

# SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

## E. INSTALACJE ELEKTRYCZNE

### ZAWARTOŚĆ:

<b>POJĘCIA PODSTAWOWE .....</b>	<b>2</b>
<b>1. MATERIAŁY .....</b>	<b>12</b>
<b>2. SPRZĘT .....</b>	<b>12</b>
<b>3. TRANSPORT, PRZYJMOWANIE I SKŁADOWANIE MATERIAŁÓW .....</b>	<b>12</b>
3.1. WYMAGANIA OGÓLNE .....	12
3.2. TRANSPORT MATERIAŁÓW .....	13
3.3. SKŁADOWANIE MATERIAŁÓW .....	14
<b>4. WYKONANIE ROBÓT .....</b>	<b>14</b>
4.1. OGÓLNE ZASADY WYKONANIA ROBÓT .....	14
4.2. ROBOTY ZASADNICZE .....	16
4.3. KONTROLA JAKOŚCI .....	32
4.4. BADANIE (SPRAWDZANIE) .....	32
4.5. ODBIÓR .....	35
<b>5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIARU I OBMIARU ROBÓT .....</b>	<b>37</b>
<b>6. OPIS SPOSOBU ROZLICZENIA ROBÓT TYMCZ. I PRAC TOWARZYSZĄCYCH .....</b>	<b>37</b>
<b>7. PRZEPISY ZWIĄZANE .....</b>	<b>37</b>

## Pojęcia podstawowe

### 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 napięcie 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 w 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. jedнопrzęsłowe 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 jedнопrzęsłowe 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 wlvz 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. piętrowych, 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 n.n. 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 (kabli) lub przewodów szynowych oraz elementów mocujących, a także w razie potrzeby, osłonek przewodów (kabli) lub przewodów szynowych.

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

Uwagi:

- Przykładami są: przestrzeń wewnątrz ścian, podwieszanych sufitów, podsufitek i określonych rodzajów ram okien oraz ram drzwi i ościeżnic
- 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, umożliwiające 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 dla 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 ciągłe 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 kablowy 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 przetężeniami wspólnym zabezpieczeniem.

**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, w 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 luminancji lub jej zbyt szerokiego zakresu lub też nadmiernego kontrastu w przestrzeni lub czasie.

**ośnienie przykre** – ośnienie polegające na powstaniu niewygodny 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 iluminantem odniesieniowym w określonych warunkach.

## OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

**bariera; przeszkoda** - element chroniący przed niezamierzonym dotykem bezpośrednim, lecz nie chroniący przed dotykem 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 izolacji 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 porażen 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:

- Umownie termin ten jest używany tylko w związku z ochroną przed dotykiem pośrednim.
- 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 długotrwałe utrzymywać 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 urządzenia 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 się 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 wywołującego 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 ochronny 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, tworzący 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 wykorzystanie 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. w światło, ciepło, energię mechaniczną.

**rozdzielnice i sterownice; aparatura rozdzielcza i sterownicza** - urządzenia, przeznaczone do włączenia w obwody elektryczne, spełniająca jedną lub więcej 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, kontrolę 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.

## **1. 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 jak najszybciej jak to możliwe przed użyciem materiału albo w okresie ustalonym przez Inspektora Nadzoru.

W przypadku niezaakceptowania 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 nie zbadane i nie zaakceptowane materiały Wykonawca wykonuje na własne ryzyko, licząc się z jego nieprzyjęciem i niezapłaceniem za wykonaną pracę.

## **2. Sprzęt**

Wykonawca przystępujący do wykonania 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 zaakceptuje inspektor nadzoru.

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

### **3.1. Wymagania ogólne**

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

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

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

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

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

### 3.2. Transport materiałów

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

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

Przemieszczanie w magazynie lub na miejscu montażu ciężkich urządzeń, które nie mają kół jezdnych, należy wykonać za pomocą wózków lub rolek. Przy przewożeniu i transporcie materiałów, elementów, konstrukcji, urządzeń, maszyn itp. za pomocą kolei szynowych i linowych oraz na 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.

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

- transportowane urządzenia zabezpieczyć przed nadmiernymi drganiami i wstrząsami oraz przesuwaniem się wewnątrz ładowni; na czas transportu należy z przewożonych urządzeń zdemontować, odpowiednio zabezpieczyć i przewozić oddzielnie czułe przyrządy pomiarowe, aparaturę rejestrującą, przekaźniki do elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej, komory gasikowe oraz inną aparaturę mniej odporną na wstrząsy i drgania,
- aparaturę i urządzenia ostrożnie załadowywać i zdejmować, nie narażając ich na uderzenia, ubytki lub uszkodzenia powłok lakierniczych, osłon blaszanych, zamków itp.,
- przy transporcie wyłączników, dławików, transformatorów należy stosować się do zaleceń producenta, co do sposobu mocowania lin; transport (załadunek, wyładunek) 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 wielogabarytowych 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 dźwignicowych.

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.

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

### **3.3. Składowanie materiałów**

Sposób składowania materiałów elektrycznych w magazynach, jak i konserwacja tych materiałów powinny być dostosowane do rodzaju materiałów. Materiały, aparaty, urządzenia i maszyny elektryczne należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych przystosowanych do tego celu, suchych, przewietrzanych i dobrze oświetlonych.

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.

