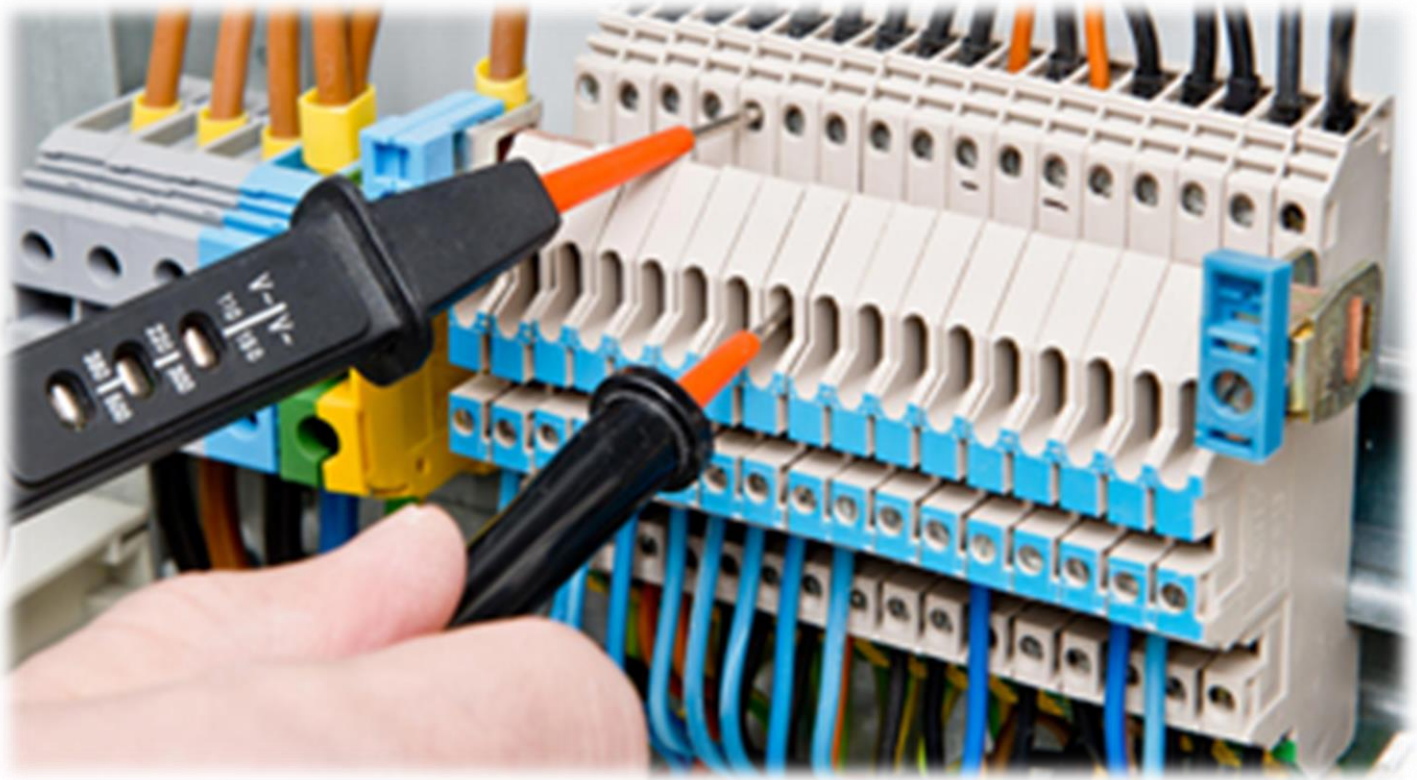
ELEKTROTECHNIKA
część 5

Obwody instalacji elektrycznych niskiego napięcia mogą być wykonane w różnych **układach sieciowych**. Mogą się różnić one systemem ochrony przeciwporażeniowej, sposobem uziemienia obiektów oraz liczbą przewodów wiodących prąd.



Sieci uziemione prądu przemiennego mają najczęściej uziemiony punkt neutralny uzwojeń niskiego napięcia trójfazowych transformatorów obniżających, rzadziej jeden z przewodów fazowych. Uziemienie powinno być wykonane możliwie blisko źródła zasilania (zwykle to ma miejsce w stacji transformatorowej).

W **sieciach izolowanych** zasilanych z sieci wysokiego napięcia stosuje się bezpieczniki iskiernikowe włączone między punkt gwiazdowy (neutralny) transformatora i ziemię.

Układy sieci i instalacji niskiego napięcia

Sieci rozdzielcze i instalacje elektryczne niskiego napięcia mogą być wykonane, w zależności od przeznaczenia, jako układy uziemione lub izolowane od ziemi, posiadające różną liczbę przewodów oraz różne systemy ochrony przeciwporażeniowej, w tym inne sposoby uziemiania części przewodzących dostępnych.

Z tych względów, zgodnie normą HD 60364-1:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje – sieci rozdzielcze i instalacje elektryczne niskiego napięcia mogą być wykonane jako układy: **TN, TT i IT.**

W układzie TN rozróżnia się trzy podukłady: TN-C; TN-S i TN-C-S.

Litery używane w oznaczeniu symbolu układu sieci pochodzą od:
T – *terre* (franc.) – ziemia
N – *neutral* (ang.) – neutralny
I – *isolate* (ang.) – izolować
C – *combine* (ang.) – łączyć, wiązać
S – *separate* (ang.) – rozdzielać, oddzielać

Litery używane w oznaczeniu symbolu układu sieci mają następujące znaczenie:

Pierwsza litera – określa związek układu sieci z ziemią:
T – oznacza bezpośrednie połączenie jednego punktu układu sieci z ziemią (najczęściej jest to punkt neutralny);
I – oznacza, że wszystkie części czynne układu sieci są izolowane od ziemi (punkt neutralny nie ma żadnego połączenia z ziemią albo jest uziemiony przez ogranicznik przepięć bądź bardzo dużą impedancję);

Druga litera – określa sposób połączenia części przewodzących dostępnych instalacji z ziemią:
N – oznacza bezpośrednie połączenie elektryczne części przewodzących dostępnych z uziemionym punktem układu sieci, za pomocą przewodów ochronnych (uziemionym punktem układu sieci jest zazwyczaj punkt neutralny, albo przewód fazowy, jeżeli punkt neutralny nie jest dostępny);
T – oznacza bezpośrednie połączenie elektryczne części przewodzących dostępnych z uziemieniem ochronnym, niezależnie od uziemienia jakiegokolwiek punktu układu sieci;

Trzecia lub czwarta litera (jeżeli występuje) – oznacza związek przewodu neutralnego z przewodem ochronnym:
S – oznacza, że funkcję ochronną pełni przewód ochronny (PE) oddzielony od przewodu neutralnego (N)
C – oznacza, że funkcję przewodu neutralnego (N) i przewodu ochronnego (PE) pełni jeden wspólny przewód ochronno-neutralny (PEN).

W nowych modernizowanych sieciach konieczne jest stosowanie układu ***TN-S*** lub ***TN-C-S***. Związane jest to z normą dotyczącą bezpieczeństwa porażeniowego.

W tych układach przewód ochronno-neutralny ***PEN*** został rozdzielony na przewód ochronny ***PE*** i neutralny ***N***.

Eliminuje to takie zjawiska jak:

- pojawienie się napięcia fazowego na obudowach odbiorników,
- pojawienie się na przewodzie ***PEN*** napięcia niekorzystnego dla użytkowanych odbiorników, wywołanego przepływem przez ten przewód prądu wyrównawczego, spowodowanego zaistnieniem asymetrii prądowej w instalacji.

Instalacje elektryczne o układzie TN powinny odpowiadać następującym warunkom technicznym:

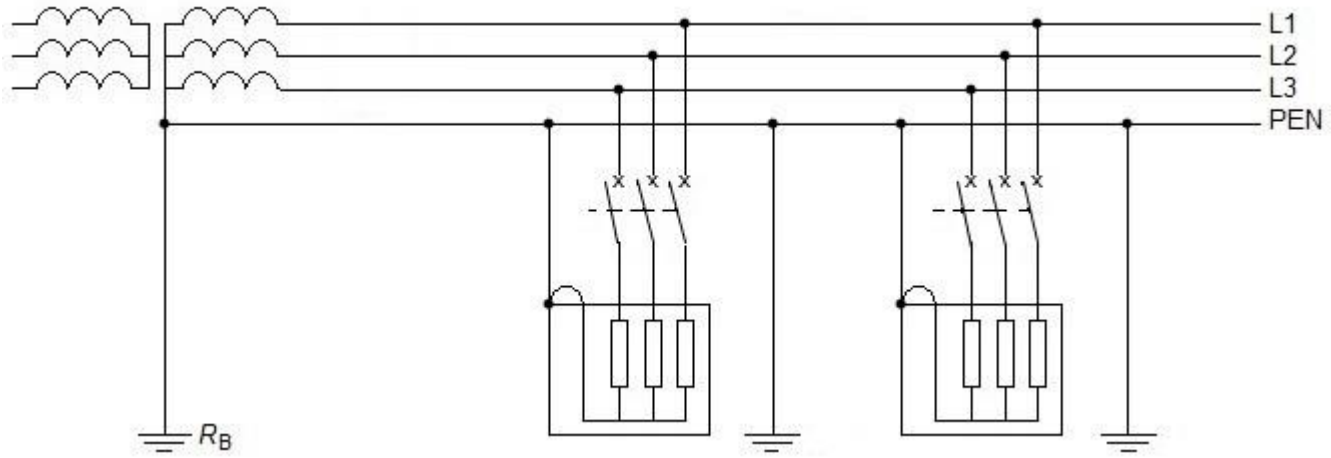
1) Punkt neutralny lub punkt środkowy układu zasilania powinien być bezpośrednio uziemiony przy źródle zasilania; najczęściej jest to punkt neutralny układu zasilania połączony z uziemieniem układu (R_B), które zapewnia utrzymanie na niższym poziomie napięcia względem ziemi (w układzie trójfazowym jest równe napięciu fazowemu);
2) Części przewodzące dostępne instalacji elektrycznej niskiego napięcia powinny być połączone z uziemionym punktem układu zasilania za pomocą przewodów ochronnych (PE lub PEN);
3) Zaleca się uziemienie przewodów ochronnych (PE lub PEN) w miejscu wprowadzenia ich do budynku lub posesji. Jeżeli są dostępne inne skuteczne uziemienia, to zaleca się uziemiać przewody ochronne wszędzie tam, gdzie jest to możliwe. Dodatkowe uziemienia przewodu ochronnego, rozmieszczone możliwe równomiernie, mogą być niezbędne, aby w razie uszkodzenia (przerwy) potencjał przewodu ochronnego był możliwie zbliżony do potencjału ziemi.

4) W przewodzie ochronnym (PE) i ochronno-neutralnym (PEN) nie należy umieszczać żadnych urządzeń do odłączania izolacyjnego ani do łączenia;
5) Metaliczna pętla zwarciowa w układzie TN obejmuje przewód ochronny i przewód liniowy oraz rozległą sieć uziomów;
6) Większy w układzie TN prąd zwarcia doziemnego powoduje, że już pierwsze zwarcie do ziemi jest wyłączane samoczynnie przez zastosowane urządzenia ochronne.

W zależności od powiązania przewodu neutralnego z przewodem ochronnym wyróżnia się trzy podukłady: TN-C; TN-S i TN-C-S o określonych wymaganiach instalacyjnych.

Układ TN-C

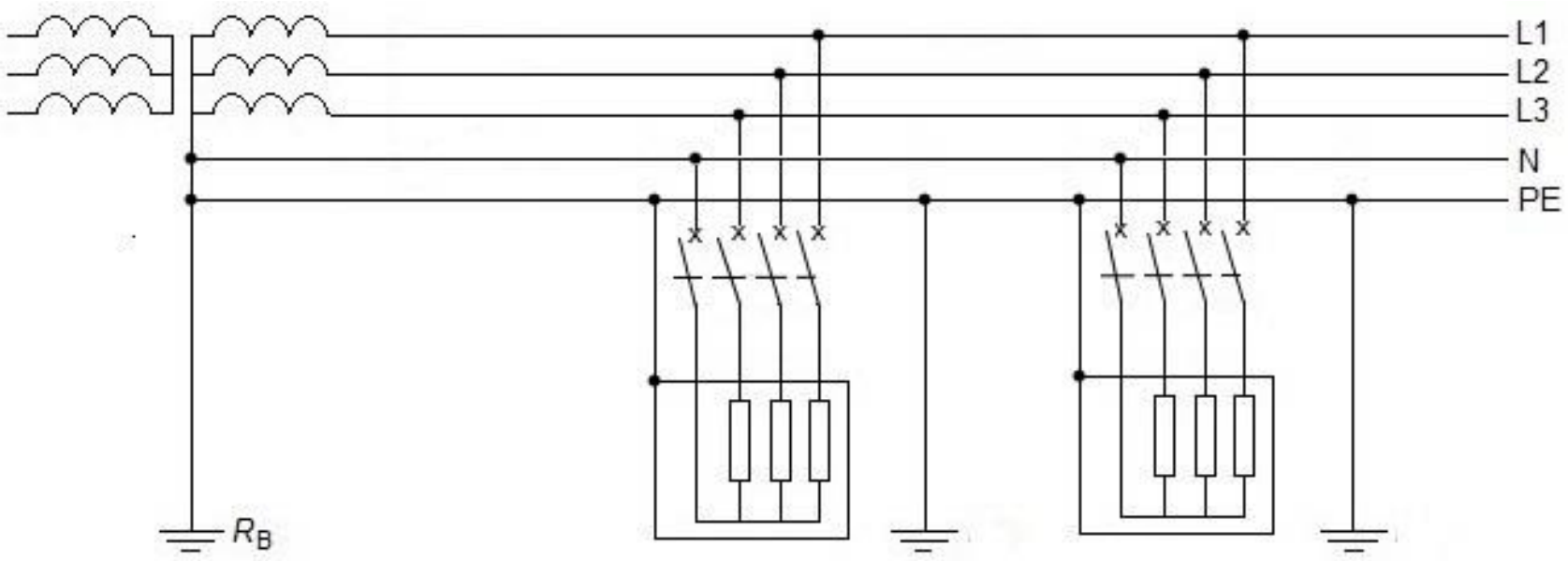
W układzie TN-C funkcję przewodu neutralnego (N) i ochronnego (PE) pełni jeden wspólny przewód ochronno-neutralny (PEN). Ochrona przed porażeniem elektrycznym jest realizowana przez połączenie wszystkich części przewodzących dostępnych z bezpośrednio uziemionym punktem układu sieci za pomocą przewodu ochronno-neutralnego (PEN)



W układzie TN-C wymagane jest zachowanie kolejności przyłączania przewodu ochronno-neutralnego (PEN) – zawsze w pierwszej kolejności do części przewodzącej dostępnej, jak na rysunku. (lub do styku ochronnego w gniazdku wtyczkowym).

