykonanie układu automatyki i sterowania;
- 12) przeprowadzenie wymaganych prób i badań, dokonanie próbnego rozruchu przed odbiorem robót,;
- 13) uzyskanie i przygotowanie niezbędnych dokumentów (protokołów prób i badań, kart gwarancyjnych, książek serwisowych, instrukcji obsługi i użytkownika w języku polskim) związanych z przekazaniem do użytkowania wybudowanych instalacji na poszczególnych nieruchomościach;
- 14) opracowanie odrębnie dla każdej mikroinstalacji operatu odbiorowego z wykonanej mikroinstalacji (w 2 egz.) zawierającego: dokumentację powykonawczą w postaci indywidualnego projektu powykonawczego dla każdego właściciela mikroinstalacji komplet kart gwarancyjnych, badań, atestów, prób, inwentaryzację geodezyjną powykonawczą przyjętą do państwowego zasobu geodezyjnego (w 3 egz.), w przypadku konieczności jej wykonania lub dla mikroinstalacji posadowionych na gruncie
- 15) opracowanie odrębnie dla każdej mikroinstalacji szczegółowej instrukcji obsługi (zawierającej m.in. zalecenia bieżącej konserwacji);
- 16) przygotowanie zgłoszeń wraz z wymaganą dokumentacją przyłączenia mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej - w imieniu użytkownika (właściciela nieruchomości) na podstawie udzielonego pełnomocnictwa;
- 17) zgłoszenie przyłączenia mikroinstalacji w imieniu użytkownika do właściciela sieci;
- 18) przeprowadzenie szkolenia użytkowników instalacji w zakresie eksploatacji i obsługi wykonanych mikroinstalacji oraz sporządzenie protokołu obejmującego zakres szkolenia oraz uzyskanie oświadczeń od użytkowników o dokonanym szkoleniu;

Gwarancja

W ramach zamówienia przewiduje się wykonanie przynajmniej 6 bezpłatnych przeglądów technicznych wybudowanych instalacji odnawialnych źródeł energii w okresie trwania gwarancji wynikających z instrukcji eksploatacji urządzeń. Terminy przeglądów zostaną

ustalone z Zamawiającym oraz zostaną potwierdzone odpowiednimi protokołami, które zostaną przekazane do Zamawiającego w ciągu 14 dni od wykonania przeglądu technicznego instalacji. Przegląd powinien obejmować sprawdzenie jakości montażu, sprawdzenie i weryfikację głównych parametrów pracy urządzeń i instalacji zgodnie z zaleceniami Wykonawcy oraz sugestiami Zamawiającego. Koszty serwisowania urządzeń i instalacji w okresie obowiązywania gwarancji pokrywa Wykonawca.

W elektrowni należy zastosować moduły polikrystaliczne lub monokrystaliczne, montowane na konstrukcji nośnej zgodnie z dokumentacją projektową. Kierunek i kąt nachylenia modułów, powinien być tak dobrany, aby umożliwić optymalną pracę układu modułów i uzyskanie możliwie największej ilości energii dla danego typu mikroinstalacji. W projekcie budowlano-wykonawczym należy przedstawić wyliczenia potwierdzające osiągnięcie wymaganych wartości uzysków energii elektrycznej w danych lokalizacjach, dążących do uzyskania minimalnej energii elektrycznej zgodnie z założonym we wniosku o dofinansowanie efektem ekologicznym.