Przy składowaniu poszczególnych rodzajów materiałów należy przestrzegać następujących wymagań:

- rury instalacyjne stalowe należy składować w pomieszczeniach suchych, w oddzielnych dla każdego wymiaru przegrodach - w wiązkach, w pozycji pionowej,
- rury instalacyjne sztywne z tworzywa sztucznego należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych o temperaturze nie niższej niż  $-15^{\circ}\text{C}$  i nie wyższej niż  $+25^{\circ}\text{C}$  w pozycji pionowej, w wiązkach odpowiednio gęsto wiązanych (dla uniknięcia wyboczenia), z dala od urządzeń grzewczych,
- rury instalacyjne karbowane z tworzywa sztucznego należy przechowywać analogicznie lecz w kręgach zwijanych związanymi sznurkiem co najmniej w trzech miejscach; kręgi w liczbie nie większej niż 10 mogą być układane jeden na drugim,
- przewody izolowane i taśmy izolacyjne należy przechowywać w pomieszczeniach suchych i chłodnych,
- składowanie kabli i osprzętu powinno być zgodne z następującymi warunkami:
  - kable w czasie składowania powinny znajdować się na bębnach;
  - bębny z kablami powinny być umieszczone na utwardzonych podłożach; bębny powinny być ustawione na krawędziach tarcz (oś bębna pozioma), a kręgi ułożone poziomo (płasko),
  - osprzęt kablowy powinien być składowany w pomieszczeniach; zaleca się składowanie zestawów montażowych z taśm elektroizolacyjnych oraz z rur termokurczliwych w pomieszczeniach o temperaturze nie przekraczającej  $+20^{\circ}\text{C}$ ,

## **4. Wykonanie robót**

### **4.1. Ogólne zasady wykonania robót**

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

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. Do wykonania instalacji elektrycznych należy używać przewodów, kabli, sprzętu, osprzętu oraz aparatury i urządzeń posiadających znak bezpieczeństwa lub dopuszczenia do stosowania w budownictwie. Wszystkie urządzenia wraz z oprzewodowaniem oraz wszystkie ciągi instalacyjne powinny być tak zainstalowane, aby możliwe było ich swobodne funkcjonowanie oraz dostęp w czasie przeglądów i konserwacji.

Instalacje elektryczne powinny być tak wykonane, aby zapewniały ciągłą dostawę energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych, stosownie do potrzeb użytkowników.

Należy zapewnić równomierne obciążenie faz linii zasilających przez odpowiednie przyłączenie odbiorów jednofazowych. Trzeba umożliwić całkowitą wymianę instalacji i przewodów bez naruszania konstrukcji budynku.

Należy zapewnić bezkolizyjność instalacji elektrycznych z innymi instalacjami. Trasy przewodów należy wykonywać w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów.

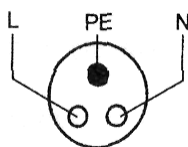
Obwody elektryczne wewnętrznych linii zasilających należy prowadzić w budynku poza obrębem pomieszczeń przebywania osób, w wydzielonych kanałach lub szybach instalacyjnych. Obwody elektryczne odbiorcze dla zasilania danego urządzenia należy prowadzić w obrębie tego samego pomieszczenia. W instalacjach 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.

Tablice z aparatami zabezpieczającymi należy ustawiać w taki sposób, aby zapewnić łatwą obsługę i zabezpieczenie przed dostępem niepowołanych osób. 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 wkrętów.

W każdym pomieszczeniu należy zainstalować odpowiednią liczbę gniazd wtyczkowych w celu zapewnienia funkcjonalności instalacji, tak aby nie było potrzebne stosowanie przedłużaczy itp. Gniazda wtyczkowe i łączniki oświetlenia należy instalować w sposób nie kolidujący z wyposażeniem pomieszczenia.

W łazienkach należy przestrzegać zasady poprawnego rozmieszczania sprzętu z uwzględnieniem stref ochronnych.



Nie zaleca się stosowania gniazd wtyczkowych wielokrotnych (podwójnych, potrójnych), w których nie może być realizowany jednakowy układ biegunów względem styku ochronnego PE, tak jak podano powyżej.

Instalacje elektryczne należy wykonać i zabezpieczyć w taki sposób, aby nie były źródłem pożarów w budynku, ani nie powodowały rozprzestrzeniania się ognia. Instalacja powinna zapewniać ochronę środowiska przed skażeniem, emitowaniem niedopuszczalnego poziomu drgań, hałasu oraz oddziaływaniem pola elektromagnetycznego. Instalacje elektryczne nie mogą być źródłem zakłóceń elektromagnetycznych (EMI).

#### 4.1.2. 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

## **4.2. Roboty zasadnicze**

### **4.2.1. Montaż instalacji elektrycznych**

#### **4.2.1.1 Wymagania ogólne**

Systemy wykonawcze instalacji elektrycznych muszą zapewniać:

- właściwą ochronę przeciwporażeniową i przeciwpożarową,
- trwałość i bezpieczeństwo obsługi,
- uniezależnienie od konstrukcji budowlanych,
- funkcjonalność i estetykę,
- prostotę montażu,
- możliwość i łatwość rozbudowy istniejącej instalacji.

Najczęściej w jednym budynku można zastosować kilka systemów wykonawczych instalacji, gdyż jeden system może nie spełniać wszystkich wymagań stawianych instalacjom elektrycznym.

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.

#### **4.2.1.2 Trasowanie**

Przy wytyczaniu trasy należy uwzględnić konstrukcję budynku oraz bezkolizyjność z innymi instalacjami i urządzeniami. 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). Trasa prowadzenia instalacji kanałowej powinna uwzględniać rozmieszczenie odbiorników oraz instalacje nieelektryczne, takie jak technologiczne, gazowe wodno-kanalizacyjne, grzewcze itp., aby uniknąć skrzyżowań i niedozwolonych zbliżeń między tymi instalacjami. Trasa przebiegu powinna być łatwo dostępna do konserwacji lub remontów. Trasowanie powinno uwzględniać miejsca mocowania konstrukcji wsporczych instalacji. Należy przestrzegać utrzymania jednakowych wysokości zamocowania wsporników i odległości między punktami podparcia (zawieszenia).