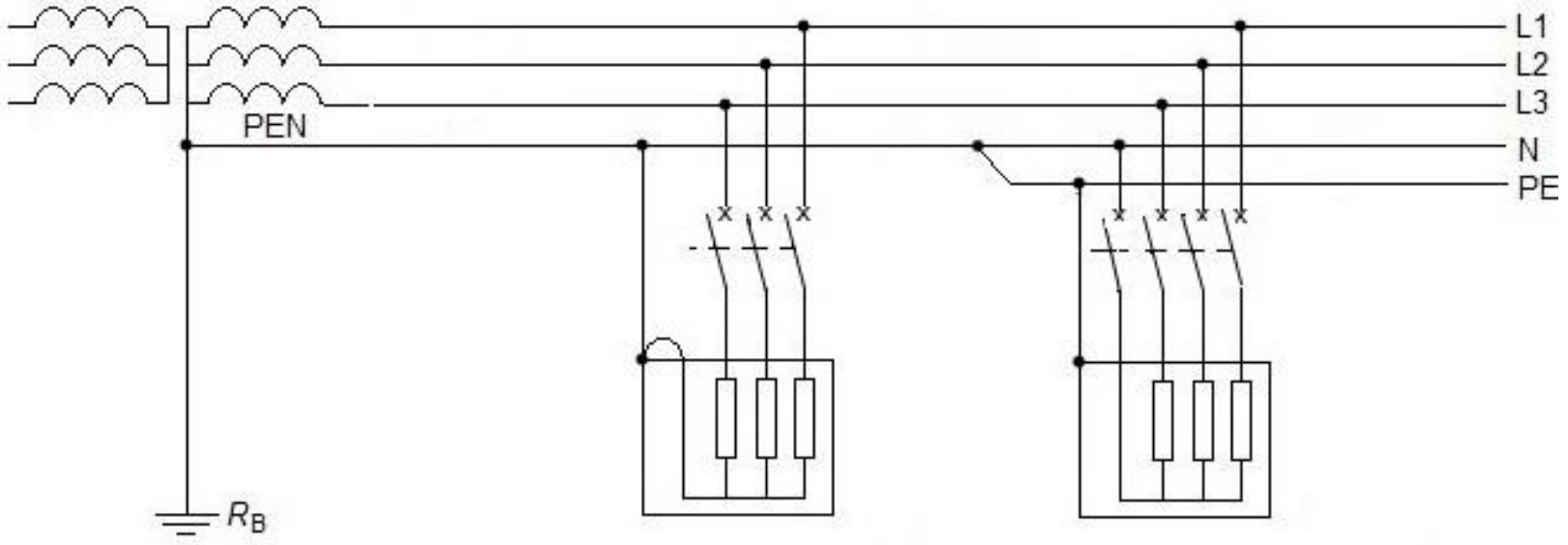
Układ TN-S

W układzie TN-S funkcje przewodu neutralnego (N) i ochronnego (PE) pełnią na całej długości oddzielne przewody N i PE. Ochrona przed porażeniem elektrycznym jest realizowana przez połączenie wszystkich części przewodzących dostępnych instalacji z bezpośrednio uziemionym punktem układu sieci, przy użyciu przewodu ochronnego (PE)



Układ TN-C-S

Układ TN-C-S jest układem, którego pierwszą część stanowi układ TN-C, a funkcję przewodu neutralnego i ochronnego pełni jeden wspólny przewód ochronno-neutralny (PEN), a drugą – układ TN-S, w którym funkcję ochronną i neutralną pełnią dwa oddzielne przewody PE i N. Punktem rozdziału przewodu ochronno-neutralnego (PEN) na przewód ochronny (PE) i przewód neutralny (N) może być złącze lub rozdzielnica główna budynku oraz każde inne odpowiednie miejsce w instalacji elektrycznej



Instalacje elektryczne o układzie TT

Instalacje elektryczne o układzie TT powinny odpowiadać następującym warunkom technicznym :

1) Punkt neutralny lub punkt środkowy układu sieci powinien być bezpośrednio uziemiony, przyłączony do uziemienia układu sieci (R_B). Jeżeli punkt neutralny lub środkowy jest niedostępny, powinien być uziemiony przewód liniowy;
2) Wszystkie części przewodzące dostępne instalacji chronione przez to samo urządzenie ochronne, powinny być przyłączone przewodem ochronnym do wspólnego uziomu ochronnego, niezależnego elektrycznie od uziemienia układu sieci (R_B). Jeżeli w układzie występuje kilka urządzeń ochronnych połączonych szeregowo, wymagania te dotyczą oddzielnie wszystkich części przewodzących dostępnych chronionych przez każde z urządzeń ochronnych;
3) Do ochrony przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania, należy stosować urządzenia ochronne różnicowoprądowe. Zabezpieczenia nadprądowe mogą być stosowane, pod warunkiem zapewnienia stałej i odpowiednio małej impedancji pętli zwarciowej;

Instalacje elektryczne o układzie IT

Instalacje elektryczne o układzie IT powinny odpowiadać następującym warunkom technicznym:

1) Wszystkie części czynne są izolowane od ziemi. Punkt neutralny nie ma żadnego połączenia z ziemią albo jest uziemiony przez ogranicznik przepięć bądź bardzo dużą impedancję. Połączenie układu z ziemią może być wykonane albo w punkcie neutralnym lub w punkcie środkowym układu albo w sztucznym punkcie neutralnym. W przypadku, gdy w układzie nie ma punktu neutralnego lub punktu środkowego – wówczas może być połączony z ziemią przez odpowiednio dużą impedancję – przewód liniowy;

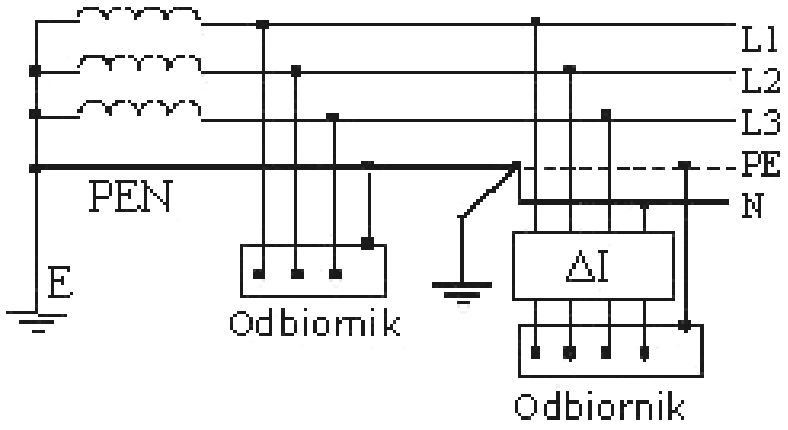
2) Przy pojedynczym zwarciu przewodu liniowego z częścią przewodzącą dostępną przyłączoną do uziomu ochronnego, prąd uszkodzeniowy jest mały i samoczynne wyłączenie zasilania w czasie wymaganym dla układu TN i TT nie jest bezwzględnie wymagane pod warunkiem, że są spełnione następujące wymagania:

a) części przewodzące dostępne instalacji elektrycznej w układzie IT są przyłączone do uziemienia ochronnego *(R_A)* indywidualnie lub zbiorowo,

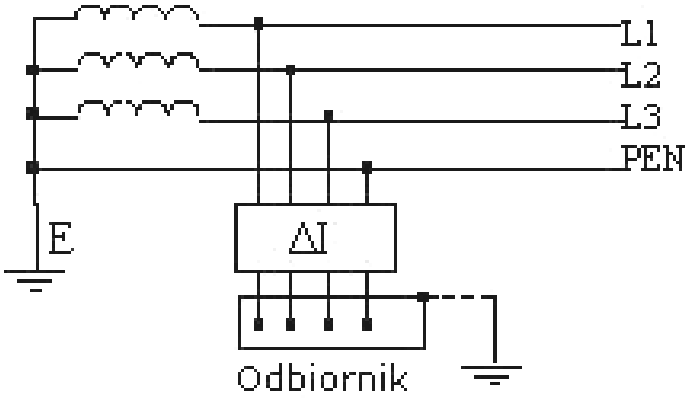
3) Jeżeli układ IT zasilany jest z sieci wysokiego napięcia, to wymaga się uziemienia punktu neutralnego przez ogranicznik przepięć, dla ograniczenia skutków zwarcia między uzwojeniami WN i NN transformatora. Układ IT cechuje się najmniejszym prądem zwarcia doziemnego (I_d) w przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej

4) układ IT jest stosowany w przypadku wymagań dotyczących zarówno zwiększenia ciągłości zasilania, jak i ograniczenia zagrożenia pożarowego i/lub wybuchowego. Wymagania takie najczęściej dotyczą szpitali (sal operacyjnych i oddziałów intensywnej opieki medycznej), kopalni, kombinatów chemicznych.

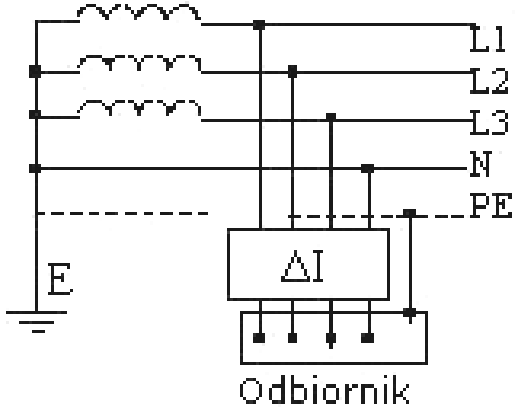
a) układ sieci TN-C-S



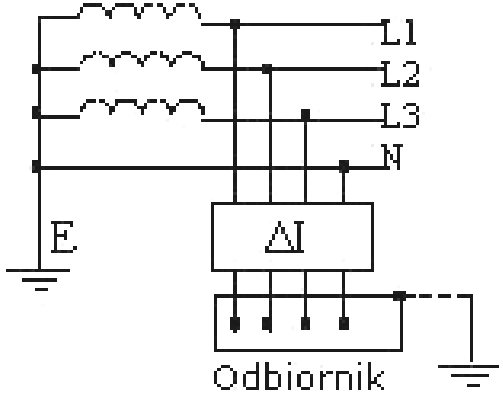
b). układ sieci TN-C/TT



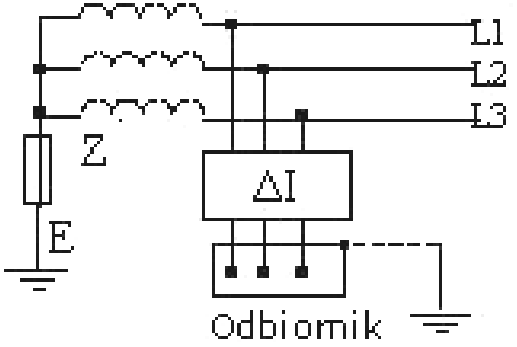
c). układ sieci TN-S



d). układ sieci TT



e). układ sieci IT



Rys. 6. Układy pracy wyłączników różnicowoprądowych

Instalacja elektryczna – część sieci niskiego napięcia stanowiąca układ przewodów w budynku wraz ze sprzętem elektroinstalacyjnym, mający początek na zaciskach wyjściowych wewnętrznej linii zasilającej w złączu i koniec w gniazdkach wtyczkowych, wypustach oświetleniowych i zainstalowanych na stałe odbiornikach energii elektrycznej. Służy do dostarczania energii elektrycznej lub sygnałów elektrycznych do odbiorników.

Instalacja elektryczna niskonapięciowa jest zespołem urządzeń elektrycznych o skoordynowanych parametrach technicznych, napięciu znamionowym do 1000 V prądu zmiennego i 1500 V prądu stałego, przeznaczona do doprowadzania energii elektrycznej z sieci rozdzielczej do odbiorników.

