

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**BRANŻA – ELEKTRYCZNA .**

**CPV-45310000-3**

**OBIEKT : REMONT SZKOŁY NA DZIAŁCE NR 397/2 W TRZETRZEWINIE**

**INWESTOR : Urząd Gminy Chełmiec ul. Papieska 2 33-395 Chełmiec.**

**TEMAT : INSTALACJA ELEKTRYCZNA**

**TRZETRZEWINA 20.04.2010r.**

## 1. Zakres robót objętych STWiORB.

Przedmiotem niniejszego rozdziału specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych, jest wykonanie robót instalacji elektrycznych – SZKOŁA PODSTAWOWA na dz. Nr. Ewid. 397/2., na podstawie projektu budowlanego „**Remont Szkoły Podstawowej Dz. Nr. Ewid.: 397/2. Instalacja elektryczna Szkoły Podstawowej w Trzetrzewinie, branża elektryczna**”.

CPV-45310000-3

## 2. Pojęcia podstawowe

### LINIE KABLOWE

**linia kablowa** – kabel wielożyłowy lub wiązka kabli jednożyłowych jednożyłowych układzie wielofazowym albo kilka kabli jedno- lub wielożyłowych połączonych równolegle, łącznie z osprzętem, ułożone na wspólnej trasie i łączące zaciski tych samych dwóch urządzeń elektrycznych jedno- lub wielofazowych albo jedno- lub wielobiegunowych.

**trasa kablowa** – pas terenu lub przestrzeni, którego osią symetrii jest linia prosta, łamana lub falista, łącząca dwa lub więcej urządzeń elektrycznych, elektrycznych którym ułożone są jedna lub więcej linii kablowych.

**napięcie znamionowe linii (U)** – napięcie międzyprzewodowe w przypadku prądu przemiennego lub międzybiegunowe w przypadku prądu stałego, na które linia kablowa jest zbudowana.

**osprzęt elektroenergetycznych linii kablowych** – zbiór elementów przeznaczonych do łączenia, rozgałęzienia lub zakończenia kabli, np. mufy, głowice, złączki, końcówki.

**odległość między przedmiotami** – odległość między punktami przedmiotów najbliżej siebie położonymi, np. odległość kabla od innego kabla, rurociągu.

**odległość pozioma między przedmiotami** – odległość między rzutami poziomymi przedmiotów.

**odległość pionowa między przedmiotami** – odległość między rzutami pionowymi przedmiotów.

**skrzyżowanie** – takie miejsce na trasie linii kablowej, w którym jakkolwiek część rzutu poziomego linii kablowej przecina lub pokrywa jakkolwiek część rzutu poziomego innej linii kablowej lub innego urządzenia podziemnego albo naziemnego, np. rurociągu, toru kolejowego, drogi, wody żeglownej lub spławnej.

**zbliżenie** – takie miejsce na trasie linii kablowej, w którym odległość między linią kablową a inną linią kablową, urządzeniem podziemnym lub drogą komunikacyjną itp. jest mniejsza niż odległość dopuszczalna dla danych warunków układania bez stosowania przegród lub osłon zabezpieczających i w którym nie występuje skrzyżowanie.

**osłona kabla** – konstrukcja przeznaczona do ochrony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi, chemicznymi i działaniem łuku elektrycznego. Rozróżnia się następujące rodzaje osłon:

- a) przykrycie – osłona ułożona nad kablem w celu ochrony przed mechanicznymi uszkodzeniami od góry,
- b) przegroda – osłona ułożona wzdłuż kabla w celu oddzielenia go od sąsiedniego kabla lub od innych urządzeń,
- c) osłona otaczająca – osłona nie dzielona lub dzielona, chroniąca kabel ze wszystkich stron,
- d) osłona otwarta – osłona chroniąca kabel z jednej, dwóch lub trzech stron.

**blok kablowy** – osłona otaczająca kabla stanowiąca całość, konstrukcyjną, mająca dwa lub więcej otworów, z których każdy jest przeznaczony do wciągnięcia jednego kabla.

**pomieszczenie kablowe** – pomieszczenie w budynku przeznaczone do ułożenia kabli na podłodze, na ścianach lub specjalnych konstrukcjach w celu ich rozprowadzenia pod pomieszczeniami rozdzielnic, nastawni, sterowni itp. lub obok tych pomieszczeń.

**kanał kablowy** – kanał ścianie, stropie, podłodze lub w ziemi przykryty płytami zdejmowanymi zupełnie lub częściowo, przeznaczony do układania kabli, nie przystosowany do poruszania się obsługi w jego wnętrzu.

**tunel kablowy** – tunel przeznaczony do układania w nim kabli i przystosowany do poruszania się obsługi w jego wnętrzu.

**szyb kablowy** – wydzielony obudowany pionowy szyb łączący więcej niż dwie kondygnacje budynku, przeznaczony do ułożenia w nim kabli.

**pomost kablowy (estakada)** – konstrukcja nadziemna przeznaczona do układania tylko kabli lub kabli oraz innych instalacji i urządzeń technologicznych.

**drabinka kablowa** – konstrukcja wsporcza w formie drabinki przeznaczona do układania kabli.

**korytko kablowe** – konstrukcja wsporcza przeznaczona do układania kabli, w postaci jednego elementu o trzech ścianach jednolitych lub ażurowych.

**bruzda** – wyżłobienie w ścianie, w posadzce albo stropie przeznaczone do ułożenia w nim kabla lub kabla w osłonie, a następnie przykrycia zaprawą cementową.

**studzienka kablowa** – pomieszczenie podziemne przeznaczone do instalowania muf kablowych, ułatwiające przeciąganie i łączenie kabli układanych w kanałach i blokach.

**ściana przeciwpożarowa w tunelu kablowym** – przegroda z drzwiami przeciwpożarowymi, służąca do podziału tunelu na strefy pożarowe.

**przegroda przeciwpożarowa w tunelu kablowym** – przegroda z otworem przełazowym bez drzwi instalowana w strefie pożarowej tunelu, służąca do ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru w obrębie jednej strefy.

**grodz przeciwpożarowa** – przegroda przeciwpożarowa stosowana w kanałach lub szybach kablowych, wykonana w całym przekroju poprzecznym kanału lub szybu kablowego.

## POJĘCIA OGÓLNE

**instalacja elektryczna** – zestaw połączonych ze sobą i zharmonizowanych w działaniu urządzeń i aparatów, umożliwiających funkcjonowanie maszyn, urządzeń, systemów i układów zasilanych elektrycznie.

Do instalacji elektrycznych zalicza się:

- instalacje elektroenergetyczne niskiego i wysokiego napięcia,
- instalacje i urządzenia teletechniczne,
- instalacje i urządzenia sygnalizacji, sterowania, pomiarów i monitorowania,
- instalacje telefoniczne i komputerowe,
- instalacje elektroniczne alarmowe, przeciwpożarowe i ochrony mienia,
- instalacje uziemiające i przeciwprzepięciowe,
- instalacje wewnętrznej i zewnętrznej ochrony odgromowej.

**instalacja elektroenergetyczna** – w ogólnym pojęciu termin instalacja elektroenergetyczna obejmuje współpracujące ze sobą urządzenia związane z wytwarzaniem, przesyłem i rozdziałem oraz użytkowaniem energii elektrycznej.

**elektroenergetyczna sieć rozdzielcza** – elektroenergetyczna sieć rozdzielcza na napięciu do 1 kV i pow. 1 kV do 100 kV (zasilająca) – jest to zbiór urządzeń do rozdziału energii elektrycznej zużywanej u odbiorców komunalno-bytowych i przemysłowych. Elektroenergetyczna sieć rozdzielcza (zasilająca) może być:

- napowietrzną lub kablową siecią o napięciu niższym od 1 kV (dalej zwaną siecią n.n.),
  - napowietrzną lub kablową siecią o napięciu powyżej 1 kV do 110 kV (dalej zwaną siecią WN),
  - sekcją szyn zbiorczych zbiorczych rozdzielni WN.
- Dla zasilania obiektów budowlanych energią elektryczną z sieci rozdzielczych wykonywane są przyłącza i wewnętrzne linie zasilające.

**przyłącze** – przyłącze jest to linia łącząca zasilany obiekt z rozdzielczą siecią zasilającą. Przyłącze może być wykonane jako kablowe lub napowietrzne, wykonywane przewodami gołymi lub izolowanymi (np. przewodem AsXS). Przyłącze może być:

- napowietrzne ze słupa rozdzielczej sieci n.n. jednoprzęsłowe lub wieloprzęsłowe do złącza n.n.,
- kablowe ze słupa napowietrznej sieci lub z mufy odgałęźnej kablowej sieci rozdzielczej n.n. do złącza n.n.,
- napowietrzne jednoprzęsłowe lub wieloprzęsłowe z sieci rozdzielczej napowietrznej WN do złącza WN,
- kablowe z sieci rozdzielczej kablowej WN do złącza WN.

**złącze** – złącze jest to urządzenie służące do wykonania połączenia przyłącza z instalacją odbiorczą bezpośrednio lub za pośrednictwem wewnętrznych linii zasilających. Z jednego złącza zasilana może być jedna lub więcej wewnętrznych linii zasilających. W złączu znajduje się głównie zabezpieczenie elektryczne obiektu. Złącze powinno być usytuowane w miejscu ogólnodostępnym, wewnątrz lub zewnątrz obiektu i zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych. Złącze może być:

- zaciskami przed pomiarem po stronie wysokiego napięcia linii napowietrznej lub kablowej WN,
- zaciskami przewodów doprowadzonych z napowietrznej linii n.n. łączącymi z wewnętrzną linią zasilającą n.n. prowadzoną do tablicy licznikowej (np. na stojaku dachowym, czy na izolatorach w szczycie budynku),
- zaciskami na kablowej wlv do licznika energii elektrycznej usytuowanego na granicy posesji lub na zewnątrz budynku wyprowadzonej z mufy odgałęźnej w kablowej sieci rozdzielczej n.n.,
- zaciskami na przelotowo wprowadzonym kablu sieci rozdzielczej n.n. do szafki z bezpiecznikami i licznikiem usytuowanej na granicy posesji lub na zewnątrz budynku.

**wewnętrzna linia zasilająca** – wewnętrzna linia zasilająca jest to obwód zasilający tablice rozdzielcze, czy też rozdzielnie, z których zasilane są instalacje odbiorcze. Wewnętrzna linia zasilająca może być:

- obwodem instalacji elektrycznej od złącza n.n. do tablicy licznikowej,
- obwodem instalacji elektrycznej od tablicy licznikowej do tablic rozdzielczych (np. piętowych, oddziałowych),
- linią kablową lub napowietrzną WN od złącza WN do pola pomiarowego rozdzielni lub stacji transformatorowo-rozdzielczej,
- linią kablową lub napowietrzną WN od złącza WN do pola pomiarowego rozdzielni lub stacji transformatorowo-rozdzielczej do oddziałowych rozdzielni stacji transformatorowo-rozdzielczej,
- linią kablową lub napowietrzną n.n. od pola pomiarowego rozdzielni lub stacji transformatorowo-rozdzielczej do rozdzielnic oddziałowych n.n.,
- linią kablową n.n. od złącza kablowego do punktu pomiarowego usytuowanego na granicy posesji lub na zewnątrz budynku.

**instalacja odbiorcza** – instalacja odbiorcza jest to część instalacji znajdująca się za układem pomiarowym służącym do rozliczeń między dostawcą a odbiorcą energii elektrycznej, a w razie braku układu pomiarowego – za wyjściowymi zaciskami pierwszego urządzenia zabezpieczającego instalację od strony zasilania.

**przewód neutralny (symbol N)** – przewód połączony bezpośrednio z punktem neutralnym układu sieci i mogący służyć do przesyłania energii.

**temperatura otoczenia** – temperatura powietrza lub innego czynnika otaczającego urządzenie elektryczne.

**zasilanie elektrycznych instalacji bezpieczeństwa; układ zasilania elektrycznych instalacji bezpieczeństwa** – układ zasilania przeznaczony do podtrzymania działania wyposażenia i instalacji niezbędnych:

- dla zdrowia i bezpieczeństwa osób i/lub
- dla wymaganego przez przepisy, uniknięcia poważnych szkód środowiska innego wyposażenia.

UWAGA: W skład układu zasilania wchodzi źródło i obwody dochodzące do zacisków urządzeń. W szczególnych przypadkach w skład układu mogą wchodzić również urządzenia.

**zasilanie rezerwowe instalacji elektrycznych; układ zasilania rezerwowego instalacji elektrycznych** – układ zasilania przeznaczony do podtrzymania ciągłości działania danej instalacji albo jej określonych części lub jednej z jej części, z powodów innych niż bezpieczeństwo osób, w przypadku wyłączenia zasilania podstawowego.

**źródło zasilania elektrycznych instalacji bezpieczeństwa** – źródło przeznaczone do podtrzymania ciągłości zasilania urządzeń służących bezpieczeństwu.

**źródło zasilania rezerwowego instalacji elektrycznych** – źródło przeznaczone do podtrzymania ciągłości działania danej instalacji albo jej określonych części lub jednej z jej części, z powodów innych niż bezpieczeństwo osób, w przypadku wyłączenia zasilania podstawowego.

## OPRZEWODOWANIE

**oprzewodowanie** – zespół składający się z przewodu (kabla) lub przewodów (kablów) lub przewodów szynowych oraz elementów mocujących, a także w razie potrzeby, osłonek przewodów (kablów) lub przewodów szynowych.

**przestrzeń instalacyjna** – przestrzeń wewnątrz struktury lub elementów obiektu budowlanego dostępna tylko w określonych miejscach.

Uwagi:

1-Przykładami są: przestrzeń wewnątrz ścian, podwieszanych sufitów, podsufitek i określonych rodzajów ram okien oraz ram drzwi i ościeżnic

2-Specjalnie utworzona w elemencie budowlanym przestrzeń jest również określana jako kanał.

**rura instalacyjna** – część składowa zamkniętego układu oprzewodowania o okrągłym lub nieokrągłym przekroju poprzecznym, do układania w niej przewodów izolowanych i/lub kabli instalacji elektrycznych, umożliwiającą ich wciąganie i/lub wymianę.

Uwaga: Rury instalacyjne powinny być wystarczająco ściśle połączone ze sobą tak, aby przewody i/lub kable mogły być tylko wciągane, a nie wkładane z boku.

**listwa instalacyjna** – system zamykanych obudów; każda składająca się z podłoża i pokrywy, przeznaczony do całkowitego osłonięcia prowadzonych przewodów izolowanych, kabli sznurów oraz przystosowany do innego wyposażenia elektrycznego.

**kanal kablowy** – element oprzewodowania prowadzony nad ziemią lub w ziemi, w podłodze lub nad poziomem podłogi, otwarty, przewietrzany lub zamknięty i mający wymiary nie pozwalające na wejście osób, ale umożliwiające dostęp do rur instalacyjnych i/lub przewodów oraz kabli na całej swojej długości podczas montażu i eksploatacji.

Uwaga: Kanał kablowy nie musi, ale może stanowić część konstrukcji budowlanej.

**tunel kablowy** – korytarz, którego wymiary pozwalają osobom na swobodne przechodzenie na całej jego długości, wyposażony w konstrukcje wsporcze i/lub mocujące dla kabli oraz przewodów, dla połączeń przewodów i kabli oraz/albo dla innych elementów oprzewodowania.

**korytko instalacyjne; korytko kablowe** – podpora kablowa stanowiąca ciągle podłoże, z wygiętymi do góry bokami, bez przykrycia.

Uwaga: Korytko instalacyjne może być perforowane lub bez perforacji.

**drabinka instalacyjna; drabinka kablowa** – podpora kablowa składająca się z szeregu poprzecznych elementów wsporczych, przymocowanych sztywno do głównych podłużnych członów nośnych.

**wsporniki instalacyjne; wsporniki kablowe** – poziome podpory kablowe mocowane tylko jednym końcem, rozmieszczone w odstępach od siebie, na których układa się przewody i/lub kable.

**uchwyty instalacyjne; uchwyty kablowe** – elementy rozmieszczone w określonych odstępach służące do mechanicznego mocowania przewodu, kabla lub rury instalacyjnej.

**obwód (instalacji elektrycznej)** – zespół elementów instalacji elektrycznej wspólnie zasilanych i chronionych przed przewężeniami wspólnymi zabezpieczeniami.

**obwód rozdzielczy; wewnętrzna linia zasilająca (obiektu budowlanego)** – obwód elektryczny zasilający rozdzielnicę.

**obwód odbiorczy (obiektu budowlanego)** – obwód, do którego są przyłączone bezpośrednio odbiorniki energii elektrycznej lub gniazda wtyczkowe.

## OPRAWY OŚWIETLENIOWE

**oświetlenie podstawowe** – oświetlenie przewidziane dla danego rodzaju pomieszczenia, urządzenia lub czynności w normalnych warunkach pracy.

**oświetlenie awaryjne** – oświetlenie przewidziane do stosowania w niektórych przypadkach, podczas zaniku oświetlenia podstawowego.

**oświetlenie bezpieczeństwa** – rodzaj oświetlenia awaryjnego umożliwiający bezpieczne dokończenie, a w niektórych przypadkach kontynuację wykonywanych czynności.

**oświetlenie ewakuacyjne** – rodzaj oświetlenia awaryjnego umożliwiający łatwe i pewne wyjście z budynku w czasie zaniku oświetlenia podstawowego.

**oświetlenie ogólne** – oświetlenie przestrzeni bez uwzględnienia szczególnych wymagań dotyczących oświetlenia niektórych jej części.

**oświetlenie miejscowe** – oświetlenie niektórych części przestrzeni, np. miejsc pracy, z uwzględnieniem szczególnych potrzeb oświetleniowych, oświetleniowych celu zwiększenia natężenia oświetlenia, uwidocznienia szczegółów itp.

**oświetlenie złożone** – oświetlenie składające się z oświetlenia ogólnego i oświetlenia miejscowego.

**stałe uzupełniające oświetlenie elektryczne (wnętrz)** – stałe elektryczne oświetlenie uzupełniające oświetlenie dzienne, gdy samo oświetlenie dzienne jest niewystarczające lub niezadowalające.

**ośnienie** – stan procesu widzenia, w którym odczuwa się niewygodę widzenia albo obniżenie zdolności rozpoznawania przedmiotów, albo oba te wrażenia razem, na skutek niesprzyjającego rozkładu luminacji lub jej zbyt szerokiego zakresu lub też nadmiernego kontrastu w przestrzeni lub czasie.

**ośnienie przykre** – ośnienie polegające na powstaniu niewygody widzenia i niekoniecznie związane z zakłóceniem czynności wzrokowej.

**płaszczyzna robocza** – powierzchnia odniesieniowa wyznaczona płaszczyzną, na której zwykle wykonywana jest praca. Jeśli nie wynika to z odmiennego usytuowania stanowisk pracy lub ich ograniczonych względnych wymiarów, za powierzchnię roboczą przyjmuje się poziomą płaszczyznę na wysokości 0,85 m od podłogi, ograniczoną ścianami pomieszczenia, zaś w strefach komunikacyjnych powierzchnię podłogi lub schodów.

**równomierność oświetlenia** – (na danej powierzchni) – stosunek natężenia oświetlenia najmniejszego do średniego na tej powierzchni.

**wskaźnik oddawania barw** – miara stopnia zgodności wrażenia barwy przedmiotów oświetlonych danym źródłem światła z wrażeniem barwy tych samych przedmiotów oświetlonych iluminatem odniesieniowym w określonych warunkach.

## OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

**bariera; przeszkoda** – element chroniący przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim, lecz nie chroniący przed dotykiem bezpośrednim spowodowanym działaniem rozmyślnym.

**bezpieczeństwo** – brak nieakceptowanego ryzyka szkód.

**całkowita rezystancja uziemienia** – rezystancja między głównym zaciskiem uziemiającym a ziemią.

**część czynna niebezpieczna** – część czynna, która w pewnych warunkach zewnętrznych może spowodować porażenie prądem elektrycznym.

**część czynna** – przewód lub część przewodząca przeznaczona do pracy pod napięciem w warunkach normalnych, łącznie z przewodem neutralnym lecz z wyjątkiem przewodu PEN.

Uwaga: Termin ten oznacza, że zachodzi ryzyko porażenia prądem elektrycznym.

**część przewodząca dostępna** – część przewodząca instalacji elektrycznej, która może być dotknięta i która w warunkach normalnej pracy instalacji nie znajduje się, lecz może się znaleźć pod napięciem w wyniku uszkodzenia.

Uwaga: Część przewodząca wyposażenia elektrycznego, która może znaleźć się pod napięciem tylko w przypadku uszkodzenia innej części przewodzącej dostępnej nie jest uważana za część przewodzącą dostępną.

**część przewodząca obca** – część przewodząca nie będąca częścią instalacji elektrycznej, która może znaleźć się pod określonym potencjałem zazwyczaj pod potencjałem ziemi.

**części jednocześnie dostępne; części przewodzące jednocześnie dostępne** – przewody lub części przewodzące, które mogą być dotknięte jednocześnie przez człowieka lub zwierzę.

Uwaga: Częściami jednocześnie dostępnymi mogą być:

- części czynne,
- części przewodzące dostępne,
- części przewodzące obce,
- przewody ochronne,
- uziomy.

**dotyk bezpośredni** – dotknięcie przez człowieka lub zwierzę części czynnych.

**dotyk pośredni** – dotknięcie przez człowieka lub zwierzę części przewodzących dostępnych, które znalazły się pod napięciem w wyniku uszkodzenia izolacji.

**ekwipotencjalność** – stan, w którym części przewodzące mają praktycznie ten sam potencjał elektryczny.

**FELV** – bardzo niskie napięcie funkcjonalne.

**główna szyna uziemiająca; główny zacisk uziemiający** – szyna lub zacisk przeznaczone do przyłączenia do uziomu przewodów ochronnych, w tym przewodów połączeń wyrównawczych oraz przewodów uziemień roboczych, jeśli one występują.

**izolacja dodatkowa** – niezależna izolacja zastosowana dodatkowo oprócz izolacji podstawowej w celu zapewnienia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, w przypadku uszkodzenia instalacji podstawowej.

**izolacja podstawowa** – izolacja części czynnych przeznaczona do ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrony podstawowej) mogącym spowodować porażenie prądem elektrycznym.

Uwaga: Do izolacji podstawowej nie zalicza się izolacji zastosowanej wyłącznie do celów funkcjonalnych.

**izolacja podwójna** – izolacja składająca się z izolacji podstawowej i izolacji dodatkowej.

**izolacja wzmocniona** – izolacja części czynnych niebezpiecznych, zapewniająca ochronę od porażenia prądem elektrycznym, równoważna izolacji podwójnej.

Uwaga: Izolacja wzmocniona może składać się z kilku warstw, które jednak nie mogą być poddawane oddzielnym próbom tak, jak izolacja podstawowa lub dodatkowa.

**napięcie dotykowe** – napięcie pojawiające się między częściami jednocześnie dostępnymi w przypadku uszkodzenia izolacji.

Uwagi:

1 – Umownie termin ten jest używany tylko w związku z ochroną przed dotykiem pośrednim.

2 – W pewnych przypadkach na wartość napięcia dotykowego może mieć znaczny wpływ impedancja człowieka stykającego się z częściami jednocześnie dostępnymi.

**napięcie dotykowe dopuszczalne (długotrwałe) (symbol UL)** – najwyższa dopuszczalna wartość napięcia dotykowego, które może się długotrwale utrzymać w określonych warunkach otoczenia.

**napięcie dotykowe spodziewane** – najwyższe napięcie dotykowe przewidywane w instalacji elektrycznej w przypadku uszkodzenia izolacji, gdy wartość impedancji jest pomijalna.

**napięcie znamionowe (instalacji)** – napięcie, na które instalacja elektryczna lub jej część została przeznaczona.

Uwaga: Rzeczywista wartość może różnić się od wartości znamionowej o wartość określoną przez tolerancję napięcia.

**obudowa; osłona** – element zapewniający ochronę przed niektórymi wpływami otoczenia i przed dotykiem bezpośrednim z dowolnego kierunku.

**ochrona dodatkowa; ochrona przed dotykiem pośrednim** – ochrona przed porażeniem elektrycznym przy pojedynczym zakłóceniu.

**ochrona podstawowa; ochrona przed dotykiem bezpośrednim** – ochrona przed porażeniem elektrycznym podczas braku zakłóceń.

**ochrona przeciwporażeniowa** – zespół środków ograniczających ryzyko porażenia prądem elektrycznym.

**ochronne ograniczenie prądu ustalonego i ładunku** – ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym przez zastosowanie obwodu lub urządzenia zaprojektowanego tak, aby zarówno w warunkach normalnych jak i przy zakłóceniach prąd ustalony i ładunek były ograniczone do wartości mniejszych niż niebezpieczne.



**ogrodzenie** – element zapewniający ochronę przed dotykiem bezpośrednim ze wszystkich ogólnie dostępnych stron.

**osłona** – element, o stopniu ochrony co najmniej IP2X lub IPXXB, chroniący przed umyślnym zetknięciem z częściami czynnymi.

**PELV** – bardzo niskie napięcie ochronne.

**połączenia wyrównawcze** – elektryczne połączenie części przewodzących dostępnych lub/i części przewodzących obcych w celu uzyskania wyrównania potencjałów.

**porażenie prądem elektrycznym** – skutki patofizjologiczne wywołane przepływem prądu elektrycznego przez ciało człowieka lub zwierzęcia.

**porażenie śmiertelne** – porażenie elektryczne ze skutkiem śmiertelnym.

**prąd nietętniący** – prąd zawierający sinusoidalną składową prądu przemiennego o wartości skutecznej nie przekraczającej 10% wartości prądu stałego; dla napięcia znamionowego 120 V nietętniącego prądu stałego maksymalna wartość napięcia nie może przekroczyć 140 V.

**prąd obliczeniowy obwodu** – prąd przewidywany w obwodzie elektrycznym.

**prąd przeciążeniowy w obwodzie** – prąd przetężeniowy powstały w nieuszkodzonym obwodzie elektrycznym.

**prąd przetężeniowy** – dowolna wartość prądu większa od wartości znamionowej; dla przewodów wartością znamionową jest obciążalność prądowa długotrwała.

**prąd rażeniowy** – prąd przepływający przez ciało człowieka lub zwierzęcia, który może powodować skutki patofizjologiczne.

**prąd różnicowy; prąd resztkowy** – algebraiczna suma wartości chwilowych prądu płynącego przez wszystkie przewody czynne w określonym punkcie instalacji elektrycznej.

**prąd upływowy (w instalacji)** – prąd przepływający z obwodu elektrycznego do ziemi lub do innych części przewodzących obcych w warunkach normalnych.

Uwaga: Prąd ten może zawierać składową pojemnościową, w tym również wynikającą z zastosowania kondensatorów.

**prąd umowny zadziałania urządzenia zabezpieczającego** – określona wartość prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w określonym czasie, zwanym czasem umownym zadziałania.

**prąd uziomowy** – część prądu jednofazowego zwarcia doziemnego przepływającego przez rozpatrywany uziom do ziemi.

**prąd wyłączający** – najmniejsza wartość prądu wywołująca zadziałanie, w wymaganym czasie, urządzenia ochronnego przetężeniowego lub różnicowoprądowego powodującego samoczynne wyłączenie zasilania.

**prąd zwarciov przy zwarcu metalicznym** – prąd przetężeniowy powstały w wyniku połączenia ze sobą – poprzez impedancję o pomijalnej wartości – przewodów, które w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej mają różne potencjały.

**przegroda; ogrodzenie** – element zapewniający ochronę przed dotykiem bezpośrednim ze wszystkich zwykle dostępnych kierunków.

**przewód ochronno-neutralny; przewód PEN** – uziemiony przewód spełniający jednocześnie funkcję przewodu ochronnego i przewodu neutralnego.

Uwaga: Skrót PEN stanowi kombinację oznaczenia przewodu ochronnego PE i przewodu neutralnego N.

**przewód ochronny (symbol PE)** – przewód (lub żyła przewodu) wymagany przez określone środki ochrony przeciwporażeniowej przeznaczony do elektrycznego połączenia następujących części:

- przewodzących dostępnych,
- przewodzących obcych,
- głównej szyny uziemiającej (głównego zacisku uziemiającego),
- uziomu,
- uziemionego punktu neutralnego źródła zasilania lub punktu neutralnego sztucznego.

**przewód wyrównawczy** – przewód ochrony zapewniający wyrównanie potencjałów.

**przewód uziemiający** – przewód ochronny łączący główną szynę uziemiającą lub główny zacisk uziemiający z uziomem.

**rezystancja stanowiska** – rezystancja między elektrodą odwzorowującą styczność ze stanowiskiem bosych stóp człowieka a ziemią odniesienia.

**rezystancja uziemienia** – rezystancja między zaciskiem uziemiającym a ziemią odniesienia (część rzeczywista impedancji uziemienia).

**rezystywność gruntu** – rezystywność charakterystycznej próbki gruntu.

**samoczynne wyłączenie zasilania** – przerwanie ciągłości jednego lub wielu przewodów linii spowodowane przez automatyczne zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w przypadku zakłócenia.

**SELV** – bardzo niskie napięcie bezpieczne.

**uziemienie** – połączenie elektryczne z ziemią.

**uziemienie ochronne** – uziemienie jednego lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia w celu ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.

**uziom** – przedmiot lub zespół przedmiotów umieszczonych w gruncie, tworząc elektryczne połączenie przewodzące z tym gruntem.

**uziom fundamentowy** – uziom w postaci taśmy lub pręta stalowego w otulinie betonowej (uziom fundamentowy sztuczny), lub uziom w postaci stalowego zbrojenia fundamentu z betonu zbrojonego (uziom fundamentowy naturalny).

**uziom naturalny** – uziom wykonany i wykorzystany do innych celów niż uziemienie oraz do celów uziemienia.

**uziom sztuczny** – uziom wykonany i wykorzystany tylko do celów uziemienia.

**uziomy niezależne** – uziomy umieszczone w takich odległościach od siebie, że maksymalny prąd mogący przepływać w jednym uziomie nie wpływa w sposób znaczący na zmianę potencjału w innych uziomach.

**zasięg ręki** – przestrzeń zawarta między dowolnym punktem powierzchni stanowiska, na którym człowiek zwykle stoi lub się porusza a powierzchnią, którą może dosięgnąć ręką w dowolnym kierunku bez użycia środków pomocniczych.

**ziemia** – przewodząca masa ziemi, której potencjał elektryczny w każdym punkcie jest przyjmowany umownie jako równy zeru.

**ziemia odniesienia** – dowolny punkt na powierzchni lub w głębi ziemi, którego potencjał nie zmienia się pod wpływem prądu spływającego z rozpatrywanego uziomu lub uziomów.

## INNE URZĄDZENIA

**urządzenie elektryczne; wyposażenie elektryczne** – wszystkie urządzenia i elementy instalacji elektrycznej przeznaczone do takich celów jak wytwarzanie, przekształcanie, przesyłanie, rozdział lub wykorzystywanie energii elektrycznej, są to np. maszyny, transformatory, aparaty, przyrządy pomiarowe, urządzenia zabezpieczające, oprzewodowanie, odbiorniki.

**odbiornik energii elektrycznej** – urządzenie przeznaczone do przetwarzania energii elektrycznej w inną formę energii, np. światło, odłączanie, łączenie.

**rozdzielnice i sterownice; aparatura rozdzielcza i sterownicza** – urządzenia, przeznaczone do włączenia w obwody elektryczne, spełniające jedną lub wiele z następujących funkcji: zabezpieczenie, rozdzielenie, sterowanie, odłączanie, łączenie.

**urządzenie przenośne** – urządzenie, które podczas użytkowania może być łatwo przemieszczane z jednego miejsca na drugie przy podłączonym zasilaniu.

**urządzenie ręczne** – urządzenie przenośne przeznaczone do trzymania w ręce podczas jego normalnego użytkowania, przy czym silnik, jeżeli jest, stanowi integralną część tego urządzenia.