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

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. 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. 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.

Dobór elementów wsporczych powinien uwzględniać warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji. Zmiany kierunku trasy należy dokonywać przy użyciu odpowiednich elementów kątowych i rozgałęźnych (złązek kątowych i rozgałęźnych). 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.

W zależności od przyjętej technologii montażu łączenie rur między sobą oraz ze sprzętem i osprzętem należy wykonać poprzez:

- wsuwanie końców rur w otwory sprzętu i osprzętu z równoczesnym uszczelnieniem,
- wkręcanie w sprzęt i osprzęt nagwintowanych końców rur,
- wkręcanie lub wsuwanie nagrzaných końców rur w otwory sprzętu i osprzętu z równoczesnym uszczelnieniem,
- wsunięcie nagrzanego końca rury (kielicha) na koniec drugiej rury.

Przed przystąpieniem do wciągania przewodów należy sprawdzić prawidłowość i przelotowość wykonanego rurowania zamontowanego sprzętu, osprzętu i połączeń. 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.

#### **4.2.1.4 Instalacje pod tynkiem - instalacje wykonywane przewodami wielożyłowymi w rurach instalacyjnych (osłonowych)**

##### **Trasowanie**

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

##### **Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów**

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. Dobór elementów wsporczych powinien uwzględniać warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja pracuje oraz sam rodzaj instalacji.

##### **Przejścia przez ściany i stropy**

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

## Kucie bruzd

Jeśli nie wykonano bruzd w czasie wznoszenia budynku, należy to zrobić w trakcie montażu instalacji. Bruzdy należy dostosować do średnicy rury z uwzględnieniem rodzaju i grubości tynku. Przy układaniu dwóch lub kilku rur w jednej bruździe, szerokość bruzdy powinna być taka, aby odstępy w świetle między rurami wynosiły nie mniej niż 5 mm.

Rury zaleca się układać jednowarstwowo. Zabronione jest kucie bruzd, przebić i przepustów w betonowych elementach konstrukcyjno-budowlanych. Zabronione jest wykonywanie bruzd w cienkich ścianach działowych w sposób osłabiający ich konstrukcję. Przy przejściu z jednej strony ściany na drugą (lub ze ściany na strop) cała rura powinna być pokryta tynkiem. Przejścia przez ściany należy wykonywać w taki sposób, aby rurę można było wyginać łagodnymi łukami, o promieniu nie mniejszym od wartości podanych w tablicy 1.

**Tablica 1.** 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

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

## Układanie rur i osadzanie puszek

Rury należy układać i mocować w uprzednio wykonanych bruzdach. Łuki z rur sztywnych należy wykonywać przy użyciu gotowych kolanek lub przez wyginanie rur w trakcie ich układania. Przy kształtowaniu łuku spłaszczenie rury nie może być większe niż 15% wewnętrznej średnicy rury. Najmniejsze dopuszczalne promienie łuku podane są w tablicy 10. Łączenie rur należy wykonać za pomocą przewidzianych do tego celu złączek (lub przez kielichowanie). Puszki powinny zostać osadzone na takiej głębokości, aby ich górna (zewnętrzna) krawędź po otynkowaniu ściany była zrównana (zlicowana) z tynkiem. Przed zainstalowaniem należy w puszcze wyciąć wymaganą liczbę otworów dostosowanych do średnicy wprowadzanych rur. Koniec rury powinien być wprowadzony do środka puszki na głębokość do 5 mm.

## Wciąganie przewodów do rur

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

### 4.2.1.5 Instalacje w tynku

## Mocowanie puszek i rur

Puszki i rury powinny być mocowane w sposób pewny i trwały do form oraz elementów zbrojenia przed zalaniem ich masą betonową. Rury należy łączyć z sobą przy użyciu złączek. Połączenia puszek z rurami oraz rur między sobą powinny być zabezpieczone przed przedostaniem się do wnętrza masy betonowej. 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. Do zawieszania opraw oświetleniowych na suficie należy stosować puszki sufitowe przystosowane do wkręcania uchwyty (haczyka). W puszkach stropowych przeznaczonych do wyprowadzenia instalacji ze stropu na ścianki działowe trzeba pozostawić około 0,2 m zapasu rury wprowadzonej

do puszek. Puszki i rury mocuje się po zestawieniu jednej okładki formy ze zbrojeniem. Rury po zalaniu masą betonową powinny być drożne, a puszki pozbawione zanieczyszczeń. Mocowanie puszek dla wyprowadzenia instalacji ze stropu na ścianki działowe nie wylewane należy wykonać tak, aby oś puszki pokrywała się z osią budowanej ścianki. Zabrania się kucia bruzd, przebić i przepustów w betonowych elementach konstrukcyjno-budowlanych.

#### **4.2.2. Montaż elementów instalacji elektrycznych**

##### **4.2.2.1 Montaż aparatury**

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.