Instalacja taka obejmuje nie tylko przewody i kable elektroenergetyczne, urządzenia zabezpieczające i przyrządy łączeniowe, zabezpieczające, ochronne, sterujące i pomiarowe wraz z ich obudowami i konstrukcjami wsporczymi, lecz także rezerwowe źródła energii elektrycznej, takie jak baterie akumulatorowe, urządzenia bezprzerwowego zasilania (UPS) oraz zespoły prądotwórcze, wraz z instalacjami przynależnymi do tych urządzeń.

Podział instalacji elektrycznych ze względu na rodzaj zasilanych odbiorników:

a) instalacja oświetleniowa
b) instalacja siłowa

Podział w zależności od miejsca występowania instalacji dzieli się na:

a) instalacja elektryczna nieprzemysłowa
b) instalacja elektryczna przemysłowa

Zależnie od przewidywanego czasu użytkowania instalacji wyróżnia się:

a) instalacje elektryczne stałe
b) instalacje elektryczne prowizoryczne (tymczasowe)

Podział ze względu na sposób wykonania:

a) instalacja podtynkowa
b) instalacja wtynkowa
c) instalacja natynkowa
d) instalacja listwowa

Wymagania przepisów i norm

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2015, poz. 1422) instalacja i urządzenia elektryczne, przy zachowaniu przepisów rozporządzenia, przepisów odrębnych dotyczących dostarczania energii, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy, a także wymagań Polskich Norm odnoszących się do tych instalacji i urządzeń, powinny zapewniać:

1) dostarczanie energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych do odbiorników, stosownie do potrzeb użytkowych;

2) ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami;

3) ochronę przed emisją drgań i hałasu powyżej dopuszczalnego poziomu oraz przed szkodliwym oddziaływaniem pola elektromagnetycznego. (…)

W rozporządzenia zostały określone również wymagania dotyczące:

– dopuszczalnej mocy jednostkowej oświetlenia w budynkach użyteczności publicznej,
– zasilania dodatkowego budynku,
– awaryjnego oświetlenia zapasowego i ewakuacyjnego,
– pomieszczenia stacji transformatorowej,
– elementów instalacji elektrycznych stosowanych w budynku,
– wykonania instalacji elektrycznych w budynkach.(…)

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane
[Dz.U.1994 nr 89, poz. 414 z późn. zm.].

Ustawa określa wymagania dotyczące budowy i eksploatacji urządzeń i instalacji elektrycznych i piorunochronnych. Zgodnie z art. 5.1 ustawy obiekt budowlany, a więc linię i stację elektroenergetyczną oraz instalację elektryczną, należy projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno – budowlanych, zapewniając m.in. bezpieczeństwo użytkowania, a w szczególności:

1) spełnienia podstawowych wymagań dotyczących:
- – bezpieczeństwa pożarowego,
- – bezpieczeństwa użytkowania,
- – oszczędności energii i odpowiedniej izolacyjności cieplnej przegród;

2) warunków użytkowych zgodne z przeznaczeniem obiektu, w szczególności w zakresie zaopatrzenia w wodę i energię elektryczną oraz odpowiednio do potrzeb, w energię cieplną i paliwa, przy założeniu efektywnego wykorzystania tych czynników;

3) Każdy obiekt budowlany, w tym instalacje, urządzenia i sieci elektroenergetyczne, powinny być użytkowane zgodnie z odpowiednimi przepisami techniczno-budowlanymi i zasadami wiedzy technicznej określonymi w Polskich Normach, zapewniającymi między innymi:

a) bezpieczeństwo ludzi i mienia,
b) warunki użytkowe zgodne z przeznaczeniem obiektu,
c) warunki zdrowotne,
d) ochronę środowiska.

W art. 62 ustawy wymaga się, aby obiekty budowlane były w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli: okresowej, co najmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania.

Kontrolą tą powinno być objęte również badanie instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń, oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów.

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne
[Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348 z późn. zm]**;**

Ustawa Prawo energetyczne jest podstawowym aktem prawa powszechnego określającym:

a) zasady kształtowania polityki energetycznej państwa,
b) zasady i warunki zaopatrzenia i użytkowania paliw i energii,
c) działalność przedsiębiorstw energetycznych oraz
d) właściwe organy w sprawach gospodarki paliwami i energią.

Projektowanie, produkcja, import, budowa oraz eksploatacja urządzeń, instalacji i sieci powinny zapewniać racjonalne i oszczędne zużycie paliw lub energii przy zachowaniu:

a) niezawodności współdziałania z siecią,
b) bezpieczeństwa obsługi i otoczenia po spełnieniu wymagań ochrony środowiska,
c) zgodności z wymaganiami odrębnych przepisów i norm, w szczególności przepisów: prawa budowlanego, o ochronie przeciwporażeniowej i ochronie przeciwpożarowej, o dozorze technicznym i innych przepisów wynikających z technologii wytwarzania energii i rodzaju stosowanego paliwa.

Rozporządzenie Min. Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z 28 kwietnia 2003 r w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci [Dz.U 2003 nr 89 poz.828].

Rozporządzenie to w szczególności określa:

1) rodzaje prac, stanowisk oraz urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, przy których eksploatacji jest wymagane posiadanie kwalifikacji;
2) zakres wymaganej wiedzy niezbędnej do uzyskania potwierdzenia posiadanych kwalifikacji;
3) tryb przeprowadzania postępowania kwalifikacyjnego;
4) jednostki organizacyjne przy których powołuje się komisje kwalifikacyjne i tryb ich powoływania;
5) wysokość opłat pobieranych za sprawdzenie kwalifikacji;
6) wzór świadectwa kwalifikacyjnego.

Eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci mogą zajmować się osoby, które spełniają wymagania kwalifikacyjne dla następujących rodzajów prac i stanowisk pracy:

1) **eksploatacji** – do których zalicza się stanowiska osób wykonujących prace w zakresie obsługi, konserwacji, remontów, montażu i kontrolno-pomiarowym,

2) **dozoru** – do których zalicza się stanowiska osób kierujących czynnościami osób wykonujących prace w zakresie eksploatacji oraz stanowiska pracowników technicznych sprawujących nadzór nad eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.

Prace wykonywane w ramach eksploatacji dotyczą czynności:

1) mających wpływ na zmiany parametrów pracy obsługiwanych urządzeń, instalacji i sieci z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i wymagań ochrony środowiska – **w zakresie obsługi**;

2) związanych z zabezpieczeniem i utrzymaniem należytego stanu technicznego urządzeń, instalacji i sieci – **w zakresie konserwacji;**

3) związanych z usuwaniem usterek, uszkodzeń oraz remontami urządzeń, instalacji i sieci w celu doprowadzenia ich do wymaganego stanu technicznego – **w zakresie remontów;**

4) niezbędnych do instalowania i przyłączania urządzeń, instalacji i sieci – **w zakresie montażu;**

5) niezbędnych do dokonania oceny stanu technicznego, parametrów eksploatacyjnych, jakości regulacji i sprawności energetycznej urządzeń, instalacji i sieci – **w zakresie kontrolno-pomiarowym.**

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 04.05.2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego [Dz.U.2007 nr 93 poz.623 z późn. zm.].

Wymagania zawarte w rozporządzeniu zobowiązują operatora prowadzącego ruch i eksploatację sieci do opracowania instrukcji eksploatacji. Podobny obowiązek posiadają też podmioty przyłączone do sieci (odbiorcy energii elektrycznej zasilani na napięciu powyżej 1kV). W odniesieniu do odbiorców IV i V grupy przyłączeniowej zasilanych na napięciu do 1 kV, wymaganie dotyczące konieczności opracowania instrukcji eksploatacji wprowadza rozporządzenie.

Instrukcja eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci powinna w szczególności określać:

1) ogólną charakterystykę techniczną,
2) zasady przyłączania do sieci,
3) zakres, zasady i terminy przeprowadzania okresowych przeglądów i kontroli stanu technicznego,
4) zasady postępowania w przypadku wystąpienia zagrożeń ciągłości dostarczania energii elektrycznej lub wystąpienia awarii,

5) procedury wprowadzania przerw i ograniczeń w dostarczaniu energii elektrycznej,
6) sposób prowadzenia ruchu sieci,
7) wymagania dotyczące bezpieczeństwa obsługi i otoczenia.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U.2015 poz. 1422].

Przy zachowaniu przepisów rozporządzenia, przepisów odrębnych dotyczących dostarczania energii, ochrony przeciwpożarowej, ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy, a także wymagań Polskich Norm, instalacje i urządzenia elektryczne powinny zapewniać:

a) dostarczanie energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych do odbiorników,
b) stosownie do potrzeb użytkowych,
c) ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi,
d) powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami oraz przed szkodliwym oddziaływaniem pola elektromagnetycznego.

Zgodnie z rozporządzeniem w instalacjach elektrycznych w budynkach należy stosować:

1) złącza instalacji elektrycznej budynku, umożliwiające odłączenie instalacji od sieci zasilającej, usytuowane w miejscu dostępnym dla dozoru i obsługi oraz zabezpieczone przed uszkodzeniami, wpływami atmosferycznymi, a także ingerencją osób niepowołanych;
2) oddzielny przewód ochronny i neutralny, w obwodach rozdzielczych i odbiorczych instalacji elektrycznej;
3) urządzenia ochronne różnicowoprądowe uzupełniające podstawową ochronę przed porażeniem elektrycznym i ochronę przeciwpożarową, powodujące w warunkach uszkodzenia samoczynne wyłączenie zasilania. Mogą być instalowane w różnych sieciowych warunkach pracy – w układach TN-S, TT oraz IT;
4) wyłączniki nadprądowe w obwodach odbiorczych, Stosowanie wyłączników nadprądowych w obwodach odbiorczych dotyczy instalacji mieszkaniowych oraz biurowych i to raczej tylko w obwodach gniazd wtyczkowych;
5) zasadę selektywności (wybiórczości) zabezpieczeń;
6) przeciwpożarowe wyłączniki prądu, w obiektach budowlanych powyżej 1000 m^3;

7) połączenia wyrównawcze główne i miejscowe, łączące przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji i konstrukcji budynku;
8) zasadę prowadzenia tras przewodów elektrycznych w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów;
9) przewody elektryczne z żyłami wykonanymi wyłącznie z miedzi, jeżeli ich przekrój nie przekracza10 mm^2;
10) urządzenia ochrony przeciwprzepięciowej.

Zasilanie rezerwowe lub awaryjne.

Budynek, w którym zanik napięcia w elektrycznej sieci zasilającej może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, poważne zagrożenie środowiska, a także znaczne straty materialne, należy zasilać co najmniej z dwóch niezależnych, samoczynnie załączających się źródeł energii elektrycznej, oraz wyposażać w samoczynnie załączające się oświetlenie awaryjne (bezpieczeństwa i ewakuacyjne). W budynku wysokościowym jednym ze źródeł zasilania awaryjnego powinien być zespół prądotwórczy.

Oświetlenie bezpieczeństwa, ewakuacyjne i przeszkodowe

Oświetlenie bezpieczeństwa należy stosować w pomieszczeniach, w których nawet krótkotrwałe wyłączenie oświetlenia podstawowego może spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, poważne zagrożenie środowiska, a także znaczne straty materialne, przy czym czas działania tego oświetlenia powinien być dostosowany do warunków występujących pomieszczeniu i wynosić nie mniej niż 1 godzinę.

Oświetlenie ewakuacyjne należy stosować:

1) w pomieszczeniach,
   a) widowni kin, teatrów i filharmonii oraz innych sal widowiskowych,
   b) audytoriów, sal konferencyjnych, czytelni, lokali rozrywkowych oraz sal sportowych przeznaczonych dla ponad 200 osób,
   c) wystawowych w muzeach,
   d) o powierzchni ponad 1.000 m^2 w garażach oświetlonych wyłącznie światłem sztucznym,
   e) o powierzchni ponad 2.000 m^2 w budynkach użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego;

2) na drogach ewakuacyjnych:
   a) z pomieszczeń wymienionych w pkt 1),
   b) oświetlonych wyłącznie światłem sztucznym,
   c) w szpitalach i innych budynkach przeznaczonych przede wszystkim do pobytu ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się,
   d) w wysokich i wysokościowych budynkach użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego.

Oświetlenie ewakuacyjne nie jest wymagane w pomieszczeniach, w których oświetlenie bezpieczeństwa spełnia warunek określony dla oświetlenia ewakuacyjnego (powinno działać przez co najmniej 2 godziny od zaniku napięcia podstawowego), a także wymagania Polskich Norm w tym zakresie. W pomieszczeniu, które jest użytkowane przy zgaszonym oświetleniu podstawowym, należy stosować oświetlenie przeszkodowe, zasilane napięciem bezpiecznym, służące uwidocznieniu przeszkód wynikających z układu budynku, drogi komunikacyjnej lub sposobu jego użytkowania, a także podświetlane znaki wskazujące kierunki ewakuacji. Oświetlenie bezpieczeństwa, ewakuacyjne i przeszkodowe oraz podświetlane znaki wskazujące kierunki ewakuacji należy wykonywać zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi wymagań w tym zakresie.

Uziemienia w instalacjach elektrycznych

Zgodnie z rozporządzeniem jako uziomy instalacji elektrycznej należy wykorzystywać metalowe konstrukcje budynków, zbrojenia fundamentów oraz inne metalowe elementy umieszczone w niezbrojonych fundamentach stanowiące sztuczny uziom fundamentowy.