**urządzenie stacjonarne** – urządzenie nieruchome lub bez uchwytów mające taką masę, że nie może być łatwo przemieszczane.

**urządzenie stałe** – urządzenie przytwierdzone do podłoża lub przymocowane w inny sposób w określonym miejscu.

## KLASYFIKACJA OSÓB

**inspektor nadzoru inwestorskiego** – jest tym uczestnikiem procesu budowlanego reprezentującym inwestora, do którego należy dbanie o prawidłowe wykonywanie robót budowlanych, kontrola zgodności wykonywanych robót budowlanych z projektem, przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

**kierownik budowy** – jest tym uczestnikiem procesu budowlanego, który ma za zadanie czuwać nad prawidłowością wykonywania budowy w zakresie bezpieczeństwa wykonywania robót budowlanych, organizacji ich przebiegu, zabezpieczenia terenu budowy, prowadzeniu dokumentacji budowy, przygotowywania odbiorów, powiadamiania inwestora i inspektora nadzoru inwestorskiego o wszystkich istotnych zdarzeniach, które mają miejsce na kierowanej przez niego budowie, takich jak kontrole, zagrożenia, nieprawidłowości czy nieprzewidziane utrudnienia.

**osoba wykwalifikowana** – osoba mająca stosowne wykształcenie i doświadczenie zapewniające jej unikanie niebezpieczeństw i zapobieganie ryzyku, jakie może stwarzać elektryczność.

**osoba poinstruowana** – osoba odpowiednio poinformowana albo nadzorowana przez osoby wykwalifikowane, w sposób zapewniający jej unikanie niebezpieczeństw i zapobieganie ryzyku, jakie może stwarzać elektryczność.

**osoba postronna** – osoba, która nie jest osobą wykwalifikowaną ani osobą poinstruowaną.

### 3. Materiały

Wykonawca jest zobowiązany dostarczyć materiały zgodnie z wymaganiami dokumentacji projektowej i ST.

Wykonawca powinien powiadomić Inspektora Nadzoru o proponowanych źródłach otrzymania materiałów przed rozpoczęciem ich dostawy.

Jeżeli Dokumentacja Projektowa lub ST przewidują możliwość wariantowego wyboru rodzaju materiału w wykonywanych robotach, Wykonawca powinien powiadomić Inspektora Nadzoru o swoim wyborze najszybciej jak to możliwe przed użyciem materiału albo w okresie ustalonym przez Inspektora Nadzoru.

W przypadku nie zaakceptowania materiału ze wskazanego źródła Wykonawca powinien przedstawić do akceptacji Inspektora Nadzoru materiał z innego źródła.

Wybrany i zaakceptowany rodzaj materiału nie może być później zmieniony bez zgody 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 za wykonaną pracę.

## **4. Sprzęt**

Wykonawca przystępujący do wykonywania robót przy instalacji elektrycznej i okablowaniu zastosuje sprzęt gwarantujący właściwą jakość robót.

Sprzęt montażowy i środki transportu muszą być w pełni sprawne i dostosowane do technologii robót.

Sposób wykonania robót oraz sprzęt akceptuje inspektor nadzoru.

## **5. Transport, przyjmowanie i składowanie materiałów**

### **Wymagania ogólne**

1. 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 atmosferycznych razie potrzeby umożliwiać utrzymanie wewnątrz odpowiedniej temperatury i wilgotności.
2. Teren składowiska powinien być odpowiednio oświetlony i stosownie do potrzeb ogrodzony.
3. 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.
4. 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.
5. Gospodarkę magazynową należy prowadzić zgodnie z wytycznymi gospodarki materiałowej dla przedsiębiorstw budowlano-montażowych i wytycznymi dla przedsiębiorstw wykonujących elektryczne roboty instalacyjno-montażowe. W przypadku braku takich wytycznych wytyczne gospodarki magazynowej na placu budowy powinny być opracowane przez generalnego wykonawcę robót, jeżeli taki organ został powołany. Jeśli generalny wykonawca nie został powołany, wytyczne gospodarki magazynowej powinno opracować przedsiębiorstwo wykonujące dany rodzaj robót elektrycznych w porozumieniu z kierownikiem budowy.

### **Transport materiałów**

1. 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.
2. Załadowanie i wyładowanie konstrukcji, urządzeń, maszyn itp. o dużej masie lub znacznym gabarycie należy przeprowadzać za pomocą dźwignic lub posługując się pomostem-pochylnią.

3. Cięższe lub wielkogabarytowe urządzenia, wymagające na czas transportu częściowego demontażu (np. konserwatora, izolatorów przepustowych itp. elementów transformatorów), powinny być przewożone zgodnie z wymaganiami producenta przy użyciu przystosowanego do tego celu sprzętu, a w razie jego braku przez wyspecjalizowanego przewoźnika ciężkiego transportu.
4. Przemieszczanie w magazynie lub na miejscu montażu ciężkich urządzeń, które nie mają kół jezdnych, należy wykonać za pomocą wózków lub rolek.
5. Przy przewożeniu i transporcie materiałów, elementów, konstrukcji, urządzeń, maszyn itp. za pomocą kolei szynowych i linowych oraz pochylniach o napędzie mechanicznym należy przestrzegać aktualnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, a przy załadunku, transporcie i wyładunku ręcznym – aktualnych przepisów dotyczących ręcznego przenoszenia ciężarów.
6. 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, przełączniki 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, uchyty lub uszkodzenia powłok lakierniczych, osłon blaszanych, zamków itp.,
  - przy transporcie wyłączników, dławików, transformatorów należy stosować się do zaleceń producenta, co do sposobu mocowania lin; transport (załadowanie, wyładowanie) członów celek (elementów urządzeń rozdzielczych) powinien odbywać się za pomocą lin mocowanych w węzłach spawanej konstrukcji szkieletowej; chwytanie linami za elementy oszynowania, aparaty lub poprzeczki konstrukcji poza punktami węzłowymi jest niedopuszczalne,
  - prace ładunkowe i wyładunkowe ciężkich i wielkogabarytowych urządzeń, np. transformatorów dużej mocy, powinny być wykonywane przez specjalnie przeszkolone do tego celu brygady przy użyciu dźwigów, podnośników hydraulicznych i korbowych lub innych urządzeń dźwigowych.
7. Zaleca się dostarczanie urządzeń i ich konstrukcji oraz aparatów na stanowiska montażu bezpośrednio przed montażem, w celu uniknięcia dodatkowego transportu wewnętrznego z magazynu budowy. Dotyczy to szczególnie dużych i ciężkich elementów.
8. W czasie transportu i składowania końce wszystkich rodzajów kabli powinny być zabezpieczone przed zawilgoceniem i innymi wpływami środowiska przez:
  - szczelne zalutowanie powłoki metalowej lub założenie na oczyszczonej powłoce kapturów termokurczliwych pokrytych od wewnątrz warstwą kleju – w przypadku kabli o izolacji papierowej; dopuszcza się na czas do 48 godz. wykonanie zabezpieczenia końców kabli przez co najmniej trzykrotny obwój taśmą izolacyjną i polanie zalewą bitumiczną,
  - w przypadku kabli o izolacji z tworzyw sztucznych założenie na oczyszczonej powłoce kapturków termokurczliwych pokrytych od wewnątrz warstwą kleju lub nałożenie kapturków z tworzywa sztucznego i uszczelnienie ich za pomocą kilku obwojów z taśmy przylepnej,
9. 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°C, przy czym wewnętrzna średnica kręgu nie powinna być mniejsza niż 40-krotna średnica zewnętrzna kabla,
  - zaleca się przewożenie bębnow z kablami na specjalnych przyczepach; dopuszcza się przewożenie bębnow z kablami w skrzyniach samochodów ciężarowych lub w przyczepach,

- bębny z kablami przewożone w skrzyniach samochodów powinny być ustawione na krawędziach tarcz (oś bębna pozioma), a tarcze bębnowe powinny być przymocowane do dna skrzyni samochodu tak, aby bębny nie mogły się przetaczać; stawianie bębnow z kablami w skrzyni samochodu płasko (oś bębna w pionie) jest zabronione; kręgi kabla należy układać poziomo (płasko),

- 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.

10. 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.

11. 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 samowyładowczego,
- samochodu dostawczego.

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

### **Odbiór i przyjmowanie materiałów, wyrobów i urządzeń**

1. Przyjęcie materiałów (w tym również elementów konstrukcji, urządzeń i maszyn) do magazynu na budowie powinno być poprzedzone jakościowym i ilościowym odbiorem tych materiałów. Odbioru i przyjęcia można dokonać w zakładzie produkcyjnym dostawcy, w punkcie zdawczo-odbiorczym PKP, PKS lub PSK, w magazynie lub bezpośrednio na budowie.
2. Przedsiębiorstwo wykonawcze jest zobowiązane dostarczać na budowę wyroby i materiały nowe (tzn. nie używane). Materiały używane mogą być stosowane wyłącznie za pisemną zgodą inwestora lub jego upoważnionego przedstawiciela.
3. Parametry techniczne materiałów i wyrobów powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w projekcie technicznym i powinny odpowiadać wymaganiom obowiązujących norm państwowych (PN lub BN), przepisów dotyczących budowy urządzeń elektrycznych oraz niniejszych warunków technicznych. Jeśli w projekcie lub kosztorysie przy określonym materiale, wyrobie lub urządzeniu podany jest numer katalogowy, to dostarczony na budowę wyrób powinien ściśle odpowiadać opisowi katalogowemu. Materiały i wyroby o zbliżonych, lecz nie identycznych, jak podano w projekcie lub kosztorysie, parametrach można zastosować na budowie wyłącznie za pisemną zgodą projektanta i inwestora lub jego upoważnionego przedstawiciela.
4. Materiały, wyroby i urządzenia, dla których wymaga się świadectw jakości, np.: aparaty, kable, urządzenia prefabrykowane itp., należy dostarczać wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi lub protokołami odbioru technicznego (np. w przypadku urządzeń prefabrykowanych). Przy odbiorze materiałów należy zwrócić uwagę na zgodność stanu faktycznego z dowodami dostawy. Świadectwa jakości, karty gwarancyjne, protokoły wewnętrznego odbioru technicznego itp. dokumenty materiałowe należy starannie przechowywać w magazynie wraz z materiałem, a po wydaniu materiału z magazynu – w kierownictwie robót (budowy).
5. Urządzenia dostarczone przez zleceniodawcę, np. transformatory, prostowniki itp., powinny być zaopatrzone w świadectwa jakości.
6. Dostarczone na miejsce składowania (budowę) materiały i urządzenia należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy, przeprowadzić oględziny stanu opakowań materiałów, części składowych urządzeń i kompletnych urządzeń. Należy również

wyrywkowo sprawdzić jakość wykonania, stwierdzić brak uszkodzeń, uszkodzeń tym spowodowanych korozją itp.

7. W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonywanych robót materiały i elementy urządzeń należy przed ich wbudowaniem poddać badaniom określonym przez kierownictwo (dozór techniczny) robót.

### **Składowanie materiałów**

1. Sposób składowania materiałów elektrycznych w magazynach, jak i konserwacja tych materiałów powinny być dostosowane do rodzaju materiałów.
2. Materiały, aparaty, urządzenia i maszyny elektryczne należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych przystosowanych do tego celu, suchych, przewietrzanych i dobrze oświetlonych.
3. Kształtowniki stalowe o większych przekrojach i niektóre materiały budowlane można składować na placu, jednak w miejscu, gdzie nie będą narażone na uszkodzenia mechaniczne, działanie korozji (przy odpowiednim zabezpieczeniu) itp.
4. Przy składowaniu poszczególnych rodzajów materiałów należy przestrzegać następujących wymagań:
  - a) rury instalacyjne stalowe należy składować w pomieszczeniach suchych, w oddzielnych dla każdego wymiaru przegrodach – w wiązkach, w pozycji pionowej,
  - b) rury instalacyjne sztywne z tworzywa sztucznego należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych o temperaturze nie niższej niż  $-15^{\circ}\text{C}$  i nie wyższej niż  $+25^{\circ}\text{C}$  w pozycji pionowej, w wiązkach odpowiednio gęsto wiązanych (dla uniknięcia wybożenia), z dala od urządzeń grzewczych,
  - c) rury instalacyjne karbowane z tworzywa sztucznego należy przechowywać analogicznie jak w p. b), lecz w kręgach zwijanych związanymi sznurkiem co najmniej w trzech miejscach; kręgi w liczbie nie większej niż 10 mogą być układane jeden na drugim,
  - d) przewody izolowane i taśmy izolacyjne należy przechowywać w pomieszczeniach suchych i chłodnych,
  - e) składowanie kabli i osprzętu powinno być zgodne z następującymi warunkami:
    - kable w czasie składowania powinny znajdować się w 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  $+20^{\circ}\text{C}$ ,
  - f) silniki elektryczne, prądnice, transformatory suche, spawarki itp. należy składować w pomieszczeniach suchych i ogrzewanych, zabezpieczonych od kurzu, na podłodze lub drewnianych podkładach; transformatory olejowe można przechowywać na placach bez zadaszenia, wymagają one jednak okresowego sprawdzania poziomu oleju w olejowskazach (niebezpieczeństwo wycieku oleju),
  - g) 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,

- h) narzędzia należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych, odpowiednio ogrzewanych i przewietrzanych; należy je odpowiednio zakonserwować przed działaniem korozji,
- i) sprzęt ochrony osobistej oraz odzież ochronną i roboczą należy przechowywać w pomieszczeniach jak w p. h); składa się je na oddzielnych półkach według gatunków, wymiarów i przeznaczenia, z tym że odzież roboczą używaną, zatłuszczoną, należy przechowywać oddzielnie, rozwieszoną, a nie układaną warstwami; odzież i wyroby futrzane należy zabezpieczyć przed gryzoniami i molami,
- j) akumulatory kwasowe nie napełnione elektrolitem należy przechowywać i transportować zgodnie z wymaganiami polskiej normy [PN-63/E-06070], natomiast sam elektrolit (kwas siarkowy akumulatorowy) zgodnie z wymaganiami polskiej normy [PN-69/C-84058] oraz w temperaturze nie dopuszczającej do zamarzania kwasu (zależnie od stężenia), dla kwasu rozcieńczonego  $+5^{\circ}\text{C}$  z wymaganym stopniem pewności,
- k) farby płynne, lakiery, rozpuszczalniki, oleje, zalewy kablowe itp. należy magazynować w oddzielnych pomieszczeniach (ewentualnie w oddzielnych budynkach) z zachowaniem specjalnych przepisów bezpieczeństwa przeciwpożarowego oraz BHP; wolno stosować jedynie wodne lub parowe ogrzewanie takich pomieszczeń; pomieszczenie powinno być przewietrzane (wlot powietrza z dołu), półki i regały powinny być odporne na ogień; drzwi magazynu powinny otwierać się na zewnątrz; na zewnętrznej stronie drzwi należy umocować odpowiednie tablice ostrzegawcze, a w pobliżu wywiesić instrukcję przeciwpożarową,
- l) gazy techniczne (tlen, acetylen i inne) w butlach stalowych pionowo ustawionych należy magazynować w specjalnie do tego celu przeznaczonych, nie ogrzewanych i nie nasłonecznionych pomieszczeniach; pełne butle należy ostrożnie transportować, nie wolno ich rzucać ani uderzać, należy je chronić przed nagrzanem (również przez promienie słońca); puste butle należy składować oddzielnie; butle tlenowe należy chronić przed zatłuszczeniem, gdyż może to spowodować pożar i ewentualny wybuch; magazynowanie powinno być zgodne z przepisami szczególnymi lub z normami państwowymi,
- m) cement i gips w workach papierowych należy składować w pomieszczeniach suchych, zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi i wilgocią; należy zwracać uwagę na okres zdolności wiązania cementu i gipsu, który jest stosunkowo krutki; szczegółowe warunki są podane w odnośnych normach państwowych,
- n) cegłę, przykrywy kablowe, rury azbestowo-cementowe i żeliwne można składować w sposób uporządkowany na placu (bez przykrycia dachem), przy czym cegłę i rury azbestowo-cementowe w okresie jesienno-zimowym należy zabezpieczyć przed opadami i oblodzeniem (np. osłoną z papy lub folii),
- o) prefabrykaty betonowe (żelbetowe), takie jak: słupy energetyczne i oświetleniowe, szczudła itp. można magazynować na placach składowych poziomo obok siebie, na przemian grubszymi i cieńszymi końcami, na drewnianych przekładkach odległych co  $1/5$  długości słupa, w 2 lub 3 warstwach.

## **6. Wykonanie robót**

### **6.1. Ogólne zasady wykonania robót**

#### **6.1.1. Linie kablowe**

##### **6.1.1.1 Dobór kabli i osprzętu**

1. Rodzaje (typy) kabli, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do budowy linii powinny być zgodne z podanymi w projekcie linii.



2. Zastosowanie do budowy linii innych rodzajów kabli i osprzętu niż wymienione w projekcie dopuszczalne jest jedynie pod warunkiem wprowadzenia do projektu linii zmian, uzgodnionych w obowiązującym trybie z inwestorem (użytkownikiem).

#### **6.1.1.2 Transport, przyjmowanie i składowanie materiałów**

Ogólne warunki transportu, przyjmowania i składowania na budowie powinny być zgodne z podanymi w punkcie 5.

#### **6.1.1.3 Układanie kabli na trasie kablowej**

1. Kable należy układać w sposób wykluczający ich uszkodzenie z zachowaniem wymagań ogólnych dotyczących wykonawstwa robót ziemnych.
2. Układanie kabli w pobliżu czynnych linii kablowych, rurociągów oraz innych urządzeń technologicznych należy wykonywać po uprzednim uzgodnieniu robót z użytkownikiem tych urządzeń, z zachowaniem warunków określonych przez użytkownika.
3. Przy układaniu kabli promień zgięcia kabla nie powinien być mniejszy od:
  - a) 20-krotnej średnicy zewnętrznej kabla – dla kabli jednożyłowych o izolacji papierowej i powłoce ołowianej, kabli o izolacji polietylenowej i powłoce z PVC oraz kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce aluminiowej o liczbie żył nie przekraczającej 4,
  - b) 15-krotnej średnicy zewnętrznej kabla – dla kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i powłoce ołowianej oraz dla kabli wielożyłowych skręcanych z kabli jednożyłowych o liczbie żył nie przekraczającej 4,
  - c) 10-krotnej średnicy zewnętrznej kabla – dla kabli o izolacji gumowej oraz dla kabli sygnalizacyjnych,
  - d) podanego w instrukcji wytwórcy dla kabli nie wymienionych w p. a), b) i c).
4. Układany kabel powinien być odwijany z górnej części bębna kablowego zawieszonego na sztywnej osi metalowej (wałek, a nie rura), umieszczonej w otworze bębna i zaopatrzonej w nastawne kołnierze uniemożliwiające przesuwanie się bębna wzdłuż osi. Oś metalowa powinna być ułożona poziomo i podparta z obu stron podporami metalowymi o regulowanej wysokości, ustawionymi na utwardzonym podłożu. Zaleca się, aby bęben zaopatrzony był w hamulec regulujący prędkość obrotu bębna na osi.
5. Można również układać kabel odwinięty uprzednio z bębna i ułożony w pobliżu kablowej trasy. W tym przypadku kabel powinien być ułożony w formie ósemki w pobliżu trasy, pod warunkiem że promień zgięcia kabla przy układaniu w ósemki nie powinien być mniejszy niż 1 m i nie mniejszy niż 20-krotna średnica zewnętrzna kabla.
6. Kable nie należy układać, jeżeli temperatura otoczenia i temperatura kabla jest niższa niż:
  - a)  $+4^{\circ}\text{C}$  – w przypadku kabli o izolacji papierowej i powłoce metalowej,
  - b)  $0^{\circ}\text{C}$  – w przypadku kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych, przy czym jako temperaturę kabla należy przyjmować średnią temperaturę otoczenia w ciągu ostatnich 24 godz.,
  - c) dopuszcza się układanie kabli w temperaturze otoczenia niższej niż podana w p. a), b), lecz nie niższej niż  $-10^{\circ}\text{C}$  pod warunkiem: uprzedniego ogrzewania kabla na całej jego długości do odpowiedniej temperatury, tak aby w czasie układania temperatura kabla nie była niższa od najniższej dopuszczalnej podanej w p. a), b). Kabel powinien być nagrzany do możliwie wysokiej temperatury, nie przekraczającej jednak dopuszczalnej długotrwale temperatury granicznej danego typu kabla; czas układania nagrzanego kabla w tych warunkach nie może przekraczać 2 godz., licząc od chwili zaprzestania nagrzewania kabla.
7. Kabel można układać ręcznie lub mechanicznie przy użyciu rolek tocznych. Niedopuszczalne jest, aby w czasie układania kabel ocierał się o podłoże.
8. Przy przenoszeniu ręcznym masa odcinka kabla przypadająca na jednego pracownika nie powinna być większa niż 30 kg.

9. Przy mechanicznym układaniu kabli prócz przestrzegania zasad wymienionych w instrukcjach szczegółowych muszą być spełnione niżej wymienione warunki:
- w przypadku stosowania metody ciągnięcia za żyły dopuszczalna siła naciągu w N nie może przekroczyć  $27 \times s$  (gdzie  $s$  oznacza sumę przekrojów żył ciągniętego kabla w  $\text{mm}^2$ ) lub wartości podanej przez producenta kabli ,
  - w przypadku stosowania metody ciągnięcia za powłokę kabla za pomocą tzw. pończochy siła oddziałująca na tę powłokę nie może przekroczyć wartości dopuszczalnej określonej przez producenta kabli,
  - w przypadku stosowania metody rolek napędzanych siłą nacisku na kabel dowolnej rolki napędzanej nie może przekroczyć wartości dopuszczalnej określonej przez producenta dla kabli nie opancerzonych o powłoce ołowianej, a dla pozostałych kabli nie może przekroczyć 1,5 kN,
  - w przypadku stosowania innych metod siła oddziałująca na powłokę kabla nie może przekroczyć wartości określonej przez producenta kabli.
10. Kable jednożyłowe należy układać pojedynczo, kolejno każdą żyłę. W przypadku kabli jednożyłowych, o napięciu znamionowym nie przekraczającym 12/20 kV, można stosować jednocześnie układanie wszystkich żył, odwijanych z oddzielnych bębnow, pod warunkiemłączenia żył w wiązki przed wprowadzeniem kabli na trasę.

#### **6.1.1.4 Ochrona kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi**

1. Ochronę kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi należy wykonywać zgodnie z projektem linii. W szczególności przed uszkodzeniami mechanicznymi należy chronić:
  - ułożone w ziemi pod drogami, torami itp.,
  - ułożone na wysokości nie przekraczającej 2 m od podłogi w miejscach dostępnych dla osób nie należących do obsługi urządzeń elektrycznych, np. przy przejściach przez stropy, w magazynach, korytarzach transportowych itp.,
  - ułożone na mostach, np. w miejscach przejść przez szczeliny dylatacyjne, przejść z konstrukcji mostu na przyczółki itp.,
  - w miejscach wyjścia z rur, bloków itp.,
  - w miejscach skrzyżowań kabli ułożonych w ziemi z innymi kablami i urządzeniami podziemnymi.
2. Podstawowym sposobem wykonania ochrony kabli jest stosowanie osłon otwartych lub otaczających. W przypadku osłon otaczających, wykonanych w postaci rur, należy stosować rury stalowe, azbestocementowe, kamionkowe lub z PVC.

#### **6.1.1.5 Ochrona kabli przed innymi zagrożeniami**

Ochronę kabli przed korozją chemiczną oraz elektrochemiczną, działaniem łuku elektrycznego, lokalnym przegrzaniem przez rurociągi ciepłne itp. należy wykonywać w sposób określony w projekcie linii.

#### **6.1.1.6 Oznakowanie linii kablowych**

1. Każdą linię kablową należy na całej długości oznaczać za pomocą trwałych oznaczników nakładanych na:
  - a) kable wielożyłowe,
  - b) wiązki kabli jednożyłowych o napięciu znamionowym nie przekraczającym 12/20 kV,
  - c) poszczególne kable jednożyłowe ułożone w układzie płaskim,
  - d) poszczególne kable jednożyłowe o napięciu przekraczającym 12/20 kV niezależnie od układu kabli.
2. Odległość między oznacznikami nie powinna przekraczać 10 m w przypadku kabli ułożonych w ziemi i 20 m w przypadku kabli ułożonych w kanałach lub w tunelach. Ponadto oznaczniki należy umieścić przy mufach i w miejscach charakterystycznych, np. przy skrzyżowaniach z innymi kablami, w wejściach do przepustów rurowych itp. Zaleca się wykonanie oznaczników z tworzyw sztucznych; dopuszcza się wykonanie oznaczników z blachy niemagnetycznej odpornej na korozję, np. ołowianej lub miedzianej.
3. Na oznacznikach należy umieścić trwałe napisy, zawierające co najmniej:

- symbol i numer ewidencyjny linii,
  - oznakowanie kabla wg odpowiedniej normy,
  - znak użytkownika kabla, przy czym dopuszcza się pominięcie znaku użytkownika, jeżeli kabel na całej długości leży na ogrodzonym terenie użytkownika,
  - rok ułożenia kabla,
  - znak fazy (tylko przy kablach jednożyłowych wymienionych w p. 1 c, d).
4. Należy wyróżnić co najmniej żyłę neutralną linii wykonanej w postaci wiązki kabli jednożyłowych na napięcie znamionowe 0,6/1 kV. W przypadku kabli typu YAKY jednakowej (np. czarnej) barwie izolacji zewnętrznej wyróżnienie to należy wykonać na obu końcach linii oraz z obu stron każdej mufy, nakładając na kabel odcinek 50 mm rury termokurczliwe lub obwój przylepnej taśmy z tworzywa sztucznego, sztucznego odpowiednich barwach.
  5. Trasa kabli ułożonych w ziemi powinna być na całej długości i szerokości oznakowana za pomocą pasa folii z tworzywa sztucznego, ułożonego co najmniej 250 mm nad kablem, przy czym barwa folii powinna być trwała i następująca:
    - niebieska – w przypadku kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 1 kV,
    - czerwona – w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV.

Folia powinna mieć grubość co najmniej 0,5 mm, a szerokość pasa powinna być taka, aby przykryte były wszystkie kable ułożone w wykopie, przy czym szerokość ta nie może być mniejsza niż 200 mm. Dopuszcza się oznakowanie trasy za pomocą cegieł, płyt lub kształtek ceramicznych ułożonych nieprzerwanym ciągiem w odległości co najmniej 100 mm nad kablami. Decyzję w tej sprawie podejmuje inwestor na wniosek wykonawcy robót.

6. Trasę kabli ułożonych w ziemi na terenach niezabudowanych, z dala od charakterystycznych stałych punktów terenu, należy oznakować widocznymi trwałymi oznacznikami trasy, np. słupkami betonowymi wkopanymi w ziemię w sposób nie utrudniający komunikacji i wykonywania prac rolnych. Oznaczniki należy umieszczać na trasach prostych co ok. 100 m oraz w miejscach zmiany kierunku trasy i skrzyżowań lub zbliżeń kabli; na oznacznikach należy umieszczać symbol kabla (literę K) i zaleca się umieszczać znak użytkownika kabla oraz określenie kierunku trasy. Nie wymaga się oznakowania tras kabli układanych wzdłuż ulic z istniejącą trwałą zabudową.
7. Miejsca ułożenia w ziemi muf kablowych zaleca się oznakować za pomocą oznaczników ściennych umieszczonych na budynkach i ogrodzeniach trwałych na wysokości 1,5 m nad chodnikiem lub (na terenach nie zabudowanych) za pomocą zakopanych w ziemię słupków betonowych, oznakowanych literą M.
8. Przy skrzyżowaniach z rzekami spławnymi i żeglowymi położenie linii kablowej należy oznakować na obu brzegach trwałymi tablicami ostrzegawczymi, dobrze widocznymi ze środka rzeki. Tablice należy ustawić na osi trasy linii kablowej, umieszczając je na słupkach o wysokości co najmniej 2 m płaszczyzną równoległą do rzeki. W pewnych przypadkach, np. przy bardzo szerokich wodach, zamiast tablic lub niezależnie od nich można zainstalować pływające boje, wskazujące miejsce i kierunek ułożenia kabla.

#### **6.1.1.7 Kolejność robót**

Dla zapewnienia płynności i ciągłości pracy dla przebudowy odcinka linii kablowej należy zachować n/w kolejności robót:

- trasowanie,
- wykopy, rowy,
- nasypanie piasku, ułożenie rur,
- układanie kabli,
- montaż osprzętu kablowego,
- próby montażowe.

#### **6.1.2. Instalacje elektryczne**

##### **6.1.2.1 Wymagania ogólne dot. wykonawstwa instalacji elektrycznych**

1. Warunki techniczne podane w niniejszym rozdziale dotyczą wykonania i odbioru instalacji elektrycznych wewnętrznych o napięciu do 1 kV w budynkach użyteczności publicznej, w pomieszczeniach suchych lub wilgotnych.

2. Do wykonania instalacji elektrycznych należy używać przewodów, kabli, sprzętu, osprzętu oraz aparatury i urządzeń posiadających znak bezpieczeństwa lub dopuszczenia do stosowania w budownictwie.
3. Wszystkie urządzenia wraz z oprzewodowaniem oraz wszystkie ciągi instalacyjne powinny być tak zainstalowane, aby możliwe było ich swobodne funkcjonowanie oraz dostęp w czasie przeglądów i konserwacji.
4. Instalacje elektryczne powinny być tak wykonane, aby zapewniały ciągłą dostawę energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych, stosownie do potrzeb użytkowników.
5. Należy zapewnić równomierne obciążenie faz linii zasilających przez odpowiednie przyłączenie odbiorów jednofazowych.
6. Trzeba umożliwić całkowitą wymianę instalacji i przewodów bez naruszania konstrukcji budynku.
7. Należy zapewnić bezkolizyjność instalacji elektrycznych z innymi instalacjami.
8. Trasy przewodów należy wykonywać w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów.
9. Obwody elektryczne wewnętrznych linii zasilających należy prowadzić w budynku poza obrębem pomieszczeń przebywania osób, w wydzielonych kanałach lub szybach instalacyjnych.
10. Obwody elektryczne odbiorcze dla zasilania danego urządzenia należy prowadzić w obrębie tego samego pomieszczenia.
11. W instalacjach odbiorczych należy stosować odrębne obwody elektryczne do:
  - oświetlenia ogólnego,
  - oświetlenia awaryjnego (ewakuacyjnego oraz bezpieczeństwa),
  - oświetlenia przeszkodowego,
  - gniazd wtyczkowych ogólnego przeznaczenia,
  - sieci teleinformatycznych,
  - gniazd wtyczkowych pojedynczych urządzeń o mocy większej niż 2 kW.
12. Tablice z aparatami zabezpieczającymi należy ustawiać w taki sposób, aby zapewnić łatwą obsługę i zabezpieczenie przed dostępem niepowołanych osób.
13. Mocowanie puszek w ścianach i gniazd wtyczkowych w puszkach powinno zapewnić niezbędną wytrzymałość na wyciąganie wtyczki z gniazda. Zaleca się instalowanie puszek z otworami do mocowania gniazd za pomocą wkretów.
14. W każdym pomieszczeniu należy instalować odpowiednią liczbę gniazd wtyczkowych w celu zapewnienia funkcjonalności instalacji, tak aby nie było potrzebne stosowanie przedłużaczy itp.
15. Gniazda wtyczkowe i łączniki oświetlenia należy instalować w sposób nie kolidujący z wyposażeniem pomieszczenia.
16. W łazienkach należy przestrzegać zasady poprawnego rozmieszczenia sprzętu z uwzględnieniem stref ochronnych.
17. Położenie załącz/wyłącz łączników oświetlenia należy przyjmować takie, aby w całym pomieszczeniu było ono jednakowe, przy czym załączanie oświetlenia powinno następować po wciśnięciu górnej części łącznika kołyskowego.
18. Należy instalować w każdym pomieszczeniu gniazda wtyczkowe wyłącznie ze stykiem ochronnym.
19. Pojedyncze gniazda wtyczkowe ze stykiem ochronnym należy instalować w takim położeniu, aby styk ten występował u góry.