Roboty, których dotyczy przedmiot zamówienia, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie i odbiór instalacji fotowoltaicznych w systemie on-grid. Montaż instalacji powinien być wykonany na konstrukcjach wsporczych, które będą mocowane na dachach budynków. Zakres robót obejmuje:

1. wykonanie systemowej konstrukcji nośnej dla modułów fotowoltaicznych,
2. montaż modułów fotowoltaicznych i inwerterów,
3. połączenie z istniejącą instalacją elektryczną,
4. rozdzielni fotowoltaicznej z zabezpieczeniami po stronie AC (zmiennie prądowej) i DC (stało prądowej)
5. wykonanie instalacji odgromowej, jeśli jest wymagana lub przystosowanie istniejącej instalacji odgromowej do współpracy z instalacjami fotowoltaicznymi,
6. weryfikację istniejących rozdzielnic (instalacji odbiorczych),
7. dostosowanie instalacji odbiorczej do wybudowanego systemu mikroinstalacji fotowoltaicznych, jeśli zajdzie taka potrzeba,
8. wykonanie połączenia wyrównawczego ram modułów fotowoltaicznych wraz z uziomieniem ograniczników przepięć o oporności maksymalnej 10 Ω ,
9. Wykonanie systemu monitoringu.

NA POTWIERDZENIE SPEŁNIENIA WARUNKÓW WYKONAWCA POWINIEN ZAŁĄCZYĆ KARTY KATALOGOWE ORAZ DEKLARACJE ZGODNOŚCI OFEROWANYCH URZĄDZEŃ ZE WSKAZANIEM TYPU I NAZWY URZĄDZENIA NA WEZWANIE INSPEKTORA NADZORU PRZED MONTAŻEM ORAZ DO DOKUMENTACJI POWYKONAWCZEJ

6. KONTROLA JAKOŚCI I ODBIÓR ROBÓT

Kontrola jakości

Kontrola ma na celu określenie osiągniętej jakości robót.

Wykonawca ma obowiązek wykonania pełnego zakresu badań na budowie w celu wskazania Inspektorowi Nadzoru zgodności dostarczonych materiałów i realizowanych robót z Dokumentacją Projektową, oraz wymaganiami ST, norm i przepisów.

Przed przystąpieniem do badań, Wykonawca powinien powiadomić Inspektora Nadzoru o rodzaju i terminie badania. Po wykonaniu badania, Wykonawca przedstawia na piśmie wyniki badań do akceptacji Inspektora Nadzoru. Wykonawca powiadamia pisemnie Inspektora Nadzoru o zakończeniu każdej roboty zanikającej, którą może kontynuować dopiero po pisemnej akceptacji przez Inspektora Nadzoru i Użytkownika. Kontrola jakości robót przy przełożeniu linii kablowej powinna odbywać się w obecności użytkownika sieci.

6.1 Badanie, sprawdzenie

Postanowienia ogólne

Każda instalacja podczas montażu i/lub po jej wykonaniu, a przed przekazaniem do eksploatacji, powinna być poddana oględzinom i próbom w celu sprawdzenia, czy zostały spełnione wymagania niniejszej normy.

Dokumentację techniczną wraz ze schematami, należy udostępnić osobom wykonującym sprawdzanie instalacji. W czasie sprawdzania i wykonywania prób należy podjąć środki ostrożności w celu zapewnienia bezpieczeństwa osób i uniknięcia uszkodzeń obiektu oraz zainstalowanego wyposażenia. W przypadku rozbudowy lub zmiany istniejącej instalacji, należy sprawdzić, czy ta rozbudowa lub zmiana są zgodne z niniejszą normą i czy nie powodują one pogorszenia stanu bezpieczeństwa istniejącej instalacji.

Badanie zgodności z Dokumentacją projektową

Badanie zgodności wykonanych robót z Dokumentacją Projektową następuje przez sprawdzenie:

- czy wykonane zmiany zostały dostatecznie umotywowane,
- czy przedłożone zostały wszystkie dokumenty.
- przedłożonych dokumentów pod względem formalnym i merytorycznym

Badanie materiałów

Sprawdzenie użytych materiałów następuje przez porównanie ich cech z wymaganiami określonymi w Dokumentacji Projektowej

Oględziny

Oględziny należy wykonywać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.