Dopuszcza się wykorzystywanie jako uziomy instalacji elektrycznej metalowych przewodów sieci wodociągowej, pod warunkiem zachowania wymagań Polskiej Normy dotyczącej uziemień i przewodów ochronnych oraz uzyskania zgody jednostki eksploatującej tę sieć.

Budynek wyszczególniony w wieloczęściowej Polskiej Normie EN 62305 o ochronie odgromowej obiektów budowlanych, należy wyposażyć w odpowiednią instalację piorunochronną.

Wymagania instalacyjne

Prowadzenie instalacji i rozmieszczenie urządzeń elektrycznych w budynku powinno zapewniać bezkolizyjność z innymi instalacji w zakresie odległości i ich wzajemnego usytuowania oraz uwzględniać warunki określone dla prowadzenia przewodów instalacji gazowych przez pomieszczenia mieszkalne. Główne, pionowe ciągi instalacji elektrycznej w budynku wielorodzinnym, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy prowadzić poza mieszkaniami i pomieszczeniami użytkowymi, w wydzielonych kanałach lub szybach instalacyjnych, zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi wymagań w tym zakresie.

Przewody i kable elektryczne należy prowadzić w sposób umożliwiający ich wymianę bez potrzeby naruszania konstrukcji budynku. Dopuszcza się prowadzenie przewodów elektrycznych wtynkowych, pod warunkiem pokrycia ich warstwą tynku o grubości co najmniej 5 mm. Przewody i kable wraz z zamocowaniami stosowane w systemach zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej powinny zapewniać ciągłość dostawy energii elektrycznej w warunkach pożaru przez wymagany czas działania urządzenia przeciwpożarowego, jednak nie mniejszy niż 90 minut.

Dopuszcza się ograniczenie czasu zapewnienia ciągłości dostawy energii elektrycznej do urządzeń służących ochronie przeciwpożarowej do 30 minut, dla przewodów i kabli znajdujących się w obrębie przestrzeni chronionych stałym urządzeniem gaśniczym tryskaczowym oraz dla przewodów i kabli zasilających i sterujących urządzeniami klap dymowych.

Obwody odbiorcze instalacji elektrycznej w budynku wielorodzinnym należy prowadzić w obrębie każdego mieszkania lub lokalu użytkowego.

W instalacji elektrycznej w mieszkaniu należy stosować wyodrębnione obwody: oświetlenia, gniazd wtyczkowych ogólnego przeznaczenia, gniazd wtyczkowych w łazience, gniazd wtyczkowych do urządzeń odbiorczych w kuchni oraz obwody do odbiorników wymagających indywidualnego zabezpieczenia.

Instalacja oświetleniowa w pokojach powinna umożliwiać załączanie źródeł światła za pomocą łączników wieloobwodowych. W budynku wielorodzinnym oświetlenie i odbiorniki w pomieszczeniach komunikacji ogólnej oraz technicznych i gospodarczych powinny być zasilane z tablic administracyjnych.

Mieszkania w budynku wielorodzinnym i odrębne mieszkania w budynku zamieszkania zbiorowego należy wyposażyć w instalację wejściowej sygnalizacji dzwonkowej, a w razie przeznaczenia ich dla osób niepełnosprawnych – również w odpowiednią sygnalizację alarmowo - przyzywową.

W budynku wymagającym przystosowania do wyposażenia w instalacje telekomunikacyjne, w tym radiowo-telewizyjne, główne ciągi tych instalacji powinny być prowadzone poza lokalami mieszkalnymi oraz pomieszczeniami użytkowymi, których sposób użytkowania może spowodować przerwy lub zakłócenia przekazywanego sygnału.

Miejsce lub pomieszczenie przeznaczone na urządzenia techniczne, związane z instalacją telekomunikacyjną, w tym radiowo-telewizyjną, powinno być łatwo dostępne dla obsługi technicznej i zabezpieczone przed ingerencją osób nieuprawnionych.

Urządzenia i instalacje elektryczne powinny zapewniać „bezpieczeństwo użytkowania”, a przede wszystkim ochronę przed porażeniem elektrycznym, przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi, postawaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami.

Powinny być spełnione również niektóre bardziej szczegółowe wymagania dotyczące: układu instalacji, uziemienia budynku, głównej szyny wyrównawczej, połączeń wyrównawczych ochronnych głównych i miejscowych oraz stosowania w obwodach odbiorczych wyłączników nadprądowych i wyłączników różnicowoprądowych.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych [Dz.U.2013poz. 492] obowiązujący
[Dz.U. 2019 poz. 1830**]** **Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r**. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych

Rozporządzenie określa wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy eksploatacji urządzeń energetycznych, dotyczące przede wszystkim:

a) bezpiecznej organizacji prac przy urządzeniach, instalacjach i sieciach elektroenergetycznych,
b) kwalifikacji wymaganych od osób zajmujących się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci,
c) prac wykonywanych w warunkach szczególnego zagrożenia dla życia i zdrowia ludzkiego,
d) urządzeń, instalacji lub ich części, przy których prace konserwacyjne, remontowe lub modernizacyjne mogą być wykonywane po wyłączeniu ich z ruchu, pozbawienia czynników stwarzających zagrożenia i skutecznie zabezpieczone przed ich przypadkowym uruchomieniem oraz oznakowane,
e) prac przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, które w zależności od zastosowanych metod i środków zapewniających bezpieczeństwo pracy, mogą być wykonywane: przy całkowicie wyłączonym napięciu, w pobliżu napięcia oraz pod napięciem.

Wymagania zawarte w normach

Normy są dokumentami powszechnie dostępnymi, uzgodnionymi w otwarty i przejrzysty sposób przez wszystkich zainteresowanych, zatwierdzonymi i wydanymi przez upoważnioną jednostkę organizacyjną, przeznaczonymi do powszechnego i wielokrotnego stosowania, Pomimo, że normy przedstawiają w krajach UE najwyższej rangi uznane reguły techniczne, to stosowanie ich jest w zasadzie dobrowolne. Główną rolę w kształtowaniu wielu norm w dziedzinie elektrotechniki odgrywają następujące normy dotyczące budowy i użytkowania instalacji elektrycznych.

POLSKI KOMITET NORMALIZACYJNY

Wieloczęściowa Polska Norma PN-HD 60364 zawiera szczegółowe wymagania dotyczące:

a) ochrony przed porażeniem elektrycznym,
b) ochrony odgromowej,
c) ochrony przed przepięciami,
d) specjalnych instalacji lub lokalizacji,
e) ochrony przed skutkami oddziaływania cieplnego,
f) ochrony przed prądem przetężeniowym,
g) ochrony przeciwpożarowej,
h) obciążalności prądowej długotrwałej,
i) sprawdzania instalacji elektrycznej,
j) układów uziemiających i przewodów ochronnych.

KLASYFIKACJA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

Instalację elektryczną definiuje się jako zespół połączonych ze sobą urządzeń elektrycznych o skoordynowanych parametrach technicznych, przeznaczonych do określonych funkcji, o napięciu znamionowym do 1000 V prądu przemiennego i 1500 V prądu stałego, przeznaczonych do doprowadzenia energii elektrycznej z sieci rozdzielczej do odbiorników.

W skład instalacji elektrycznej wchodzą zespoły urządzeń, aparatów i osprzętu elektrotechnicznego niskiego napięcia, zapewniające odbiorcom dostawę energii elektrycznej o odpowiedniej jakości, w sposób niezawodny i całkowicie bezpieczny. Do instalacji elektrycznych zalicza się linie elektroenergetyczne z przyłączami, złączami elektrycznymi i rozdzielnicami, obwody rozdzielcze i odbiorcze, łączniki, zabezpieczenia, urządzenia ochrony przed porażeniem elektrycznym i przepięciami.

Instalacje elektryczne w budownictwie mieszkaniowym stanowią integralną część wyposażenia budynku i w znacznym stopniu warunkują jego prawidłową i bezpieczną eksploatację. Z tego względu instalacje powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby w przewidywanym okresie użytkowania pozostawały w pełnej sprawności technicznej, spełniały wymagania dotyczące mocy zapotrzebowanej, a także zapewniały określony komfort życia mieszkańców. Powinny również charakteryzować się takimi właściwościami technicznymi, aby ich użytkownicy mogli korzystać bez ograniczeń z posiadanych urządzeń gospodarstwa domowego, sprzętu RTV, urządzeń teletechnicznych i innych w przewidywanym okresie eksploatacji instalacji, bez konieczności wykonywania jej modernizacji.

Klasyfikacja instalacji elektrycznych

Klasyfikacja instalacji elektrycznych opiera się na różnych kryteriach, najczęściej ze względu na rodzaj zasilanych odbiorników i miejsca występowania oraz przewidywanego okresu użytkowania.

1) W zależności od rodzaju zasilanych odbiorników elektrycznych instalacje elektryczne dzieli się na:
   a) instalacje oświetleniowe – zasilające elektryczne źródła światła, obwody gniazd wtyczkowych w mieszkaniach oraz urządzenia grzejne i podgrzewacze wody o niewielkich mocach w gospodarstwach domowych i budynkach mieszkalnych;
   b) b) instalacje siłowe – zasilające silniki, przemysłowe urządzenia grzejne o znacznych mocach oraz inne odbiorniki o charakterze przemysłowym;
2) W zależności od rodzaju zasilanych odbiorców i miejsca występowania, instalacje elektryczne dzieli się na:
   a) instalacje przemysłowe – w zakładach przemysłowych wytwórczych i wydobywczych, np. w górnictwie, hutnictwie itp.
   b) instalacje nieprzemysłowe, zwane również w budownictwie ogólnym (w budownictwie ogólnym; w budynkach użyteczności publicznej i budownictwie mieszkaniowym, jedno- i wielorodzinnym,).
   c) instalacje w rolnictwie i w obiektach ogrodniczych i hodowlanych.

3) W zależności od przewidywanego czasu użytkowania, instalacje elektryczne dzieli się na:

a) instalacje stałe,
b) instalacje tymczasowe (prowizoryczne);

4) W zależności od wpływów zewnętrznych na warunki i stopień szkodliwości oddziaływania na elementy instalacji, rozróżnia się urządzenia i instalacje elektryczne przeznaczone do użytkowania:

a) w pomieszczeniach zwykłych (warunki środowiskowe normalne), w których nie występuje oddziaływanie wpływów zewnętrznych,
b) w pomieszczeniach szczególnych (warunki środowiskowe szczególne), w których występuje oddziaływanie różnych czynników szkodliwych,
c) poza budynkami – na terenie zewnętrznym;

5) Z instalacjami elektrycznymi w obiektach budowlanych bezpośrednio związane są instalacje:

a) ochrony przed porażeniem elektrycznym;
b) ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej;

6) W obiektach budynkach mogą być również użytkowane instalacje:

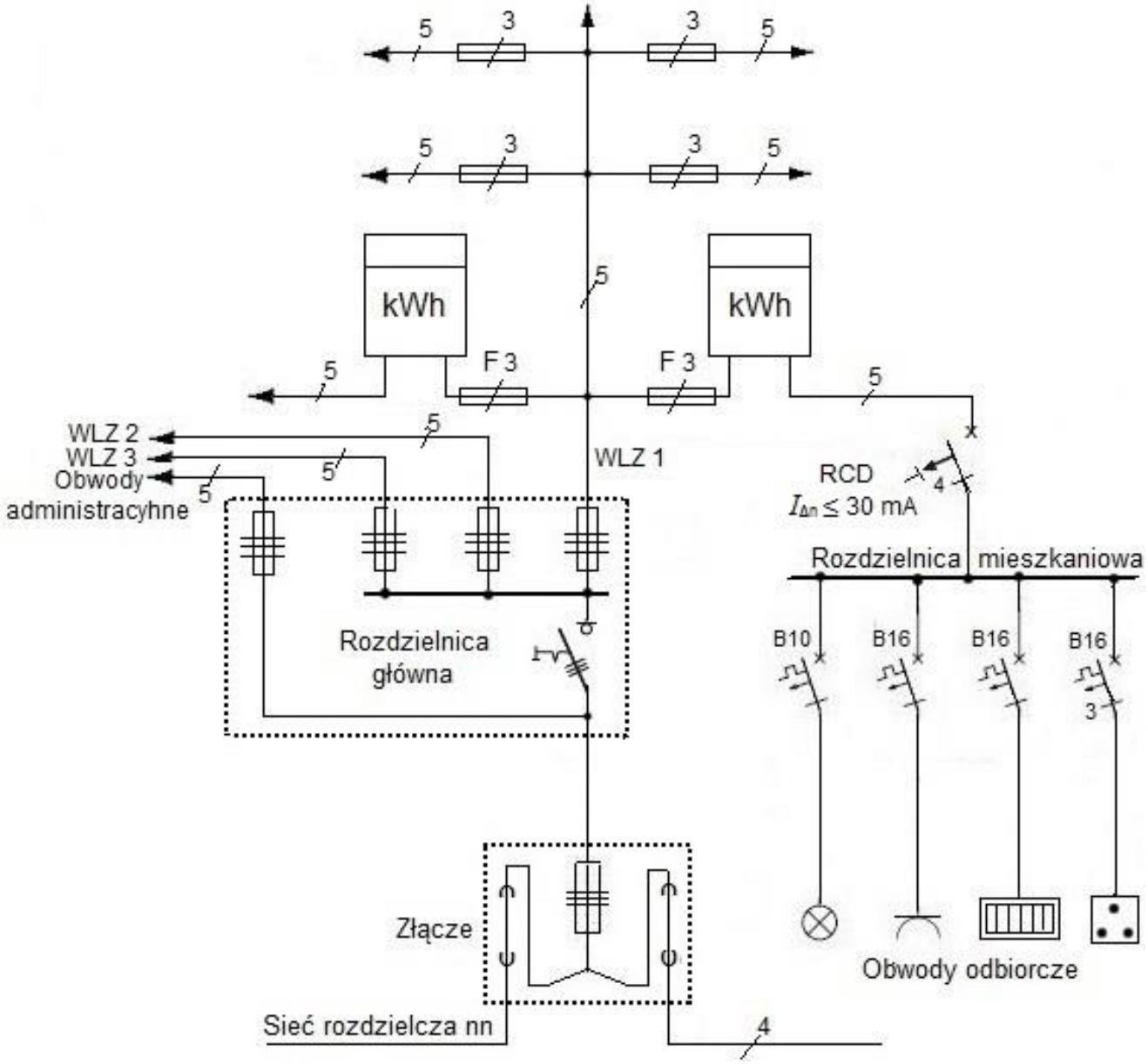
a) telekomunikacyjne,
b) b) domofonowe i alarmowe,
c) c) antenowe,
d) d) odgromowe.