20. Przewody do gniazd wtyczkowych dwubiegunowych należy podłączyć w taki sposób, aby przewód fazowy dochodził do lewego zacisku, a przewód neutralny do prawego zacisku.



21. Nie zaleca się stosowania gniazd wtyczkowych wielokrotnych (podwójnych, potrójnych), potrójnych których nie może być realizowany jednaki układ biegunów względem styku ochronnego PE, tak jak podano wyżej.
22. Pomieszczenia powinny być wyposażone w wypusty oświetleniowe, a liczba wypustów i ich rozmieszczenie – zapewniać prawidłowe oświetlenie pomieszczenia. Wszystkie wypusty powinny mieć wyprowadzony przewód ochronny PE.
23. Instalacje elektryczne należy wykonywać przewodami o żyłach miedzianych.
24. Należy sprawdzić, czy parametry zaprojektowanych zabezpieczeń i środków ochrony przeciwporażeniowej są zgodne z aktualnymi przepisami i normami.
25. Należy sprawdzić, czy środki ochrony przed przepięciami są zgodne z aktualnymi przepisami i normami.
26. Instalacje elektryczne należy wykonać i zabezpieczyć w taki sposób, aby nie były źródłem pożarów w budynku, ani nie powodowały rozprzestrzeniania się ognia.
27. Instalacja powinna zapewniać ochronę środowiska przed skażeniem, emitowaniem niedopuszczalnego poziomu drgań, hałasu oraz oddziaływaniem pola elektromagnetycznego.
28. Instalacje elektryczne nie mogą być źródłem zakłóceń elektromagnetycznych.

#### **6.1.2.2 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.

### **6.2. Roboty przygotowawcze**

Przed rozpoczęciem robót związanych z realizacją instalacji elektrycznych wewnętrznych należy istniejące instalacje pozbawić napięcia. Trasy instalacji i urządzenia, które wymagają aby podczas realizacji robót pozostawać pod napięciem winny być dokładnie oznakowane, a prace w ich pobliżu realizować z zachowaniem szczególnej ostrożności.

### **6.3. Roboty zasadnicze**

#### **6.3.1. Układanie kabli**

##### **6.3.1.1 Trasowanie**

1. Trasowanie linii kablowych powinno być dokonane metodami geodezyjnymi przez odpowiednią jednostkę fachową (na przykład przedsiębiorstwo geodezyjne), Za zgodą inwestora trasowanie linii może przeprowadzić przedsiębiorstwo wykonawcze.

2. Geodezyjne wytyczenie trasy linii kablowej w terenie powinno być wykonane przez uprawnionego geodetę projektu budowlanego. Równoległe z wytyczeniem trasy powinien być wyznaczony pas terenu czasowo zajęty pod budowę, który powinien być oznakowany w terenie, a trasa projektowanej linii kablowej wytyczona kołkami.
3. Wszelkie uzbrojenia podziemne i nadziemne znajdujące się na trasie linii kablowej i w pasie terenu zajęтым czasowo pod budowę powinny być dokładnie oznakowane w terenie.
4. Z geodezyjnego wytyczenia trasy linii kablowej w terenie należy sporządzić dokument pod nazwą „Operat geodezyjny wytyczenia trasy”. Operat ten powinien być załącznikiem do protokołu przekazania placu budowy wykonawcy.
5. Powyższy protokół stanowi podstawę do przekazania placu budowy przez inwestora wykonawcy. W uzasadnionych przypadkach, w uzgodnieniu z wykonawcą robót, dopuszcza się wytyczenie trasy linii kablowych i oznaczanie pasa terenu czasowo zajętego pod budowę odcinkami. Przekazywanie wykonawcy trasy linii kablowej powinno odbywać się przy udziale kierownika budowy i inspektora nadzoru inwestora oraz użytkownika linii kablowej. Należy sporządzić protokół zawierający szkice wytyczenia trasy linii kablowej podpisany przez:
  - geodetę,
  - inspektora nadzoru,
  - kierownika budowy.

Powyższy protokół stanowi podstawę do przekazania placu budowy przez inwestora wykonawcy.

#### **6.3.1.2 Wykopy. Rowy**

1. Szerokość rowu na dnie nie powinna być mniejsza niż 0,5 m. Dopuszcza się szerokość rowu równą 0,3 m dla rowów o głębokości do 0,6 m.
2. Zmianę kierunku rowu należy wykonywać po łuku, z tym że minimalne promienie łuków nie powinny być mniejsze niż minimalne promienie zgięcia danego typu kabla układanego w rowie zgodnie z p. 6.1.1.3-3. Jednocześnie wymaga się, by minimalne promienie łuków nie były mniejsze niż:
  - 0,5m – dla kabli o izolacji i powłoce z PVC o napięciu do 1 kV,
  - 1,0 m – dla kabli pozostałych o napięciu do 15 kV,
  - 1,5 m – dla kabli o napięciu do 30 kV.
3. Głębokość rowu powinna być taka, aby po uwzględnieniu ewentualnej warstwy piasku (0,1 m) oraz średnicy kabla lub wiązki kabli odległość górnej powierzchni kabla do powierzchni gruntu była nie mniejsza niż podano w p. 6.3.1.3-4.
4. Ściany wykopów otwartych należy zabezpieczyć przed osuwaniem się w sposób podany w WTWiO, tom I.
5. Wykopy w miejscach dostępnych dla osób nie zatrudnionych przy robotach należy zabezpieczyć poręczami ochronnymi zaopatrzone w napis „Osobom postronnym wstęp wzbroniony”, a w nocy – czerwonymi światłami ostrzegawczymi. Poręcze powinny być umieszczone na wysokości 1,1 m ponad terenem i ustawione w odległości nie mniejszej niż 1,0 m od krawędzi wykopu. W sytuacjach uzasadnionych względami bezpieczeństwa wykop należy szczelnie przykrywać balami.
6. Przejścia dla pieszych powinny być wyznaczone w miejscach zapewniających bezpieczeństwo. W miejscach przejść przez rowy należy wykonać pomosty o szerokości dostosowanej do intensywności ruchu, jednak nie mniejszej niż 0,75 m dla ruchu jednokierunkowego i 1,2 m dla ruchu dwustronnego. Przejścia powinny być zabezpieczone barierą składającą się z deski krawężnikowej o wysokości 0,15 m i poręczy ochronnej umieszczonej na wysokości 1,1 m. Wolna przestrzeń między deską a poręczą powinna być zaopatrzona w skuteczne zabezpieczenie pracowników lub przechodniów.

#### **Układanie kabli**

1. W gruntach piaszczystych kable należy układać na dnie wykopu i zasypywać do wypełnienia wykopu gruntem rodzimym.

2. W gruntach nie piaszczystych kable należy układać na warstwie piasku o grubości 0,1 m, umieszczonej na dnie wykopu i zasypywać w warstwę piasku, tak aby grubość tej warstwy nad kablem (lub nad obrysem wiązki kabli) wynosiła 0,1 m, a pozostałą część wykopu należy wypełniać gruntem rodzimym (miejscowym).

W gruntach innych niż piaszczyste kable można układać w gruncie rodzimym (bez warstw piasku) po uzyskaniu odpowiedniego dopuszczenia.

Zaleca się ubijanie gruntu w wykopie (np. za pomocą wibratorów).

3. Kable powinny być ułożone w rowie w jednej warstwie. Dopuszcza się układanie kabli w dwóch lub kilku warstwach na zamkniętym terenie zakładu przemysłowego. Odległość pionowa w świetle pomiędzy poszczególnymi warstwami kabli powinna wynosić co najmniej 0,15 m.
4. Głębokość ułożenia kabli mierzona od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabla, górnej powierzchni warstwy lub górnej powierzchni kabla w wiązce, powinna wynosić co najmniej:
  - 0,5 m – w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, ułożonych pod chodnikiem, przeznaczonych do oświetlenia ulicznego, do zasilania podświetlonych znaków drogowych i sygnalizacji ruchu ulicznego,
  - 0,7 m – w przypadku pozostałych kabli o napięciu znamionowym do 1 kV,
  - 0,8 m – w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, lecz nie przekraczającym 15 kV,
  - 0,9 m – w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 15 kV ułożonych w ziemi na użytkach rolnych,
  - 1,0 m – w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 15 kV.
5. Kable powinny być ułożone w wykopie linią falistą z zapasem wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu, nie mniejszym niż 1% długości wykopu. Po obydwu stronach muf zaleca się pozostawienie zapasów kabla (np. półpętla), łącznie nie mniejszych niż:
  - 4 m – dla kabli o izolacji papierowej lub z tworzyw sztucznych o napięciu 15-30 kV,
  - 3 m – dla pozostałych kabli.
6. Kable jednożyłowe układane w wiązkach należy łączyć ze sobą opaskami w odległościach nie przekraczających 2,5 m.
7. Kable układane na skarpach i w terenach górzystych – na stokach – powinny być skutecznie zabezpieczone przed działaniem naprężeń rozciągających za pomocą uchwytów związanych z podłożem. Odległości pomiędzy uchwytami powinny być zgodne z określonymi w projekcie linii, z uwzględnieniem kąta nachylenia terenu i masy kabla.
8. Zaleca się układać kable niezwłocznie po wykonaniu wykopu, doprowadzać do szybkiego odbioru robót ulegających zakryciu i możliwie szybko zasypywać wykop.

Tablica 3-1

Odległość między kablami ułożonymi w ziemi przy skrzyżowaniach i zbliżeniach

| Lp | Skrzyżowanie lub zbliżenie  | Najmniejsza dopuszczalna odległość, mm |                            |
|----|---|--|----------------------------|
|    |   | pionowa,<br>przy skrzyżowaniu          | pozioma,<br>przy zbliżeniu |
| 1  | Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci do 1 kV z kablami tego samego rodzaju lub sygnalizacyjnymi                           | 250                                    | 100                        |
| 2  | Kable sygnalizacyjnych i kable przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego rodzaju                             | 250                                    | mogą się stykać            |
| 3  | Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci do 1 kV z kablami elektroenergetycznymi na napięcie znamionowe sieci wyższe niż 1 kV | 500                                    | 100                        |
| 4  | Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci wyższe niż 1 kV i nie przekraczające 10 kV z kablami tego samego rodzaju             |  |                            |
| 5  | Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci wyższe niż 10 kV z kablami tego samego rodzaju                                       |  | 250                        |
| 6  | Kable elektroenergetycznych z kablami   |  | 500                        |

|   |                                 |                           |     |
|---|---------------------------------|---------------------------|-----|
|   | telekomunikacyjnymi             |                           |     |
| 7 | Kabli różnych użytkowników      |                           | 500 |
| 8 | Kabli z mufami sąsiednich kabli | nie powinny się krzyżować | 250 |

### Skrzyżowania i zbliżenia kabli między sobą i z innymi urządzeniami podziemnymi

1. Przy skrzyżowaniach kabli z drogami, ulicami, torami kolejowymi, innymi kablami oraz urządzeniami podziemnymi zaleca się zachowanie zasady krzyżowania pod kątem zbliżonym do 90° w stosunku do osi urządzenia, z którym się kabel krzyżuje i w miarę możliwości w najwęższym jego miejscu.
2. Każdy z krzyżujących się kabli, ułożony bezpośrednio w ziemi, należy chronić przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości po 0,5 m w obie strony od miejsca skrzyżowania. Ochronę tę może stanowić podwójna warstwa cegieł ułożonych nad kablem pracującym w sieci na napięcie znamionowe nie przekraczające 1 kV, jeżeli kable te należą do jednego zakładu. Kable pracujące w sieci na napięcie znamionowe przekraczające 1 kV lub należące do różnych zakładów należy zabezpieczyć osłoną otaczającą.
3. Najmniejsze dopuszczalne odległości między kablami przy skrzyżowaniach i zbliżeniach przedstawiono w tabl. 3-1. Odległość przy zbliżeniach można zmniejszyć pod warunkiem zastosowania odpowiednich osłon otwartych lub otaczających.
4. Przy skrzyżowaniu kabli z rurociągami podziemnymi zaleca się układanie kabli nad rurociągami. Jeśli kabel ułożono pod rurociągiem, to miejsce skrzyżowania należy oznakować, np. przez ułożenie nieprzerwanego ciągu cegieł lub folii ochronnej z tworzywa sztucznego wg p. 6.1.1.6 nad rurociągiem na długości po 0,5 m w obie strony od miejsca skrzyżowania.

Tablica 3-2

Odległości kabli ułożonych w ziemi od innych urządzeń podziemnych

Odległości kabli i urządzeń w ziemi od innych urządzeń podziemnych

| L<br>p<br>. | Rodzaj urządzenia podziemnego  | Najmniejsza dopuszczalna odległość, mm  |                        |
|-------------|--|---|------------------------|
|             |  | pionowa przy skrzyżowaniu   | pozioma przy zbliżeniu |
| 1           | Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłownicze, gazowe z gazami niepalnymi i rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu do 0,05 MPa                     | 800 <sup>1)</sup> przy średnicy rurociągu do 250 mm i 1500 <sup>2)</sup> mm przy średnicy rurociągu większej niż 250 mm | 500                    |
| 2           | Rurociągi z cieczami palnymi   |   | 1000                   |
| 3           | Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 0,05 MPa i nie przekraczającym 0,4 MPa  |   |                        |
| 4           | Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 0,4 MPa   | wg branżowej normy  |                        |
| 5           | Zbiorniki z płynami palnymi  | 2000  |                        |
| 6           | Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)   | nie dotyczy   | 800                    |
| 7           | Ściany budynków i inne budowle, np. tunele, kanały, z wyjątkiem urządzeń wyszczególnionych w lp. 1 do 6  | nie dotyczy   | 500                    |
| 8           | Skrajna szyna toru nieprzystosowanego do trakcji elektrycznej  | 1000 – między osłoną kabla i stopą szyny, 500 – między osłoną kabla i dnem rowu odwadniającego                          | 2500                   |
| 9           | Skrajna szyna toru trakcji elektrycznej  |   | wg polskiej normy      |
| 10          | Skrajny koniec podkładu toru manewrowego i bocznic kolejowej, nieprzystosowany do trakcji elektrycznej na zamkniętym terenie zakładu przemysłowego |   | 800 <sup>3)</sup>      |
| 11          | Urządzenia ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych  | wg polskiej normy   |                        |

<sup>1)</sup> Dopuszcza się zmniejszenie odległości do 500 mm pod warunkiem zastosowania osłony z rury stalowej o długości w tabl. 3-3.

<sup>2)</sup> Dopuszcza się zmniejszenie odległości do 800 mm pod warunkiem zastosowania osłony z rury stalowej o długości w tabl. 3-3.

<sup>3)</sup> Jeżeli z uzasadnionych względów odległość ta nie może być zachowana, dopuszcza się zmniejszenie jej do 300 mm, lecz należy zastosować osłony otaczające.

Tablica 3-3

Rodzaj ochrony przed uszkodzeniami oraz długość ochrony kabla przy skrzyżowaniu z rurociągami, drogami kołowymi, torami kolejowymi, rzekami i innymi wodami

| L<br>p<br>. | Rodzaj obiektu krzyżowanego | Rodzaj zabezpieczenia kabla | Długość ochrony kabla na skrzyżowaniu, mm |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|---|



|   |                     |                         |   |  |
|---|---------------------|-------------------------|---|--|
| 1 | Rurociąg            |                         | podwójne przykrycie kabla                               | długość kabla na skrzyżowaniu z rurą z dodaniem co najmniej po 500 mm z każdej strony  |
| 2 | Droga kołowa        | z krawężnikami (ulice)  | mechanicznie wytrzymałe rury, bloki betonowe lub kanały | długość kabla na skrzyżowaniu (z drogą wraz z krawężnikami) z dodaniem co najmniej po 500 mm z każdej strony   |
| 3 |                     | z rowami odwadniającymi |   | długość kabla na skrzyżowaniu z drogą wraz z rowami do zewnętrznej skarpy rowu z dodaniem co najmniej po 1000 mm z każdej strony                         |
| 4 |                     | na nasypie              |   | długość kabla na skrzyżowaniu z nasypem drogi z dodaniem co najmniej po 1000 mm z każdej strony  |
| 5 | Tor kolei           | z rowami                |   | długość kabla na skrzyżowaniu z torem wraz z rowami do zewnętrznej skarpy rowu z dodaniem co najmniej po 1000 mm z każdej strony                         |
| 6 |                     | na nasypie              |   | długość kabla na skrzyżowaniu nasypem z dodaniem co najmniej po 1000 mm  |
| 7 | Rzeka lub inne wody |                         | osłona otaczająca                                       | w miejscu wyjścia kabla spod wody, na długości od najniższego do najwyższego powodziowego poziomu wody, z dodaniem co najmniej po 500 mm z każdej strony |

5. Najmniejsze dopuszczalne odległości przy skrzyżowaniach i zbliżeniach kabli z rurociągami podziemnymi podano w tabl. 3-2.
6. Przy skrzyżowaniu kabli z drogami kable należy chronić mechanicznie wytrzymałymi rurami, blokami betonowymi lub układać w specjalnych kanałach. Długość ochrony kabla podano w tabl. 3-3.
7. Przy skrzyżowaniu kabli z drogami wolno wykorzystywać przepusty drogowe w części nie zalewanej wodą. Kable należy wtedy chronić osłoną otaczającą.
8. Najmniejsza odległość pionowa między górną częścią osłony kabla a dolną powierzchnią trwałego podłoża powinna wynosić co najmniej 0,2 m, odległość zaś od górnej powierzchni drogi nie powinna być mniejsza niż 0,7 m.
9. Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 0,5 m. Ponadto powinny być spełnione wymagania podane w p. 6.1.1.4.
10. Przy skrzyżowaniu kabli z torami kolejowymi kable należy chronić stosując mechanicznie wytrzymałe rury lub bloki betonowe; zaleca się stosowanie rur stalowych. Można wykorzystywać przepusty drogowe w części nie zalewanej wodą, przy czym kable muszą być chronione od uszkodzeń mechanicznych. Najmniejszą odległością między osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego podano w tabl. 3-2, a długość ochrony kabla przy skrzyżowaniu podano w tabl. 3-3.
11. Przy skrzyżowaniu kabli z rzekami i innymi wodami należy spełnić następujące wymagania:
  - kabel należy ułożyć w miarę możliwości na prostym i głębokim odcinku rzeki, na którym dno i brzegi nie podlegają większemu podmywaniu,
  - podwodna część kabla nie powinna być łączona; jeżeli ze względów technicznych konieczne jest łączenie odcinków kabla w podwodnej części linii, to należy zastosować mufy o konstrukcji dostosowanej do długotrwałego użytkowania pod wodą i do przenoszenia naprężeń mechanicznych powstających w skutek ruchu wody i dna,
  - w miejscach wyjścia kabla spod wody kabel należy ułożyć w osłonie otaczającej (rurze), o długości wg tabl. 3-3; ponadto na brzegach wody kabel należy zabezpieczyć przed odsłonięciem, które może powstać w skutek rozmycia brzegu przez wody powodziowe; zabezpieczenie to można wykonać np. przez zabrukowanie lub wzmocnienie faszyną.
12. W przypadku konieczności ułożenia kabla w ziemi lub w kanale w pobliżu urządzeń ochrony budowli przed wyładowaniami atmosferycznymi należy zastosować odpowiednie połączenie lub koordynacje.

### 6.3.2. Montaż instalacji elektrycznych

### **6.3.2.1 Wymagania ogólne**

1. Systemy wykonawcze instalacji elektrycznych muszą zapewniać:
  - właściwą ochronę przeciwporażeniową i przeciwpożarową,
  - trwałość i bezpieczeństwo obsługi,
  - niezależnienie od konstrukcji budowlanych,
  - funkcjonalność i estetykę,
  - prostotę montażu,
  - możliwość i łatwość rozbudowy istniejących instalacji.
2. Najczęściej w jednym budynku można zastosować kilka systemów wykonawczych instalacji, gdyż jeden system może nie spełniać wszystkich wymagań stawianych instalacjom elektrycznym.
3. Przed przystąpieniem do montażu instalacji elektrycznej należy:
  - zapoznać się z projektem instalacji elektrycznej,
  - skompletować niezbędną ilość elementów zastosowanego systemu układania instalacji,
  - skompletować przewody, sprzęt i osprzęt,
  - wytyczyć trasę instalacji,
  - wykonać przepusty umożliwiające montaż instalacji.

### **6.3.2.2 Trasowanie**

1. Przy wytyczaniu trasy należy uwzględnić konstrukcję budynku oraz bezkolizyjność z innymi instalacjami i urządzeniami.
2. Trasa powinna przebiegać wzdłuż linii prostych – równoległych i prostopadłych do ścian i stropów, zmieniając swój kierunek tylko w zależności od potrzeb (łuki i rozgałęzienia, podejścia do urządzeń).
3. Trasa prowadzenia instalacji kablowej powinna uwzględniać rozmieszczenie odbiorników oraz instalacje nieelektryczne, takie jak technologiczne, gazowe, wodno-kanalizacyjne, grzewcze itp., aby uniknąć skrzyżowań i niedozwolonych zbliżeń między tymi instalacjami.
4. Trasa przebiegu powinna być łatwo dostępna do konserwacji lub remontów.
5. Trasowanie powinno uwzględniać miejsca mocowania konstrukcji wsporczych instalacji. Należy przestrzegać utrzymania jednakowych wysokości zamocowania wsporników i odległości między punktami podparcia (zawieszenia).

### **6.3.2.3 Instalacje elektryczne w korytkach na drabinkach kablowych oraz na uchwytych, wspornikach i wieszakach**

#### **6.3.2.3.1 Wymagania ogólne**

1. Instalacje te w wykonaniu zwykłym lub szczelnym należy stosować w pomieszczeniach suchych, wilgotnych, z wyziewami żrącymi oraz w piwnicach, barakach, kanałach i tunelach kablowych.
2. Trasowanie należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 6.3.2.2.

3. Na przygotowanej trasie należy mocować konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych (bez względu na rodzaj instalacji elementy te powinny zostać zamocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji).
4. Na zainstalowanych podłożach, konstrukcjach i uchwytach należy układać przewody wielożyłowe (kabelkowe) kable; w zależności od wymagań określonych w projekcie, rodzaju przewodów i kabli oraz kierunku trasy (poziomego, pionowego) mogą być one układane „luźno” lub mocowane. Zaleca się, aby odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia nie przekraczały:
  - a) 0,4 m dla przewodów wielożyłowych (kabelkowych) i kabli nie opancerzonych o powłoce ołowianej przy zawieszeniu poziomym lub pochyłym pod kątem do 30°,
  - b) 0,8 m przy instalowaniu poziomym lub pochyłym pod kątem 30° kabli innych niż w punkcie a), z wyjątkiem kabli opancerzonych drutami oraz przy pochyłym zawieszeniu (przekraczającym 30°) kabli według punktu a),
  - c) 1,5 m przy instalowaniu poziomym lub pochyłym pod kątem 30° kabli opancerzonych drutami oraz przy zawieszeniu pochyłym pod kątem większym niż 30° kabli innych niż w punkcie a).
5. Rozstawienie punktów zamocowań powinno być takie, aby odległości między nimi ze względów estetycznych były jednakowe, a mocowania znajdowały się w pobliżu sprzętu i osprzętu, do którego dany przewód lub kabel jest wprowadzony oraz aby zwisy przewodów między zamocowaniami nie były widoczne.
6. Przy wykonywaniu instalacji przewodami w „wiązkach” należy dodatkowo uwzględnić wymagania odpowiednich instrukcji montażu.
7. Łączenie przewodów i kabli, podejścia i przyłączanie odbiorników należy wykonać zgodnie z punktem 6.3.3.6.
8. Przy wykonaniu szczelnym wszystkie podejścia do sprzętu, osprzętu, odbiorników i urządzeń należy uszczelniać za pomocą dławnic.

#### **6.3.2.3.2 Instalacje w korytkach i na drabinkach**

1. System układania w korytkach należy stosować w przypadku konieczności równoległego układania kilkunastu obwodów na jednej trasie (gdy liczba obwodów przekracza 5).
2. Można stosować systemy korytek metalowych i z tworzyw sztucznych.
3. Trasowanie należy wykonać zgodnie z punktem 6.3.2.2 i projektem technicznym.
4. Przy mocowaniu do podłoża konstrukcji wsporczych, na których będą zamocowane korytka lub drabinki, należy uwzględnić nośność tych konstrukcji, aby spełnione były wymagania wytrzymałości mechanicznej ciągów instalacyjnych.
5. Obliczenia wytrzymałościowe należy wykonywać indywidualnie dla każdego ciągu instalacyjnego lub korzystać z danych podawanych przez konstruktorów i producentów systemu.
6. Projektant powinien dobrać odległości mocowania konstrukcji wsporczych (podpór), uwzględniając:
  - liczbę i przekrój układanych przewodów w korytkach,
  - rodzaj zastosowanych konstrukcji wsporczych, sposób ich mocowania oraz wytrzymałość mechaniczną,
  - wytrzymałość statyczną podłoża, do którego mocowana jest podpora,

- wytrzymałość podłoża na docisk,
  - wytrzymałość mechaniczną korytek i elementów kotwiących.
7. Łączenie z sobą odcinków prostych powinno wykonywać się za pomocą łącznika przykręcanego śrubami M6 z łbem półkolistym (łeb wewnątrz korytka) lub w inny sposób podany przez producenta.
  8. Przy występowaniu w ciągu instalacyjnym elementów rozgałęźnych i odgałęźnych (w miejscach zmiany kierunku trasy) należy pod tymi elementami instalować dodatkowe podpory.
  9. Miejsca przecięć korytek trzeba zabezpieczyć przed korozją.
  10. Korytko do podpory należy mocować przesuwnie, umożliwiając ruch korytka wzdłuż trasy.
  11. Po sprawdzeniu prawidłowości montażu konstrukcji wsporczych i ciągów instalacyjnych w korytkach należy ułożyć przewody.
  12. Przewody w ciągach poziomych trzeba układać luźno na dnie korytek (bez mocowania).
  13. Grupy przewodów można łączyć w wiązki opaskami.
  14. Liczba układanych przewodów jest zależna od szerokości korytka i wytrzymałości mechanicznej.
  15. W przypadku korytek mocowanych w płaszczyźnie horyzontalnej do ścian, należy po ułożeniu przewodów (i zakryciu korytka pokrywą – jeżeli jest) pomierzyć ugięcie:
    - krawężników korytka w środku przęsła – nie powinno przekraczać proporcjonalnie wartości  $L/200$  ( $L$  – rozstaw podpór w ciągu),
    - dna korytka w środku przęsła – nie powinno przekraczać wartości  $l/20$  ( $l$  – długość wspornika podpory).
  16. Korytkowe i drabinkowe ciągi instalacyjne muszą zapewniać ciągłość obwodu elektrycznego, aby zagwarantować ekwipotentjalne połączenie i uziemienie. Wszystkie elementy metalowe ciągu należy objąć połączeniami wyrównawczymi.

#### **6.3.2.3 Instalacje na uchwytych (wspornikach)**

1. Instalacje na uchwytych (wspornikach, półkach) należy układać tam, gdzie nie można stosować drabinek kablowych, a istnieją warunki do mocowania uchwytów do konstrukcji budynku.
2. Odległości między uchwytami nie powinny być większe od:
  - 0,5 m dla przewodów wielożyłowych (kabelkowych),
  - 1,0 m dla kabli.
3. Rozstawienie uchwytów powinno być takie, aby odległości między nimi były jednakowe, a uchwyty znajdowały się w pobliżu sprzętu i osprzętu, do którego dany przewód jest wprowadzany.
4. Przewody na wspornikach należy układać tak, aby zwisy przewodów między wspornikami były niewidoczne. Zaleca się układanie przewodów w osłonach z rur.

#### **6.3.2.4 Instalacje w rurach osłonowych z tworzyw sztucznych**

1. Instalacje w rurach z tworzyw sztucznych należy stosować tam, gdzie ich wytrzymałość na uszkodzenia mechaniczne jest wystarczająca. Jeżeli konieczna jest większa wytrzymałość lub zachodzi potrzeba zwiększenia bezpieczeństwa pożarowego budynku, należy układać przewody w rurach metalowych.

2. Rury należy układać w odpowiednio przygotowanych bruzdach, prefabrykowanych kanałach, zakrytych później tynkiem, a jeżeli konstrukcja ścian nie pozwala na to – po wierzchu, mocowane do podłoża na konstrukcjach wsporczych. Należy jednak pamiętać, że taki sposób układania rur obniża estetykę pomieszczenia, w związku z tym można go stosować w pomieszczeniach technicznych.
3. Trasowanie należy wykonać zgodnie z punktem 6.3.2.2.
4. Na przygotowanej trasie należy układać rury na konstrukcjach wsporczych mocowanych do podłoża.
5. Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj technologii (system), powinny być zamocowane do podłoża (ścian i stropów) w sposób trwały.
6. Dobór elementów wsporczych powinien uwzględniać warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji.
7. Zmiany kierunku trasy należy dokonywać przy użyciu odpowiednich elementów kątowych i rozgałęźnych (złączy kątowych i rozgałęźnych).
8. Można wykonywać łuki na trasach. Spłaszczenie średnicy rury na łuku nie może być większe niż 15% wewnętrznej średnicy rury. Promień gięcia rury oraz zastosowane złączki muszą zapewnić możliwość swobodnego wciągania przewodów.
9. W zależności od przyjętej technologii montażu łączenie rur między sobą oraz ze sprzętem i osprzętem należy wykonać przez:
  - wsuwanie końców rur w otwory sprzętu i osprzętu z równoczesnym uszczelnieniem,
  - wkręcanie w sprzęt i osprzęt nagwintowanych końców rur,
  - wkręcanie lub wsuwanie nagrzanego końca rury w otwory sprzętu i osprzętu z równoczesnym uszczelnieniem,
  - wsunięcie nagrzanego końca rury (kielicha) na koniec drugiej rury.
10. Przed przystąpieniem do wciągania przewodów należy sprawdzić prawidłowość i przelotowość wykonanego rurowania zamontowanego sprzętu, osprzętu i połączeń.
11. Wciąganie przewodów należy wykonać za pomocą specjalnego osprzętu montażowego (np. sprężyny instalacyjnej). Nie wolno wykorzystywać do tego celu przewodów, które zostaną potem użyte w instalacji.

#### **6.3.2.5 Instalacje elektryczne w kanałach (listwach) naściennych**

1. Przed przystąpieniem do wykonania instalacji w kanałach naściennych należy dokonać:
  - wyboru typu kanału naściennego,
  - wyboru trasy instalacji oraz miejsc instalowania kanału,
  - doboru elementów kanału,
  - wyboru sposobu mocowania,
  - opracowania szczegółowego planu instalacji,
  - opracowania rysunków węzłów instalacyjnych.
2. Ponadto należy uwzględnić:
  - ochronę przeciwporażeniową,

- ochronę przeciwpożarową,
- koordynację instalacji elektrycznych z innymi instalacjami.

3. Trasowanie należy wykonać zgodnie z punktem 6.3.2.2.

4. Wybór typu kanału powinien zależeć od rodzaju i charakteru pomieszczenia, w jakim ma on być zainstalowany. Zaleca się instalowanie kanałów z blachy stalowej w pomieszczeniach o charakterze przemysłowym (warsztaty, laboratoria). W pomieszczeniach o charakterze mieszkalnym, biurowym czy szkolnym należy stosować kanały z tworzyw sztucznych lub aluminium.

5. Za najbardziej dogodną dla użytkownika wysokość instalowania kanałów naściennych przeznaczonych do mocowania poziomego zaleca się przyjmować 850 mm nad podłogą – jest to najwłaściwsze w pomieszczeniach o charakterze mieszkalnym (np. pokoje hotelowe). Jednak należy pamiętać, że wysokość mocowania kanału powinna być dostosowana do konkretnych warunków użytkowania i możliwości mocowania, zależnych od przeznaczenia pomieszczenia – np. w miejscu przygotowania posiłków pod szafkami kuchennymi, pod parapetem.