Oględziny mają na celu potwierdzenie, że zainstalowane na stałe urządzenia elektryczne:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach przedmiotowych;
- zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane zgodnie z normą PN-93 eE050G9761
- nie mają widocznych uszkodzeń wpływających na pogorszenie bezpieczeństwa,

W zależności od potrzeb, należy sprawdzić przez oględziny co najmniej:

- sposób ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, łącznie z pomiarami odstępów,

- w przypadkach np. ochrony przy użyciu barier, obudów, przeszkód lub przez umieszczenie poza zasięgiem ręki obecność przegród ogniowych i innych środków zapobiegających rozprzestrzenianiu się pożaru i ochrony przed skutkami cieplnymi
- dobór przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia
- wybór i nastawienie urządzeń ochronnych i sygnalizacyjnych
- obecność prawidłowo umieszczonych odpowiednich urządzeń odłączających i łączących
- dobór urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych
- oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych
- umieszczenie schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji
- oznaczenia obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.
- poprawność połączeń przewodów;
- dostęp do urządzeń, umożliwiającą wygodną ich obsługę i konserwację

Próby (pomiar) instalacji elektrycznych wewnętrznych

Ciągłość przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych

Należy wykonać próbę ciągłości przewodów. Zaleca się wykonanie próby przy użyciu źródła prądu stałego lub przemiennego o napięciu 4 - 24 V w stanie bezobciążeniowym i prądem co najmniej 0,2 A. Rezystancja izolacji instalacji elektrycznej. Rezystancję izolacji należy zmierzyć między przewodami roboczymi brany kolejno po dwa;

Uwaga: W praktyce, pomiar ten można wykonać tylko w czasie montażu instalacji przed przyłączeniem odbiorników między każdym przewodem roboczym i ziemią

Uwaga: W praktyce, pomiar ten można wykonać tylko w czasie montażu instalacji przed przyłączeniem odbiorników.

Rezystancja izolacji, zmierzona przy napięciu probierczym o wartościach podanych w tablicy jest zadowalająca, jeżeli jej wartość dla każdego obwodu przy wyłączonych odbiornikach nie jest mniejsza od odpowiedniej wartości podanej w tabl

Pomiary należy wykonać prądem stałym. Przyrząd probierczy powinien umożliwiać zasilanie napięciem probierczym podanym w tabl. 61 A, przy obciążeniu prądem 1 mA. Jeżeli w obwód są włączone urządzenia elektroniczne, należy jedynie wykonać pomiar między przewodami fazowymi połączonymi razem z przewodem neutralnym a ziemią.

Uwaga: Stosowanie tych środków ostrożności jest konieczne, ponieważ wykonanie pomiaru bez połączenia ze sobą przewodów roboczych mogłoby spowodować uszkodzenie przyrządów elektronicznych.

Napięcie nominalne obwodu (V)	Napięcie probiercze prądu stałego (V)	Rezystancja izolacji (MQ)
SELVi FELV, gdy obwód jest zasilany z transformatora bezpieczeństwa	250	>0,25
< 500 V z wyjątkiem przypadków j w.	500	>0,5
>500V	1000	>1,0

Sprawdzenie dokumentów dotyczących materiałów i wyrobów

Sprawdzenie dokumentów dotyczących materiałów polega na stwierdzeniu zgodności ich wykonania z wymaganiami zawartymi w ST. Sprawdza się odpowiednie deklaracje zgodności wykonania materiałów i wyrobów z odpowiednimi normami lub aprobatami

technicznymi na materiały i wyroby stosowane do budowy linii kablowej i instalacji oraz odpowiednie protokoły badań dotyczących elementów linii i instalacji wykonywanych na budowie, a także protokoły ewentualnych dodatkowych badań.

Sprawdzanie dokumentów dotyczących wykonania instalacji elektrycznych wewnętrznych

Sprawdzenie dokumentów dotyczących realizacji instalacji elektrycznych wewnętrznych polega na kontroli przedstawionych przez kierownika budowy zapisów w dzienniku budowy potwierdzonych przez inspektora nadzoru świadczącego o wykonaniu tych prac zgodnie z projektem wykonawczym. Sprawdzenie dokumentów dotyczących prób i badań instalacji polega na kontroli przedstawionych przez kierownika budowy protokołów przeprowadzenia prób wykonanych zgodnie z ST instalacji elektrycznych wewnętrznych.