W ogólnie dostępnych instalacjach wewnętrznych należy montować aparaty zabezpieczające z pokrywami osłaniającymi części pod napięciem. Aparaty zabezpieczające zainstalowane przed licznikiem należy osłonić pokrywą przystosowaną do plombowania. Wszystkie aparaty należy montować w położeniu przewidzianym przez producenta. Aparaty wydzielające duże ilości ciepła należy instalować w odległości co najmniej  $15 \div 20$  mm od innych aparatów. Przewody w skrzynkach, szafkach, tablicach układa się w wiązkach na uchwytych, korytkach lub luźno między zaciskami aparatów i listew. Przy montażu przewodów jednożyłowych o przekroju żyły powyżej  $10 \text{ mm}^2$  należy stosować końcówki kablowe. Przewody wielożyłowe należy po odizolowaniu umocować w aparacie i (dla przewodów o przekroju żyły powyżej  $6 \text{ mm}^2$ ) zastosować końcówki kablowe.

##### **4.2.2.2 Montaż opraw oświetleniowych**

Liczba, rozmieszczenie i konstrukcja opraw oświetleniowych powinna spełniać odpowiednie parametry:

- natężenia oświetlenia,
- równomierności oświetlenia,
- stopnia zabezpieczenia przed olśnieniem.

W sieci oświetlenia podstawowego wewnętrznego należy stosować napięcie nie wyższe niż 250 V względem ziemi. 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. Do obwodu oświetleniowego

danej fazy należy przyłączyć nie więcej niż 30 opraw z lampami fluorescencyjnymi. Obwody oświetlenia podstawowego wewnętrznego nie mogą mieć zabezpieczeń nadprądowych większych niż 25 A. Oprawy zamocowane na zewnątrz pomieszczeń i w 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).

Oprawy oświetleniowe powinny być przystosowane do przyłączenia ich do sieci zasilającej.

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

W instalacji w wykonaniu szczelnym należy:

- przewody i kable uszczelniać w sprzęcie, osprzęcie, aparatach lub odbiornikach a 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,
- po dokręceniu dławic uszczelnić je dodatkowo,
- stosować sprzęt i osprzęt natynkowy w wykonaniu szczelnym (o stopniu ochrony IP 44).

#### **4.2.2.4 Mocowanie sprzętu i osprzętu**

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.

Instalowanie gniazd wtyczkowych i łączników w mieszkaniach powinno być zgodne z technologią wykonania instalacji (systemem instalacyjnym) w danym pomieszczeniu. 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). Przy rozmieszczaniu gniazd w pomieszczeniach należy uwzględnić charakter i kształt pomieszczenia oraz ustawienie mebli. Zaleca się, aby:

- w pomieszczeniach, w których instalacja jest wykonana w listwach przypodłogowych, 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 łączniki 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 bezpośrednio sprzętu i osprzętu niehermetycznego do podłoża palnych należy wykonać na podkładkach blaszanych, znajdujących się co najmniej pod całą powierzchnią danego sprzętu,
- w pomieszczeniach, w 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 puszkach - kasetonach podłogowych).

W pomieszczeniach suchych należy stosować sprzęt instalacyjny w wykonaniu zwykłym, natomiast w pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu – sprzęt w wykonaniu szczelnym. Sprzęt i osprzęt należy zamocować do podłoża w sposób zapewniający jego pewne, trwałe i bezpieczne osadzenie (najczęściej przez przykręcenie).

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

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. Powierzchnie styków należy zabezpieczać przed korozją. Połączenia należy wykonać za pomocą spawania, zacisków śrubowych lub w inny sposób określony w projekcie technicznym. W instalacjach elektrycznych wewnętrznych, łączenie przewodów należy wykonywać w sprzęcie i osprzęcie instalacyjnym. W przypadku łączenia przewodów nie należy stosować połączeń skręcanych. Długość odizolowanej żyły przewodu powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie. Przewody w miejscach połączeń powinny mieć zapas długości. Przewód ochronny PE powinien mieć większy zapas niż przewody czynne. Przewody powinny być ułożone swobodnie i nie powinny zostać narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia. Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie powinno powodować uszkodzeń mechanicznych. Do danego zacisku należy przyłączać przewody o rodzaju, przekroju i liczbie, do jakich zacisk jest przystosowany. Żyły jednodrutowe powinny mieć zakończenia:

- proste, nie wymagające 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.

Żyły wielodrutowe powinny mieć zakończenia:

- proste, nie wymagające obróbki; po zdjęciu izolacji podłączone do specjalnie przystosowanych zacisków zapewniających obciśnięcie żyły i nie powodujące uszkodzenia struktury zakończenia żyły,
- z końcówką,
- z tulejką (końcówką rurową) umocowaną przez zaprasowanie.

W gniazdach bezpiecznikowych przewod doprowadzający należy połączyć z szyną gniazda (śrubą stykową), a przewód zabezpieczony z gwintem. W oprawach oświetleniowych i podobnym sprzęcie przewód fazowy lub „+” należy łączyć ze stykiem wewnętrznym, a przewód neutralny lub „—” z gwintem (oprawką). Śruby i wkręty do łączenia szyn oraz przewodów powinny mieć taką długość, aby po skręceniu połączenia wystawały co najmniej na wysokość  $2 \div 6$  zwojów. Śruby, nakrętki i

podkładki stalowe powinny zostać pokryte galwanicznie metalową warstwą antykorozyjną.

### **4.2.3. Montaż i instalowanie rozdzielnic.**

#### **4.2.3.1 Wymagania ogólne dotyczące pomieszczeń**

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. W trakcie realizacji budynków stacyjnych należy zwrócić szczególną uwagę na przygotowanie kanałów, wnęk i przepustów pod szyny, kable, aparaty i urządzenia rozdzielcze oraz zamontowanie odpowiednich kotew, ram, rur itp., tak aby w czasie montażu nie zachodziła potrzeba kucia większych otworów.