Elementy instalacji elektrycznej w budynku mieszkalnym

W skład instalacji elektrycznych w budynkach mieszkalnych wchodzą: rozdzielnice (tablice rozdzielcze), przewody, sprzęt elektrotechniczny i wyposażenie instalacyjne oraz urządzenia pomiarowe, automatyki i sterowania.

W instalacjach elektrycznych (głównie w budynkach mieszkalnych) rozróżnia się, w zależności od pełnionych funkcji, następujące elementy:

a) **przyłącze** – linia elektroenergetyczna łącząca złącze elektryczne budynku z rozdzielczą siecią zasilającą;
b) **złącze elektryczne** – urządzenie służące do połączenia elektroenergetycznej sieci rozdzielczej z instalacją odbiorczą budynku, bezpośrednio lub za pomocą wewnętrznej linii zasilającej.
c) **rozdzielnica główna** – element instalacji elektrycznej stosowany w budynkach o większej liczbie wewnętrznych linii zasilających;
d) **wewnętrzna linia zasilająca** – obwód zasilający tablice rozdzielcze (piętrowe) usytuowane na każdej kondygnacji i rozdzielnice mieszkaniowe;
e) **instalacja odbiorcza** – część instalacji znajdująca się za układem pomiarowym, a w razie braku układu pomiarowego – za wyjściowymi zaciskami pierwszego urządzenia zabezpieczającego.


5
3
3
5
5
3
3
5
kWh
kWh
5
F 3
F 3
5
5
WLZ 2
WLZ 3
Obwody
administracyhne
5
5
5
WLZ 1
RCD
$I_{\Delta n} \leq 30$ mA
4
Rozdzielnica mieszkaniowa
Rozdzielnica
główna
B10
B16
B16
B16
3
Złącze
Obwody odbiorcze
Sieć rozdzielcza nn
4

Przyłącze

Przyłącze jest elementem elektroenergetycznej sieci rozdzielczej, służącym do połączenia tej sieci ze złączem elektrycznym budynku, z którego zasilana jest wewnętrzna linia zasilająca odbiorców energii elektrycznej.

Złącze instalacji elektrycznej

Złącze instalacji elektrycznej jest urządzeniem łączącym przyłącze kablowe lub napowietrzne elektroenergetycznej sieci rozdzielczej niskiego napięcia z instalacją odbiorczą budynku bezpośrednio lub za pomocą wewnętrznych linii zasilających. W złączu powinno się w zasadzie znajdować główne zabezpieczenie zasilania obiektu

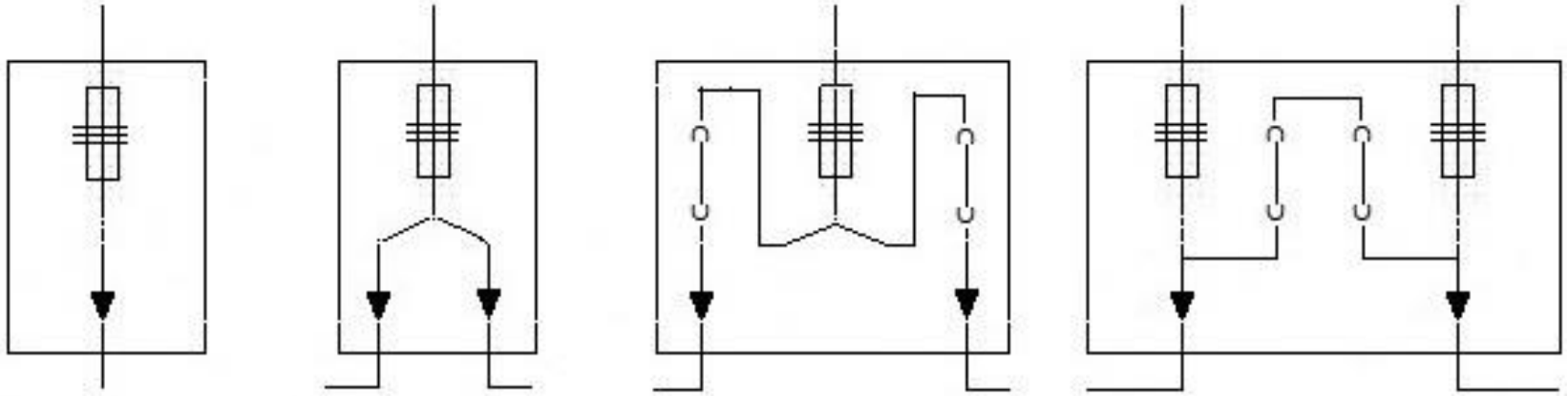
~~Zgodnie z rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2015, poz. 1422), w instalacjach elektrycznych należy stosować złącza instalacji elektrycznej budynku, umożliwiające odłączenie od sieci zasilającej, usytuowane w miejscu dostępnym dla dozoru i obsługi oraz zabezpieczone przed uszkodzeniami, wpływami atmosferycznymi, a także ingerencją osób postronnych.~~

Według wskazań normy N-SEP-E-002:2003 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Instalacje elektryczne w obiektach mieszkalnych. Podstawy planowania, złącze elektryczne budynku powinno być zainstalowane w przewidzianym i odpowiednio przystosowanym miejscu. Lokalizacja i podstawowe wymagania dotyczące instalowania złącza elektrycznego powinny być uzgodnione z dostawcą energii elektrycznej.

Wyróżnia się dwa rodzaje złączy elektrycznych stosowanych na zasilaniu budynków mieszkalnych:

1) **złącze kablowe –** instaluje się przeważnie na zewnątrz budynku, w miejscu i w sposób najbardziej dogodny dla obsługi, w skrzynkach metalowych lub w ochronnych osłonach izolacyjnych, z drzwiczkami przystosowanymi do zamykania na klucz, we wnękach usytuowanych w zewnętrznych ścianach budynków lub na specjalnych wolnostojących stanowiskach chroniących złącze przed wpływami atmosferycznymi;
2) **złącze od linii napowietrznej –** instaluje się najczęściej wewnątrz budynku, możliwie blisko miejsca wprowadzenia linii zasilającej. Odcinek instalacji od izolatorów zainstalowanych na ścianie budynku lub stojaku dachowym do złącza, należy wykonać przewodami izolowanymi w rurze ochronnej. Złącze powinno być wyposażone w zabezpieczenia wewnętrznych linii zasilających przed skutkami przeciążeń i zwarć.

Zaleca się, aby instalacja elektryczna każdego obiektu budowlanego była zasilana z oddzielnego złącza. Jeżeli złącze zasila więcej niż jedną wewnętrzną linię zasilającą (WLZ), to za złączem powinna być zainstalowana rozdzielnica główna z zabezpieczeniami poszczególnych WLZ i obwodu administracyjnego. Dopuszcza się stosowanie jednego złącza w budynkach bliźniaczych lub szeregowych i sąsiadujących ze sobą działkach.



Wybrane konstrukcje złączy kablowych wnętrzowych

Według normy N SEP-E-002:2003 wewnętrzna linia zasilająca jest zespołem elementów instalacji stanowiącym połączenie pomiędzy złączem instalacji elektrycznej a urządzeniem pomiarowym (urządzeniami pomiarowymi). Służy do rozdziału energii elektrycznej na poszczególne instalacje odbiorcze.

Dla budynków jednorodzinnych dostawca energii, w warunkach technicznych zasilania wymaga zwykle, aby złącze elektryczne było usytuowane na granicy posesji. Obok złącza powinna być zainstalowana szafka pomiarowa, która ze względów funkcjonalnych i bezpieczeństwa elektrycznego powinna być przystosowana do zainstalowania licznika energii elektrycznej, przyłączenia uziemienia o rezystancji co najmniej 10 Ω, urządzenia do ochrony przed przepięciami, a także do rozdzielenia przewodu ochronno-neutralnego (PEN) na przewody: neutralny (N) i ochronny (PE).
Szafka pomiarowa powinna być połączona z rozdzielnicą mieszkaniową w budynku wewnętrzną linią zasilającą

Rozdzielnica główna budynku

Rozdzielnica główna jest elementem instalacji elektrycznej budynku stosowanym w przypadku, gdy w budynku jest więcej niż jedna wewnętrzna linia zasilająca. W rozdzielnicy głównej usytuowane są zabezpieczenia poszczególnych wewnętrznych linii zasilających i obwodu administracyjnego. Rozdzielnicę główną umieszcza się zwykle w pobliżu złącza.

Uziom budynku

Każdy budynek powinien być wyposażony w odpowiedni układ uziemiający, zapewniający wymaganą wartość rezystancji uziemienia dla potrzeb ochrony przed porażeniem elektrycznym, odgromowej i przeciwprzepięciowej. ~~Zgodnie z § 184. 1. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2015, poz. 1422) – jako uziomy instalacji elektrycznej należy wykorzystywać metalowe konstrukcje budynków, zbrojenia fundamentów oraz inne metalowe elementy umieszczone w niezbrojonych fundamentach stanowiące sztuczny uziom fundamentowy. Dopuszcza się wykorzystywanie jako uziomy instalacji elektrycznej metalowych przewodów sieci wodociągowej, pod warunkiem zachowania wymagań Polskiej Normy dotyczącej uziemień i przewodów ochronnych oraz uzyskania zgody jednostki eksploatującej tę sieć (…).~~

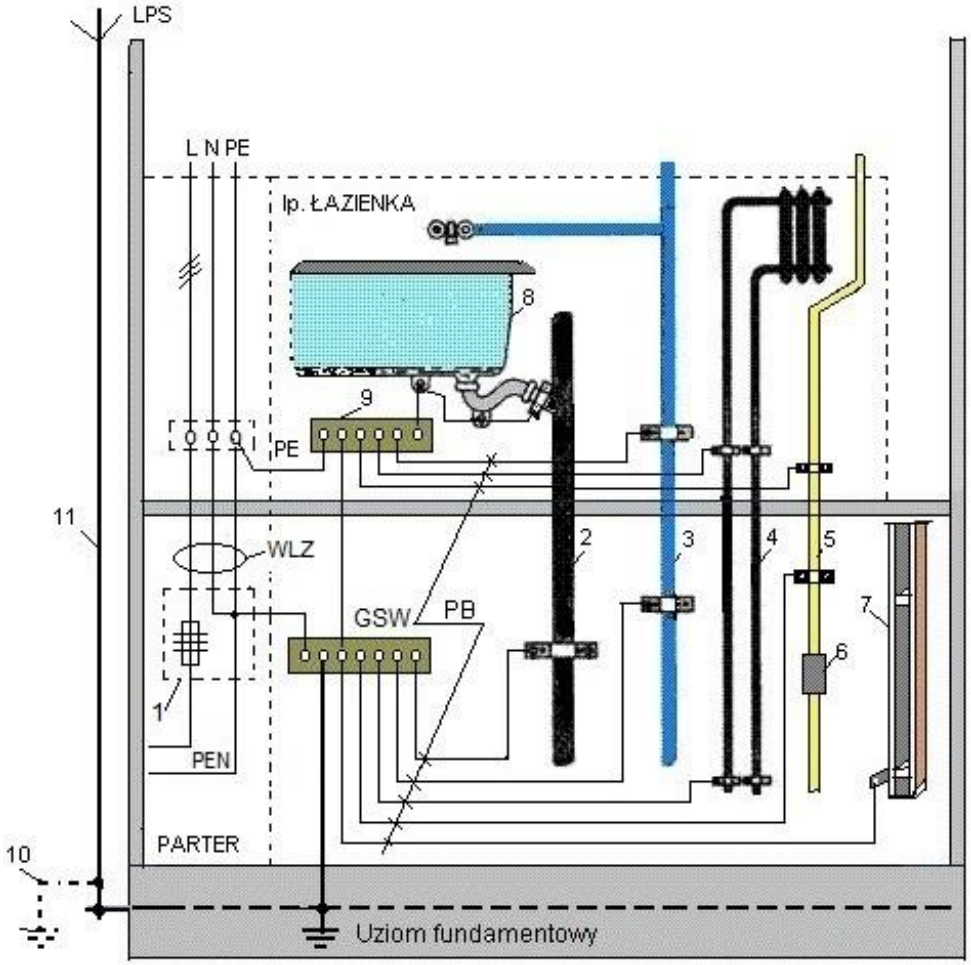
Według normy HD 60364-5-54 w nowych obiektach budowlanych zaleca się stosowanie uziomów fundamentowych sztucznych lub równoważnych. Uziom fundamentowy sztuczny, wykorzystywany również do celów ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej obiektów budowlanych, powinien dodatkowo spełniać wymagania normy PN-EN 62305-1:2011 wersja polska. Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne.