6. Za najbardziej dogodne miejsca instalowania kanałów naściennych przeznaczonych do mocowania pionowego zaleca się przyjmowanie naroża ścian i miejsca wzdłuż ościeżnic drzwiowych.

7. Przy opracowywaniu planu instalacji elektrycznej należy:

- wykonać go tak, jak przy projektowaniu tradycyjnych instalacji,
- schematycznie zaznaczyć na planie elementy kanału naściennego,
- oznaczyć rodzaj oraz miejsce usytuowania sprzętu i osprzętu.

8. Ze względów estetycznych kanały należy montować tak, aby ciągi przebiegały po liniach równoległych lub prostopadłych do podłogi.

9. Kanały należy montować w odległości minimum 100 mm od źródeł ciepła o temperaturze 90°C.

10. Zgodnie z planem trasy instalacji należy oznaczyć miejsca mocowania poszczególnych odcinków. Do podstawy kanału z tworzywa sztucznego otwory mocujące powinny być rozstawione w odległości nie większej niż 660 mm. Dla podstawy kanału z blachy rozstaw otworów nie większy niż 950 mm.

11. Aby zamocować podstawę do podłoża, należy przygotować odcinki podstawy kanału o odpowiedniej długości. Długość podstawy kanału należy mierzyć „po ścianie”.

12. Zakończenia należy wykonać pod kątem 90° dla elementów prostych, prostych dla zakrętów (zmiany płaszczyzny prowadzenia instalacji) pod kątem 45°.

13. W podstawach kanału należy wywiercić otwory do zamocowania w oznaczonych miejscach.

14. Mocowanie kanału do podłoża należy wykonać przez:

- wywiercenie otworów i wstawienie kołków rozporowych lub
- wstrzelenie kołków, lub
- zamontowanie konstrukcji wsporczych.

15. Podstawę kanału należy mocować przy pomocy wkrętów lub nakrętek.

16. Odcinki podstawy kanału należy połączyć z sobą przez wsunięcie ich do wnętrza łączników (w przypadku łączników z wkrętami należy dokręcić wkręty).

17. Elementy przeznaczone do wykonywania odgałęzień i zakrętów mocuje się do podłoża tak, jak podstawę kanału i łączy się je z sąsiednimi elementami za pomocą łączników.
18. Przegrody dzielące kanał na odrębne komory – jeżeli są – należy dociąć odpowiednio do długości podstawy i odstępów między sprzętem (gniazdami, łącznikami), a następnie nasunąć na szynę montażową podstawy.
19. Po zamocowaniu przegród należy do podstawy kanału wprowadzić przewody. Przewody układa się w odpowiednich komorach kanału (w danej komorze przewody tego samego obwodu) i zabezpiecza wkładkami podtrzymującymi w odstępach około 40 cm.
20. Puszki sprzętowe należy montować na szynie montażowej podstawy kanału w sposób odpowiedni do konstrukcji puszki i kanału. Puszki montuje się za pomocą płytki zatrzaskowej, bezpośrednio przykręcając je do szyny wkrętami lub przykręcając na wspornikach.
21. Po zamontowaniu i wprowadzeniu przewodów do puszek należy przystąpić do montażu sprzętu instalacyjnego:
  - odizolować końce przewodów i przykręcić je do zacisków sprzętu,
  - wsunąć sprzęt z dołączonymi przewodami i przykręcić go wkrętami,
  - zamocować wszystkie dodatkowe elementy osłony puszek (w kanałach metalowych dodatkowo osłonę izolacyjną) oraz ramki dystansowe.
22. Po wykonaniu powyższych czynności należy zamocować odpowiednio przycięte odcinki pokryw kanału poprzez ich wsunięcie lub zatrzasknięcie na podstawie kanału (w zależności od jego konstrukcji).
23. Wszystkie metalowe części kanałów należy objąć systemem połączeń wyrównawczych (elementy metalowe kanałów powinny być wyposażone w zaciski ochronne). W trakcie montażu instalacji należy połączyć te elementy między sobą w sposób zapewniający metaliczną ciągłość całego ciągu kanału, a następnie połączyć z przewodem ochronnym.
24. Dla zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego ciągów przewodów i kabli należy:
  - dokonać właściwego doboru przewodów,
  - unikać prowadzenia dużych ciągów w pomieszczeniach o podwyższonej temperaturze,
  - uszczelnić przepusty instalacyjne między pomieszczeniami.
25. Po zakończeniu montażu instalacji kanałowej należy sprawdzić:
  - poprawność wykonanej instalacji,
  - zgodność połączeń przewodów z projektem technicznym,
  - skuteczność ochrony przeciwporażeniowej.

#### **6.3.2.6. Instalacje pod tynkiem – instalacje wykonywane przewodami jednożyłowymi w rurach instalacyjnych (osłonowych)**

##### **6.3.2.6.1 Trasowanie**

1. Trasowanie należy wykonać, uwzględniając konstrukcję budynku oraz zapewniając bezkolizyjność instalacji elektrycznych z innymi instalacjami.
2. Trasa instalacji powinna być prosta i łatwo dostępna do prawidłowej konserwacji i remontów.
3. Trasa powinna przebiegać w liniach prostych, równoległych lub prostopadłych do ścian i stropów.

#### 6.3.2.6.2 Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów

1. Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj technologii (system), powinny być zamocowane do podłoża (ścian i stropów) w sposób trwały.
2. Dobór elementów wsporczych powinien uwzględniać warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja pracuje oraz sam rodzaj instalacji.

#### 6.3.2.6.3 Przejścia przez ściany i stropy

1. Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany i stropy muszą być chronione przed uszkodzeniami.
2. Przejścia należy wykonywać w przepustach rurowych (rurach osłonowych).
3. Obwody instalacji elektrycznych przechodzące przez podłogi muszą być chronione przed uszkodzeniami do wysokości bezpiecznej. Jako osłony można stosować rury stalowe, rury z tworzyw sztucznych, korytka.

#### 6.3.2.6.4 Kucie bruzd

1. Jeśli nie wykonano bruzd w czasie wznoszenia budynku, należy to zrobić w trakcie montażu instalacji.
2. Bruzdy należy dostosować do średnicy rury z uwzględnieniem rodzaju i grubości tynku.
3. Przy układaniu dwóch lub kilku rur w jednej bruzdzie, szerokość bruzdy powinna być taka, odstępy w świetle między rurami wynosiły nie mniej niż 5 mm.
4. Rury zaleca się układać jednowarstwowo.
5. Zabronione jest kucie bruzd, przebić i przepustów w betonowych elementach konstrukcyjno-budowlanych.
6. Zabronione jest wykonywanie bruzd w cienkich ścianach działowych w sposób osłabiający ich konstrukcję.
7. Przy przejściu z jednej strony ściany na drugą (lub ze ściany na strop) cała rura powinna być pokryta tynkiem.
8. Przejścia przez ściany należy wykonywać w taki sposób, aby rurę można było wyginać łagodnymi łukami, o promieniu nie mniejszym od wartości podanych w tablicy 10.

**Tablica 10.** Najmniejsze dopuszczalne promienie łuku z rur sztywnych

| Średnica znamionowa rury [mm] | 18  | 21  | 22  | 28  | 37  | 47  |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Promień łuku [mm]             | 190 | 190 | 250 | 250 | 350 | 450 |

9. Rury mogą być układane w warstwach konstrukcyjnych podłogi lub zatapiane w warstwie wyrównawczej podłogi, tak aby nie były narażone na naprężenia mechaniczne.

#### 6.3.2.6.5 Układanie rur i osadzanie puszek

1. Rury należy układać i mocować w uprzednio wykonanych bruzdach.
2. 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 10.
3. Łączenie rur należy wykonać za pomocą przewidzianych do tego celu złączek (lub przez kielichowanie).



4. Puszki powinny zostać osadzone na takiej głębokości, aby ich górna (zewnętrzna) krawędź po otynkowaniu ściany była zrównana (zlicowana) z tynkiem.
5. Przed zainstalowaniem należy w puszcze wyciąć wymaganą liczbę otworów dostosowanych do średnicy wprowadzanych rur.
6. Koniec rury powinien być wprowadzony do środka puszek na głębokość do 5 mm.

#### **Wciąganie przewodów do rur**

1. Do rur ułożonych zgodnie z punktem 6.3.2.6.5, po ich przykryciu warstwą tynku lub masy betonowej, należy wciągnąć przewody przy użyciu odpowiednich narzędzi (przyrządów).
2. Przewody na całej długości wciągnięcia do rury nie mogą mieć połączeń.
3. Zabronione jest układanie rur wraz z wciągniętymi przewodami oraz wciąganie przewodów do niezatynkowanych rur.
4. Przewody powinny być ułożone swobodnie i nie powinny zostać narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia.

### **6.3.2.7. Instalacje w tynku**

#### **6.3.2.7.1 Trasowanie**

Trasowanie należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 6.3.2.2.

#### **6.3.2.7.2 Mocowanie puszek**

1. Puszki należy osadzać na ścianach (przed ich tynkowaniem) w sposób trwały (np. za pomocą kołków rozporowych).
2. Na ścianach drewnianych puszki należy mocować za pomocą wkrętów do drewna.
3. Puszki po zamontowaniu należy przykryć pokrywami montażowymi.

#### **6.3.2.7.3 Układanie i mocowanie przewodów**

1. Instalacje wtynkowe należy wykonywać przewodami wtynkowymi. Dopuszcza się stosowanie przewodów wielożyłowych płaskich.
2. Na podłożu palnym można układać przewody na warstwie zaprawy murarskiej o grubości co najmniej 5 mm, oddzielającej przewód od podłoża.
3. Łuki i zgięcia przewodów powinny być łagodne.
4. Podłoże do układania przewodów powinno być gładkie.
5. Przewody należy mocować za pomocą specjalnych uchwytów.
6. Do puszek należy wprowadzać tylko te przewody, które wymagają łączenia w puszcze; pozostałe przewody należy prowadzić obok puszek.
7. Przed tynkowaniem końce przewodów należy ukryć w puszcze, a puszki zabezpieczyć przed zatynkowaniem. Warstwa tynku powinna mieć grubość co najmniej 5 mm.
8. Zabrania się układania przewodów bezpośrednio w betonie, w warstwie wyrównawczej podłogi i w złączach płyt betonowych bez stosowania osłon w postaci rur.

#### **6.3.2.7.4 Przygotowanie końców żył i łączenie przewodów**

Przygotowanie końców żył i łączenie przewodów należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 6.3.3.6.

#### **6.3.2.7.5 Instalacje wykonywane przewodami wielożyłowymi (kabelkowymi) i kablami układanymi w kanałach konstrukcji budowlanych**

1. System powyższy związany jest z elementami budowlanymi (głównie stropami), w których wykonywane są kanały w czasie produkcji tego elementu.
2. Siatkę bruzd dla odbiorczej instalacji tworzy się w następujący sposób:
  - w elementach betonowych bruzdy wykonywane są w zakładzie prefabrykacji, w czasie produkcji elementów budowlanych,
  - w ściankach działowych bruzdy wykonywane są przez monterów, w czasie montażu instalacji w budynku.
3. Przewody wielożyłowe (kabelkowe) należy układać w kanałach stropowych lub w bruzdach ściennych, a następnie przykrywać warstwą tynku.
4. Instalacja wykonana tym sposobem nie zapewnia możliwości wymiany przewodów, z tego względu wykonywanie takiej instalacji zaleca się jedynie w przypadkach technicznie uzasadnionych.

#### **6.3.2.7.6 Instalacje zatapiane – instalacje wykonywane przewodami jednożyłowymi w rurach instalacyjnych zatapianych w ścianach i stropach budynku monolitycznego**

1. Trasowanie należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 6.3.2.2.
2. Trasowaniem należy objąć wszystkie miejsca mocowań puszek, wypustów oświetleniowych, rozgałęzień i przejść instalacji ze stropu na ścianki działowe nie wylewane.

#### **6.3.2.7.7 Mocowanie puszek i rur**

1. Puszki i rury powinny być mocowane w sposób pewny i trwały do form oraz elementów zbrojenia przed zalaniem ich masą betonową.
2. Rury należy łączyć ze sobą przy użyciu złączek.
3. Połączenia puszek z rurami oraz rur między sobą powinny być zabezpieczone przed przedostaniem się do wnętrza masy betonowej.
4. W przypadku instalowania puszek po obu stronach ściany naprzeciw siebie należy montować dwie puszki z elementem rozporowym lub puszkę przelotową o długości równej grubości ściany. Puszka powinna mieć wewnątrz przegrodę izolacyjną.
5. Do zawieszania opraw oświetleniowych na suficie należy stosować puszki sufitowe przystosowane do wkręcania uchwyty (haczyka).
6. W puszkach stropowych przeznaczonych do wyprowadzania instalacji ze stropu na ścianki działowe trzeba pozostawić około 0,2 m zapasu rury wprowadzonej do puszki.
7. Puszki i rury mocuje się po zestawieniu jednej okładki formy ze zbrojeniem.
8. Rury po zalaniu masą betonową powinny być drożne, a puszki pozbawione zanieczyszczeń.
9. Mocowanie puszek dla wyprowadzenia instalacji ze stropu na ścianki działowe nie wylewane należy wykonać tak, aby oś puszki pokrywała się z osią budowanej ścianki.
10. Zabrania się kucia bruzd, przebić i przepustów w betonowych elementach konstrukcyjno-budowlanych.

### **6.3.2.7.8 Wciąganie przewodów**

Przewody należy wciągać do rur w sposób podany w punkcie 6.3.2.6.6.

### **6.3.2.7.9 Przygotowanie końców żył i łączenie przewodów**

Przygotowanie końców żył i łączenie przewodów należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 6.3.3.6.

## **6.3.3. Montaż elementów instalacji elektrycznych**

### **6.3.3.1 Montaż aparatury**

1. Aparaturę należy montować w prefabrykowanych konstrukcjach, takich jak skrzynki, szafki, tablice. W tym celu należy:
  - wykonać otwory do mocowania aparatów i listew zaciskowych,
  - zamocować profile szynowe TH 35 (lub inne) do umieszczania aparatów i listew zaciskowych,
  - zamontować listwy zaciskowe,
  - w razie potrzeby zamontować korytka do układania przewodów,
  - zamontować aparaty elektryczne przewidziane w projekcie instalacji,
  - oczyścić styki aparatów z (jeżeli występują) konserwantów,
  - wykonać połączenia przewodami między poszczególnymi aparatami i listwami zaciskowymi,
  - wykonać (opisać) oznaczniki na przewodach i oznaczenia na listwach,
  - wykonać zgodnie z projektem opisy aparatury, tablic i szaf,
  - wykonać połączenie części metalowych obudów i konstrukcji z przewodem ochronnym PE.
2. W ogólnie dostępnych instalacjach wewnętrznych należy montować aparaty zabezpieczające z pokrywami osłaniającymi części pod napięciem.
3. Aparaty zabezpieczające zainstalowane przed licznikiem należy osłonić pokrywą przystosowaną do plombowania.
4. Wszystkie aparaty należy montować w położeniu przewidzianym przez producenta.
5. Aparaty wydzielające duże ilości ciepła należy instalować w odległości co najmniej  $15 \div 20$  mm od innych aparatów.
6. Przewody w skrzynkach, szafkach, tablicach układa się w wiązkach na uchwytach, korytkach lub luźno między zaciskami aparatów i listew.
7. Przy montażu przewodów jednożyłowych o przekroju żyły powyżej  $10 \text{ mm}^2$  należy stosować końcówki kablowe.
8. Przewody wielożyłowe należy po odizolowaniu umocować w aparacie i (dla przewodów o przekroju żyły powyżej  $6 \text{ mm}^2$ ) zastosować końcówki kablowe.

### **6.3.3.2 Montaż opraw oświetleniowych**

1. Liczba, rozmieszczenie i konstrukcja opraw oświetleniowych powinna spełniać odpowiednie parametry:
  - natężenia oświetlenia,
  - równomierności oświetlenia,
  - stopnia zabezpieczenia przed olśnieniem.
2. W sieci oświetlenia podstawowego wewnętrznego należy stosować napięcie nie wyższe niż 250 V względem ziemi.
3. Wprowadzenie do obudowy oświetleniowej więcej niż jednego przewodu fazowego jest dopuszczalne tylko dla opraw wielofazowych. Oprawy o napięciu międzyfazowym przekraczającym 250 V powinny zostać w sposób trwały oznaczone.
4. W pomieszczeniach o powierzchni powyżej 100 m<sup>2</sup> oprawy powinny być przyłączone do dwóch różnych obwodów elektrycznych.
5. Do obwodu oświetleniowego danej fazy należy przyłączyć nie więcej niż 30 opraw z lampami fluorescencyjnymi.
6. Obwody oświetlenia podstawowego wewnętrznego nie mogą mieć zabezpieczeń nadprądowych większych niż 25 A.
7. Oprawy zamocowane na zewnątrz pomieszczeń i pomieszczeniach innych niż suche powinny być mocowane w odległości większej niż 250 cm od powierzchni podłoża (jeżeli są mocowane niżej, to powinny być zasilane napięciem nie przekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale – układ SELV).
8. Oprawy oświetleniowe powinny być przystosowane do przyłączenia ich do sieci zasilającej.
9. Uchwyty do opraw zwieszakowych do montowania w stropach należy mocować przez:
  - wkręcanie do zamocowanej w stropie puszkii sufitowej,
  - wkręcanie w kołek rozporowy,
  - wbetonowanie,
  - zaczepy do mocowania na lince nośnej o  $\Phi = 6 \div 12$  mm.
10. Podane wyżej mocowanie powinno wytrzymać:
  - siłę 500 N dla opraw o masie do 10 kg,
  - siłę w niutonach równą 50-krotności masy oprawy w kilogramach dla opraw o masie powyżej 10 kg.
11. Zawieszenie opraw zwieszakowych powinno umożliwiać ruch wahadłowy oprawy.
12. Przewody opraw oświetleniowych należy łączyć za pomocą złączek z przewodami wypustów.
13. Dopuszcza się podłączanie opraw oświetleniowych przelotowo pod warunkiem zastosowania złączy przelotowych.
14. Oprawy oświetleniowe w pokojach, przedpokojach i korytarzach pomieszczeń mieszkalnych nie wchodzi w zakres wyposażenia inwestorskiego. Natomiast w tych pomieszczeniach należy mocować uchwyty do opraw o wytrzymałości porównywalnej, jak w poz. 10.

#### **6.3.3.3 Montaż elementów instalacji w wykonaniu szczelnym**

**1. W instalacji w wykonaniu szczelnym należy:**

- przewody i kable uszczelniać w sprzęcie, osprzęcie, aparatach lub odbiornikach za pomocą dławic (dławików), średnice dławic i otworów uszczelniających pierścieni powinny być dostosowane do średnicy zewnętrznej przewodu lub kabla,
- powłokę przewodu lub kabla uciąć równo z wewnętrzną ścianką obudowy sprzętu, osprzętu, aparatu lub odbiornika, do którego wprowadzany jest przewód,
- pod dokręceniu dławic uszczelnić je dodatkowo,
- stosować sprzęt i osprzęt natynkowy w wykonaniu szczelnym (o stopniu ochrony IP 44).

**6.3.3.4 Montaż liczników**

1. Liczniki energii elektrycznej należy montować zgodnie z projektem technicznym, wymaganiami producentów i jednostki prowadzącej rozliczenia.
2. Liczniki należy instalować na tablicach licznikowych, przystosowanych do montażu na nich elementów układu pomiarowego.
3. Przewody układu pomiarowego powinny być prowadzone za tablicą licznikową, w sposób ułatwiający ich kontrolę i sprawdzenie, w rurach osłonowych, oddzielnie przewody prądowe i napięciowe układu pomiarowego.
4. Dostęp do przewodów za płytą montażową powinien być zabezpieczony poprzez przystosowanie tablicy licznikowej do plombowania.
5. Tablice, na których mocowane są liczniki, powinny zostać wykonane z materiału izolacyjnego, izolacyjnego otwory w tablicach do wprowadzenia przewodów nie powinny mieć ostrych krawędzi.
6. Liczniki niezależnych układów mogą być montowane obok siebie lub jeden pod drugim.
7. Na tablicy licznikowej należy umieścić napisy i opisy w sposób trwały i czytelny.
8. Tablice licznikowe a na nich liczniki, należy umieszczać w taki sposób, aby liczydła liczników znajdowały się na wysokości  $1,4 \div 2,0$  m nad podłogą.
9. Liczniki powinni montować pracownicy przedsiębiorstwa energetycznego dostarczającego energię elektryczną do budynku.

**6.3.3.5 Montaż sprzętu i osprzętu**

**1. Należy stosować następujący sprzęt i osprzęt instalacyjny:**

- rozgałęźniki,
- puszki instalacyjne,
- wyłączniki i przełączniki,
- łączniki oświetlenia,
- gniazda wtyczkowe,
- wtyczki do mocowania na stałe,
- gniazda bezpiecznikowe,
- skrzynki (obudowy) rozdzielcze,
- przyciski sterownicze.

2. Instalowanie gniazd wtyczkowych i łączników w mieszkaniach powinno być zgodne z technologią wykonania instalacji (systemem instalacyjnym) w danym pomieszczeniu.
3. Łączniki oświetlenia należy instalować na wysokości 1,4 m od podłogi, przy drzwiach od strony klamki (odległość łącznika od otworu ościeżnicy powinna wynosić nie więcej niż 20 cm).
4. Przy rozmieszczaniu gniazd w pomieszczeniach należy uwzględnić charakter i kształt pomieszczenia oraz ustawienie mebli. Zaleca się, aby:
  - a) w pomieszczeniach, w których instalacja jest wykonana w listwach podłogowych, sprzęt był instalowany bezpośrednio obok listwy, z zachowaniem poniższych zasad:
    - w systemie listwowym trzeba stosować sprzęt (gniazda i łączniki) w wykonaniu natynkowym,
    - gniazda wtyczkowe należy mocować tuż nad listwami ułożonymi w obrębie podłogi, a łącznikami tuż przy listwach prowadzonych po ścianach,
    - gniazda wtyczkowe i łączniki należy mocować do podłoża za pośrednictwem kołków rozporowych (na ścianach drewnianych za pomocą wkrętów do drewna),
    - mocowanie bezpośrednie sprzętu i osprzętu nie hermetycznego do podłoża palnych należy wykonać na podkładkach blaszanych, znajdujących się co najmniej pod całą powierzchnią danego sprzętu,
  - b) w pomieszczeniach, pomieszczeniach których instalacja jest wykonana w innej technologii niż listwowa, gniazda umieszcza się na wysokości  $0,2 \div 0,9$  m nad podłogą (z wyjątkiem instalacji w kanałach podłogowych, gdzie gniazda wtyczkowe mocuje się w podłodze lub w puszkach – kasetonach podłogowych).
5. W pomieszczeniach suchych należy stosować sprzęt instalacyjny w wykonaniu zwykłym, natomiast w pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu – sprzęt w wykonaniu szczelnym.
6. Sprzęt i osprzęt należy zamocować do podłoża w sposób zapewniający jego pewne, trwałe i bezpieczne osadzenie (najczęściej przez przykręcenie).

#### **Przygotowanie końców żył przewodów, wykonywanie połączeń elektrycznych szyn i przewodów oraz przyłączanie do aparatów i urządzeń**

1. Powierzchnie stykających się elementów torów prądowych oraz przekładek i podkładek metalowych przewodzących prąd, powinny być dokładnie oczyszczone i wygładzone. Zanieczyszczone styki (zaciski aparatów, przewody itp.) pokryte powłoką metalową ogniową lub galwaniczną należy zmywać tylko odczynnikami chemicznymi i szlifować pastą polerską.
2. Powierzchnie styków należy zabezpieczać przed korozją.
3. Połączenia należy wykonać za pomocą spawania, zacisków śrubowych lub w inny sposób określony w projekcie technicznym.
4. W instalacjach elektrycznych wewnętrznych, łączenie przewodów należy wykonywać w sprzęcie i osprzęcie instalacyjnym.
5. W przypadku łączenia przewodów nie należy stosować połączeń skręcanych.
6. Długość odizolowanej żyły przewodu powinna zapewniać prawidłowe przyłączanie.
7. Przewody w miejscach połączeń powinny mieć zapas długości. Przewód ochronny PE powinien mieć większy zapas niż przewody czynne.
8. Przewody powinny być ułożone swobodnie i nie powinny zostać narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia.

9. Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie powinno powodować uszkodzeń mechanicznych.
10. Do danego zacisku należy przyłączać przewody o rodzaju, przekroju i liczbie, do jakich zacisk jest przystosowany.
11. Żyły jednodrutowe powinny mieć zakończenia:
- proste, niewymagające obróbki po zdjęciu izolacji, przytaczane do zacisków śrubowych lub samozaciskowych,
  - oczkowe, dla przewodów podłączanych pod śrubę lub wkręt; oczko o średnicy wewnętrznej większej o około 0,5 mm od średnicy gwintu,
  - z końcówką.
12. Żyły wielodrutowe powinny mieć zakończenia:
- proste, niewymagające obróbki; po zdjęciu izolacji podłączone do specjalnie przystosowanych zacisków zapewniających obciśnięte żyły i nie powodujące uszkodzenia struktury zakończenia żyły,
  - z końcówką,
  - z tulejką (końcówką rurową) umocowaną przez zaprasowanie.
13. W gniazdach bezpiecznikowych przewod doprowadzający należy połączyć z szyną gniazda (śrubą stykową), a przewód zabezpieczony gwintem.
14. W oprawach oświetleniowych i podobnym sprzęcie przewód fazowy lub „+” należy łączyć ze stykiem wewnętrznym, a przewód neutralny lub „-” z gwintem (oprawką).
15. Śruby i wkręty do łączenia szyn oraz przewodów powinny mieć taką długość, aby o skręceniu połączenia wystawały co najmniej na wysokość  $2 \div 6$  zwojów.
16. Śruby, nakrętki i podkładki stalowe powinny zostać pokryte galwanicznie metalową warstwą antykorozyjną.

### **6.3.5. Montaż i instalowanie rozdzielnic, sterownic**

#### **6.3.5.1 Wymagania ogólne dotyczące pomieszczeń**

1. Za prawidłowe wykonanie i wyposażenie w instalacje ogólne budynków i pomieszczeń stacji wewnętrznych, nastawni itp. odpowiedzialny jest wykonawca prac budowlano-instalacyjnych, który po wykonaniu robót objętych dokumentacją przekazuje budynki i pomieszczenia inwestorowi przy współudziale wykonawcy robót elektromontażowych. Jeśli stacja ma być przekazana na majątek energetyce zawodowej, inwestor powinien dodatkowo zaprosić do odbioru robót budowlanych przedstawicieli miejscowych władz energetycznych.
2. W trakcie realizacji budynków stacyjnych należy zwrócić szczególną uwagę na przygotowanie kanałów, wnęk i przepustów pod szyny, kable i urządzenia rozdzielcze oraz zamontowanie odpowiednich kotew, ram, rur itp., tak aby w czasie montażu nie zachodziła potrzeba kucia większych otworów.
3. Wykonawca robót elektromontażowych może przystąpić do montażu aparatury i urządzeń dopiero po otrzymaniu od inwestora potwierdzenia, że roboty budowlane zostały zakończone i odebrane.

#### **6.3.5.2 Wymagania ogólne dotyczące montażu**

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

### **6.3.5.3 Transport, przyjmowanie i składowanie materiałów**

Wymagania dotyczące transportu podano w p. 5.

### **6.3.5.4 Montaż rozdzielnic, sterownic**

1. Rozdzielnice, sterownice lub baterie kondensatorów należy ustawiać następująco:

- a) urządzenia stojące należy połączyć z podłożem następująco:

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

- b) w przypadku gdy urządzenie jest dostarczone w zestawach transportowych, należy wszystkie zestawy ustawić na miejscu i połączyć śrubami ich konstrukcje; należy stosować po dwie podkładki okrągłe (pod łeb śruby i nakrętkę), jeżeli otwory do śrub łączących są owalne; przed skręceniem konstrukcji należy poluzować połączenia śrubowe mocujące szyny zbiorcze na izolatorach,
- c) urządzenia przyściennie, naścienne oraz wnękowe należy przykręcić do konstrukcji lub kotew zamocowanych w podłożu wg p. 6.3.5.2,
- d) urządzenia skrzynkowe, dostarczane na miejsce montażu wraz z przykręconą do nich konstrukcją nośną, należy wstawić w przygotowane otwory w podłożu i zalać betonem; przed zalaniem otworów betonem urządzenie należy unieruchomić w sposób pewny i bezpieczny,
- e) urządzenia współpracujące z mostami szynowymi należy łączyć z podłożem po zamontowaniu mostów wg p. 6.3.5.4-3.

2. Po ustawieniu urządzenia należy:



- w urządzeniach złożonych z zestawów transportowych, połączyć szyny,
  - zainstalować aparaty i przyrządy zdjęte na czas transportu i dostarczone w oddzielnych opakowaniach,
  - założyć wkładki topikowe zgodnie z projektem,
  - dokręcić w sposób pewny wszystkie śruby i wkręty w połączeniach elektrycznych i mechanicznych,
  - założyć zasłony zdjęte w czasie montażu; w przypadku rozdzielnic skrzynkowych należy zwrócić uwagę na oznakowanie poszczególnych osłon; każda skrzynka i przynależna do niej pokrywa powinny mieć ten sam symbol identyfikacyjny; dotyczy to przypadku umieszczenia schematu na pokrywie każdej skrzynki.
3. Montaż mostów szynowych, łączących rzędy urządzeń lub urządzenie z transformatorem, należy wykonać następująco:
- a) zdjąć osłony mostów i urządzeń w celu umożliwienia wykonania połączeń elektrycznych i mechanicznych poszczególnych segmentów mostu lub mostu z innym urządzeniem,
  - b) przy montażu mostu szynowego segmentowego łączącego transformator z rozdzielnicą:
    - rozpocząć od segmentu przy transformatorze; konstrukcję mostu oraz szyny połączyć z transformatorem,
    - montować kolejno następne segmenty mostu, skręcając szyny główne; w przypadku występowania konstrukcji wsporczych obudowę należy umocować do tych konstrukcji,
    - po połączeniu szyn ostatniego segmentu mostu z szynami rozdzielnic dokręcić wszystkie śruby łączące szyny torów głównych oraz połączyć przewody obwodów pomocniczych,
  - c) pomocniczych przypadku instalowania mostu szynowego łączącego rzędy rozdzielnic montaż rozpocząć od dowolnego rzędu,
  - d) uzupełnić ubytki powłok malarskich powstałe w czasie transportu i ontażu,

#### **6.3.5.5 Wykonanie połączeń ochronnych**

1. Urządzenia dostarczone na miejsce montażu powinny mieć wewnętrzne połączenia ochronne.
2. W urządzeniach dostarczanych na miejsce montażu w zestawach transportowych, po ustawieniu ich wg p. 6.3.5.4-1, należy wykonać połączenia ochronne konstrukcji pomiędzy poszczególnymi zestawami.
3. 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.
4. W pomieszczeniach główne przewody ochronne i przewody uziemiające należy układać w uchwytych metalowych na ścianach lub w kanale.
5. Ułożony wg p. 5 przewód uziemiający należy przyłączyć:
  - do głównych zacisków ochronnych urządzenia lub do przewodu ochronnego urządzenia,
  - do przewodu uziomowego lub do zacisku pobierczego uziomowego.
6. Przewody ochronne powinny być oznaczone kombinacją barw żółtej i zielonej.

## Montaż środków ochrony przeciwporażeniowej

### 6.3.6.1 Ochrona przeciwporażeniowa dla zakresu napięć I (równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim-podstawowa i pośrednim-dodatkowa). Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia SELV, PELV.