Ocena

Na podstawie przeprowadzonego sprawdzenia dokumentów dotyczących wykonania prac regulacyjno-pomiarowych (sprawdzenie, próby) oraz na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej inwestor podejmuje decyzję o przeprowadzeniu odbioru prac budowlano-montażowych instalacji elektrycznych wewnętrznych oraz powołuje stosowną komisję odbioru.

6.2 Odbiór

Przed przystąpieniem do odbioru odcinka instalacji elektrycznych wewnętrznych przedłożyć inwestorowi dokumenty potwierdzające wykonanie zgodnie z projektem budowlanym i wykonawczym, pozwoleniem na budowę, wymaganiami norm, normami powołanymi oraz przepisami państwowymi wymienionymi w ST.

Odbiór końcowy

Do odbioru końcowego wykonanych robót wykonawca powinien przedłożyć:

- aktualną dokumentację po wykonawcą,
- protokoły prób montażowych
- oświadczenie wykonawcy o zakończeniu robót i gotowości instalacji do eksploatacji,
- instrukcje eksploatacji urządzeń, jeżeli umowa przewidywała dostarczenie takich instrukcji,
- części i urządzenia zamienne oraz sprzęt BHP, które zgodnie ze specyfikacją w projekcie (dokumentacji) miały być dostarczone przez wykonawcę.

Komisja odbioru końcowego:

- bada aktualność i kompletność dokumentacji powykonawczej,
- bada zaświadczenia o jakości materiałów i urządzeń oraz przedstawia ewentualne wnioski i uwagi
- bada i akceptuje protokoły prób montażowych,
- dokonuje prób i odbioru instalacji włączonej pod napięcie,
- ustala okres i warunki wstępnej eksploatacji instalacji,
- spisuje protokół odbiorczy,

Przekazanie instalacji do eksploatacji

Po ustalonym przez komisję odbioru okresie wstępnej eksploatacji instalację należy przekazać do właściwej eksploatacji.

Przy przekazaniu należy spisać protokół, w którym powinno zostać potwierdzone usunięcie usterek

7. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Podstawą płatności jest umowa zawarta pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą. Cena jednostki obmiarowej obejmuje elementy wyszczególnione w w/w umowie.

8. NORMY I PRZEPISY ZWIĄZANE

1. Ustawa Prawo Budowlane z 7.7.1994 r. Dz.U. z 1994 r., Nr 89, póź. 414 z późn. zm.
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. z 2002 r., Nr 75, poz. 690 z późn. zm.
3. PN-90/E-01242: Oznaczenia identyfikacyjne urządzeń i zakończeń przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego.
4. PN-91/E-05010: Zakresy napięciowe instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych
5. PN-91 -/E-05023: Oznaczenia identyfikacyjne przewodów elektrycznych barwami i cyframi.
6. PN-92/E-05031: Klasyfikacja urządzeń elektrycznych i elektronicznych z punktu widzenia ochrony przed porażeniem elektrycznym.
7. PN-IEC 60364-1; 2000. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania ogólne.
8. PN-IEC 60364-4-41; 2000. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
9. 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.
10. PN-IEC 60364-4-47; 1999. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Zastosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
11. PN-IEC 60364-4-481; 1994. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych.
12. PN-IEC 60364-5-53; 1999. Instalacje w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza.
13. PN-IEC 60364-5-54; 1999. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
14. PN-92/E-08106. Stopnie ochrony zapewnione przez obudowy (kod IP).
15. PN-E-04700:1998 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
16. PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie.
17. PN-EN 50173-1:2004 Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego.
18. PN-83/E- 01240: Sprzęt elektrotechniczny i elektroniczny. Symbole graficzne zastępujące napisy ogólnego przeznaczenia.
19. P SEP-E-0001. Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
20. PN-EN 50110-1:2001 Eksploatacja urządzeń elektrycznych.