#### **4.2.3.2 Montaż rozdzielnic.**

Rozdzielnice, sterownice lub baterie kondensatorów należy ustawiać następująco:

- urządzenia stojące należy połączyć z podłożem następująco:
  - w przypadku ustawienia urządzenia na kształownikach, związanych z podłożem w toku prac budowlanych, przykręcić do nich ramę dolną urządzenia,
  - W przypadku ustawienia urządzenia bezpośrednio na podłożu, w którym zostały wykonane zagłębienia pod kotwy, umieścić śruby kotwiące w przewidzianych do tego celu otworach w konstrukcji urządzenia, założyć podkładki i nakrętki, a następnie zalać śruby betonem: po stwardnieniu betonu nakrętki na śrubach kotwiących należy dokręcić do oporu,
  - w przypadku ustawiania lekkich urządzeń bezpośrednio na podłożu, 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,
- 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,
- urządzenia przyściennie, naściennie oraz wnękowe należy przykręcić do konstrukcji lub kotew zamocowanych w podłożu
- 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,
- urządzenia współpracujące z mostami szynowymi należy łączyć z podłożem po zamontowaniu mostów

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

#### **4.2.3.3 Wykonanie połączeń ochronnych**

Urządzenia dostarczone na miejsce montażu powinny mieć wewnętrzne połączenia ochronne. W urządzeniach dostarczanych na miejsce montażu w zestawach transportowych, po ustawieniu ich należy wykonać połączenia ochronne konstrukcji pomiędzy poszczególnymi zestawami. W urządzeniach, jeżeli nie zostało to już wykonane, należy ułożyć główny przewód ochronny urządzenia i połączyć z nimi zaciski ochronne poszczególnych celek oraz przewody ochronne aparatów.

Przewody ochronne powinny być oznaczone kombinacją barw żółtej i zielonej.

#### **4.2.4. Montaż środków ochrony przeciwporażeniowej**

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

Napięcie znamionowe nie może przekraczać górnej granicy I (50V prądu przemiennego i 120V prądu stałego) Źródło zasilania dla SELV I PELV winny spełniać określone warunki

- transformator ochronny – wg IEC 742
- źródło prądu zapewniające stopień bezpieczeństwa równoważny transformatorowi ochronnemu wymienionemu w punkcie a) (np. przetwornica dwumaszynowa z uzwojeniami zapewniającymi równoważną izolację)
- źródło elektrochemiczne (np. bateria akumulatorów) lub inne źródło niezależne od obwodu zasilającego o wyższym napięciu (np. zespół prądotwórczy napędzany silnikiem Diesla)
- 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

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. 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.

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,

Części czynne obwodów SELV nie powinny być połączone z uziomem ani z częściami czynnymi lub/i przewodami ochronnymi wchodzącymi w skład innych obwodów. Części przewodzące dostępne nie powinny być połączone:

- z uziomem
- z przewodami ochronnymi lub/i 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.

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 probierczym 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.

Ochronę przed dotykiem bezpośrednim dla PELV należy zapewnić przez:

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

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim spełniająca wymagania wg p 10 nie jest konieczna, jeżeli urządzenie znajduje się w strefie objętej wpływem połączenia wyrównawczego, a 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.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim dla PELV powinna być zapewniona przez:

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



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

Ochrona przed dotykiem pośrednim dla PELV powinna być zapewniona przez:

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

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

#### **4.2.4.2 Ochrona przed dotykiem bezpośrednim**

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 wytrzymywać obciążenia mechaniczne oraz wpływy chemiczne, elektryczne i termiczne, na jakie może być narażona podczas eksploatacji. Pokrycie farbą, pokostem i podobnymi produktami zastosowane samodzielnie nie są na ogół uznawane za środki mogące zapewnić odpowiednią izolację chroniącą przed porażeniem prądem elektrycznym podczas eksploatacji. Uwaga. Jeżeli izolacja jest wykonana w trakcie montażu instalacji, to jej jakość powinna być potwierdzona próbami analogicznymi do tych, którym poddaje się izolację podobnych urządzeń produkowanych fabrycznie.

Ochrona przy użyciu ogrodzenia (przegrody) lub obudowy (osłony). Uwaga. Ogrodzenia lub obudowy są przeznaczone do zapobiegania jakimkolwiek dotykowi części czynnych. Części czynne powinny być umieszczone wewnątrz obudów lub ogrodzeń zapewniających stopień ochrony co najmniej IP2X, z wyjątkiem przypadków, gdy niższy stopień ochrony występuje podczas wymiany części, jak np. w przypadku opraw oświetleniowych, gniazd wtyczkowych i bezpieczników lub gdy niższy stopień ochrony jest konieczny dla właściwego funkcjonowania urządzenia zgodnie z odpowiednimi wymaganiami dotyczącymi tego urządzenia. W takich przypadkach należy:

- przedsięwziąć odpowiednie środki ostrożności w celu zapobieżenia przypadkowemu dotknięciu części czynnych przez ludzi i zwierzęta domowe oraz
- zapewnić ludziom należyłą informację o możliwości dotknięcia części czynnych i ostrzeżenie przed ich świadomym dotknięciem.

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

warunki środowiskowe. Jeżeli konieczne jest usunięcie ogrodzeń lub otwarcie obudów albo usunięcie części obudów, to czynności te powinny być możliwe do wykonania tylko:

- przy użyciu klucza albo narzędzia
- po wyłączeniu zasilania części czynnych chronionych przez te ogrodzenia lub obudowy, przy czym ponowne włączenie zasilania powinno być możliwe dopiero po ponownym założeniu ogrodzeń lub zamknięciu obudów
- gdy istnieje osłona wewnętrzna o stopniu ochrony nie mniejszym niż IP2X uniemożliwiająca dotknięcie części czynnych; usunięcie jej powinno być możliwe tylko przy użyciu klucza lub narzędzia.