1. Napięcie znamionowe nie może przekraczać górnej granicy I (50 V prądu przemiennego i 120 V prądu stałego).
2. Źródła zasilania dla SELV i PELV winny spełniać określone warunki:
  - a) transformator ochronny – wg IEC 742,
  - b) źródło prądu zapewniające stopień bezpieczeństwa równoważny transformatorowi ochronnemu wymienionemu w punkcie a) (np. przetwornica dwumaszynowa z uzwojeniami zapewniającymi równoważną izolację),
  - c) źródło elektrochemiczne (np. bateria akumulatorów) lub inne źródło niezależne od obwodu zasilającego o wyższym napięciu (np. zespół prądotwórczy napędzany silnikiem Diesla),
  - d) niektóre urządzenia elektroniczne spełniające wymagania odpowiednich norm, w których zastosowano takie środki, aby w przypadkach uszkodzenia wewnętrznego napięcie na zaciskach wyjściowych nie mogło przekroczyć wartości dla napięć grupy I.
3. Części czynne obwodów SELV i PELV powinny być oddzielone od obwodów wyższego napięcia. Sposób wykonania instalacji powinien zapewniać oddzielenie elektryczne nie gorsze niż między obwodem pierwotnym i wtórnym transformatora ochronnego.
4. Przewody każdego obwodu SELV i PELV powinny być prowadzone oddzielnie od wszystkich innych obwodów. Jeżeli to wymaganie nie jest możliwe do spełnienia, należy zastosować jedno z następujących rozwiązań:
  - przewody obwodu SELV i PELV powinny być umieszczone w osłonie izolacyjnej, niezależnie od izolacji roboczej,
  - przewody obwodów o różnych napięciach powinny być oddzielone od siebie uziemionymi metalowymi ekranami lub uziemionymi osłonami,
  - obwody o różnych napięciach mogą być prowadzone w przewodzie wielożyłowym lub w oddzielnych przewodach ułożonych grupowo pod warunkiem, że przewody obwodów SELV i PELV będą miały izolację indywidualną lub zbiorową na najwyższe napięcie występujące w tym przewodzie wielożyłowym lub w grupie przewodów.
5. Wtyczki i gniazda wtyczkowe obwodów SELV i PELV powinny spełniać następujące warunki:
  - wtyczki nie powinny dać się włożyć do gniazd wtyczkowych przyłączonych do obwodów instalacji o różnych napięciach,
  - gniazda wtyczkowe powinny uniemożliwiać włożenie do nich wtyczek przyłączonych do obwodów o innych napięciach,
  - gniazda wtyczkowe nie powinny mieć styków ochronnych.
6. Części czynne obwodów SELV nie powinny być połączone z uziomem ani z częściami czynnymi lub/i przewodami ochronnymi wchodzącymi w skład innych obwodów.
7. Części przewodzące dostępne nie powinny być połączone:
  - z uziomem
  - przewodami ochronnymi i/lub częściami przewodzącymi dostępnymi innych instalacji

- z częściami przewodzącymi obcymi, z wyjątkiem tych przypadków, gdy urządzenia elektryczne są z założenia połączone z częściami przewodzącymi obcymi; musi być jednak spełniony warunek, że na tych częściach nie wystąpi napięcie przekraczające wartości napięć znamionowych I.

**8.** Jeżeli napięcie znamionowe dla SELV przekracza 25 V wartości skutecznej prądu przemiennego lub 60 V nietętniącego prądu stałego, ochronę przed dotykiem bezpośrednim należy zapewnić przez:

- ogrodzenie (przegrody) lub obudowy (osłony) o stopniu ochrony co najmniej IP2X
- izolację zdolną wytrzymać próbę napięciem pobierczym 500 V wartości skutecznej prądu przemiennego w ciągu 1 min.

Jeżeli napięcie znamionowe nie przekracza 25 V wartości skutecznej prądu przemiennego lub 60 V nietętniącego prądu stałego ochrona przed dotykiem bezpośrednim nie jest konieczna, jednakże w szczególnie niekorzystnych warunkach środowiskowych (w opracowaniu) ochrona taka może być niezbędna.

**9.** Ochronę przed dotykiem bezpośrednim dla PELV należy zapewnić przez:

- ogrodzenie (przegrody) lub obudowy (osłony) o stopniu ochrony co najmniej IP2X
- izolację zdolną wytrzymać próbę napięciem pobierczym 500 V wartości skutecznej prądu przemiennego w ciągu 1 min.

**10.** Ochrona przed dotykiem bezpośrednim spełniająca wymaganie wg p. 10 nie jest konieczna, jeżeli urządzenie znajduje się w strefie objętej wpływem połączenia wyrównawczego, wyrównawczego napięcie znamionowe nie przekracza:

- 25 wartości skutecznej napięcia prądu przemiennego lub 60 V napięcia nietętniącego prądu stałego i jeśli urządzenie jest normalnie użytkowane tylko w miejscach suchych oraz nie przewiduje się wielko powierzchniowych dotyków ciała ludzkiego,
- 6 V wartości skutecznej napięcia prądu przemiennego lub 15 V napięcia nietętniącego prądu stałego, we wszystkich innych przypadkach.

**11.** Ochrona przed dotykiem bezpośrednim dla FELV powinna być zapewniona przez:

- ogrodzenia lub obudowy
- izolację spełniającą wymagania napięciowe obwodu pierwotnego (wejściowego).

Jeżeli izolacja urządzenia stanowiącego część obwodu FELV nie wytrzymuje próby napięciem wymaganym dla obwodu pierwotnego (wejściowego), izolację części nie przewodzących dostępnych (np. obudowa izolacyjna) należy podczas montażu (instalowania) wzmocnić, tak aby mogła ona wytrzymać próbę napięciem pobierczym 1500 V wartości skutecznej prądu przemiennego w ciągu 1 min.

**12.** Ochrona przed dotykiem pośrednim dla FELV powinna być zapewniona przez:

- połączenie części przewodzących dostępnych urządzeń obwodu FELV z przewodem ochronnym obwodu pierwotnego pod warunkiem, że obwód pierwotny jest wyposażony w jeden ze środków opisanych, działających przez samoczynne wyłączenie zasilania; postanowienie to nie wyklucza połączenia określonych części czynnych (przewodu czynnego) obwodu FELV z przewodem ochronnym obwodu pierwotnego
- połączenie części przewodzących dostępnych urządzeń obwodu FELV z nie uziemionym przewodem połączenia wyrównawczego obwodu pierwotnego, gdy ochrona jest wykonana przez separację elektryczną zgodnie.

**13.** Wtyczki i gniazda wtyczkowe FELV powinny być tak dobrane, aby włożenie wtyczek FELV do gniazd wtyczkowych zasilanych innym napięciem było niemożliwe i aby wtyczki innych obwodów nie mogły być włożone do gniazd wtyczkowych FELV.

### 6.3.6.2 Ochrona przed dotykiem bezpośrednim

#### 1. Ochrona 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 zastosowanymi samodzielnie nie są na ogół uznawane za środki mogące zapewnić 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.

#### 2. Ochrona przy użyciu ogrodzenia (przegrody) lub obudowy (osłony)

Uwaga. Ogrodzenia lub obudowy są przeznaczone do zapobiegania jakimkolwiek dotykowi części czynnych.

- a) 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
- zapewnić ludziom należyłą informację o możliwości dotknięcia części czynnych i ostrzeżenie przed ich świadomym dotknięciem.

- b) Łatwo dostępne górne poziome powierzchnie przegród i obudów powinny mieć stopień ochrony co najmniej IP4X.

- c) Ogrodzenia i obudowy powinny być trwale zamocowane, mieć dostateczną stabilność i trwałość, zapewniające utrzymanie wymaganego stopnia ochrony i dostateczne oddzielenie części czynnych w określonych warunkach normalnej eksploatacji, biorąc pod uwagę warunki środowiskowe.

- d) 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 IP2X uniemożliwiająca dotknięcie części czynnych; usunięcie jej powinno być możliwe tylko przy użyciu klucza lub narzędzia.

#### 3. Ochrona przy użyciu bariery (przeszkody)

- a) Bariery powinny uniemożliwiać:
  - niezamierzone zbliżenie ciała do części czynnych
  - niezamierzone dotknięcie części czynnych w trakcie obsługi urządzeń.
- b) Bariery mogą być usuwane bez użycia klucza lub narzędzi, lecz powinny być zabezpieczone przed niezamierzonym usunięciem.

#### 4. Ochrona przez umieszczenie poza zasięgiem ręki

- a) 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.

- b) Jeżeli przestrzeń, w której mogą normalnie 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).

- c) W miejscach, miejscach których normalnie wykonuje się czynności przy użyciu przedmiotów przewodzących o dużej objętości lub długości, odległości podane w poz. a), b) powinny być powiększone tak, aby zostały uwzględnione odpowiednie wymiary tych przedmiotów.

#### 5. Uzupełnienie ochrony przed dotykiem bezpośrednim przy użyciu urządzeń ochronnych różnicowoprądowych.

##### 6.3.6.3 Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa)

###### 6.3.6.3.1 Ochrona przez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania

Ten środek ochrony wymaga koordynacji typu układu sieciowego, parametrów przewodów ochronnych i zastosowanych zabezpieczeń.

Dostępne części przewodzące powinny być połączone z przewodem ochronnym zgodnie z wymaganiami określonymi dla każdego typu układu sieciowego.

Części przewodzące jednocześnie dostępne powinny być przyłączone do tego samego uziemienia indywidualnie, grupowo lub zespołowo.

Na każdym obiekcie budowlanym, połączenia wyrównawcze główne powinny łączyć ze sobą następujące części przewodzące:

- przewód ochronny obwodu rozdzielczego,
- główną szynę (zacisk) uziemiającą,
- rury i inne metalowe urządzenia zasilające instalacje wewnętrzne obiektów budowlanych, np. gazu, wody itp.,
- metalowe elementy konstrukcyjne, urządzeń centralnego ogrzewania i systemów klimatyzacyjnych, jeżeli są one dostępne.

Jeżeli elementy przewodzące są doprowadzane z zewnątrz budynku, powinny być one połączone połączeniami wyrównawczymi, możliwie jak najbliżej miejsca wprowadzenia ich do budynku. Przewody połączeń wyrównawczych głównych powinny spełniać wymagania:  $6 \leq S \leq 25 \text{ mm}^2$ .

Połączenia wyrównawcze dla przewodów (kabli) telekomunikacyjnych powinny być wykonane w porozumieniu z właścicielem i służbami eksploatacyjnymi tych przewodów (kabli).

Jeżeli w instalacji lub jej części nie mogą być spełnione warunki samoczynnego wyłączenia, to powinny być wykonane miejscowe połączenia wyrównawcze zwane połączeniami wyrównawczymi dodatkowymi (miejscowymi).

#### Układ 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 –  $S \geq 16 \text{ mm}^2$

- dla Cu –  $S \geq 10 \text{ mm}^2$

#### **6.3.6.3.2 Ochrona przez zastosowanie urządzenia II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej**

**Uwaga:** Środek ten ma na celu zapobieżenie pojawieniu się niebezpiecznego napięcia na częściach przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej.

##### **1. Ochronę tę należy zapewnić przez zastosowanie:**

a) urządzeń elektrycznych następujących typów poddanych próbom i oznaczonych wg odpowiednich norm:

- urządzeń mających podwójną lub wzmocnioną izolację (urządzenia II klasy ochronności),

- zespołów urządzeń elektrycznych wykonanych fabrycznie w pełni izolowanych (patrz IEC 439-1 + AC:1994)

b) urządzeń o izolacji podstawowej z wykonaną w czasie montażu instalacji elektrycznej izolacją dodatkową, zapewniającą stopień bezpieczeństwa równoważny urządzeniom elektrycznym wg p. a),

c) urządzeń o izolacji wzmocnionej pokrywającej nie izolowane części czynne, wykonanej w czasie montażu instalacji, zapewniającej stopień bezpieczeństwa równoważny urządzeniom elektrycznym wg p. a); taką izolację dopuszcza się tylko w tych miejscach, miejscach których warunki konstrukcyjne uniemożliwiają zastosowanie izolacji podwójnej.

**2.** W urządzeniu elektrycznym nadającym się do pracy, wszystkie części przewodzące oddzielone od części czynnych tylko izolacją podstawową, powinny być osłonięte obudową izolacyjną zapewniającą stopień ochrony co najmniej IP2X.

**3.** Obudowa izolacyjna powinna być odporna na spodziewane obciążenia mechaniczne, elektryczne i termiczne. Pokrycia farbą, pokostem i podobnymi produktami nie uznaje się za spełnienie tego wymagania. Nie wyklucza to jednak użycia obudowy mającej takie pokrycie,

jeżeli są one dopuszczone do stosowania odpowiednimi normami i zostały poddane odpowiednim próbom.

4. Jeżeli obudowa izolacyjna nie została poddana odpowiednim próbom i istnieją wątpliwości co do jej skuteczności, należy przeprowadzić próbę wytrzymałości elektrycznej zgodnie z warunkami podanymi w IEC 60364/61.
5. Przez obudowę izolacyjną nie powinny przechodzić części przewodzące umożliwiające przenoszenie potencjału. Obudowa izolacyjna nie powinna zawierać żadnych śrub z materiału izolacyjnego, których zastąpienie przez śruby metalowe mogłoby pogorszyć izolację zapewnioną przez obudowę.
6. Jeżeli pokrywy lub drzwi obudowy izolacyjnej mogą być otwierane bez użycia narzędzia lub klucza, wszystkie części przewodzące, które są dostępne po ich otwarciu, powinny znajdować się za przegrodą izolacyjną zapewniającą stopień ochrony co najmniej IP2X IX celu zapobieżenia przypadkowemu dotknięciu tych części przez ludzi.
7. Części przewodzące zamknięte w obudowie izolacyjnej nie powinny być połączone z przewodem ochronnym. Należy jednak przewidzieć możliwość przyłączenia przewodów ochronnych, które muszą przechodzić przez obudowę dla obsługi innych urządzeń elektrycznych, których obwód zasilający również przechodzi przez obudowę. Wewnątrz obudowy każdy taki przewód i jego zacisk powinny być izolowane tak, jak części czynne. Zacisk ten powinien być odpowiednio oznaczony. Części przewodzące dostępne i części pośrednie nie powinny być połączone z przewodem ochronnym, chyba że zostało to specjalnie przewidziane w opisie odnośnego urządzenia.
8. Obudowa nie powinna utrudniać działania się w niej urządzeń.
9. Instalowanie urządzenia wymienionego w p. 1 a) (zamocowanie, przyłączenie przewodów itp.) powinno być wykonane tak, aby nie mogło pogorszyć ochrony przewidzianej w opisie urządzenia.
10. Przez części przewodzące.

#### **6.3.6.3.3 Ochrona przez zastosowanie nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych**

Uwaga: Nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe mają na celu zapobieżenie pojawianiu się niebezpiecznych napięć dotykowych.

1. Przewody połączeń wyrównawczych miejscowych powinny łączyć między sobą wszystkie części przewodzące jednocześnie dostępne i części przewodzące obce.
2. System połączeń wyrównawczych miejscowych nie powinien mieć połączenia elektrycznego z ziemią przez części przewodzące jednocześnie dostępne lub przez części przewodzące obce.

**Uwaga:** Jeżeli wymaganie to nie może być spełnione, należy zastosować ochronę przez samoczynne wyłączenie zasilania.

3. Należy przewidzieć środki ostrożności zapobiegające narażeniu na niebezpieczną różnicę potencjałów osób wchodzących do przestrzeni z połączeniami wyrównawczymi miejscowymi, szczególnie w tym przypadku, gdy przewodząca podłoga izolowana od ziemi jest połączona z nieuziemionym systemem połączeń wyrównawczych.

#### **6.3.6.4 Budowa uziemień**

##### **6.3.6.4.1 Wymagania ogólne**

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

2. Wymiary poprzeczne elementów uziemienia powinny zapewniać, przez cały okres eksploatacji, ograniczenie ich temperatury podczas przepływu prądu zwarcia z ziemią do wartości dopuszczalnej przy zwarcu.
3. 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.

#### **6.3.6.4.2 Budowa uziomów**

1. Dla potrzeb urządzeń elektroenergetycznych należy wykorzystywać przede wszystkim uziomy naturalne, uziomy fundamentowe obiektów, w których zainstalowane są urządzenia oraz uziomy sztuczne innych obiektów. Nowe uziomy sztuczne należy wykonywać, gdy wymienione wyżej uziomy mają lub mogą mieć rezystancję uziemienia większą niż wymagana albo, gdy ich wykorzystanie z innych względów, np. trudności technicznych lub braku zgody właściciela, jest niecelowe lub niemożliwe.
2. Jako uziomy naturalne można wykorzystywać, spełniające wymagania zawarte z poz. 3, 4 i 5, zagłębione w gruncie:
  - a) metalowe rury wodociągowe,
  - b) metalowe konstrukcje budowlane,
  - c) zbrojenie betonu,
  - d) metalowe powłoki i osłony kabli.
3. Metalowe rury wodociągowe, metalowe konstrukcje oraz powłoki i osłony kabli mogą być wykorzystywane jako uziomy za zgodą ich właściciela i po jego zapewnieniu, że użytkownik urządzeń elektrycznych będzie powiadamiany o każdej planowanej zmianie mogącej naruszyć galwaniczną ciągłość uziomów. Inne rury niż wodociągowe (np. gazowe, ogrzewnicze, cieczy palnych) nie powinny być wykorzystywane w charakterze uziomów; zakaz ten nie zwalnia z obowiązku objęcia takich rur połączeniami wyrównawczymi w obrębie budynku.
4. Przedmioty wymienione w poz. 2, przewidziane do zdemontowania przed upływem okresu eksploatacji urządzeń ochrony przeciwporażeniowej, mogą być wykorzystywane jako uziomy naturalne, ale nie należy ich uwzględniać w obliczeniach i w trakcie pomiarów skuteczności ochrony. Nie należy wykorzystywać, w roli uziomów naturalnych, wymienionych w poz. 2 przedmiotów, jeżeli:
  - a) znajdują się w miejscu zagrożonym wybuchem,
  - b) zawierają elementy, pomiędzy którymi może podczas eksploatacji wystąpić przerwa lub nadmierne powiększenie rezystancji połączenia, a elementy te nie są połączone przewodem bocznikującym o przekroju co najmniej równym wymaganemu przekrojowi przewodu uziemiającego.
5. W urządzeniach stałoprądowych uziomy naturalne, wymienione w poz. 2, mogą być wykorzystywane, jeżeli prądy uziomowi są krótkotrwałe i nie zagrażają przyspieszoną korozją urządzeń podziemnych.
6. Do wykonywania uziomów sztucznych poziomych, zagłębionych bezpośrednio w gruncie, należy stosować wyroby:
  - a) ze stali konstrukcyjnej niskowęglowej ocynkowanej na gorąco lub pomiedziowanej galwanicznie albo przez platerowanie,
  - b) z miedzi gołej lub pokrytej cynkiem.
7. Do wykonywania uziomów sztucznych pionowych należy stosować wyroby ze stali konstrukcyjnej niskowęglowej ocynkowanej na gorąco lub pomiedziowanej galwanicznie albo przez platerowanie:



Tabela 8. Najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne uziomów sztucznych zagłębionych bezpośrednio w gruncie i wymagana grubość ich pokryw ochronnych

| Lp. | Rodzaj uziomu | Materiał wyrobu    |                            | Wyrób        | Najmniejsze dopuszczalne wymiary |                 |         |                     |                 |
|-----|---------------|--------------------|----------------------------|--------------|----------------------------------|-----------------|---------|---------------------|-----------------|
|     |               |                    |                            |              | wyrobu właściwego                |                 |         | pokrycia            |                 |
|     |               |                    |                            |              | średnica                         | przekrój        | grubość | grubość jednostkowa | grubość średnia |
|     |               |                    |                            |              | mm                               | mm <sup>2</sup> | mm      | μm                  | μm              |
| 1   | 2             | 3                  | 4                          | 5            | 6                                | 7               | 8       | 9                   | 10              |
| 1   | poziomy       | stal <sup>1)</sup> | ocynkowana na gorąco       | taśma        |                                  | 100             | 3       | 63                  | 70              |
| 2   |               |                    |                            | pręt okrągły | 10                               |                 |         |                     | 50              |
| 3   |               | miedź              | goła                       | taśma        |                                  | 50              | 2       |                     |                 |
| 4   |               |                    |                            | pręt okrągły |                                  | 35              |         |                     |                 |
| 5   |               |                    | ocynkowana                 | taśma        |                                  | 50              | 2       | 20                  | 40              |
| 6   |               |                    |                            |              |                                  |                 |         |                     |                 |
| 7   |               | stal <sup>1)</sup> | ocynkowana na gorąco       | rura         | 25                               |                 | 2       | 47                  | 55              |
| 8   |               |                    |                            | pręt okrągły | 20                               |                 |         | 63                  | 70              |
| 9   |               |                    |                            | profilowana  |                                  | 100             | 3       | 63                  | 70              |
| 10  |               |                    | pomiedziowana galwanicznie | pręt okrągły | 15                               |                 |         | 2000                |                 |
|     |               |                    |                            |              | 17,32)                           |                 |         | 254                 | 300             |

1) Najmniejsze dopuszczalne wymiary poprzeczne wyrobów ze stali gołej według 8.2.8.2  
2) Dopuszcza się stosowanie prętów o średnicy co najmniej 12,7 mm, jeżeli są wykonane ze stali ciągnionej o wytrzymałości co najmniej 600 N/mm<sup>2</sup>.

8. Dopuszcza się uziomy sztuczne, zagłębione bezpośrednio w gruncie, ze stali konstrukcyjnej niskowęglowej gołej pod warunkiem, że:

a) przewidywany czas ich użytkowania nie jest dłuższy niż 10 lat

b) ich przekrój poprzeczny jest co najmniej o 40% większy, niż wynikający z wymagań w poz.11.

9. Uziomy fundamentowe sztuczne należy wykonywać z taśmy stalowej o przekroju co najmniej 30x3,5 mm lub pręta stalowego okrągłego o średnicy co najmniej 10 mm. Zaleca się wyroby ze stali gołej.

10. Uziomów sztucznych nie należy wykonywać z aluminium.

11. Wymiary poprzeczne wyrobów stosowanych na uziomy sztuczne poziome i pionowe oraz grubości pokryw ochronnych nie powinny być mniejsze niż podane w tabeli 8.

12. Dopuszcza się, by uziomy złożone z wielu elementów były wykonane z różnych metali pod warunkiem, że nie zagraża to intensywną korozją elektrochemiczną. Ubytek jednego z metali może okazać się niedopuszczalny, jeśli stosunek powierzchni styczności z gruntem metalu o polaryzacji katodowej  $S_k$  do powierzchni styczności z gruntem zagrożonego metalu o polaryzacji anodowej  $S_a$  jest większy niż 100 ( $S_k/S_a > 100$ ). W takim przypadku decyzję o dopuszczalności stosowania elementów uziomu należy podjąć w oparciu o informacje zawarte w tab. 9.

Tabela 9. Dopuszczalność łączenia elementów uziomu, wykonanych z różnych metali, przy stosunku ich powierzchni styczności z gruntem większym niż 100

|                                 |                 | Element o większej powierzchni |                   |                |                           |       |                  |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|----------------|---------------------------|-------|------------------|
|                                 |                 | Stal ocynkowana                | Stal              | Stal w betonie | Stal ocynkowana w betonie | Miedź | Miedź ocynkowana |
| Element o mniejszej powierzchni | Stal ocynkowana | +                              | +<br>ubytok cynku | -              | +<br>ubytok cynku         | -     | +                |
|                                 | Stal            | +                              | +                 | -              | +                         | -     | +                |
|                                 | Stal w betonie  | +                              | +                 | +              | +                         | +     | +                |
|                                 | Stal            | +                              | +                 | +              | +                         | +     | +                |

|   |                     |   |                   |                   |                   |                   |   |
|---|---------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
|   | platerowana miedzią |   |                   |                   |                   |                   |   |
|   | Miedź               | + | +                 | +                 | +                 | +                 | + |
|   | Miedź ocynkowana    | = | +<br>ubytek cynku | +<br>ubytek cynku | +<br>ubytek cynku | +<br>ubytek cynku | + |
| + połączenie dopuszczalne<br>- połączenie niedopuszczalne |                     |   |                   |                   |                   |                   |   |

13. Połączenia elementów uziomu między sobą i z przewodem uziemiającym należy wykonywać przez spawanie, spajanie lub za pomocą połączeń śrubowych. Przy łączeniu uziomów naturalnych z przewodem uziemiającym można stosować obejmy śrubowe, a przy łączeniu ze sobą elementów uziomu zalewanych betonem i przyłączaniu do nich przewodów uziemiających należy stosować złączki śrubowe lub złączki zaciskowe.
14. Podziemne połączenia elementów uziomu wykonanych ze stali ocynkowanej lub pomiedziowanej, których pokrycia w czasie łączenia mogą ulec uszkodzeniu bądź wykonanych ze stali gołej, należy zabezpieczać przed korozją ziemną. Dopuszcza się nie przewodzące powłoki antykorozyjne, np. warstwę asfaltu lub farby ochronnej.
15. Dolna krawędź uziomu pionowego sztucznego powinna być pograżona w gruncie do głębokości nie mniejszej niż 2,5 m.
16. Poszczególne uziomy pionowe układu uziomowego zaleca się tak rozmieszczać, aby odległości między nimi nie były mniejsze niż ich długość; nie wymaga się jednak odległości większych niż 10 m.
17. Uziomy sztuczne poziome powinny być zagłębione w gruncie na głębokości co najmniej 0,6 m, za wyjątkiem uziomów wyrównawczych, które mogą być umieszczone na głębokości mniejszej, ale co najmniej 0,2 m. Nie ogranicza się głębokości zabetonowania uziomu wyrównawczego w posadzce.
18. Rowy lub bruzdy, w których układa się uziomy poziome, należy zasypywać gruntem bez kamieni, żwiru, cegły lub gruzu. Uziomów nie należy zasypywać piaskiem lub żużlem. Nie należy ich umieszczać w korytach rzek lub na dnie jezior i stawów. Należy unikać układania uziomów pod warstwą nie przepuszczającą wody (np. asfaltu lub betonu) i w pobliżu urządzeń powodujących wysychanie gruntu (np. rurociągów wody gorącej lub pary).
19. W nowo wznoszonym budynku należy wykonać uziom fundamentowy. Zaleca się wykonywać uziom fundamentowy sztuczny.
20. Uziom fundamentowy sztuczny należy umieszczać nad podłożem fundamentu tak, aby beton tworzył jego otulinę o grubości nie mniejszej niż 0,5 cm. W fundamencie wannowym uziom sztuczny należy umieszczać w spodniej warstwie betonu, wzdłuż zewnętrznej krawędzi płyty fundamentowej, poniżej warstwy izolacyjnej.
21. Uziom fundamentowy sztuczny należy mocować do podłoża fundamentu co 2-3 m, uchwyty wbijanymi w podłoże, aby przy zalewaniu betonem nie zmienił położenia. Taśmę stalową należy ustawić na żebro, pionowo dłuższym wymiarem przekroju. Dopuszcza się mocowanie uziomu fundamentowego sztucznego do dolnych prętów zbrojenia fundamentu zbrojonego, np. drutem wiązałkowym co około 2 m.
22. Uziomy fundamentowe sztuczne powinny być zatapiane w fundamentach ścian zewnętrznych budynku i tworzyć zamknięty kontur. Jeśli jego wymiary są większe niż 20x20m, to należy dodawać dalsze elementy uziomowe, zwłaszcza w fundamentach ścian wewnętrznych, by poszczególne kontury miały wymiary nie przekraczające podanej wartości.
23. Przy szczelinie dylatacyjnej budynku należy wyprowadzić z fundamentu końce uziomu fundamentowego sztucznego i połączyć giętym przewodzącym mostkiem dylatacyjnym. Mostek dylatacyjny zaleca się umieszczać wewnątrz budynku, w miejscu dostępnym dla kontroli.

#### 6.3.6.4.3 Przewody i szyny uziemiające

1. Przewód uziemiający powinien mieć przekrój wymagany w 6.3.6.5.1-8 od przewodu ochronnego PE. Przewód uziemiający wprowadzany do gruntu powinien ponadto spełniać wymagania określone w tab. 10.

Tabela 10. Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodów uziemiających wprowadzanych do gruntu

| Rodzaj przewodów                                   | Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodów uziemiających                    |  |
|--|--|--|
|  | chronionych od uszkodzeń   | nie chronionych od uszkodzeń mechanicznych                                   |
| Przewody chronione przed korozją <sup>1)</sup>     | Przekrój spełniający wymagania stawiane przewodom ochronnym PE               | 16 mm <sup>2</sup> – miedź<br>16 mm <sup>2</sup> – stal ocynkowana na gorąco |
| Przewody nie chronione przed korozją <sup>2)</sup> | 25 mm <sup>2</sup> – miedź<br>50 mm <sup>2</sup> – stal ocynkowana na gorąco |  |

<sup>1)</sup> Ochrona przed korozją jest zapewniona w przypadku przewodu izolowanego lub przewodu pokrytego warstwą nie przepuszczającą wody, np. warstwą asfaltu lub farby ochronnej.

2. 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.
3. 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<sup>2</sup>.
4. Przewody uziemiające należy pokrywać warstwą nieprzepuszczającą wody co najmniej na odcinku 0,2 m w ziemi. Zaleca się czynić to na całym odcinku podziemnym, aż do uziomu.
5. Do metalowych rur wodociągowych, wykorzystywanych jako uziom naturalny, przewody uziemiające należy przyłączać przed wodomierzem i/lub głównym zaworem, od strony dopływu wody.
6. Przewody uziemiające łączące uziom fundamentowy i szynę 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.
7. Przewody uziemiające, łączące uziom fundamentowy z urządzeniem piorunochronnym należy układać na zewnątrz budynku i wyprowadzać z fundamentu lub ściany nad powierzchnią ziemi.
8. Części podlegające uziemieniu nie powinny być łączone szeregowo.
9. 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.

#### 6.3.6.4.5 Łączenie uziemień

1. Wszelkie uziemienia urządzeń elektroenergetycznych należy wykonywać jako wspólne, z wyjątkiem przypadków, w których:
  - a) wykonanie uziemienia wspólnego wymaga większych nakładów niż wykonanie uziemień oddzielnych,
  - b) wykonanie uziemienia oddzielnego jest niezbędne dla poprawnego działania urządzeń,
  - c) połączenie uziemień 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,

- d) uziemienia urządzeń przemiennoprądowych, wskutek połączenia z uziemieniami urządzeń stałoprądowych, byłyby narażone na długotrwały przepływ prądu stałego i przyspieszoną korozję.
- 2. Zasady łączenia uziemień urządzeń elektroenergetycznych z uziemieniami urządzeń ochrony odgromowej sieci określają przepisy ochrony odgromowej sieci elektroenergetycznych.
- 3. Zasady łączenia uziemień urządzeń elektroenergetycznych z uziemieniami urządzeń ochrony odgromowej budowli określa norma PN-IEC 61024-1.
- 4. 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.
- 5. Uziemienia wspólne należy wykonywać przez przyłączenie przewodów uziemiających poszczególnych urządzeń do szyny uziemiającej lub do przewodu uziemiającego wspólnego uziomu.
- 6. 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.