Główna szyna wyrównawcza.

W wielu normach wskazuje się na celowość wprowadzania do wyznaczonego pomieszczenia w budynku, wszystkich instalacji (np. wodociągowej, gazowej, wodno-kanalizacyjnej, ciepłej wody, centralnego ogrzewania) po to, by umożliwić przyłączenie części przewodzących do usytuowanej w tym pomieszczeniu głównej szyny wyrównawczej połączonej z uziomem budynku. Pomieszczenie takie, zwanym umownie pomieszczeniem przyłączowym, powinno być usytuowane w przyziemiu lub w piwnicach większych budynków, niezagrożonych pożarem lub wybuchem, w których temperatura nie powinna być wyższa niż 30 ^{o}C.

Wymiary poziome tego pomieszczenia nie powinny być mniejsze niż 1,0 x 2,0 m, a wysokość nie mniejsza niż 2,0 m.

W mniejszym budynku mieszkalnym (np. w domu jednorodzinnym) funkcję pomieszczenia przyłączowego spełnia szafa przyłączowa usytuowana najczęściej w korytarzu na parterze budynku.



Przykład pomieszczenia przyłączowego z główną szyną wyrównawczą

Oznaczenia:
1 – złącze elektryczne,
2 – instalacja kanalizacyjna,
3 – instalacja wodociągowa,
4 – instalacja centralnego ogrzewania,
5 – instalacja gazowa,
6 – wstawka izolacyjna,
7 – część przewodząca obca,
8 -wanna,
9 – listwa zaciskowa do przyłączenia przewodów wyrównawczych miejscowych,
10 – uziom urządzenia piorunochronnego,
11 – przewód odprowadzający urządzenia piorunochronnego,
GSW – główna szyna wyrównawcza,
PB – przewody wyrównawcze,
WLZ – wewnętrzna linia zasilająca,
LPS – urządzenie piorunochronne

Do głównej szyny wyrównawczej (GSW) powinny być przyłączone:

– przewody ochronne (PE, PEN, wyrównawcze, uziemiające),
– elementy przewodzące innych instalacji wprowadzonych do budynku,
– metalowe elementy konstrukcji budynku,
– uziom budynku,
– metalowe elementy kabli elektroenergetycznych (powłoki, pancerze).

Każdy metalowy element powinien być przyłączony do głównej szyny wyrównawczej (GSW) przewodami połączeń wyrównawczych głównych, w sposób niezawodny, umożliwiający jego odłączenie przy użyciu narzędzia. Elementy do rozłączania mogą być powiązane z główną szyną wyrównawczą w sposób umożliwiający pomiar rezystancji uziemienia.

Wewnętrzna linia zasilająca w budynku mieszkalnym

Wewnętrzna linia zasilająca (WLZ) jest elementem instalacji elektrycznej w budynku łączącym złącze z licznikami energii elektrycznej u odbiorców. Objętość budynku i liczba mieszkań warunkują wielkość i złożoność wewnętrznej linii zasilającej. W skład wewnętrznych linii zasilających w budynkach wielorodzinnych, łączących odległe nieraz od złącza instalacje odbiorcze, mogą wchodzić również rozdzielnice główne.

Wewnętrzna linia zasilająca w budynku mieszkalnym może być:

a) obwodem instalacji elektrycznej od złącza nn do liczników energii elektrycznej u odbiorców,
b) linią kablową nn od szafki pomiarowej usytuowanej na granicy posesji do rozdzielnicy mieszkaniowej.

Każda wewnętrzna linia zasilająca powinna, zgodnie z wymaganiami dostawcy energii elektrycznej, spełniać następujące wymagania instalacyjne:

1) Przewody wewnętrznych linii zasilających należy prowadzić wewnątrz budynków, w miejscach łatwo dostępnych, takich jak klatki schodowe (z wyjątkiem ewakuacyjnych) lub korytarze piwnic. W budynkach, w których występuje duża liczba mieszkań lub lokali użytkowych, przewody wlz prowadzi się jako główne ciągi pionowe instalacji poza lokalami mieszkalnymi i użytkowymi, w wydzielonych kanałach lub szybach instalacyjnych;

2) W budynkach do pięciu kondygnacji wykonuje się jedną wlz na każdej klatce schodowej, natomiast w budynkach wyższych – liczba wlz może być odpowiednio większa;

3) Odgałęzienia od wewnętrznej linii zasilającej powinny zasilać tablice piętrowe usytuowane na każdej kondygnacji budynku, z których zasilane są poszczególne rozdzielnice mieszkaniowe;

4) W przypadku złącza kablowego zlokalizowanego w pomieszczeniu piwnicznym dopuszcza się układanie przewodów wlz na tynku, począwszy od złącza do przejścia przez sufit piwnicy, w sposób chroniący od uszkodzeń mechanicznych. Po przejściu przez sufit piwnicy przewody wlz zaleca się prowadzić w kanałach lub rurach instalacyjnych bądź jako instalację podtynkową;

5) Wewnętrzne linie zasilające należy prowadzić jako linie trójfazowe o układzie TN-S lub TN-C-S, a w przypadkach uzasadnionych również TT lub IT.
Przekroje przewodów wlz należy wymiarować na obciążalność długotrwałą nie mniejszą niż 50 A. Wymaganie ochrony od przeciążeń w tym przypadku spełnia przybliżeniu przewód miedziany o przekroju co najmniej 10 mm^2;

6) Zabezpieczenia przetężeniowe wewnętrznych linii zasilających oraz obwodów odbiorczych instalacji elektrycznej powinny być wykonane w sposób spełniający warunki skutecznej ochrony przed porażeniem elektrycznym oraz ochrony przewodów instalacyjnych od cieplnych skutków przeciążeń i zwarć.

Instalacje odbiorcze

Instalacja odbiorcza jest to część instalacji znajdująca się za układem pomiarowym energii elektrycznej, a w razie braku układu pomiarowego – za wyjściowymi zaciskami pierwszego urządzenia zabezpieczającego instalację odbiorczą od strony zasilania. Instalacje odbiorcze powinny spełniać następujące wymagania instalacyjne:

a) Przewody łączące wlz z zabezpieczeniem przedlicznikowym, licznikiem i rozdzielnicą mieszkaniową należy wymiarować na obciążalność prądową nie mniejszą niż 50 A (co w przybliżeniu spełnia przewód o przekroju 10 mm^2 Cu);
b) Obwody odbiorcze instalacji elektrycznej w budynku należy prowadzić w obrębie każdego mieszkania lub lokalu użytkowego;
c) Wewnątrz każdego mieszkania należy umieścić rozdzielnicę mieszkaniową usytuowaną w pobliżu „środka obciążenia” mieszkania, zwykle w przedpokoju lub w korytarzu na jednej z mniej eksponowanych ścian, możliwie blisko kuchni, łazienki lub pomieszczenia gospodarczego, które grupują odbiorniki o większych mocach znamionowych (kuchenka, pralka, lodówka, zmywarka naczyń, suszarka bielizny, prasowalnica i inne);

d) Rozdzielnica mieszkaniowa powinna być umieszczona na wysokości umożliwiającej swobodny dostęp do łączników (zwykle 1,10 – 1,80 m). Rozdzielnica, w której zamontowane styczniki, przekaźniki, urządzenia sterujące i zabezpieczające, które mogą wywoływać nawet umiarkowany hałas, nie powinna być instalowana na ścianie sypialni;

e) W standardowej rozdzielnicy mieszkaniowej przygotowane są listwy przystosowane do zainstalowania, według potrzeb, wyłączników instalacyjnych nadprądowych, wyłączników różnicowoprądowych, ochronników przeciwprzepięciowych, urządzeń sterujących instalacji odbiorczej. Rozdzielnica mieszkaniowa powinna być tak dobrana, aby były zachowane miejsca rezerwowe przeznaczone do ewentualnego zainstalowania dodatkowej aparatury w przyszłości.

Ochrona uzupełniająca ochronę podstawową (ochronę przed dotykiem bezpośrednim) w mieszkaniu o powierzchni do ok. 70 m^2 i przy zwykle stosowanych odbiornikach, których łączny prąd roboczy upływowy nie przekracza wartości 10 mA, polega na zastosowaniu wysokoczułego wyłącznika różnicowoprądowego (RCD) o $I_{\Delta n}$= 30 mA .
Znamionowy różnicowy prąd zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego $I_{\Delta n}$ powinien być co najmniej 2 ÷ 3 – krotnie większy od maksymalnego roboczego prądu upływowego występującego w chronionej instalacji.

Wysokoczułe wyłączniki różnicowoprądowe są wymagane w obwodach, w których konieczne jest wspomaganie ochrony podstawowej, ze względu na trudne warunki środowiskowe użytkowania urządzeń, albo w obwodach narażonych na przerwanie ciągłości elektrycznej lub uszkodzenie izolacji przewodu ochronnego.

W instalacji rozbudowanej, w której łączny prąd upływowy przekracza 10 mA, instalacja powinna być podzielona na odrębne grupy obwodów tak, aby w każdej grupie prąd upływowy nie przekraczał 10 mA. Poszczególne grupy obwodów powinny być chronione przez oddzielne wysokoczułe wyłączniki różnicowoprądowe

Elementy i rozwiązania techniczne jakie należy zapewnić w instalacjach elektrycznych w budynkach

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r., w instalacjach elektrycznych w budynkach należy zapewnić:

1) Złącza elektryczne umożliwiające odłączenie instalacji od sieci zasilającej, usytuowane w miejscu dostępnym dla dozoru i obsługi, zabezpieczone przed uszkodzeniami, wpływami atmosferycznymi, a także ingerencją osób postronnych;
2) Oddzielny przewód ochronny i neutralny, w obwodach rozdzielczych i odbiorczych;
3) Urządzenia ochronne różnicowoprądowe uzupełniające ochronę podstawową i ochronę przed powstaniem pożaru, powodujące w warunkach uszkodzenia samoczynne wyłączenie zasilania;
4) Wyłączniki nadprądowe w obwodach odbiorczych;
5) Zasadę selektywności (wybiórczości) zabezpieczeń;
6) Przeciwpożarowe wyłączniki prądu;
7) Połączenia wyrównawcze główne i miejscowe, łączące przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji i konstrukcji budynku;
8) Przewody elektryczne z żyłami wykonanymi wyłącznie z miedzi, jeżeli ich przekrój nie przekracza 10 mm^2;
9) 9) Urządzenia ochrony przed przepięciami.

Obwody rozdzielcze i odbiorcze

W instalacji przemysłowej niskiego napięcia wyróżnia się:

Obwody rozdzielcze przyłączone do rozdzielnicy głównej zasilają rozdzielnice pośrednie i rozdzielnice odbiorcze. Głównymi elementami obwodu rozdzielczego i odbiorczego instalacji przemysłowej są tory prądowe umożliwiające przesyłanie energii elektrycznej, łączniki manewrowe umożliwiające włączanie i wyłączanie obwodu oraz zabezpieczenia chroniące elementy obwodu przed skutkami zakłóceń, jakie mogą wystąpić w instalacji lub w odbiornikach. W instalacjach przemysłowych istotną rolę odgrywają również urządzenia automatyki i sterowania;

Obwody odbiorcze przyłączone do rozdzielnic oddziałowych zasilają rozdzielnice pośrednie lub bezpośrednio odbiorniki energii elektrycznej oraz obwody gniazd wtykowych i oświetleniowe. W obiektach o charakterze przemysłowym instalacje odbiorcze wykonuje się najczęściej w układzie promieniowym otwartym, w którym z poszczególnych obwodów zasilane są inne obwody i odbiorniki.

Odbiorniki energii elektrycznej

Odbiorniki energii elektrycznej służą do przetwarzania energii elektrycznej w inną pożądaną formę energii. Odbiorniki stosowane w przemyśle można ogólnie podzielić na oświetleniowe i siłowe.

Grupa odbiorników siłowych obejmuje między innymi:

a) silniki elektryczne,
b) urządzenia elektrotermiczne,
c) urządzenia spawalnicze,
d) urządzenia prostownikowe oraz
e) urządzenia energoelektroniczne.

W zależności od rodzaju prądu zasilającego, wyróżnia się:

a) odbiorniki prądu przemiennego
b) odbiorniki prądu stałego.

Ze względu na charakter pracy:

a) odbiorniki o obciążeniu praktycznie stałym,
b) odbiorniki o obciążeniu zmiennym i
c) odbiorniki o obciążeniu szybkozmiennym (udarowym).

Pod względem niezawodności zasilania odbiorniki przemysłowe dzieli się na trzy kategorie, zależne od skutków przerwy w dostawie energii elektrycznej.