Ochrona przy użyciu bariery (przeszkody)

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

Ochrona przez umieszczenie poza zasięgiem ręki

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

Uwaga. Dwie części uważa się za jednocześnie dostępne, jeżeli znajdują się w odległości od siebie nie większej niż 2,5 m.

- Jeżeli przestrzeń, w której normalnie mogą przebywać ludzie, jest ograniczona w kierunku poziomym przez barierę (np. poręcz, siatkę) zapewniającą ochronę w stopniu mniejszym niż IP2X, to zasięg ręki powinien być mierzony od tej bariery. W kierunku pionowym zasięg ręki wynosi 2,5 m od powierzchni stanowiska S, na której może przebywać człowiek, przy czym nie uwzględnia się żadnych pośrednich barier mających stopień ochrony mniejszy niż IP2X.

Uwaga. Długość zasięgu ręki odnosi się do bezpośredniego dotknięcia gołą ręką bez uwzględnienia środków pomocniczych (np. narzędzi lub drabin).

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

Uzupełnienie ochrony przed dotykiem bezpośrednim przy użyciu urządzeń ochronnych różnicowoprądowych

#### **4.2.4.3 Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa)**

##### **4.2.4.3.1 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**

W układzie TN Wszystkie części przewodzące dostępne instalacji powinny być przyłączone do uziemionego punktu zasilania za pomocą przewodów ochronnych uziemionych na każdym transformatorze lub prądniczy 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 prądniczy. 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 –  $S \geq 10 \text{ mm}^2$

#### **4.2.4.3.2 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.

Ochronę tę należy zapewnić przez zastosowanie:

- 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)
- urządzeń o izolacji podstawowej z wykonaną w czasie montażu instalacji elektrycznej izolacją dodatkową, zapewniającą stopień bezpieczeństwa równoważny urządzeniom elektrycznym wg p.a).
- urządzeń o izolacji wzmocnionej pokrywającej nieizolowane części czynne, wykonanej w czasie montażu instalacji, zapewniającej stopień bezpieczeństwa równoważny urządzeniom

elektrycznym w° p. a); taką izolację dopuszcza się tylko w tych miejscach, w których warunki konstrukcyjne uniemożliwiają zastosowanie izolacji podwójnej.

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. 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. 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. 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. 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 w celu zapobieżenia przypadkowemu dotknięciu tych części przez ludzi. Usunięcie tej przegrody powinno być możliwe tylko przy użyciu narzędzi. 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. Obudowa nie powinna utrudniać działania znajdujących się w niej urządzeń. Instalowanie urządzenia wymienionego w p.1 a) (zamocowanie, przyłączenie przewodów itp.) powinno być wykonane tak, aby nie mogło pogorszyć ochrony przewidzianej w opisie urządzenia.

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

##### **4.2.4.4.1 Przewody ochronne PE**

Jako przewody ochronne PE mogą być stosowane:

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

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

- ich ciągłość elektryczna jest zapewniona przez zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne i nie zagrażającej występujące narażenia mechaniczne, chemiczne lub elektrochemiczne,

- ich konduktancja jest co najmniej równa konduktancji .wymaganej od przewodów ochronnych PE,
- jest zapewniona możliwość przyłączenia do nich, w przewidzianych miejscach, innych przewodów ochronnych PE.

Części przewodzące obce mogą być wykorzystywane jako przewody ochronne PE, jeżeli spełniają wymagania poz. 2.a) i b), a ponadto:

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

Wykorzystywanie, jako przewodów ochronnych PE, rur wodociągowych jest dopuszczalne pod warunkiem uzyskania zgody ich właściciela. Nie należy wykorzystywać rur instalacji gazowych. Jeżeli na odcinku, na którym rura wodociągowa jest wykorzystywana jako przewód ochronny PE (przewód wyrównawczy), znajduje się wodomierz, to powinien on być zbocznikowany. Przekrój przewodu bocznikującego powinien spełniać wymagania stawiane przekrojowi przewodu ochronnego PE (przewodu wyrównawczego); nie wymaga się przekroju większego niż:

- 16 mm<sup>2</sup> w przypadku linki miedzianej ocynowanej,
- 25 mm<sup>2</sup> w przypadku linki stalowej ocynkowanej lub ocynowanej,
- 60 mm<sup>2</sup> w przypadku taśmy stalowej o grubości co najmniej 3 mm.

Przewody ochronne PE powinny mieć na całej długości oznaczenie barwne zgodne z [PN/E-05023](#). Przewody ochronne PE ułożone na stałe powinny być wykonane z miedzi, aluminium lub stali a przewody ochronne PE ruchome - z miedzi lub stali o dostatecznej giętkości.

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

- 2,5 mm<sup>2</sup>, jeśli przewód jest chroniony od uszkodzeń mechanicznych,
- 4 mm<sup>2</sup>, jeśli przewód nie jest chroniony od uszkodzeń mechanicznych.

Przekrój przewodu ochronnego PE powinien być nie mniejszy niż przekrój  $S_{PE}$  podany w tab. 2. 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 dobrego według tab. 2.

Tabela 2. 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

Połączenia przewodów ochronnych PE, z wyjątkiem połączeń spawanych i połączeń w obudowie nierozbieralnej, np. zatapianych w materiale izolacyjnym, powinny być dostępne dla kontroli. W przewodach ochronnych PE nie należy umieszczać aparatury łączeniowej; zakaz nie dotyczy urządzeń wtykowych ze stykami ochronnymi PE. Dla ułatwienia badań można zastosować w

przewodach ochronnych PE połączenia rozłączalne tylko przy użyciu narzędzi. W przypadku stosowania elektrycznej kontroli ciągłości uziemienia, w przewodach ochronnych PE nie należy instalować cewek urządzeń kontrolnych.