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

### **Przewody ochronne PE**

- 1. Jako przewody ochronne PE mogą być stosowane:
  - a) gołe lub izolowane przewody jednożyłowe ułożone we wspólnej osłonie z przewodami czynnymi,
  - b) gołe lub izolowane przewody jednożyłowe ułożone na stałe poza osłoną przewodów czynnych,
  - c) gołe lub izolowane żyły przewodów wielożyłowych,
  - d) metalowe elementy przewodów nie będące żyłami, np. powłoki, ekrany i pancerze oraz metalowe osłony przewodów jak rury i korytka, spełniające postanowienia z poz. 2. a) i b),
  - e) części przewodzące dostępne spełniające postanowienia poz. 2,
  - f) części przewodzące obce spełniające postanowienia poz. 3 i 4.
- 2. Dopuszcza się wykorzystywać, jako przewody ochronne PE, wykonane fabrycznie metalowe obudowy i konstrukcje wsporcze instalacji elektrycznych, jeżeli spełniają trzy następujące wymagania:
  - a) ich ciągłość elektryczna jest zapewniona przez zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne i nie zagrażające występujące narażenia mechaniczne, chemiczne lub elektrochemiczne,
  - b) ich konduktancja jest co najmniej równa konduktancji wymaganej od przewodów ochronnych PE,
  - c) jest zapewniona możliwość przyłączenia do nich, w przewidzianych miejscach, innych przewodów ochronnych PE.
- 3. Części przewodzące obce mogą być wykorzystywane jako przewody ochronne PE, jeżeli spełniają wymagania poz. 2. a) i b), a ponadto:

- a) nie mogą być usunięte w czasie, gdy spełniają rolę przewodów ochronnych PE, chyba że przewidziano środki kompensujące ich brak, np. przewód bocznikujący wodomierz,
  - b) na długości stanowiącej zastępczy przewód ochronny mają oznaczenie barwne wymagane od przewodu ochronnego PE.
4. Wykorzystywanie, jako przewodów ochronnych PE, rur wodociagowych jest dopuszczalne pod warunkiem uzyskania zgody ich właściciela. Nie należy wykorzystywać rur instalacji gazowych.
  5. Jeżeli na odcinku, na którym rura wodociagowa 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:
    - a) 16 mm<sup>2</sup> w przypadku linki miedzianej ocynkowanej,
    - b) 25 mm<sup>2</sup> w przypadku linki stalowej ocynkowanej lub ocynowanej,
    - c) 60 mm<sup>2</sup> w przypadku taśmy stalowej o grubości co najmniej 3 mm.
  6. Przewody ochronne PE powinny mieć na całej długości oznaczenie barwne zgodne z PN/E-05023.
  7. 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.
  8. Przewód ochronny PE powinien mieć przekrój nie mniejszy niż:
    - a) wymagany w poz. 10
    - b) obliczony zgodnie z postanowieniami poz. 11.
  9. Przekrój przewodu ochronnego PE miedzianego lub aluminium, który nie jest ułożony razem z przewodami czynnymi, nie powinien być mniejszy niż:
    - a) 2,5 mm<sup>2</sup>, jeśli przewód jest chroniony od uszkodzeń mechanicznych,
    - b) 4 mm<sup>2</sup>, jeśli przewód nie jest chroniony od uszkodzeń mechanicznych.
  10. Przekrój przewodu ochronnego PE powinien być nie mniejszy niż przekrój  $S_{PE}$  podany w tab. 11.
  11. Jeśli różne obwody mają wspólny przewód ochronny PE, jego przekrój powinien być dobrany stosownie do największego z przekrojów przewodów skrajnych. Jeśli przewód ochronny PE jest wykonany z innego materiału niż przewody skrajne, to powinien mieć konduktancję nie mniejszą niż konduktancja przewodu wybranego według tab. 11.

Tabela 11. Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodu ochronnego PE wykonanego z tego samego materiału co przewód skrajny

| Przekrój przewodu skrajnego S | Najmniejszy dopuszczalny przekrój przewodu ochronnego PE - $S_{PE}$ |
|-------------------------------|---|
| mm <sup>2</sup>               | mm <sup>2</sup>   |
| $S \leq 16$                   | S   |
| $16 < S \leq 35$              | 16  |
| $S > 35$                      | S/2   |

11. Połączenia przewodów ochronnych PE, z wyjątkiem połączeń spawanych i połączeń w obudowie nierozbieralnej, np. zatapiających w materiale izolacyjnym, powinny być dostępne dla kontroli.
12. W przewodach PE nie należy umieszczać aparatury łączeniowej; zakaz nie dotyczy urządzeń wtyczkowych ze stykami ochronnymi PE. Dla ułatwienia badań można zastosować w przewodach ochronnych PE połączenia rozłączalne tylko przy użyciu narzędzi.

13. W przypadku stosowania elektrycznej kontroli ciągłości uziemienia, w przewodach ochronnych PE nie należy instalować cewek urządzeń kontrolnych.

### **Przewody ochronno-neutralne PEN**

1. W układzie TN pojedynczy przewód (żyła) może spełniać równocześnie funkcję przewodu ochronnego PE i neutralnego N pod warunkiem, że jest ułożony na stałe i nie należy do obwodu, w którym zastosowano układ ochronny różnicowoprądowy. W oprzewodowaniu ruchomym nie dopuszcza się przewodu (żyły) PEN.
2. Przewody ruchome, użyte na czas zasilania awaryjnego, do przyłączenia zespołu prądotwórczego albo do zastąpienia uszkodzonego odcinka linii napowietrznej lub kablowej, należy traktować jako przewody ułożone na stałe, w rozumieniu poz. 1.
3. Jako przewody ochronno-neutralne PEN należy stosować przewody miedziane lub aluminiowe. Zaleca się, aby były one z tego materiału, co przewody skrajne.
4. Przewód ochronno-neutralny PEN powinien mieć przekrój wymagany w od przewodu neutralnego N, lecz nie mniejszy niż:
5. Izolacja przewodu (żyły) ochronno-neutralnego PEN i połączenia tego przewodu oraz sposób jego ułożenia powinny spełniać wymagania stawiane przewodom czynnym. Nie wymaga się izolowania przewodów (zacisków, szyn) PEN w obrębie rozdzielnic i sterownic oraz w liniach napowietrznych.
6. Przewód ochronno-neutralny PEN powinien mieć oznaczenie barwne zgodne z PN/E-05023.
7. Nie należy wykorzystywać części przewodzących dostępnych i części przewodzących obcych w roli przewodu ochronno-neutralnego PEN.
8. Jeżeli w określonym punkcie instalacji rozdziela się przewód ochronno-neutralny PEN na przewód ochronny PEN i przewód neutralny N, to nie należy ponownie łączyć tych przewodów. W punkcie rozdzielenia przewodu PEN powinny być przewidziane oddzielne zaciski (szyny) dla przewodów PE i przewodów N. Przewód PEN należy przyłączać do zacisków (szyn) PE zaś zacisk (szynę) N – połączyć z zaciskiem (szyną) PE.
9. Jeśli przewód ochronno-neutralny PEN rozdziela się na jeden tylko przewód ochronny PE i jeden tylko przewód neutralny N, to dopuszcza się użycie pojedynczego zacisku. Jeżeli konstrukcja zacisku na to pozwala, można doń przyłączyć ponadto jeden przewód wyrównawczy.
10. Przy rozbudowie istniejących urządzeń dopuszcza się, do równoległego zasilania obwodów TN-C oraz obwodów TN-S, rozdzielnice mające, poza zaciskami przewodów skrajnych (szynami skrajnymi), tylko zaciski (szynę) PEN, od których odgałęzia się zarówno przewody PEN, jak i przewody N oraz przewody PE.

### **Przewody wyrównawcze**

1. Jako przewody wyrównawcze mogą być stosowane:
  - a) miedziane przewody jednożyłowe gołe lub izolowane,
  - b) miedziane żyły przewodów wielożyłowych,
  - c) stalowe przewody gołe lub pokryte trwałymi powłokami antykorozyjnymi.
2. W miejscach, w których przewody gołe byłyby narażone na przyspieszoną korozję, należy stosować przewody izolowane lub przewody pokryte trwałymi powłokami antykorozyjnymi, np. ocynkowane.
3. Do wykonywania nie uziemionych połączeń wyrównawczych należy używać przewodów izolowanych o przekroju spełniającym wymagania 6.3.6.5.1-8.

4. Jako połączenia wyrównawcze miejscowe mogą być wykorzystywane zamocowane na stałe części przewodzące obce, np. stalowe konstrukcje budowlane.
5. Przewody wyrównawcze powinny być układane na podłożu stałym wzdłuż trasy możliwie krótkiej, w miejscach, w których nie będą narażone na uszkodzenia mechaniczne.
6. Przekrój (uziemiających) przewodów wyrównawczych głównych i miejscowych powinien być nie mniejszy niż podany w tab. 16.
7. Przewody wyrównawcze powinny być łączone z częściami przewodzącymi dostępnymi i częściami przewodzącymi obcymi przez spawanie lub za pomocą zacisków śrubowych. Dopuszcza się łączenie przewodu wyrównawczego z częścią przewodzącą obcą za pomocą obejm zapewniających połączenie elektryczne nie gorsze niż połączenie śrubowe.
8. Zaciski przewodów wyrównawczych powinny być oznaczone symbolem graficznym, jak na rys. 9.



Rys. 9. Oznaczenie zacisku przewodu wyrównawczego

Tabela 16. Wymagany przekrój przewodów wyrównawczych głównych i miejscowych

|  | Połączenia wyrównawcze główne   | Połączenia wyrównawcze miejscowe   |  |
|--|---|--|--|
|  |   | między dwiema częściami przewodzącymi dostępnymi   | między częścią przewodzącą dostępną i częścią przewodzącą obcą |
| Wymagania podstawowe   | $S_W \geq 0,5 S_{PEmax}$  | $S_W \geq S_{PEmin}$   | $S_W \geq 0,5 S_{PE}$  |
| Wymagania dodatkowe  | $S_W \geq 6 \text{ mm}^2$   | Przewody nie ułożone razem z przewodami skrajnymi:<br>$S_W \geq 2,5 \text{ mm}^2$ , jeśli są chronione od uszkodzeń mechanicznych<br>$S_W \geq 4 \text{ mm}^2$ , jeśli nie są chronione od uszkodzeń mechanicznych |  |
| Dopuszczalne złagodzenia wymagań podstawowego  | Dopuszcza się, by $S_W$ był nie większy niż $25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}^{1)}$ | -  | -  |
| <sup>1)</sup> mechanicznych przypadku stosowania innego metalu niż miedź należy przyjmować przekrój zapewniający taką samą obciążalność prądową, jaką ma podany przewód miedziany.<br><b>Oznaczenia:</b><br>$S_W$ – przekrój przewodu wyrównawczego,<br>$S_{PEmax}$ – największy wymagany przekrój przewodu ochronnego w całej instalacji,<br>$S_{PEmin}$ – najmniejszy wymagany przekrój przewodu ochronnego spośród przewodów doprowadzonych do rozpatrywanych części przewodzących dostępnych,<br>$S_{PE}$ – przekrój przewodu ochronnego doprowadzonego do rozpatrywanej części przewodzącej dostępnej |   |  |  |

9. Izolowane przewody (żyły) wyrównawcze powinny mieć oznaczenie barwne wymagane w 6.3.6.5.1-6 od przewodów ochronnych PE. Podobnie powinny być oznaczone końcowe odcinki gołych przewodów wyrównawczych.

## Przyłączanie urządzeń elektrycznych

### Wymagania ogólne

1. Zewnętrzne warstwy ochronne przyłączonych przewodów czynnych mogą być usuwane tylko z tych części przewodu, które po przyłączeniu będą niedostępne.
2. Metalowe warstwy ochronne przewodów należy usunąć i zakończyć w takich miejscach i w taki sposób, aby nie mogły zetknąć się z częściami czynnymi.

3. Żyłą przewodu powinna być pozbawiona izolacji tylko na długości niezbędnej do prawidłowego połączenia z zaciskiem. Nie należy pozostawiać nadmiaru długości gołej żyły przed lub za zaciskiem.
4. Koniec żyły wielodrutowej należy zabezpieczyć, np. zaciskaną tulejką, przed możliwością oddzielenia się poszczególnych drutów lub skrętek.
5. Końce żył przewodów wprowadzonych do wnętrza urządzenia, a niewykorzystanych, należy unieruchomić i izolować.
6. Przewody nie powinny przenosić naciągu na nieprzystosowane do tego zaciski.
7. Urządzenie klasy ochronności I powinno mieć jeden zacisk ochronny, umieszczony w pobliżu zacisków przewodów czynnych, oznaczony symbolem graficznym jak na rys. 10.



Rys. 10. Oznaczenie zacisku przewodu ochronnego

8. Jeżeli urządzenie nie ma zacisku PEN, to przewód (żyła) ochronno-neutralny PEN (ochronno-powrotny PER) powinien być przyłączany do zacisku ochronnego PE, który należy połączyć z zaciskiem neutralnym N (powrotnym R).
9. Przewód (żyła) ochronny PE bądź przewód ochronno-neutralny PEN (ochronno-powrotny PER) powinien mieć większy nadmiar długości niż przewody (żyły) czynne.
10. Przewodu (żyły) o oznaczeniu żółto-zielonym nie należy używać w roli przewodu (żyły) czynnego.

### Urządzenia wtykowe

1. Urządzenia wtykowe jak gniazda wtyczkowe, wtyczki, nasadki i wtyki powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami Polskich Norm i zastosowane zgodnie z przeznaczeniem.
2. Wtyczki ani nasadki ze stykiem ochronnym nie należy przyłączać do przewodu nie zawierającego żyły ochronnej.
3. Gniazd wtyczkowych ze stykiem ochronnym nie należy instalować bez jednoczesnego połączenia tego styku z przewodem ochronnym (przewodem wyrównawczym) umożliwiającym zastosowanie skutecznej ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej.

### Wymagania dodatkowe dotyczące ochrony przeciwporażeniowej w pomieszczeniach kąpielowych

1. Za pomieszczenie kąpielowe należy uważać pomieszczenie wyposażone w wannę (wannę) i/lub natrysk (natryski) bądź kabinę natryskową (kabiny natryskowe).
  2. W pomieszczeniu kąpielowym wyróżnia się cztery przestrzenie ochronne:
    - a) przestrzeń ochronną 0 obejmującą wnętrze wanny (brodzika),
    - b) przestrzeń ochronną 1 rozciągającą się do wysokości 2, 25 m, licząc od podłogi, nad:
      - rzutem poziomym wanny (brodzika) i szczeliny oddzielającej ją od ściany i/lub
      - rzutem poziomym koła o promieniu 0,6 m zakreślonego w poziomie wokół sitka natrysku stałego bez brodzika,
- a także obejmującą wolną przestrzeń pod wanną, wykorzystywaną do zainstalowania urządzenia do hydromasażu, jeśli ta przestrzeń jest zamknięta i dostępna tylko przy użyciu narzędzia; wysokość 2,25 m należy liczyć od wanny (brodzika), jeśli znajduje się ono wyżej niż 0,15 m nad poziomem podłogi.



3. W pomieszczeniu kąpielowym należy wykonać miejscowe połączenia wyrównawcze łączące wszelkie części przewodzące obce i, jeśli występują, wszelkie przewody ochronne PE instalacji elektrycznej. Metalowej wanny (brodzika), nie połączonej przewodząco z metalowymi rurociągami lub metalowymi częściami konstrukcji budynku, nie uważa się za część obcą. Przewody wyrównawcze powinny spełniać wymagania rozdz. 6.3.6.5.3.
4. Nie zaleca się układania w pomieszczeniu kąpielowym przewodów, które nie są w nim wykorzystane. Jeśli uniknąć tego nie można, przewody takie powinny być ułożone pod tynkiem na głębokości co najmniej 5 cm
5. Przewody ułożone na wierzchu albo w ścianach lub stropach na głębokości nie przekraczającej 5 cm powinny mieć izolację wzmocnioną, nie powinny mieć jakichkolwiek metalowych powłok czy warstw osłonowych i nie powinny być układane w rurach bądź innych osłonach metalowych.
6. W przestrzeniach ochronnych 0, 1 i 2 nie należy instalować puszek rozgałęźnych.
7. W przestrzeni ochronnej 0:
  - a) dopuszcza się tylko, przeznaczone do używania w wannie, urządzenia stałe zasilane z obwodu SELV zakresu napięciowego Ia lub Ib, przy czym źródło tego napięcia powinno znajdować się poza przestrzeniami ochronnymi 0, 1 i 2,
  - b) nie dopuszcza się układania przewodów ani umieszczania jakiegokolwiek sprzętu instalacyjnego.
8. W przestrzeni ochronnej 1 mogą być instalowane tylko:
  - a) ogrzewacze wody, pompy prysznicowe i inne urządzenia, które jedynie w tej przestrzeni mogą być umieszczone i są do tego przystosowane pod warunkiem, że są zainstalowane na stałe, przyłączone przewodami ułożonymi na stałe i są zasilane z obwodu objętego ochroną przez układ ochronny różnicowoprądowy wysokoczuły,
  - b) łączniki obwodów SELV zakresu napięciowego Ia lub Ib, których źródła zasilania powinny znajdować się poza przestrzeniami ochronnymi 0, 1 i 2,
  - c) przewody przeznaczone do zasilania urządzeń znajdujących się w przestrzeniach ochronnych 0 i 1.
9. W przestrzeni ochronnej 2 mogą być ponadto instalowane tylko:
  - a) oprawy oświetleniowe, grzejniki, wentylatory oraz urządzenia do hydromasażu klasy ochronności I, objęte obostrzoną ochroną dodatkową przez układ ochronny różnicowoprądowy wysokoczuły,
  - b) oprawy oświetleniowe, grzejniki oraz urządzenia do hydromasażu klasy ochronności II zasilane z obwodu objętego ochroną przez układ ochronny różnicowoprądowy wysokoczuły,
  - c) gniazda wtyczkowe z wbudowanymi transformatorami separacyjnymi klasy ochronności II, przeznaczone do zasilania gólaek, oraz gniazda wtyczkowe zasilane z obwodu SELV zakresu napięciowego Ia lub Ib,
  - d) przewody przeznaczone do zasilania urządzeń znajdujących się w przestrzeni 2.
10. W przestrzeni ochronnej 3 i poza przestrzeniami ochronnymi mogą być ponadto instalowane tylko gniazda wtyczkowe, łączniki i inny sprzęt instalacyjny, jeśli jest zapewniona obostrzona ochrona dodatkowa prze:
  - a) zasilanie obwodu SELV albo
  - b) zasilanie z transformatora separacyjnego osobnego dla każdego z urządzeń odbiorczych albo

c) układ ochronny różnicowoprądowy wysokoczuły.

11. W przestrzeniach ochronnych 1, 2 i 3 dopuszcza się ciągna z materiału izolacyjnego do napędu łączników.
12. W przestrzeniach ochronnych 1, 2 i 3 dopuszcza się elektryczne ogrzewanie podłogowe pod warunkiem, że przewody grzejne mają metalową powłokę i/lub są osłonięte uziemioną siatką metalową, przy czym ta powłoka i/lub siatka jest objęta miejscowymi połączeniami wyrównawczymi.
13. Nie należy instalować łączników ani gniazd wtyczkowych w odległości mniejszej niż 0,6 m od otworu drzwiowego (otworu wejściowego) prefabrykowanej kabiny natryskowej.
14. Obudowy urządzeń elektrycznych powinny mieć stopień ochrony co najmniej:
- a) w przestrzeni ochronnej 0 – IPX7,
  - b) w przestrzeniach ochronnych 1 i 2 – IPX4, IX powyżej poziomu sitka natrysku stałego – IPX2 (w pomieszczeniach kąpielowych zbiorowych i/lub publicznych, zmywanych strumieniem wody – IPX5 niezależnie od usytuowania urządzenia),
  - c) w przestrzeni ochronnej 3 – IPX1, IX w pomieszczeniach kąpielowych zbiorowych i/lub publicznych, zmywanych strumieniem wody – IPX5.

### 6.3.7. Instalacja piorunochronna

#### 6.3.7.1 Wymagania dotyczące instalacji piorunochronnej zewnętrznej

##### 6.3.7.1.1 Części składowe instalacji piorunochronnej zewnętrznej

1. Instalacja piorunochronna zewnętrzna składa się z następujących części:
- zwodów,
  - przewodów odprowadzających,
  - przewodów uziemiających,
  - uziomów, zacisków kontrolnych uziomów indywidualnych oraz uziomów wspomagających.
2. Części instalacji piorunochronnej mogą być naturalne w postaci przewodzących elementów obiektu lub sztuczne, zainstalowane na obiekcie specjalnie do celów ochrony odgromowej.
3. Najmniejsze wymiary elementów stosowanych w instalacji piorunochronnej przedstawione są w tablicy 11 i 12.

Tablica 11. Najmniejsze wymiary elementów stosowanych w instalacji piorunochronnej  
a) według PN-86/E-05003/01

| Przeznaczenie                   | Rodzaj wyrobu   | Materiały               |                 |      |           |       |
|---------------------------------|---|-------------------------|-----------------|------|-----------|-------|
|                                 |   | stal bez pokrycia       | stal ocynkowana | cynk | aluminium | Miedź |
|                                 |   | wymiary znamionowe [mm] |                 |      |           |       |
| Zwody i przewody odprowadzające | konstrukcje metalowe wykorzystywane jako części instalacji piorunochronnej, np.: zbrojenie, rury stalowe, drabiny, balustrady, maszty flagowe | bez ograniczenia        |                 |      |           |       |
|                                 | drut  | -                       | 6               | -    | 10        | 6     |
|                                 | taśma   | -                       | 20x3            | -    | 20x4      | 20x3  |
|                                 | linka   | -                       | 7x2,5           | -    | -         | 7x3   |
|                                 | blacha  | -                       | 0,5             | 0,5  | 1         | 0,5   |
| Przewody uziemiające            | drut  | -                       | 6               | -    | -         | 6     |
|                                 | taśma   | -                       | 20x3            | -    | -         | 20x3  |
| Uziomy                          | drut  | 8                       | 6               | -    | -         | 6     |

|                                |                                  |        |                |   |   |      |
|--------------------------------|----------------------------------|--------|----------------|---|---|------|
|                                | taśma                            | 20x4   | 20x3           | - | - | 20x3 |
|                                | rura                             | 20/2,9 | 15/2,7         | - | - | -    |
|                                | kształtowniki o grubości ścianki | 5      | 4              | - | - | -    |
| Połączenia ochrony wewnętrznej | drut                             | -      | 3              | - | 5 | 4    |
|                                | taśma                            | -      | 25x1<br>16x1,5 | - |   | -    |

b) według PN-IEC 61024-1:2001

| Poziom ochrony | Materiał | Zwód | Przewód odprowadzający                | Uziom |
|----------------|----------|------|---------------------------------------|-------|
|                |          |      | wymiary znamionowe [mm <sup>2</sup> ] |       |
| I do IV        | Cu       | 35   | 16                                    | 50    |
|                | Al.      | 70   | 25                                    | -     |
|                | Fe       | 50   | 50                                    | 80    |

Tablica 12. Najmniejsze wymiary metalowych blach lub rur stosowanych jako zwody, w przypadku konieczności zachowania środków ostrożności wynikającej z perforacji termicznej lub uwzględnienia nagrzania miejscowego

| Poziom ochrony | Materiał | Grubość [mm] |
|----------------|----------|--------------|
| I do IV        | Fe       | 4            |
|                | Cu       | 5            |
|                | Al       | 7            |

*Uwaga: Warstwa metalowa może mieć grubość nie mniejszą niż 0,5 mm, jeżeli jest dopuszczalna perforacja pokrycia lub nie ma niebezpieczeństwa zapalenia łatwopalnych substancji.*

4. Metalowe rury i zbiorniki mogą być wykonane z materiału o grubości nie mniejszej niż 2,5 mm, ale pod warunkiem, że nie spowodują zagrożenia.
5. Oprócz wyrobów przedstawionych w tablicy 11 na uziomy można stosować stalowe, pomiedziowane pręty  $\varnothing$  14,3 mm o długości  $1,2 \div 3,0$  m.
6. Instalacja piorunochronna powinna być wykonana z wykorzystaniem, w pierwszej kolejności, występujących w obiekcie części naturalnych – jeżeli występujące w budynku części naturalne spełniają wymagania dotyczące wymiarów (przede wszystkim chodzi o grubość blach jako zwodów), zgodnie z następującymi zasadami:

a) jako zwody należy wykorzystywać:

- zewnętrzne warstwy metalowe pokrycia dachowego, jeżeli wewnętrzne warstwy pokrycia są niepalne lub trudno zapalne,
- wewnętrzne warstwy metalowe pokrycia dachowego oraz metalowe Dźwigary, jeżeli zewnętrzne warstwy pokrycia są niepalne lub trudno zapalne,
- zbrojenia metalowe pokrycia dachu,
- elementy metalowe wystające ponad dach,
- zewnętrzne warstwy metalowe pokrycia ścian bocznych (jako zwody od uderzeń bocznych).

*Uwaga: Wykorzystane jako zwody metalowe pokrycia chronionych obiektów nie powinny być pokryte materiałem izolacyjnym. Pokrycie metalu cienką warstwą farby ochronnej, warstwą asfaltu o grubości 0,5 mm lub warstwą PVC o grubości 1 mm nie stanowi warstwy izolacyjnej w warunkach wyładowań piorunowych;*

b) jako przewody odprowadzające należy stosować:

- stalowe słupy nośne,
- zbrojenie żelbetowych słupów nośnych,
- warstwy metalowe pokrycia ścian zewnętrznych oraz pionowe elementy metalowe umieszczone na zewnętrznych ścianach obiektów;

c) jako uziomy należy wykorzystywać:

- metalowe podziemne części chronionych obiektów budowlanych i urządzeń technologicznych, nie izolowane od ziemi,
- nie izolowane od ziemi żelbetowe fundamenty i podziemne części chronionych obiektów; pokrycia betonu warstwą przeciwwilgociową (malowanie) nie należy uważać za warstwę izolacyjną,
- metalowe rurociągi wodne oraz osłony studni artezyjskich znajdujące się w odległości nie większej niż 10 m od chronionego obiektu; pokrycie rur warstwą przeciwwilgociową z farby, asfaltu lub taśmą „Denso” nie stanowi warstwy izolacyjnej w warunkach wyładowań piorunowych (za warstwę izolacyjną uważa się np. co najmniej podwójną warstwę papy smarowanej lepikiem),
- uziomy sąsiednich obiektów budowlanych znajdujących się w odległości nie większej niż 10 m od chronionego obiektu.

7. Przykłady wykorzystania elementów przewodzących obiektu jako naturalnych części instalacji piorunochronnej przedstawiono w tablicy 13.

Tablica 13. Przykłady wykorzystania elementów przewodzących obiektu jako naturalnych części instalacji piorunochronnej

| Pokrycia dachowe   | Rodzaj zwodu   | Słupy nośne |         |
|--|--|-------------|---------|
|  |  | żelbetowe   | Stalowe |
| Pokrycie izolacyjne na podłożu nie przewodzącym                                    | poziomy niski na pokryciu niepalnym lub podwyższony na pokryciu palnym | RYS         | RYS     |
| Izolacja cieplna niepalna na blasze wewnętrznej                                    | wykorzystana blacha wewnętrzna   |             |         |
| Izolacja niepalna na płycie żelbetowej (przy dachach wylewanych)                   | wykorzystane zbrojenie płyty żelbetowej                                |             |         |
| Blacha zewnętrzna na dachu nie przewodzącym z izolacją niepalną lub trudno zapalną | wykorzystana blacha zewnętrzna   |             |         |
| Izolacja niepalna lub trudno zapalna między blachą zewnętrzną a wewnętrzną         | wykorzystana blacha zewnętrzna (połączona z wewnętrzną)                | RYS         | RYS     |

W przypadku izolacji niepalnej należy stosować zwody podwyższone

#### 6.3.7.1.2 Zwody

1. Zwody mogą być utworzone przez dowolną kombinację następujących elementów:

- prętów,
- rozpiętych przewodów,
- przewodów ułożonych w postaci sieci.

2. Przy projektowaniu zwodów można stosować niezależnie lub w dowolnej kombinacji metodę:

- kąta ochronnego,
- toczącej się kuli,

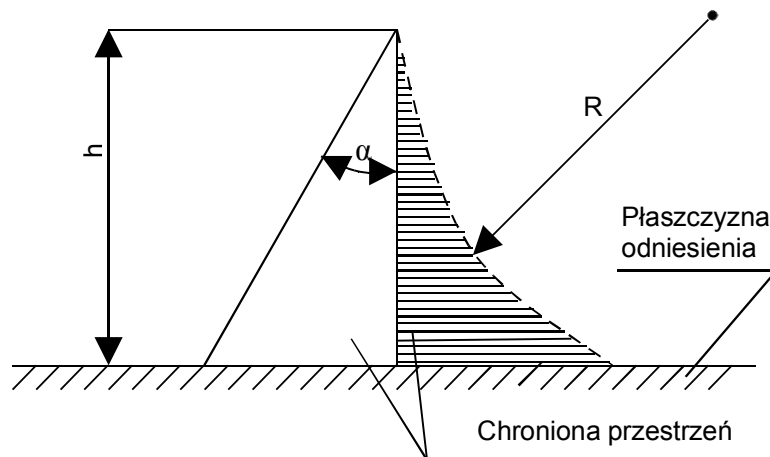
- wymiarowania sieci.

3. Rozmieszczenie zwodów zgodnie z poziomem ochrony przedstawione jest w tablicy 14 i na rysunku 20.

Tablica 14. Rozmieszczenie zwodów zgodnie z poziomem ochrony

| Poziom<br>ochrony | $h[m]$<br>$R[m]$ | 20       | 30       | 45       | 60            | Wymiar oka sieci<br>[m] |
|-------------------|------------------|----------|----------|----------|---------------|-------------------------|
|                   |                  | $\alpha$ | $\alpha$ | $\alpha$ | $\alpha^{1)}$ |                         |
| I                 | 20               | 25       | *        | *        | *             | 5x5                     |
| II                | 30               | 35       | 25       |          | *             | 10x10                   |
| III               | 45               | 45       | 35       | 25       | *             | 15x15                   |
| IV                | 60               | 55       | 45       | 35       | 25            | 20x20                   |

\* W tych przypadkach wykorzystuje się tylko metody toczonej się kuli i wymiarowania sieci.  
<sup>1)</sup>  $\alpha$  – wg rysunku 20.



Rys. 20. Graficzne wyznaczanie chronionych przestrzeni

$R$  – promień toczonej się kuli,  $h$  – wysokość zwodu nad płaszczyzną odniesienia,  $\alpha$  – kąt ochronny

4. Jako zwody naturalne należy wykorzystywać elementy przewodzące obiektu.
5. W przypadku braku zwodów naturalnych należy stosować instalację piorunochronną o zwodzie lub zwodach sztucznych:
  - pionowych nie izolowanych od obiektu, umieszczonych na obiekcie,
  - pionowych izolowanych od obiektu, umieszczonych poza obiektem,
  - poziomych niskich nie izolowanych, odsuniętych od chronionej powierzchni obiektu,
  - poziomych wysokich nie izolowanych z podporami umieszczonymi na obiekcie,
  - poziomych wysokich izolowanych z podporami umieszczonymi poza obiektem.