1) Do kategorii I zalicza się odbiorniki, dla których:

a) przerwa w zasilaniu energią elektryczną może spowodować zagrożenie dla życia ludzkiego oraz uszkodzenie budowli lub urządzeń technologicznych,
b) przerwa w pracy powoduje zaburzenie procesu technologicznego w takim stopniu, że w produkcji będzie trwała dłużej niż jedną zmianę;

2) Do kategorii II zalicza się odbiorniki, dla których przerwa w zasilaniu może spowodować straty produkcyjne;

3) Do kategorii III zalicza sie odbiorniki nie należące do kategorii I i II.

INSTALACJE MIESZKANIOWE

W takich miejscach, jak łazienka należy zwrócić szczególną uwagę na sposób rozprowadzenia instalacji, jej zabezpieczenia i zastosowanie odpowiedniego osprzętu elektroinstalacyjnego.

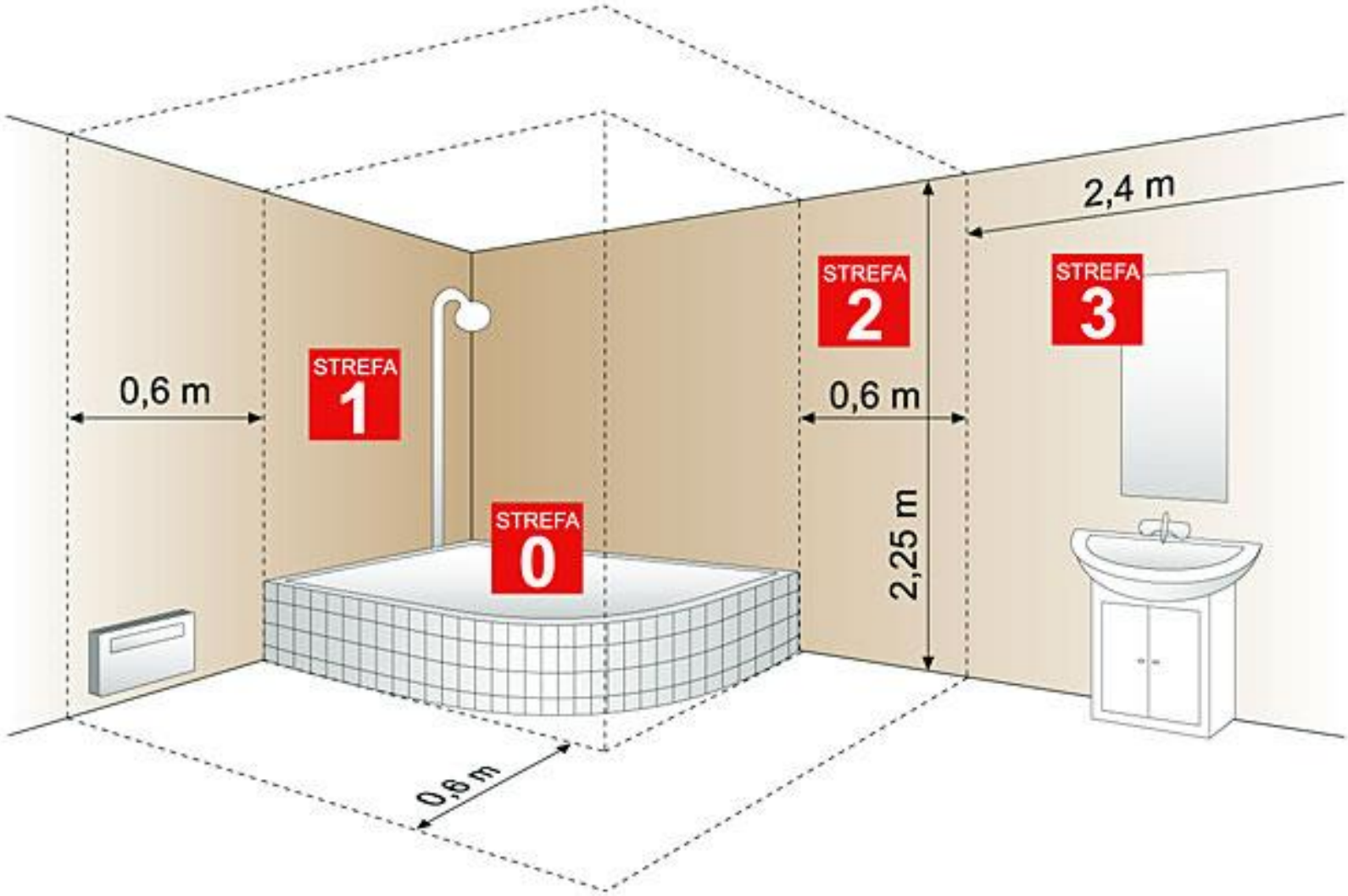
W pomieszczeniach tych obowiązują następujące podstawowe zasady w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz instalowania sprzętu, osprzętu, przewodów i odbiorników, a mianowicie:

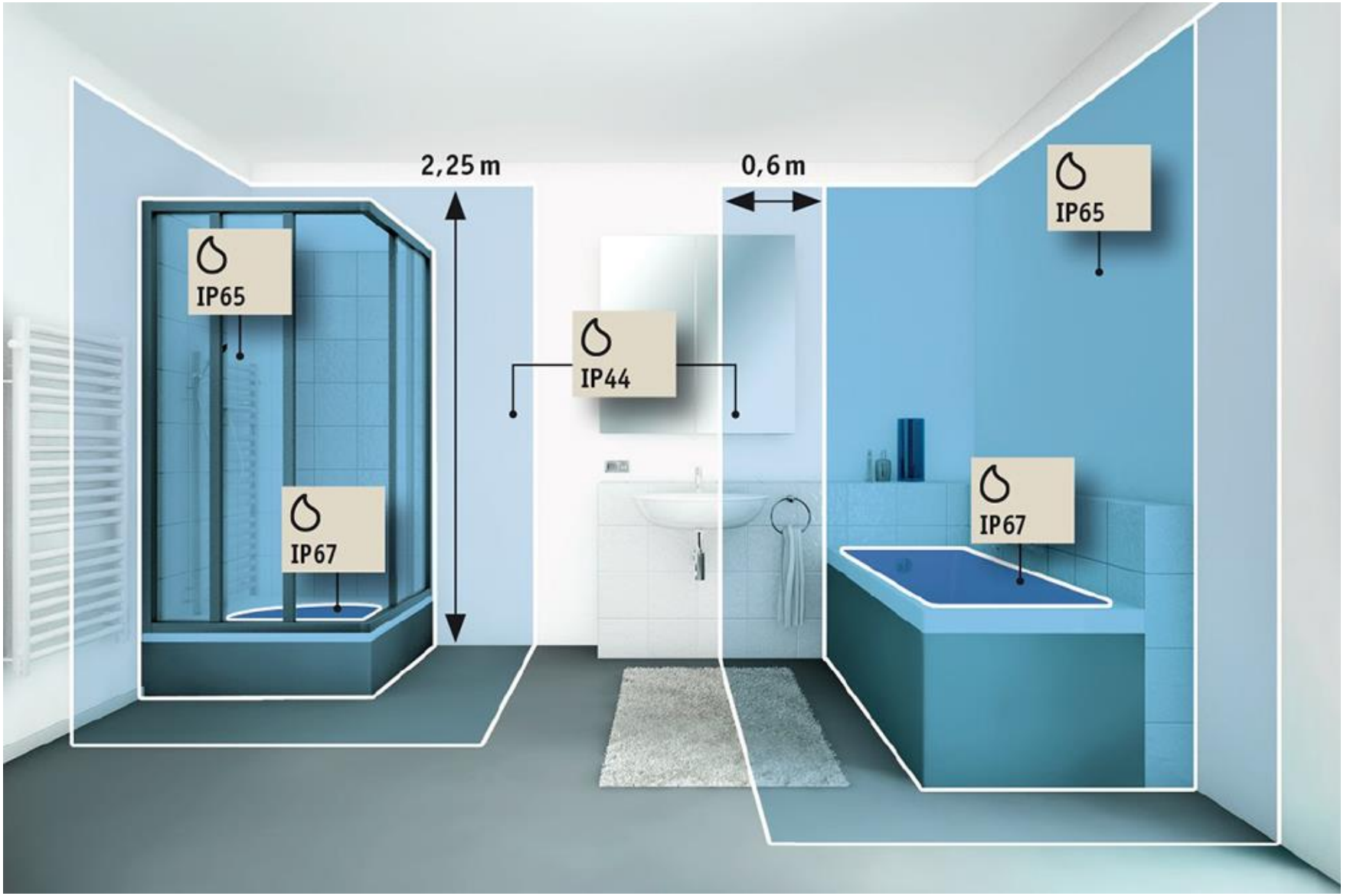
a) wykonanie połączeń wyrównawczych dodatkowych (miejscowych), łączących wszystkie części przewodzące obce ze sobą oraz z przewodami ochronnymi. Dotyczy to takich części przewodzących obcych jak: metalowe wanny, baseny natryskowe, wszelkiego rodzaju rury, baterie, krany, grzejniki wodne, podgrzewacze wody, armatura, konstrukcje i zbrojenia budowlane. W przypadku zastosowania w instalacjach wodociągowych zimnej i ciepłej wody oraz w instalacjach ogrzewczych wodnych, w miejsce rur metalowych, rur wykonanych z tworzyw sztucznych, połączeniami wyrównawczymi należy objąć wszelkiego rodzaju elementy metalowe mogące mieć styczność z wodą w tych rurach, jak na przykład armaturę i grzejniki.

b) instalowanie gniazd wtyczkowych w strefie 3 lub w odległości nie mniejszej niż 0,60 m od otworu drzwiowego prefabrykowanej kabiny natryskowej. Gniazda te należy zabezpieczać wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA albo zasilać indywidualnie z transformatora separacyjnego lub napięciem nieprzekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (układ SELV),
c) instalowanie przewodów wielożyłowych izolowanych, w powłoce izolacyjnej lub przewodów jednożyłowych w rurach z materiału izolacyjnego,
d) instalowanie puszek, rozgałęźników i odgałęźników oraz urządzeń rozdzielczych i sprzętu łączeniowego poza strefami 0, 1 i 2,
e) instalowanie w strefie 1 jedynie elektrycznych podgrzewaczy wody, a w strefie 2 jedynie opraw oświetleniowych o II klasie ochronności oraz elektrycznych podgrzewaczy wody,
f) możliwość stosowania w strefie 0 napięcia o wartości nie większej niż 12 V (układ SELV). Źródło zasilania tego napięcia powinno być usytuowane poza tą strefą,

g) możliwość stosowania w strefie 3 przenośnych odbiorników w kl. II ochronności, np. suszarka, golarka, lokówka.
h) możliwość zamontowania w podłodze grzejników pod warunkiem pokrycia ich metalową siatką lub blachą, objętą połączeniami wyrównawczymi dodatkowymi (miejscowymi). Stosując się do powyższych zasad będziemy mieli pewność, że zadbamy o bezpieczeństwo naszych klientów i ich rodzin pozwalając na beztroskie korzystanie z dobrze zaprojektowanych i wykonanych łazienek, a sceny z morderczą suszarką wpadającą przez przypadek do wanny pełnej piany pozostaną tylko scenami z filmów grozy.

Strefa 0 - jest to strefa we wnętrzu wanny lub brodzika prysznica. Osprzęt elektryczny tam zainstalowany musi mieć stopień ochrony nie mniejszy niż IPX7.
Strefa 1 - jest to strefa ograniczona płaszczyznami: pionową - przebiegającą wzdłuż zewnętrznej krawędzi obrzeża wanny, brodzika prysznica. W przypadku braku brodzika - w odległości 0,60 m od prysznica. Drugie ograniczenie to płaszczyzna pozioma - przebiegającą na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi. Stopień ochrony urządzeń elektrycznych w tym miejscu musi mieć minimum IPX5.
Strefa 2 - jest ograniczona płaszczyznami: pionową - przebiegającą w odległości 0,60 m na zewnątrz od płaszczyzny ograniczającej strefę 1 oraz poziomą przebiegającą na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi. Znajdujący się w tej strefie sprzęt i osprzęt powinny mieć stopień ochrony nie mniejszy niż IPX4. To w pomieszczeniach prywatnych, natomiast w łazienkach publicznych stopień ochrony IP sprzętu i osprzętu elektroinstalacyjnego w 2 strefie musi wynosić nie mniej niż IPX5.
Strefa 3 - jest ograniczona płaszczyznami: pionową - przebiegającą w odległości 2,40 m na zewnątrz od płaszczyzny ograniczającej strefę 2 oraz poziomą przebiegającą na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi. Sprzęt i osprzęt w strefie 3 powinny mieć stopień ochrony nie mniejszy niż IPX1 (w strefie 3 w łazienkach publicznych minimum IPX5).


STREFA 1
STREFA 0
STREFA 2
STREFA 3
0,6 m
0,6 m
0,6 m
2,25 m
2,4 m


2,25 m
0,6 m
IP65
IP44
IP67
IP65
IP67

Strefy instalacyjne

Rozmieszczenie przewodów układanych w tynku, pod tynkiem, w bruzdach, których trasy są niewidoczne po wykonaniu tynków, powinno być ograniczone do określonych stref instalacyjnych. To samo dotyczy rur osłonowych (instalacyjnych) układanych rezerwowo. Pozwala to uniknąć uszkodzenia ułożonych w sposób niewidoczny na wykończonej powierzchni przewodów w trakcie wykonywania instalacji innych branż, takich jak gaz, woda i ogrzewanie, a także podczas montażu elementów wyposażenia wnętrza. Ułatwia również późniejszą rozbudowę instalacji elektrycznych lub ich przebudowę, np. podczas dostosowywania jej do indywidualnych potrzeb mieszkańców.