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

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. Przewody ruchome, użyte na czas zasilania awaryjnego, do przyłączenia zespołu prądotwórczego albo do zastąpienia uszkodzonego odcinka linii napowietrznej lub kablowej, należy traktować jak przewody ułożone na stałe, w rozumieniu poz. 1. Jako przewody ochronno-neutralne PEN należy stosować przewody miedziane lub aluminiowe. Zaleca się, aby były one z tego materiału, co przewody skrajne. Przewód ochronno-neutralny PEN powinien mieć przekrój wymagany od przewodu neutralnego N, lecz nie mniejszy niż: 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. Przewód ochronno-neutralny PEN powinien mieć oznaczenie barwne zgodne z aktualną normą. Nie należy wykorzystywać części przewodzących dostępnych i części przewodzących obcych w roli przewodu ochronno-neutralnego PEN. Jeżeli w określonym punkcie instalacji rozdziela się przewód ochronno-neutralny PEN na przewód ochronny PE 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 zacisku (szyny) PE zaś zacisk (szynę) N - połączyć z zaciskiem (szyną) PE. 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. 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.

#### **4.2.4.4.3 Przewody wyrównawcze**

Jako przewody wyrównawcze mogą być stosowane:

- miedziane przewody jednożyłowe gołe lub izolowane,
- miedziane żyły przewodów wielożyłowych,
- stalowe przewody gołe lub pokryte trwałymi powłokami antykorozyjnymi.

W miejscach, w których przewody gołe byłyby narażone na przyspieszoną korozję, należy stosować przewody izolowane lub przewody pokryte trwałymi powłokami antykorozyjnymi, np. ocynkowane. Do wykonywania nieuziemionych połączeń wyrównawczych należy używać przewodów izolowanych. Jako połączenia wyrównawcze miejscowe mogą być wykorzystywane zamocowane na stałe części przewodzące obce, np. stalowe konstrukcje budowlane. Przewody wyrównawcze powinny być układane na podłożu stałym wzdłuż trasy możliwie krótkiej, w miejscach, w których nie będą narażone na uszkodzenia mechaniczne. Przekrój (uziemionych) przewodów wyrównawczych głównych i miejscowych powinien być nie mniejszy niż podany w tab. 3 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 obejmy

zapewniającej połączenie elektryczne nie gorsze niż połączenie śrubowe. Zaciski przewodów wyrównawczych powinny być oznaczone symbolem graficznym, jak na rys. 1.



Rys. 1. Oznaczenie zacisku przewodu wyrównawczego

Tabela 3. 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: $S_w \geq 2,5 \text{ mm}^2$ , jeśli są chronione od uszkodzeń mechanicznych $S_w \geq 4 \text{ mm}^2$ , jeśli nie są chronione od uszkodzeń mechanicznych	
Dopuszczalne złagodzenie wymagania podstawowego	Dopuszcza się, by $S_w$ był nie większy niż $25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}^{1)}$	-	-

<sup>1)</sup> W przypadku stosowania innego metalu niż miedź należy przyjmować przekrój zapewniający taką samą obciążalność prądową, jaką ma podany przewód miedziany.

**Oznaczenia:**

$S_w$  - przekrój przewodu wyrównawczego,  
 $S_{PEmax}$  - największy wymagany przekrój przewodu ochronnego w całej instalacji,  
 $S_{PEmin}$  - najmniejszy wymagany przekrój przewodu ochronnego spośród przewodów doprowadzonych do rozpatrywanych części przewodzących dostępnych,  
 $S_{PE}$  - przekrój przewodu ochronnego doprowadzonego do rozpatrywanej części przewodzącej dostępnej

#### 4.2.4.5 Przyłączanie urządzeń elektrycznych

##### 4.2.4.5.1 Wymagania ogólne

Zewnętrzne warstwy ochronne przyłączonych przewodów czynnych mogą być usuwane tylko z tych części przewodu, które po przyłączeniu będą niedostępne. Metalowe warstwy ochronne przewodów należy usunąć i zakończyć w takich miejscach i w taki sposób, aby nie mogły zetknąć się z częściami czynnymi. 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. Koniec żyły wielodrutowej należy zabezpieczyć, np. zaciskaną tulejką, przed możliwością oddzielenia się poszczególnych drutów lub skrętek. Końce żył przewodów wprowadzonych do wnętrza urządzenia, a nie wykorzystanych, należy unieruchomić i izolować. Przewody nie powinny przenosić naciągu na nieprzystosowane do tego zaciski. Urządzenie klasy ochronności I powinno mieć jeden zacisk ochronny, umieszczony w pobliżu zacisków przewodów czynnych, oznaczony symbolem graficznym jak na rys. 2.



Rys. 2. Oznaczenie zacisku przewodu ochronnego

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). Przewód (żyła) ochronny PE bądź przewód ochronno-neutralny PEN (ochronno-powrotny PER) powinien mieć większy nadmiar długości niż przewody

(żyły) czynne. Przewodu (żyły) o oznaczeniu żółto-zielonym nie należy używać w roli przewodu (żyły) czynnego.