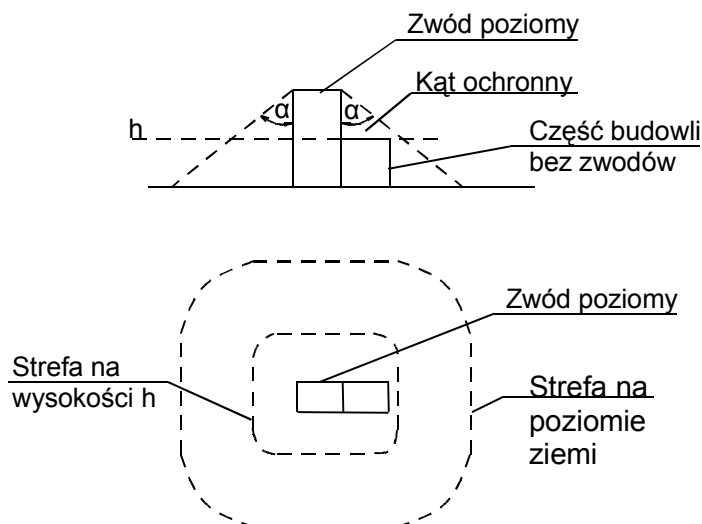
#### 6.3.7.1.3 Strefa zwodów pionowych i zwodów poziomych wysokich wyznaczana metodą kąta ochronnego

1. Strefę ochronną zwodów pionowych i zwodów poziomych wysokich należy wyznaczać graficznie przez określenie rzutu figury geometrycznej, której przestrzeń jest chroniona zwodami.
2. Strefę ochronną zespołu zwodów pionowych o liczbie większej niż 3 należy wyznaczać oddzielnie dla każdego zespołu trzech zwodów sąsiadujących.
3. Wartości kąta ochronnego  $\alpha$  są podane w tablicy 14.
4. Przy zwodach o różnych wysokościach należy wybrać korzystniejszy z dwóch wariantów określenia strefy ochronnej:

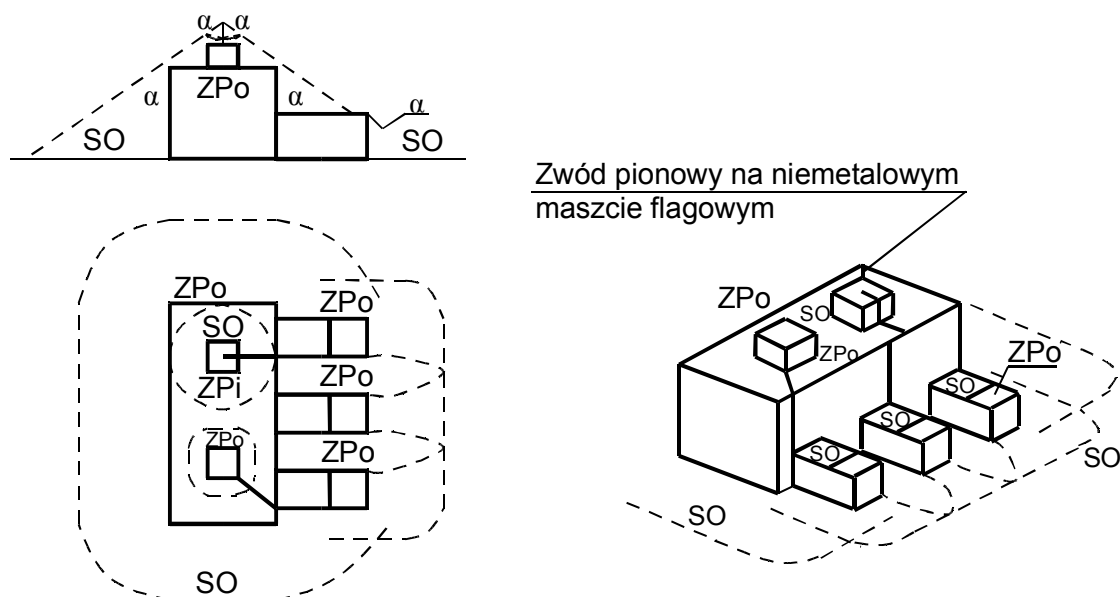
- jak dla zwodów o równych wysokościach (równych wysokości zwodu niższego),
  - dla zwodu wyższego, również w przestrzeni między zwodami, należy przyjąć kąt ochronny jak dla zwodu pojedynczego.
5. Zaleca się, aby wysokość zwodów pionowych sztucznych nie przekraczała 30 m od powierzchni ziemi.
  6. W wyjątkowych przypadkach konstrukcji zwodów wyższych lub w przypadku wykorzystania zwodów naturalnych o wysokości większej niż 30 m, do wyznaczania stref ochronnych zamiast wysokości rzeczywistej  $h$  należy przyjąć wysokość zredukowaną  $h_r$ , określoną w metrach według:
 
$$h_r = \sqrt{30 \cdot h}$$
  7. Zwody pionowe i poziome wysokie powinny być tak rozmieszczone, aby chronione obiekty znajdowały się wewnątrz ich stref ochronnych.

#### **6.3.7.1.4 Zwody poziome i podwyższone**

1. Rozmieszczenie zwodów metodą wymiarowania sieci lub toczącej się kuli przedstawione jest w tablicy 14.
2. Układanie zwodów poziomych niskich i podwyższonych na dachu należy wykonywać z zachowaniem następujących warunków:
  - przy nachyleniu dachów ponad 30° jeden z przewodów siatki zwodów należy prowadzić wzdłuż kalenicy dachu,
  - zwody podwyższone należy stosować tylko na obrzeżach dachu przy dachach płaskich oraz na obrzeżach i nad kalenicą przy dachach dwuspadowych,
  - zamocowanie zwodów powinno być trwałe, przy czym odległość zwodu od pokrycia dachu niepalnego lub trudno zapalnego nie może być mniejsza niż 2 cm (zwody niskie) i 40 cm (zwody podwyższone) w przypadku dachu wykonanego z materiałów łatwo zapalnych,
  - jeżeli obiekt budowlany ma części różniące się wysokością, zwody niższej części obiektu należy przyłączać do przewodów odprowadzających części wyżej, zachowując właściwą liczbę zwodów w części niższej,
  - wszystkie elementy budowlane nie przewodzące, znajdujące się nad powierzchnią dachu (kominy, ściany przeciwpożarowe itp.), należy wyposażać w zwody i połączyć z siatką zwodów zamocowanych na powierzchni dachu,
  - wszystkie metalowe części budynku, znajdujące się nad powierzchnią dachu (kominy, wyciągi, bariery itp.), należy połączyć z najbliższym zwodem lub przewodem odprowadzającym,
  - należy unikać prowadzenia zwodów nad wylotami kominów,
  - w budynkach, których wysokość przekracza 50 m, niezależnie od zwodów na dachu należy zastosować zwody na ścianach bocznych, rozmieszczając je na wszystkich powierzchniach ścian znajdujących się na wysokości powyżej 30 m, w odstępach przewidzianych dla zwodów na dachu z wykorzystaniem naturalnych elementów przewodzących budynku. Elementy metalowe zamontowane na ścianach (parapety, balustrady balkonów, rury deszczowe spustowe oraz pręty zbrojeń balkonów i balustrad żelbetonowych) należy przyłączać do zwodów.
3. Strefę ochronną zwodów poziomych niskich oraz zespołu zwodów poziomych niskich i zwodu pionowego należy wyznaczać według zasad przedstawionych na rysunkach 21 i 22.



Rys. 21. Strefa ochronna zwodów poziomych niskich



Rys. 22. Strefa ochronna zespołu zwodów poziomych niskich i zwodu pionowego na budynku z elementów o różnych wysokościach SO – strefa ochronna, ZPo – zwód poziomy, ZPi – zwód pionowy

#### 6.3.7.1.5 Przewody odprowadzające

1. Jako przewody odprowadzające naturalne należy wykorzystywać elementy przewodzące obiektu, przedstawione w punkcie 6.3.7.1.1.
2. W przypadku braku przewodów odprowadzających naturalnych należy stosować przewody odprowadzające sztuczne.
3. Przewody odprowadzające powinny być tak rozmieszczone wokół obrysu chronionej powierzchni, aby średnia odległość między nimi nie była większa niż odległości przedstawione w tabelicy 15.

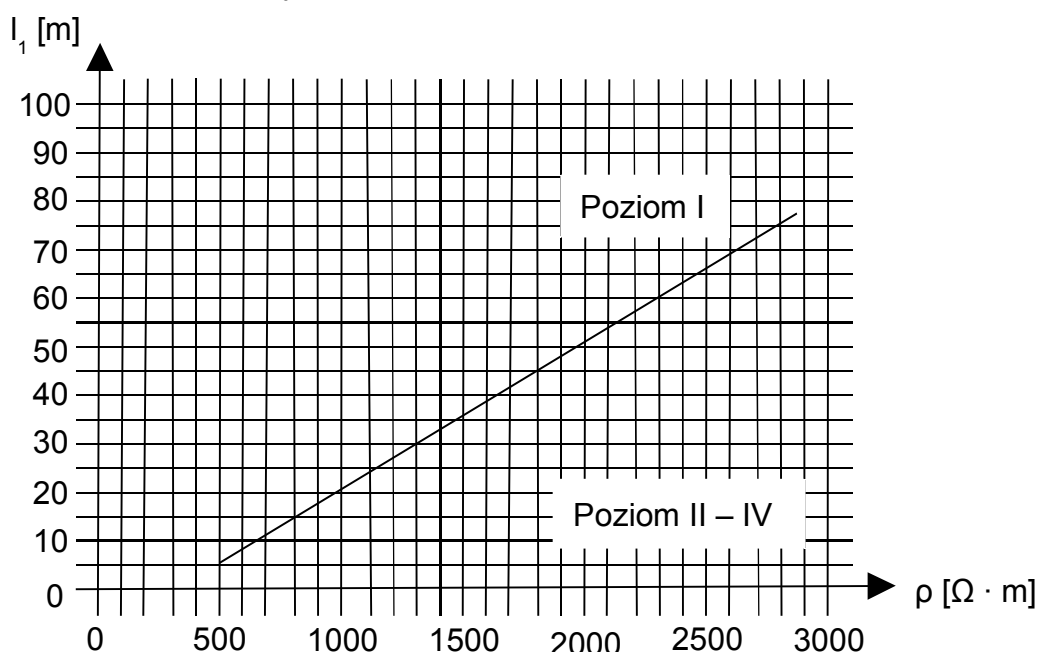
Tablica 15. Średnia odległość między przewodami odprowadzającymi zgodnie z poziomem ochrony

| Poziom ochrony | Średnia odległość [m] |
|----------------|-----------------------|
| I              | 10                    |
| II             | 15                    |
| III            | 20                    |
| IV             | 25                    |

4. W każdym przypadku niezbędne są przynajmniej dwa przewody odprowadzające.
5. Preferuje się jednakową odległość między przewodami odprowadzającymi wokół obwodu obiektu. Zaleca się usytuowanie przewodów odprowadzających w pobliżu każdego narożnika obiektu. Przewody odprowadzające powinny być połączone za pomocą poziomych przewodów opasujących przy powierzchni ziemi i wyżej w odstępach pionowych co 20 m.

### 6.3.7.1.6 Układy uziemień

1. Dla odprowadzenia do ziemi prądu piorunowego bez powodowania groźnych przepięć bardziej istotne są wymiary i ukształtowanie układu uziomowego niż znamionowa wartość jego rezystancji uziemienia. Zalecana jest mała wartość rezystancji uziemienia (nie więcej niż 10  $\Omega$ ).
2. Uziemienie instalacji piorunochronnej należy łączyć z uziemieniem urządzeń elektrycznych i telekomunikacyjnych, jeżeli nie zabraniają tego szczegółowe przepisy dotyczące tych urządzeń.
3. Stosowane mogą być następujące typy uziomów:
  - pojedyncze lub wielokrotne uziomy otokowe,
  - pionowe (lub pochyle),
  - promieniowe,
  - fundamentowe.
4. Minimalne długości  $l_1$  uziomów, zgodne z poziomami ochrony przy różnych rezystywnościach gruntu, są przedstawione na rysunku 23.



Rys. 23. Minimalna długość  $l_1$  uziomu zgodnie z poziomami ochrony. Dla poziomu ochrony II do IV wartość  $l_1$  nie zależy od rezystywności gruntu

5. Uziom w postaci kilku właściwie rozmieszczonych przewodów preferowany jest przed pojedynczym długim przewodem w ziemi.
6. Uziomy głębokie są skuteczne tam, gdzie rezystywność gruntu maleje z głębokością i gdzie warstwy o małej rezystywności występują na głębokościach większych niż grubość warstwy, w której są zwykle układane uziomy prętowe.
7. W uziemieniach stosowane są dwa podstawowe typy układów uziomowych.

#### 6.3.7.1.6.1 Układ uziemień typu A

1. Układ ten jest złożony z promieniowych albo pionowych (lub pochyle) uziomów. Każdy przewód odprowadzający powinien być przyłączony do co najmniej jednego oddzielnego uziomu, złożonego z przewodu promieniowego albo pionowego (lub pochylego). Uziom powinien składać się z co najmniej dwu przewodów. Minimalna długość każdego przewodu wynosi:



- $l_1$  w przypadku poziomych uziomów promieniowych,
  - $0,5 l_1$  w przypadku uziomów pionowych (lub pochyłych).
2. W gruntach o małej rezystywności (rzędu kilkudziesięciu  $\Omega\text{m}$ ) można nie brać pod uwagę minimalnych długości z rysunku 23 pod warunkiem, że zostanie osiągnięta rezystancja uziemienia o wartości mniejszej niż  $10 \Omega$ .
  3. Układ uziemień typu A jest odpowiedni, gdy rezystywność gruntu jest mała i obiekty są małe.

#### 6.3.7.1.6.2 Układ uziemień typu B

1. W przypadku uziomu otokowego (lub fundamentowego) średni promień  $r$  obszaru objętego przez uziom nie powinien być mniejszy niż długość zgodnie z warunkiem:

$$r \geq l_1$$

2. Gdy wymagana długość  $l_1$  jest większa niż dana wartość  $r$ , to powinien zostać wykonany dodatkowy uziom promieniowy lub pionowy (pochyły), którego długość  $l_r$  (pozioma) i  $l_v$  (pionowa) są wyrażone zależnościami:

$$l_r = l_1 - r$$

$$l_v = \frac{l_1 - r}{2}$$

3. Podziemne metalowe elementy obiektów i urządzeń technologicznych, znajdujące się w odległości nie większej niż 2 m od uziomów instalacji piorunochronnej, a nie wykorzystane jako uziomy naturalne, zaleca się łączyć z tymi uziomami bezpośrednio lub za pomocą ograniczników przepięć.
4. Odległość kabli od uziomu piorunochronnego nie powinna być mniejsza niż 1 m. Jeżeli rezystancja uziomu piorunochronnego jest mniejsza niż  $10 \Omega$ , dopuszcza się zmniejszenie tej odległości do:
  - 0,75 m dla kabli telekomunikacyjnych i kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV,
  - 0,5 m dla kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym powyżej 1 kV.
5. Jeżeli zachowanie wymaganych odstępów jest niemożliwe, należy w miejscu zbliżenia ułożyć przegrodę izolacyjną (niehigroskopijną) o grubości co najmniej 5 mm (np. płyta lub rura PVC) tak, aby najmniejsza odległość między uziomem a kablem, mierzona w ziemi wokół przegrody, nie była mniejsza niż 1 m.
6. Długość obliczeniowa uziomu nie może przekraczać 35 m dla rezystywności gruntu  $\rho \leq 500 \Omega\text{m}$  i 60 m dla rezystywności większej niż  $500 \Omega\text{m}$ .

#### 6.3.7.2 Wymagania dotyczące instalacji piorunochronnej wewnętrznej

1. Instalacja piorunochronna wewnętrzna jest to zespół środków służący do zabezpieczenia wnętrza obiektu budowlanego przed skutkami prądu piorunowego.
2. Wyróżnia się następujące rozwiązania instalacji piorunochronnej wewnętrznej:
  - ekwipotencjalizacja,
  - odstępy izolacyjne,

- dodatkowe zabezpieczenia urządzeń przed przepięciami.

## Ekwipotencjalizacja

1. Ekwipotencjalizację uzyskuje się za pomocą przewodów wyrównawczych lub ograniczników przepięć, łączących instalację piorunochronną, konstrukcję metalową obiektu, metalowe instalacje, zewnętrzne części przewodzące, uziemienie oraz elektryczne i telekomunikacyjne instalacje w obrębie chronionych obiektów.
2. Połączenia wyrównawcze należy wykonywać na poziomie ziemi lub części podziemnej obiektu budowlanego, łącząc z główną szyną uziemiającą obiektu uziom wraz z instalacją piorunochronną, wszystkie wprowadzone do obiektu instalacje metalowe, metalowe konstrukcje obiektu budowlanego, powłoki i osłony metalowe kabli oraz przewodów, przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN instalacji elektrycznej.
3. W obiektach rozległych należy zainstalować więcej niż jedną szynę uziemiającą, zapewniając ich wzajemne połączenie.
4. W obiektach, które są wyższe od 20 m i nie posiadają konstrukcji stalowej czy żelbetonowej, należy wykonywać dodatkowe połączenia wyrównawcze wszystkich metalowych instalacji na poziomach o wysokościach między nimi nie większych niż 20 m.
5. Występujące w ciągach instalacji metalowych wstawki izolacyjne należy mostkować dodatkowymi połączeniami wyrównawczymi. Połączenia wyrównawcze urządzeń, które nie mogą mieć galwanicznych połączeń z innymi instalacjami należy wykonywać za pomocą ograniczników przepięć.
6. Instalacje piorunochronne i inne metalowe instalacje łączone z urządzeniami elektrycznymi, na których w stanie awaryjnym może wystąpić napięcie (stojaki dachowe, trzony izolatorów, obudowy metalowe, powłoki metalowe), należy objąć stosowanym w obiekcie systemem ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem pośrednim (ochrony przy uszkodzeniu).
7. W instalacjach wykonywanych kablami o powłokach metalowych lub prowadzonych w osłonach metalowych, należy łączyć metalowe powłoki kabli i ich osłony bezpośrednio z główną szyną uziemiającą obiektu.
8. Połączenia wyrównawcze instalacji telekomunikacyjnych, sygnalizacyjnych itp. powinny być wykonywane w następujący sposób:
  - jeżeli instalacje wykonywane są przy użyciu przewodu lub kabla o powłoce metalowej, powłokę przewodu lub kabla należy połączyć z główną szyną uziemiającą obiektu,
  - jeżeli instalacje wykonywane są przewodami bez powłok metalowych, należy połączyć przewody tej instalacji z główną szyną uziemiającą obiektu przez ograniczniki przepięć lub poprowadzić równoległe do instalacji przewód osłonowy o wymiarach podanych w tablicy 11 oraz przewód ten połączyć z główną szyną uziemiającą obiektu.
9. Jeżeli w przewodach instalacji gazowej lub wodociągowej występują wstawki izolacyjne, to powinny zostać one zbocznikowane za pomocą ograniczników przepięć.

## Odstępy izolacyjne

1. Minimalne odstępy izolacyjne między instalacją piorunochronną a innymi urządzeniami i instalacjami metalowymi wewnątrz obiektu należy obliczać według rysunku 24 i poniższego wzoru

$$x \geq \frac{A}{10} \cdot \frac{h + b}{n \cdot h + b}$$

gdzie:

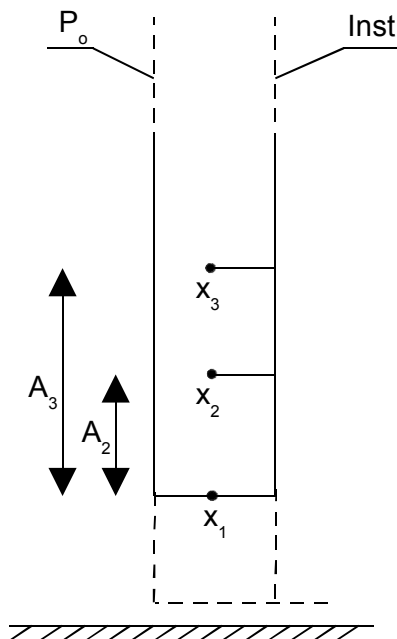
x – odstęp izolacyjny (w powierzchni i w nie przewodzących materiałach budowlanych, jak cegła, beton itp.) [m],

$A$  – odległość od miejsca zbliżenia do najbliższego połączenia wyrównawczego lub od ziemi wzdłuż przewodów instalacji piorunochronnej (wg rys. 24) [m],

$h$  – wysokość chronionego obiektu [m],

$b$  – największa przekątna poziomego rzutu obiektu [m],

$n$  – liczba przewodów odprowadzających (jeżeli liczba przewodów jest większa niż 20, przyjmujemy  $n = 20$ ).



Rys. 24. Wyznaczanie odległości  $A$  od ziemi lub od miejsca zbliżenia do najbliższego połączenia wyrównawczego

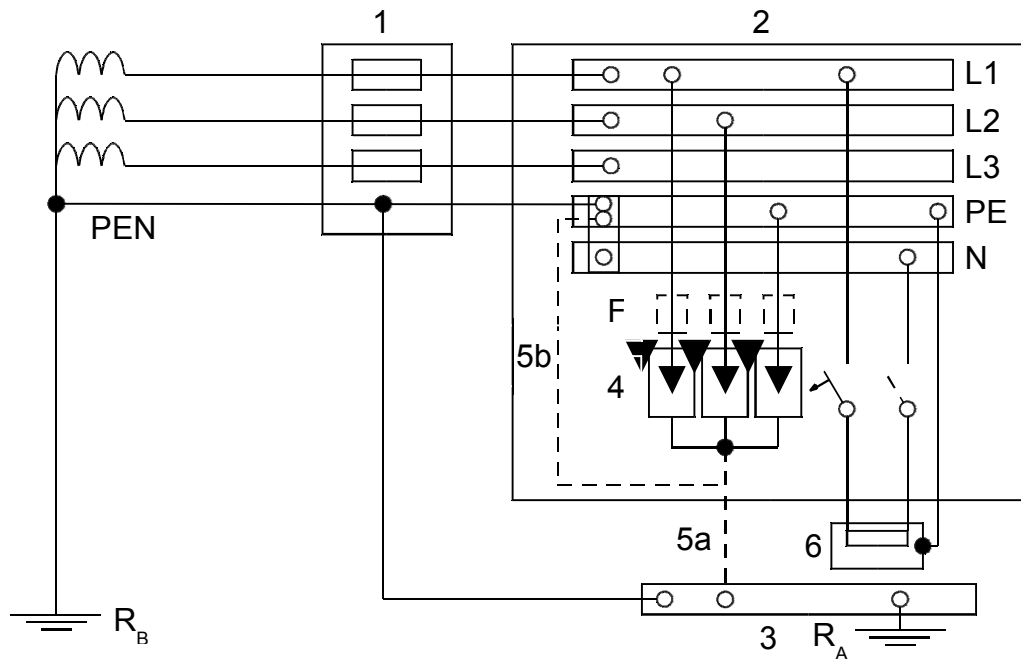
$P_0$  – przewód odprowadzający,  $Inst$  – rozpatrywana instalacja,  $x_1$  – miejsce wykonanego połączenia wyrównawczego,  $x_2, x_3$  – miejsca obliczanych odstępów izolacyjnych

2. Jeżeli zachowanie minimalnego odstępu izolacyjnego nie jest możliwe, należy zastosować w miejscu zbliżenia połączenie wyrównawcze bezpośrednie lub ograniczniki przepięć.

### Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi

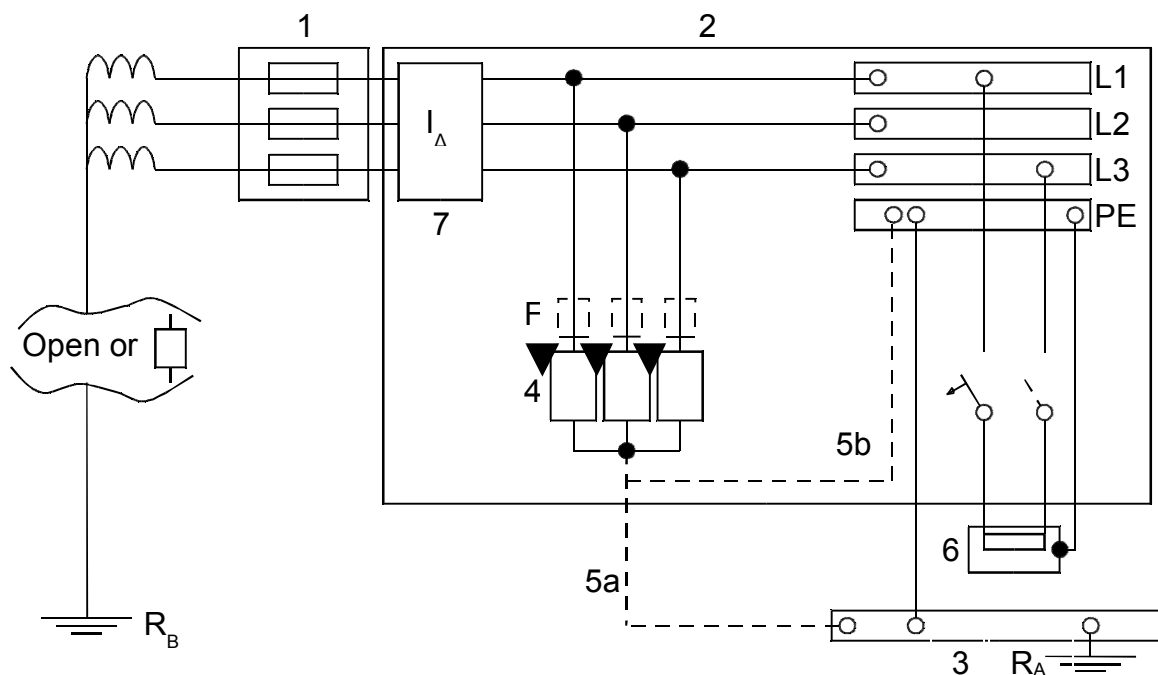
1. Ochronę przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi w instalacjach elektrycznych należy zapewnić przez zastosowanie ograniczników przepięć oraz poprawnie wykonanych połączeń wyrównawczych.
2. W systemie ochrony przeciwporażeniowej szczególnie ważny jest podstawowy układ ochrony zainstalowany na początku instalacji. Tworzące ten układ ograniczniki przepięć powinny zapewnić podstawową ochronę przed wszelkiego rodzaju przepięciami łączeniowymi, awariami w sieci elektroenergetycznej oraz przepięciami atmosferycznymi nawet w przypadku bezpośredniego uderzenia piorunu w budynek.
3. Ograniczniki te należy instalować bezpośrednio w złączu lub w rozdzielnicy głównej. Ograniczniki powinny być włączone między każdy przewód fazowy i uziom oraz między przewód neutralny  $N$  i uziom, jeżeli przewód  $N$  nie jest uziemiony na początku instalacji.
4. Należy zastosować możliwie najkrótsze przewody łączące ograniczniki przepięć (najlepiej, aby całkowita ich długość nie przekraczała 0,5 m). Przewody uziemiające ograniczników przepięć powinny mieć przekrój nie mniejszy niż 4 mm Cu, a przy istnieniu instalacji piorunochronnej nie mniejszy niż 10 mm<sup>2</sup> Cu.
5. Dla większości urządzeń elektrycznych ograniczenie się tylko do ograniczników tworzących podstawowy układ ochrony jest niewystarczające. Trzeba zastosować w dalszych częściach instalacji elektrycznej ograniczniki przepięć tworzące kolejne stopnie ochrony odpowiednio do przyjętej kategorii wytrzymałości udarowej (kategorii przepięć).

6. Ograniczniki te należy instalować w rozdzielnicach i tablicach rozdzielczych, rozdzielczych w przypadku urządzeń specjalnie chronionych w gniazdach wtyczkowych, puszkach instalacyjnych lub bezpośrednio w chronionym urządzeniu. Powinny być one włączone między każdy przewód czynny (L1; L2; L3; N) i szynę uziemiającą lub przewód ochronny.
7. Przy stosowaniu ochrony przeciwprzepięciowej wielostopniowej, dla zapewnienia koordynacji działania poszczególnych aparatów, odległości pomiędzy ogranicznikami przepięć z iskiernikami (odgromniki) a ogranicznikami warystorowymi (ochronniki) powinny wynosić od kilku do kilkunastu metrów. Szczegółowe zalecenia w tym zakresie podają producenci ograniczników przepięć. W innym przypadku konieczne jest zastosowanie pomiędzy nimi dodatkowego aparatu w postaci tzw. „indukcyjności odsprzedającej”.
8. Przykłady rozmieszczenia ograniczników przepięć w instalacji elektrycznej w zależności od układu sieci przedstawiono na rysunkach 25 ÷ 29.




Rys. 25. Przykład instalacji ograniczników przepięć w układzie sieci TN; 1 – złącze instalacji, 2 – rozdzielnica główna, 3 – główny zacisk lub szyna uziemiająca, 4 – ograniczniki przepięć, 4a – ogranicznik przepięć lub iskiernik, 5a lub 5b – połączenia uziemiające ograniczników przepięć, 6 – urządzenie ochronne, 7 – urządzenie ochronne różnicowoprądowe (RCD); L1; L2; L3 – przewody fazowe instalacji trójfazowej, N – przewód neutralny, PE – przewód ochronny, F – urządzenie zabezpieczające wskazane przez wytwórcę ogranicznika przepięć (np. bezpiecznik topikowy, wyłącznik, urządzenie różnicowoprądowe),  $R_A$  – uziom (rezystancja uziemienia) instalacji,  $R_B$  – uziom (rezystancja uziemienia) układu zasilającego

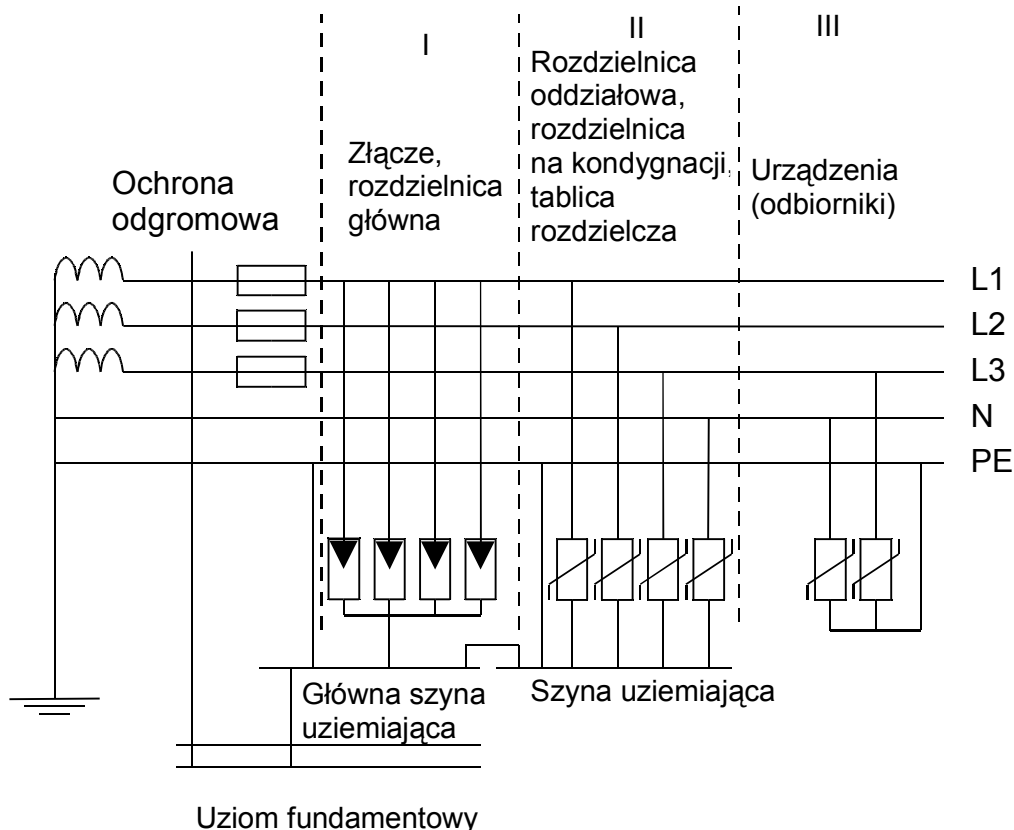




Rys. 28. Przykład instalacji ograniczników przepięć w układzie sieci IT

Open or  – brak połączenia z ziemią lub jest połączenie przez dużą impedancję (legenda jak przy rys. 25)

Uwaga: W przypadku zainstalowania ograniczników przepięć po stronie obciążenia urządzenia różnicowoprądowego (rys. 27 i 28) należy zastosować urządzenie różnicowoprądowe RCD typu S o odporności na prądy udarowe równej co najmniej 3 kA (8/20  $\mu$ s).



Rys. 29. Przykład rozmieszczenia ograniczników przepięć przy stosowaniu ochrony przeciwprzepięciowej wielostopniowej w układzie sieci TN-S

**Wykonywanie prac montażowych przy łączeniu naturalnych części instalacji piorunochronnej z innymi metalowymi częściami**

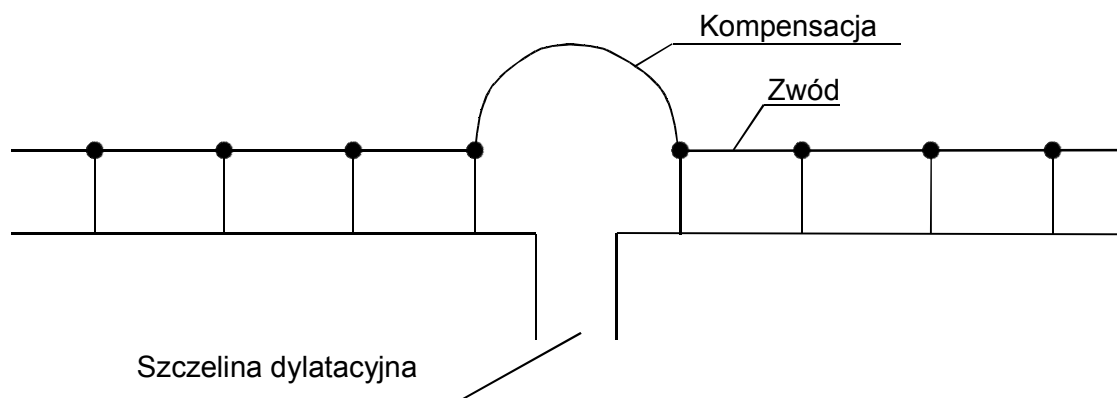
1. Naturalne przewody odprowadzające powinny być połączone najkrótszą drogą ze zwodami (naturalnymi lub sztucznymi) oraz z uziomami w ziemi, bezpośrednio lub za pośrednictwem przewodzących elementów w konstrukcji.
2. Połączenia elementów instalacji piorunochronnej można wykonać jako:
  - spawane lub zgrzewane,
  - śrubowe,
  - zaciskowe,
  - stykowe, przy użyciu nakładek przyspawanych do zbrojenia elementów prefabrykowanych, usytuowanych nad sobą,
  - powiązane drutem wiązałkowym i zalane betonem pręty zbrojeniowe elementów żelbetowych,
  - nitowane, klejone i zaprasowane, jeżeli elementy mają cienkie izolacyjne powłoki antykorozyjne.
3. Połączenia te znajdują zastosowanie w ochronie podstawowej bez ograniczeń oraz w ochronie obostrzonej z określonymi ograniczeniami i specjalnymi zaleceniami.
4. Połączenia przewodów odprowadzających (naturalnych i sztucznych) z uziomami sztucznymi należy wykonywać w sposób rozłączny, za pomocą zacisków pobierczych (zaleca się, aby zaciski usytuowane były na wysokości od 0,3 do 1,8 m nad ziemią).

## **Montaż sztucznych zwodów na obiekcie**

### **Zwody poziome niskie i podwyższone nie izolowane**

Montaż tych zwodów powinien zostać wykonany z zachowaniem poniższych zasad:

1. Druty, taśmy, i linki przeznaczone na zwody należy przed montażem wyprostować za pomocą wstępnego naprężenia lub przy zastosowaniu odpowiedniego urządzenia prostującego.
2. Sztuczne zwody piorunochronne należy instalować na stałe przy użyciu odpowiednich wsporników do złączy naprężających. Wymiary poprzeczne materiałów użytych na zwody powinny być nie mniejsze od przedstawionych w tablicy 11.
3. Zwody poziome nie izolowane powinny zostać ułożone przy zachowaniu następujących odstępów od powierzchni dachu:
  - co najmniej 2 cm na dachach o pokryciach niepalnych lub trudno zapalnych,
  - co najmniej 40 cm na dachach o pokryciach z blach nie spełniających wymagań przedstawionych w tablicy 11 oraz na dachach o pokryciach z materiałów łatwo zapalnych.
4. Układ i izolacja zwodów powinny być zgodne z dokumentacją, a zwłaszcza:
  - zwody niskie powinny stanowić sieć, której krańcowe przewody muszą przebiegać wzdłuż krawędzi dachu,
  - na dachach pochyłych przy nachyleniu ponad 30° jeden z przewodów sieci należy prowadzić wzdłuż kalenicy dachu.
5. Wszystkie nie przewodzące elementy budowlane, wystające nad powierzchnią dachu, należy wyposażać w zwody niskie, połączone z siecią zwodów zamocowanych na powierzchni dachu.
6. Zwody należy prowadzić bez ostrych zagięć i załamania (promień zagięcia nie może być mniejszy niż 10 cm). Nad szczelinami dylatacyjnymi należy stosować kompensację, zgodnie z zasadą przedstawioną na rysunku 30.



Rys. 30. Przykład wykonania kompensacji zwodu

7. Do mocowania zwodów należy stosować wsporniki, uchwyty i złączki.
8. Przy wykorzystaniu wsporników naruszających szczelność pokrycia dachowego, po ich zamontowaniu należy uszczelnić lepikiem miejsca zainstalowania – w przypadku pokrycia papą, a przy pokryciach blachą przez oblutowanie.
9. Łączenie zwodów powinno być wykonywane zgodnie z zasadami przedstawionymi w punkcie 6.3.7.3.

### Zwody pionowe nie izolowane

Montaż tych zwodów powinien być wykonany z zachowaniem poniższych zasad:

1. Zwody pionowe należy tak izolować, aby spełniały założenia projektowe odnośnie do stref ochronnych.
2. Zwody mogą stanowić konstrukcje samonośne lub mogą być instalowane na konstrukcjach z materiałów nie przewodzących (np. drewno, beton).
3. Zwody lub ich wsporniki powinny zostać przymocowane w sposób do konstrukcji nośnej dachu lub do elementów wystających ponad dach.
4. W przypadku mocowania zwodu pionowego na konstrukcji należy zastosować wsporniki odstępowe w odległościach nie większych niż 1,5 m.
5. W razie stosowania zwodów pionowych naprężanych, dla zwodów o długości powyżej 15 m należy stosować dodatkowe wsporniki w połowie ich długości, aby zapobiec występowaniu drgań pod wpływem wiatru.
6. Zwody pionowe, tak jak wszystkie wystające ponad dach metalowe elementy (balustrady, maszty antenowe i flagowe, kominy itp.), należy połączyć z siecią zwodów poziomych niskich lub najkrótszą drogą z przewodami odprowadzającymi. Połączenia powinny zostać wykonane zgodnie z zasadami przedstawionymi w punkcie 6.3.7.3.

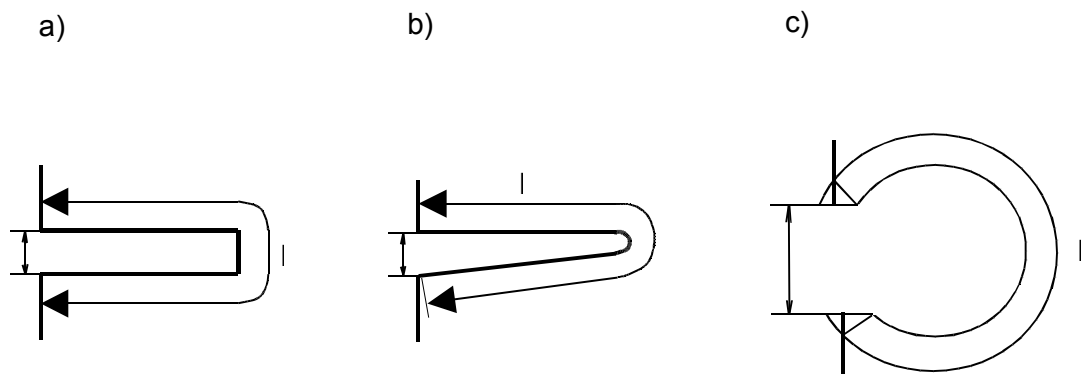
### Montaż sztucznych przewodów odprowadzających i uziemiających

Sztuczne przewody odprowadzające i uziemiające powinny być montowane z zachowaniem poniższych zasad:

1. Przewody odprowadzające i uziemiające można układać:
  - na zewnętrznych ścianach obiektu budowlanego na wspornikach lub metodą bezuchwytową, jako instalacje naprężane (przewody sztuczne zewnętrzne),
  - wewnątrz budynku.

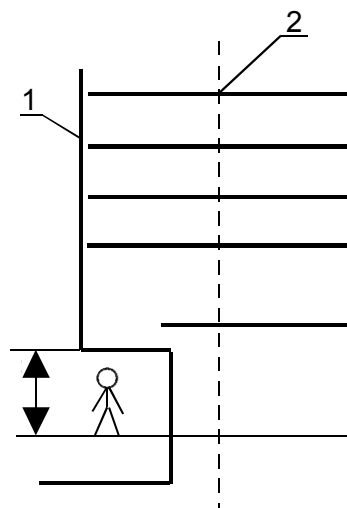


2. Sztuczne przewody odprowadzające zewnętrzne należy instalować na stałe przy użyciu znormalizowanych wsporników odstępowych lub wsporników do instalacji naprężanych. Wymiary poprzeczne materiałów użytych do wykonywania przewodów odprowadzających nie powinny być mniejsze niż przedstawione w tablicy 11.
3. Na zewnętrznych ścianach obiektu budowlanego należy układać sztuczne przewody odprowadzające w odległości nie mniejszej niż:
  - 2 cm od podłoża niepalnego lub trudno zapalnego,
  - 40 cm od podłoża z materiałów łatwo zapalnych.
4. Przy montażu zewnętrznych przewodów odprowadzających na wspornikach odstępowych odległości pomiędzy wspornikami nie mogą być większe niż 1,5 m.
5. Sposoby mocowania wsporników do ściany powinny być dostosowane do rozwiązania konstrukcyjnego i materiału obiektu budowlanego (cegła, beton, drewno, konstrukcja stalowa itp.).
6. W przypadku, gdy konstrukcja chronionego obiektu zmusza do prowadzenia przewodu odprowadzającego po trasie o zmieniającym się kierunku, długość pętli cofniętej powinna spełniać wymagania  $l \leq 10 \cdot x$  przedstawione na rysunkach 31 i 32.



Rys. 31. Zasady pętli cofniętej  $l \leq 10 \cdot x$

a, b, c – trzy sposoby instalowania przewodu odprowadzającego (różne kształty obiektu chronionego)



Rys. 32. Trasy przewodów odprowadzających w budynkach z nadwieszonymi kondygnacjami górnymi

1 – przewód prowadzony po ścianie zewnętrznej, gdy  $x$  spełnia warunek określony na rysunku 31, lecz nie jest mniejszy niż 3 m

2 – przewód prowadzony wewnątrz obiektu

7. Sztuczne przewody odprowadzające należy instalować po możliwie najkrótszej drodze pomiędzy zwodem a przewodem uziemiającym. Wymagane jest zachowanie odległości przewodów odprowadzających od wejść do budynku, przejść dla pieszych i ogrodzeń metalowych przylegających do dróg publicznych, nie mniejszej niż 2 m. Dopuszcza się odstępstwo od tej wymaganej minimalnej odległości w przypadku wejść użytkowanych sporadycznie (np. wjazd do indywidualnego garażu).
8. W przypadku, gdy nie można zapewnić wymaganej odległości, należy umieszczać przewód w rurze lub w rurach osłonowych z PVC o łącznej grubości ścianki nie mniejszej niż 5 mm. Rury osłonowe powinny sięgać na wysokość 2,5 m nad powierzchnię ziemi i na głębokość 0,5 m pod powierzchnię.
9. W instalacjach wykonywanych metodą naprężania przewody odprowadzające należy montować według wskazań dokumentacji projektowo-technicznej.
10. Przewody odprowadzające pionowe w instalacjach naprężanych należy mocować w taki sposób i w takich odstępach, aby uniemożliwiać ich uciążliwe drgania i uderzenia o ścianę, wymuszone parciem wiatru.
11. Przewody odprowadzające wewnątrz obiektu budowlanego można instalować, jeżeli wymagają tego względy bezpieczeństwa (budynki z okapami lub nawisami) albo względy estetyczne. Przewody odprowadzające wewnętrzne powinny być ułożone w rurze z PVC lub w bruździe zakrytej materiałem nie przewodzącym i niepalnym (np. tynkiem). Rury powinny zostać zatopione w betonie lub układane pod tynkiem.
12. Połączenia przewodów odprowadzających ze zwodami należy wykonywać jako spawane, śrubowe lub zaciskane.
13. Połączenia przewodów odprowadzających z uziomami sztucznymi należy wykonywać za pomocą zacisków probierczych, usytuowanych pomiędzy przewodem odprowadzającym a uziemiającym.
14. Znormalizowane zaciski probiercze powinny mieć co najmniej dwie śruby zaciskowe M6 lub jedną śrubę M10. Należy je umieszczać i osłaniać w taki sposób, aby były łatwo dostępne podczas okresowych konserwacji oraz pomiaru rezystancji uziomu.
15. Połączenia przewodów uziemiających z uziomami należy wykonywać przez spawanie lub za pomocą połączeń śrubowych.
16. Przy łączeniu przewodów uziemiających z uziomami rurowymi należy stosować obejmy. Po oczyszczeniu miejsca połączenia należy na rurę założyć podkładkę ołowianą, a następnie obejmę, którą po skręceniu i oczyszczeniu należy zabezpieczyć farbą antykorozyjną.
17. Przewody uziemiające należy chronić przed korozją przez pomalowanie farbą antykorozyjną lub lakierem asfaltowym do wysokości 0,3 m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi.
18. Część nadziemną przewodów uziemiających, układanych na zewnętrznych powierzchniach obiektu budowlanego, należy chronić przed uszkodzeniem mechanicznym przy użyciu osłon do wysokości 1,5 m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi. Ochrona ta nie jest wymagana, jeżeli grubość taśmy wynosi co najmniej 3 mm, a średnica drutu 8 mm.
19. Przy montażu osłon na przewodzie uziemiającym należy:
  - w przypadku stosowania kształtowników (kątownik, ceownik itp.), po nałożeniu osłony na przewód i zaprawieniu jego kotew w murze, połączyć je na obydwu końcach z przewodem uziemiającym, a następnie oczyścić miejsce spawania i pomalować farbą antykorozyjną,
  - w przypadku stosowania rury, połączenie jej z przewodem uziemiającym wykonywać przy pomocy obejmy.
20. Jeżeli w dokumentacji instalacji piorunochronnej obiektu budowlanego, wykonywanego z betonu zbrojonego, wymagane jest zastosowanie dodatkowych przewodów odprowadzających,

to przewody te powinny być zatopione w betonie razem ze zbrojeniem, podczas wykonywania ścian. Połączenia tych przewodów należy wykonywać jako spawane.

21. Elementy zbrojenia obiektu budowlanego, przewidziane jako naturalne przewody uziemiające, powinny mieć przyspawane wypusty w celu połączenia ich z przewodami odprowadzającymi sztucznymi i dodatkowymi uziomami sztucznymi, zgodnie z wymaganiami podanymi wyżej. Jako wypusty należy stosować stalowe ocynkowane pręty lub płaskowniki o wymiarach nie mniejszych niż 30x4 mm lub Ø 12 mm.

### **Wykonywanie uziomów**

1. Do uziemienia instalacji piorunochronnej należy wykorzystywać przede wszystkim uziomy naturalne, przedstawione w punkcie 6.3.7.1.
2. Uziomy sztuczne należy wykonywać, jeżeli uziomy naturalne:
  - znajdują się w odległości większej niż 10 m od chronionego obiektu,
  - mają rezystancję większą od wymaganej.
3. Uziomy sztuczne należy wykonywać jako uziomy poziome otokowe, poziome promieniowe lub pionowe (pochyle).
4. Uziomy poziome należy układać na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m i w odległości nie mniejszej niż 0,6 m i w odległości nie mniejszej niż 1 m od zewnętrznej krawędzi obiektu budowlanego, ograniczając do minimum przebieganie trasy uziomu pod warstwami przepuszczającymi wody opadowej i w pobliżu urządzeń wysuszających grunt.
5. Uziomy można układać na dnie wykopów fundamentowych, bezpośrednio pod fundamentem lub obok fundamentu budynku. W takim przypadku uziomy powinny zostać wykonane ze stalowych drutów lub taśm o średnicy lub grubości większej o 30% od wymiarów przedstawionych w tablicy 11.
6. Uziomy poziome i pionowe powinny być pograżane w gruncie, w odległości nie mniejszej niż 1,5 m od wejść do budynków, przejść dla pieszych oraz metalowych ogrodzeń, usytuowanych przy drogach publicznych; zalecenie to nie dotyczy uziomów otokowych.
7. Dopuszcza się odstępstwo od wymaganej minimalnej odległości 1,5 m w przypadku wejść używanych sporadycznie (np. wjazd do indywidualnego garażu).
8. Rowy, w których układa się uziomy, należy zasypywać tak, aby w bezpośrednim kontakcie z uziomem nie było kamieni, żwiru, żużlu lub gruzu.
9. Uziomy pionowe należy pograżać w gruncie w taki sposób, aby nich najniższa część była umieszczona na głębokości nie mniejszej niż 2,5 m, a najwyższa nie mniej niż 0,5 m pod powierzchnią gruntu.
10. Uziomy sztuczne należy wykonywać z materiałów przedstawionych w tablicy 11. Wskazane jest wykonywanie uziomów sztucznych i przewodów uziemiających z miedzi oraz ze stali pokrytej miedzią w przypadkach ochrony odgromowej obiektów o szczególnej wartości historycznej, zabytkowej lub kulturowej.
11. Uziomów sztucznych nie wolno zabezpieczać przed korozją powłokami nie przewodzącymi.
12. Na odcinkach, gdzie nie można zastosować ciągłego uziomu otokowego, dopuszcza się jego przerywanie; w takim przypadku uziom musi być zakończony uziomami szpilkowymi (pionowymi) o głębokości pograżenia nie mniejszej niż 2,5 m.
13. Uziom otokowy należy połączyć z uziomami szpilkowymi przez przyspawanie drutu lub płaskownika uziomu z obydwu stron przerwy do uziomów szpilkowych. Spoinę po oczyszczeniu należy zabezpieczać farbą antykorozyjną lub lakierem asfaltowym.

## **7. 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.

### **Badanie (sprawdzanie)**

#### **Postanowienia ogólne**

1. 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.
2. Dokumentację techniczną wraz ze schematami, należy udostępnić osobom wykonującym sprawdzanie instalacji.
3. W czasie sprawdzania i wykonywania prób należy podjąć środki ostrożności w celu zapewnienia bezpieczeństwa osób i uniknięcia uszkodzeń obiektu oraz zainstalowanego wyposażenia.
4. 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**

1. Oględziny należy wykonywać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.
2. 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 eE5009/61,
- nie mają widocznych uszkodzeń wpływających na pogorszenie bezpieczeństwa.

**3. 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, umożliwiających wygodną ich obsługę i konserwację

### **7.2.5. Próby**

#### **7.2.5.1 Postanowienia ogólne**

W zależności od potrzeb, należy przeprowadzić niżej wymienione próby w miarę możliwości w następującej kolejności:

- ciągłości przewodów ochronnych, ochronnych tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych
- rezystancji izolacji instalacji elektrycznej
- ochrony przez oddzielenie od siebie obwodów
- rezystancji podłogi i ściany
- próbę biegunowości
- próbę wytrzymałości elektrycznej
- próbę działania

W przypadku, gdy wynik którejkolwiek próby jest niezgodny z normą, to próbę lub próby poprzedzające, jeżeli mogą mieć wpływ na wyniki, należy powtórzyć po usunięciu przyczyny niezgodności.

Metody wykonywania prób opisane w normie, są podane jako zalecane, dopuszcza się stosowanie innych metod, pod warunkiem, że zapewnią one równie miarodajne wyniki.

## **Próby (pomiar) kabli zasilających**

1. Próby montażowe należy przeprowadzić po ukończeniu montażu, a przed zgłoszeniem do odbioru. Z prób montażowych należy sporządzić odpowiedni protokół.
2. W zakres tych prób wchodzi następujące czynności:
  - sprawdzenie trasy linii kablowej,
  - sprawdzenie ciągłości żył i powłok metalowych oraz zgodności faz,
  - pomiar rezystancji izolacji,
  - próba napięciowa izolacji,
  - próba napięciowa powłoki.
3. Sprawdzenie linii kablowej po ułożeniu. Sprawdzenie to polega na oględzinach linii i stwierdzeniu, czy jej obudowa odpowiada wymaganiom niniejszych warunków. W przypadku układania kabli w ziemi sprawdzenia należy dokonać przed zasypaniem rowów kablowych.
4. Sprawdzenia ciągłości żył (roboczych i powrotnych) i powłok metalowych oraz zgodności faz należy dokonać przy użyciu przyrządów o napięciu nie przekraczającym 24 V. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli poszczególne żyły i powłoki nie mają przerw oraz jeśli poszczególne fazy na obu końcach linii są jednakowo oznakowane.
5. Pomiaru rezystancji izolacji należy dokonać za pomocą induktora (megaomomierza) o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV, dokonując odczytu po czasie niezbędnym do ustalenia się mierzonej wartości. Wynik pomiaru należy uznać za dodatni, jeżeli rezystancja izolacji przeliczona na 1 km długości jest zgodna z odpowiednimi normami (Polskimi Normami i Branżowymi Normami) dla danego rodzaju kabli.
6. Wszystkie linie kablowe podlegają próbie napięciowej izolacji.
7. Dopuszcza się niewykonanie próby napięciowej izolacji linii wykonanych kablami o napięciu znamionowym do 1 kV. Próbę napięciową należy wykonać prądem stałym lub wyprostowanym.
8. W przypadku linii kablowej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV prąd upływu należy mierzyć oddzielnie dla każdej żyły.

Wynik próby napięciowej izolacji należy uznać za dodatni, jeżeli:

- izolacja każdej żyły względem pozostałych żył powinna wytrzymać bez przebić i przeskoków w ciągu 20 min napięcie stałe o wartości napięcia probierczego określonego przez wytwórcę,
- mierzony w czasie próby prąd upływu nie zwiększy się w czasie ostatnich 4 min próby oraz nie będzie większy dla poszczególnych żył od wartości  $300 L$  ( $\mu A$ ), przy czym  $L$  jest długością kabla w km.

W przypadku nieustalenia się prądu upływu po 16 min, czas trwania próby należy przedłużyć do 30 min. Dla linii o długości mniejszej od 330 m prąd upływu nie powinien być większy niż 100  $\mu A$ .

Prąd znamionowy urządzenia probierczego powinien być co najmniej 2-krotnie większy od mierzonego prądu upływu.

9. Próbie napięciowej powłoki podlegają kable o ekranach metalicznych i powłokach z PVC i PE. Powłoka z PVC i PE powinna wytrzymać stałe napięcie 5 kV względem ziemi w ciągu 2 min.

## **Próby (pomiar) instalacji elektrycznych wewnętrznych**

1. Ciągłości przewodów ochronnych, ochronnych 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.

## 2. Rezystancja izolacji instalacji elektrycznej

Rezystancję izolacji należy zmierzyć

- a) między przewodami roboczymi branymi kolejno po dwa,

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

- b) 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 tabl. 61A jest zadowalająca, jeżeli jej wartość dla każdego obwodu przy wyłączonych odbiornikach nie jest mniejsza od odpowiedniej wartości podanej w tabl. 61A.

Pomiary należy wykonać prądem stałym. Przyrząd probierczy powinien umożliwiać zasilanie napięciem probierczym podanym w tabl. 61A, 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 (MΩ) |
|--|---------------------------------------|---------------------------|
| SELV i FELV, gdy obwód jest zasilany z transformatora bezpieczeństwa, a także spełnia stosowne wymogi (p. 6.3.6.1) | 250                                   | $\geq 0,25$               |
| $\leq 500$ V z wyjątkiem przypadków jw.  | 500                                   | $\geq 0,5$                |
| $> 500$ V  | 1000                                  | $\geq 1,0$                |

## 3. Ochrona przez oddzielenie obwodów

Oddzielenie części czynnych jednego obwodu od części czynnych innych obwodów i od ziemi, należy sprawdzić przez pomiar rezystancji izolacji. Zmierzone wartości rezystancji, w miarę możliwości z przyłączonymi odbiornikami, powinny być zgodne z podanymi w tabl. 61A.

## 4. Rezystancja podłogi i ściany

W przypadku konieczności sprawdzenia wymagań podanych dla izolowania stanowiska, należy wykonać przynajmniej trzy pomiary w tym samym pomieszczeniu; w tym jeden w odległości około 1 m od dostępnych obcych części przewodzących występujących w tym pomieszczeniu. Pozostałe dwa pomiary powinny być wykonane przy większych odległościach.

Powyższą serię pomiarów należy powtórzyć dla każdej powierzchni podlegającej badaniu

## 5. Próba biegunowości

Jeżeli przepisy zabraniają instalowania w przewodzie neutralnym jednobiegunowych łączników, należy wykonać próbę biegunowości w celu sprawdzenia, czy wszystkie te łączniki są włączone jedynie w przewody fazowe.

## 6. Próba działania

Zespoły takie jak rozdzielnice i sterownice, napędy, urządzenia sterownicze, blokady powinny być poddane próbie działania w celu stwierdzenia, czy są właściwie zmontowane, nastawione i zainstalowane, zgodnie z odpowiednimi wymaganiami niniejszej normy.

Urządzenia ochronne, jeżeli to konieczne, powinny być poddane próbie działania w celu stwierdzenia, czy są prawidłowo zainstalowane i nastawione.

## **Sprawdzanie dokumentacji**

### **Sprawdzenie dokumentów wykonywanych prac**

Należy sprawdzić dokumenty dotyczące:

- materiałów i wyrobów użytych do budowy,
- przygotowania terenu budowy,
- wykonania robót ziemnych,
- wykonania odcinka elektroenergetycznej linii kablowej
- łączenia rur,
- wykonania instalacji elektrycznych wewnętrznych,
- zgodności z projektem i pozwoleniem na budowę.

### **Sprawdzenie dokumentów dotyczących materiałów i wyrobów**

Sprawdzenie dokumentów dotyczących materiałów polega na stwierdzeniu zgodności ich wykonania z wymaganiami zawartymi w rozdziale 7.2.3. 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.

### **Sprawdzenie dokumentów dotyczących przygotowania terenu budowy**

Sprawdzenie dokumentów dotyczących przygotowania terenu budowy polega na kontroli protokołów z wytyczenia trasy linii kablowej i oznaczenia szerokości pasa zajętego pod budowę oraz na sprawdzeniu odpowiednich zapisów dzienniku budowy.

### **Sprawdzenie dokumentów dotyczących wykonania robót ziemnych**

Sprawdzenie dokumentów dotyczących wykonania robót ziemnych polega na kontroli przedstawionych przez kierownika budowy zapisów w dzienniku budowy potwierdzonych przez inspektora nadzoru świadczących o ich wykonaniu.

### **Sprawdzenie dokumentacji ułożenia kabla**

1. Sprawdzanie dokumentów dotyczących głębokości ułożenia kabla w wykopie polega na kontroli zapisów w dzienniku budowy potwierdzonych przez inspektora nadzoru świadczącego o wykonaniu prac zgodnie z wymogami i geodezyjną inwentaryzacją powykonawczą.
2. Sprawdzenie dokumentów dotyczących ułożenia kabla w wykopie polega na przedstawieniu przez kierownika budowy zapisów w dzienniku budowy potwierdzonych przez inspektora nadzoru świadczącego o wykonaniu prac zgodnie z protokołem robót zakrytych.
3. Sprawdzenie dokumentów dotyczących zasypywania kabla polega na kontroli przedstawionych przez kierownika budowy zapisów w dzienniku budowy potwierdzonych przez inspektora nadzoru świadczącego o wykonaniu prac zgodnie z wymogami.



4. Sprawdzenie dokumentów dotyczących umieszczenia folii ostrzegawczych wzdłuż kabla polega na sprawdzeniu przedstawionych przez kierownika budowy zapisów w dzienniku budowy potwierdzonych przez inspektora nadzoru świadczącego o umieszczeniu folii ostrzegawczych.
5. Sprawdzenie dokumentacji elektrycznych prób i pomiarów linii kablowej.

### **Sprawdzenie dokumentów dotyczących wykonania instalacji elektrycznych wewnętrznych**

1. Sprawdzanie 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.
2. Sprawdzenie dokumentów dotyczących prób i badań instalacji polega na kontroli przedstawionych przez kierownika budowy protokołów przeprowadzenia prób wykonanych zgodnie z 7 instalacji elektrycznych wewnętrznych.

### **Ocena**

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

### **Odbiór**

#### **Postanowienia ogólne**

Przed przystąpieniem do odbioru odcinka linii kablowej i 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 p. 10 części C2.

#### **Odbiór frontu robót**

1. Przed przystąpieniem do robót montażowych należy odebrać protokolarnie front robót od generalnego wykonawcy lub inwestora.
2. Stan robót budowlanych i wykończeniowych powinien być taki, aby roboty elektro-montażowe można było prowadzić bez narażenia instalacji na uszkodzenie, a pracowników na wypadki przy pracy.

#### **Odbiory międzyoperacyjne**

1. Odbiory między operacyjne powinien przeprowadzić organ nadzoru przedsiębiorstwa wykonującego instalacje elektryczne.
2. Odbiorom międzyoperacyjnym powinny podlegać:
  - osadzone (zamocowane) konstrukcje wsporcze pod kable, drabinki, korytka, przewody szynowe, oprawy oświetleniowe itp.,
  - ułożone rury, listwy, korytka lub kanały przed wciągnięciem przewodów,
  - osadzone (zamocowane) konstrukcje wsporcze przed zamontowaniem aparatów,
  - instalacja przed załączeniem pod napięcie.

#### **Odbiory częściowe**

1. Odbiory robót ulegających zakryciu; odbiorom tym podlegają:

- ułożone w kanałach, lecz nie przykryte kable,
- instalacje podtynkowe przed tynkowaniem,
- inne fragmenty instalacji, które będą widoczne lub bardzo trudne do sprawdzenia po zakończeniu robót montażowych.

Usterki wykryte przy odbiorze częściowym powinny być wpisane do dziennika robót (budowy). Brak wpisu należy traktować jako stwierdzenie należytego stanu elementów i prawidłowości montażu.

2. Pozostałe odbiory częściowe; przed odbiorem końcowym dużych skomplikowanych instalacji elektrycznych należy przekazać inwestorowi poszczególne fragmenty instalacji w drodze odbiorów częściowych.

### **Odbiór końcowy**

1. Do odbioru końcowego wykonanych robót wykonawca powinien przedłożyć:
  - aktualną dokumentację powykonawczą,
  - 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.
2. Komisja odbioru końcowego:
  - bada aktualność i kompletność dokumentacji powykonawczej,
  - bada protokoły odbiorów częściowych i sprawdza usunięcie usterek,
  - 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.

### **Sprawdzanie dokumentacji**

Jak w punkcie 7.2.6.

### **Przekazanie instalacji do eksploatacji**

1. Po ustalonym przez komisję odbioru okresie wstępnej eksploatacji instalację należy przekazać do właściwej eksploatacji.
2. Przy przekazaniu należy spisać protokół, w którym powinno zostać potwierdzone usunięcie usterek wymienionych w protokole przekazania instalacji do wstępnej eksploatacji.

## **8. Wymagania dotyczące przedmiaru i obmiaru robót**

Przedmiar robót w załączeniu do przedmiotowej specyfikacji

Obmiar robót zostanie sporządzony po realizacji robót

## **9. Opis sposobu rozliczenia robót tymcz. i prac towarzyszących**

Roboty geodezyjne związane z wytyczeniem i inwentaryzacją powykonawczą rozliczyć ujmując je we wskaźniku jednostkowym kosztów realizacji odcinka elektroenergetycznej linii kablowej nn.

Szczątkowe roboty demontażowe istniejących instalacji elektrycznych wewnętrznych rozliczyć ujmując we wskaźniku jednostkowym realizacji instalacji elektrycznych wewnętrznych.

## **10. Przepisy związane**

- dokumentacja projektowa
- Normy
- Aprobaty techniczne
- Certyfikaty Jakości
- Deklaracje zgodności
- Protokoły z prób i badań (Prace Regulacyjno-Pomiarowe)

## **11. Przedmiar robót**