#### **4.2.4.5.2 Przyłączanie urządzeń ruchomych i nieprzenośnych**

Wymagania poniższe dotyczą również urządzeń stałych, jeśli są przyłączone do instalacji przewodem ruchomym. Urządzenie należy przyłączyć jednym przewodem wielożyłowym o stosownej liczbie żył. Jeżeli do urządzenia ma być przyłączony przewód ochronny PE, powinien on stanowić osobną żyłę przewodu zasilającego. Kilku przewodami, także jednożyłowymi, mogą być przyłączane ruchome urządzenia pomiarowe; inne urządzenia - tylko w przypadkach uzasadnionych względami technologicznymi. W miejscu wprowadzenia do wnętrza urządzenia przewód ruchomy powinien być chroniony przed uszkodzeniem przez krawędź otworu przepustowego oraz przed nadmiernym przegięciem. Zaleca się przepusty z materiału izolacyjnego. Nie należy stosować odgiętek metalowych. Przewód ruchomy wprowadzony do wnętrza urządzenia powinien być zamocowany w odciążce (uchwycie) tak, aby nie mógł ulec przekręceniu ani nie przenosił naciągu na zaciski. Na odcinku między odciążką (uchwytem) a zaciskami żyły nie powinny być naciągnięte i nie powinny się krzyżować. Zaleca się wykonywać z materiału izolacyjnego przynajmniej części odciążki (uchwyty) stykające się z przewodem.

#### **4.2.4.5.3 Urządzenia wtykowe**

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

### **4.3. 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

### **4.4. Badanie (sprawdzanie)**

#### **4.4.1. Postanowienia ogólne**

Każda instalacja podczas montażu i/lub po jej wykonaniu, a przed przekazaniem do eksploatacji, powinna być poddana oględzinom i próbom w celu sprawdzenia, czy zostały spełnione wymagania niniejszej normy. Dokumentację techniczną wraz ze schematami, należy udostępnić osobom wykonującym sprawdzanie instalacji. W czasie sprawdzania i wykonywania prób należy podjąć środki ostrożności w celu zapewnienia bezpieczeństwa osób i uniknięcia uszkodzeń obiektu oraz zainstalowanego wyposażenia. W przypadku rozbudowy lub zmiany istniejącej instalacji, należy sprawdzić, czy ta rozbudowa lub zmiana są zgodne z niniejszą normą i czy nie powodują one pogorszenia stanu bezpieczeństwa istniejącej instalacji.



#### **4.4.2. 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

#### **4.4.3. Badanie materiałów**

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

#### **4.4.4. Oględziny**

Oględziny należy wykonywać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji. Oględziny mają na celu potwierdzenie, że zainstalowane na stałe urządzenia elektryczne:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach przedmiotowych;
- zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane zgodnie z normą PN-93 eE05009/61
- nie mają widocznych uszkodzeń wpływających na pogorszenie bezpieczeństwa

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

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

#### **4.4.5. Próby**

##### **4.4.5.1 Postanowienia ogólne**

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

- ciągłości przewodów ochronnych, w 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.

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

Ciągłość przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych

Należy wykonać próbę ciągłości przewodów. Zaleca się wykonanie próby przy użyciu źródła prądu stałego lub przemiennego o napięciu 4 – 24 V w stanie bezobciążeniowym i prądem co najmniej 0,2 A

Rezystancja izolacji instalacji elektrycznej

Rezystancję izolacji należy zmierzyć

- między przewodami roboczymi brany kolejno po dwa;

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

- między każdym przewodem roboczym i ziemią

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

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. powyższej.

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.

Próba działania

Zespoły takie jak rozdzielnice i sterownice, napędy, urządzenia sterownicze, blokady powinny być poddane próbie działania w celu stwierdzenia czy są one 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.

#### **4.4.6. Sprawdzenie dokumentacji**

##### **4.4.6.1 Sprawdzenie dokumentów wykonanych 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.

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

Sprawdzenie dokumentów dotyczących materiałów polega na stwierdzeniu zgodności ich wykonania z wymaganiami. 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.

##### **4.4.6.3 Sprawdzenie dokumentów dotyczących przekazania frontu robót.**

Sprawdzenie dokumentów dotyczących przekazania frontu robót dla montażu instalacji elektrycznych polega na kontroli przedstawionych przez kierownika budowy zapisów w dzienniku budowy potwierdzonych przez inspektora nadzoru świadczących o przekazaniu frontu robót pod montaż instalacji elektrycznych.

##### **4.4.6.4 Sprawdzanie dokumentów dotyczących wykonania instalacji elektrycznych wewnętrznych**

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

##### **4.4.6.5 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.

#### **4.5. Odbiór**

##### **4.5.1. 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

#### **4.5.2. Odbiór frontu robót**

Przed przystąpieniem do robót montażowych należy odebrać protokolarnie front robót od generalnego wykonawcy lub inwestora. 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.

#### **4.5.3. Odbiory międzyoperacyjne**

Odbiory międzyoperacyjne powinien przeprowadzić organ nadzoru przedsiębiorstwa wykonującego instalacje elektryczne.

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.

#### **4.5.4. Odbiory częściowe**

Odbiory robót ulegających zakryciu; odbiorom tym podlegają:

- ułożone w kanałach, lecz nie przykryte kable,
- instalacje podtynkowe przed tynkowaniem,
- inne fragmenty instalacji, które będą niewidoczne 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. Pozostałe odbiory częściowe; przed odbiorem końcowym dużych skomplikowanych instalacji elektrycznych należy przekazać inwestorowi poszczególne fragmenty instalacji w drodze odbiorów częściowych.

#### **4.5.5. Odbiór końcowy**

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.

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.

#### **4.5.6. Przekazanie instalacji do eksploatacji**

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

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

Obmiar robót zostanie sporządzony, w przypadku rozliczenia kosztorysowego.

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

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

### **7. Przepisy związane**

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