Ma to szczególne znaczenie, w sytuacji gdy coraz powszechniej instalacje elektryczne wykonywane są bez montażu puszek rozgałęźnych, które stanowiły pewnego rodzaju punkty orientacyjne tras prowadzenia przewodów.

Zalecenie prowadzenia tras w określonych strefach obowiązuje również przy wykonywaniu instalacji w ściankach działowych lub zabudowie z płyt g-k.

Stosowanie stref instalacyjnych nie jest natomiast wymagane dla widocznych instalacji natynkowych, kanałów i listew instalacyjnych oraz instalacji pod podłogami podniesionymi czy w przestrzeni nad sufitami podwieszonymi, a także dla przewodów i rur osłonowych zatapianych w ścianach monolitycznych i układanych w stropach.

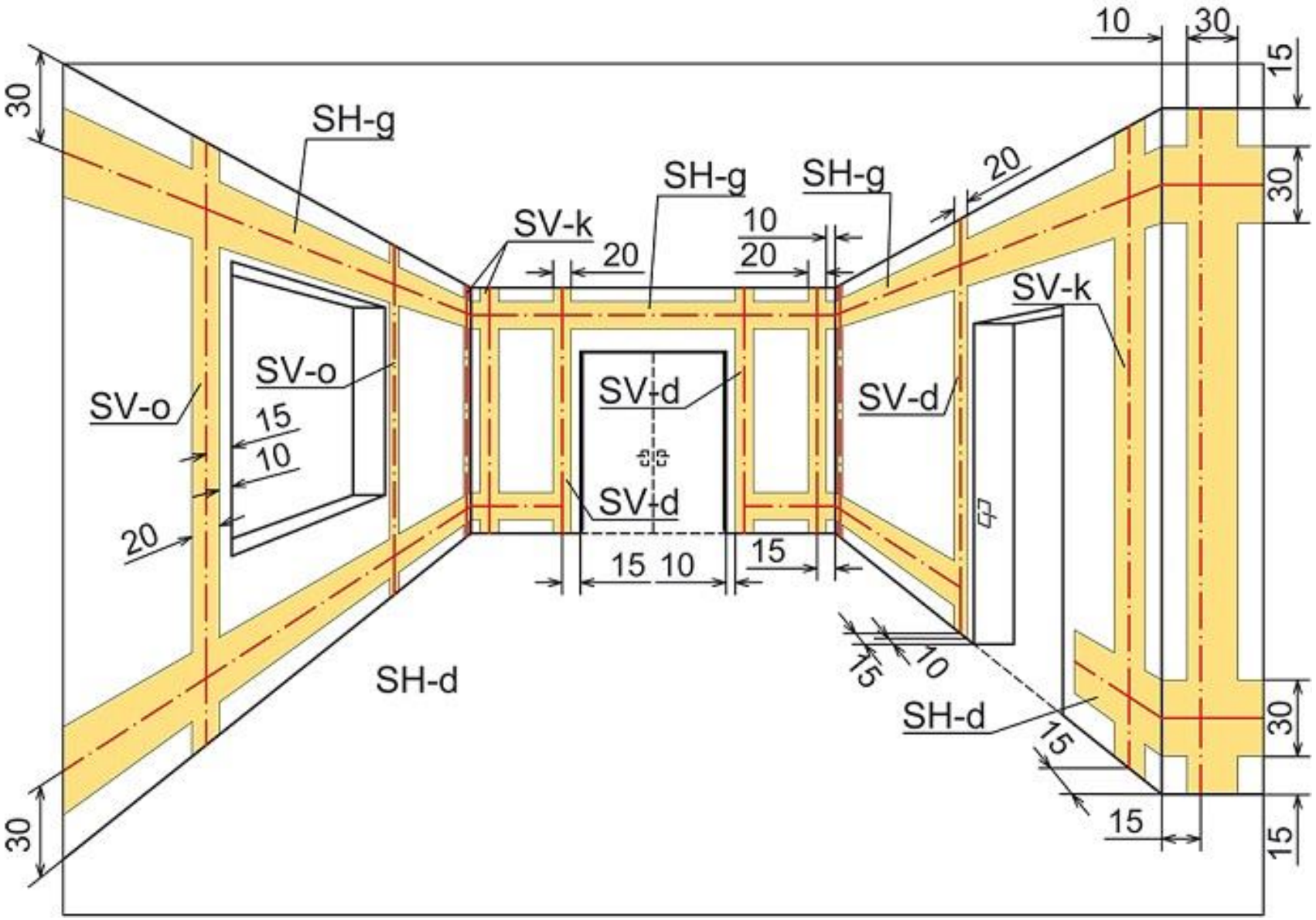
Poziome strefy instalacyjne SH

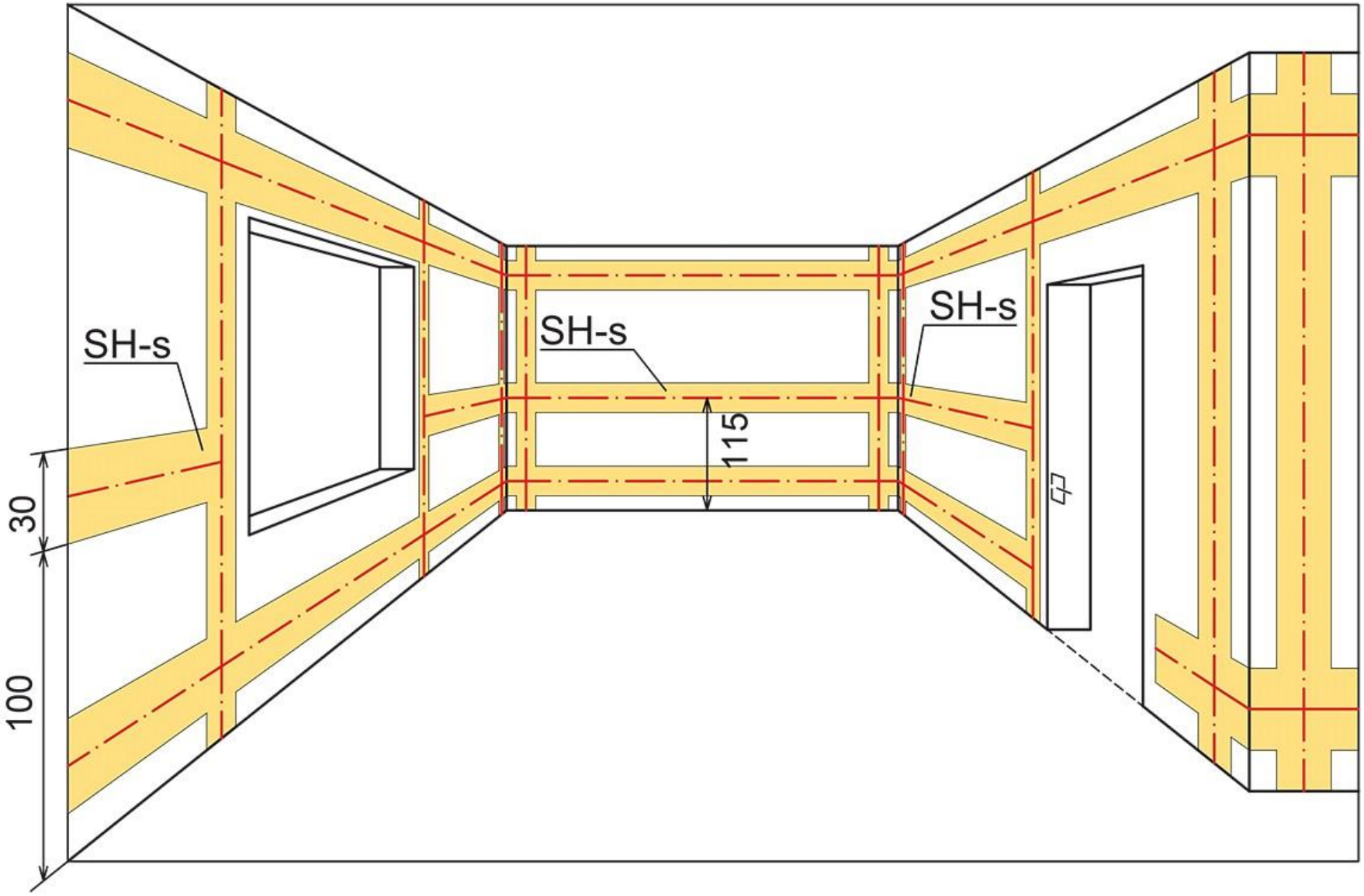
Poziome strefy instalacyjne (SH), mają maksymalną szerokość 30 cm. Zdefiniowano następujące strefy poziome:
SH-g – górna strefa instalacyjna od 15 do 45 cm poniżej poziomu wykończonego sufitu;
SH-d – dolna strefa instalacyjna na wysokości od 15 do 45 cm od PWP;
SH-s – środkowa strefa instalacyjna w pomieszczeniach z powierzchniami roboczymi przed ścianami (np. w kuchni) na wysokości od 100 do 130 cm od PWP

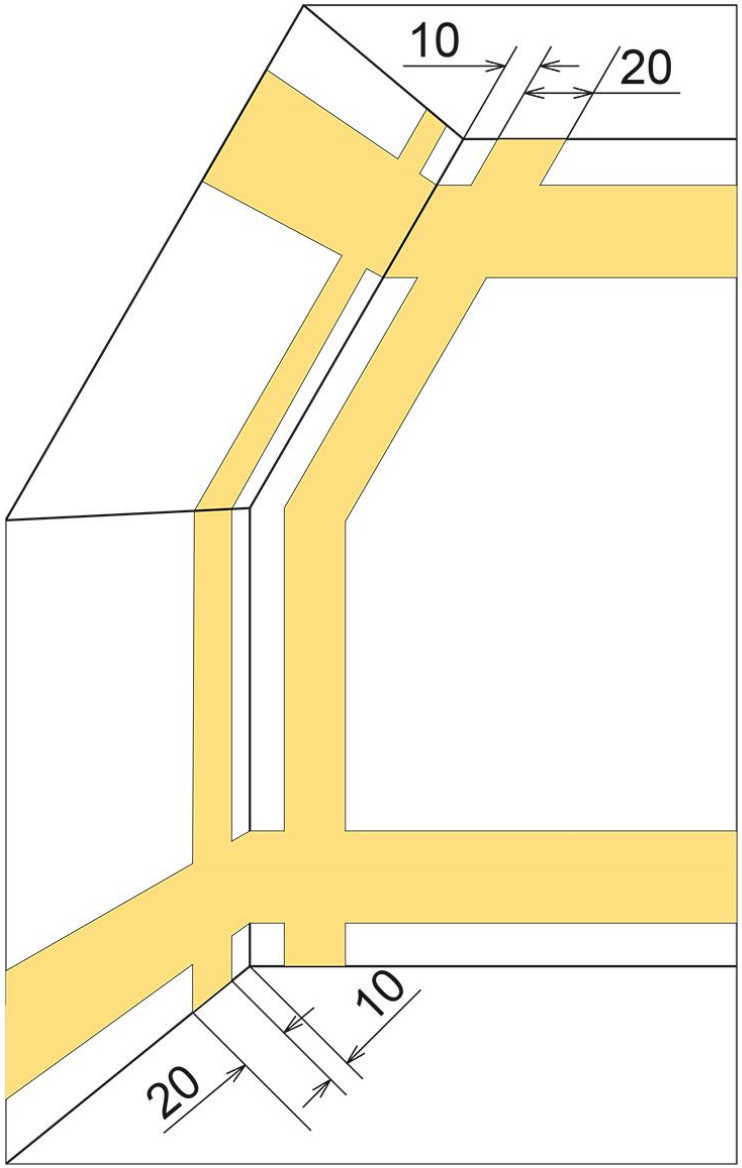
Pionowe strefy instalacyjne SV

Pionowe strefy instalacyjne (SV), mają maksymalną szerokość 20 cm i prowadzą od podłogi do sufitu. Zdefiniowano następujące strefy pionowe:
SV-d – pionowa strefa instalacyjna przy drzwiach w odległości od 10 do 30 cm od skraju ościeża drzwi (w przypadku drzwi jednoskrzydłowych strefa instalacyjna wyznaczona jest tylko od strony klamki);
SV-o – pionowa strefa instalacyjna przy oknach w odległości od 10 do 30 cm od skraju ościeża okna;
SV-k – pionowa strefa instalacyjna przy narożniku pomieszczenia w odległości od 10 do 30 cm od narożnika.

W pomieszczeniach o ścianach pochyłych, np. na poddaszu, strefy instalacyjne wyznaczone są równolegle do narożnika (zbiegu ścian)


10
30
15
30
SH-g
SH-g
SH-g
20
SV-k
20
10
20
SV-k
SV-o
SV-o
15
10
SV-d
SV-d
SV-d
20
15 10
15
SH-d
SH-d
30
30
30
15
15
15


SH-s
SH-s
SH-s
115
30
100

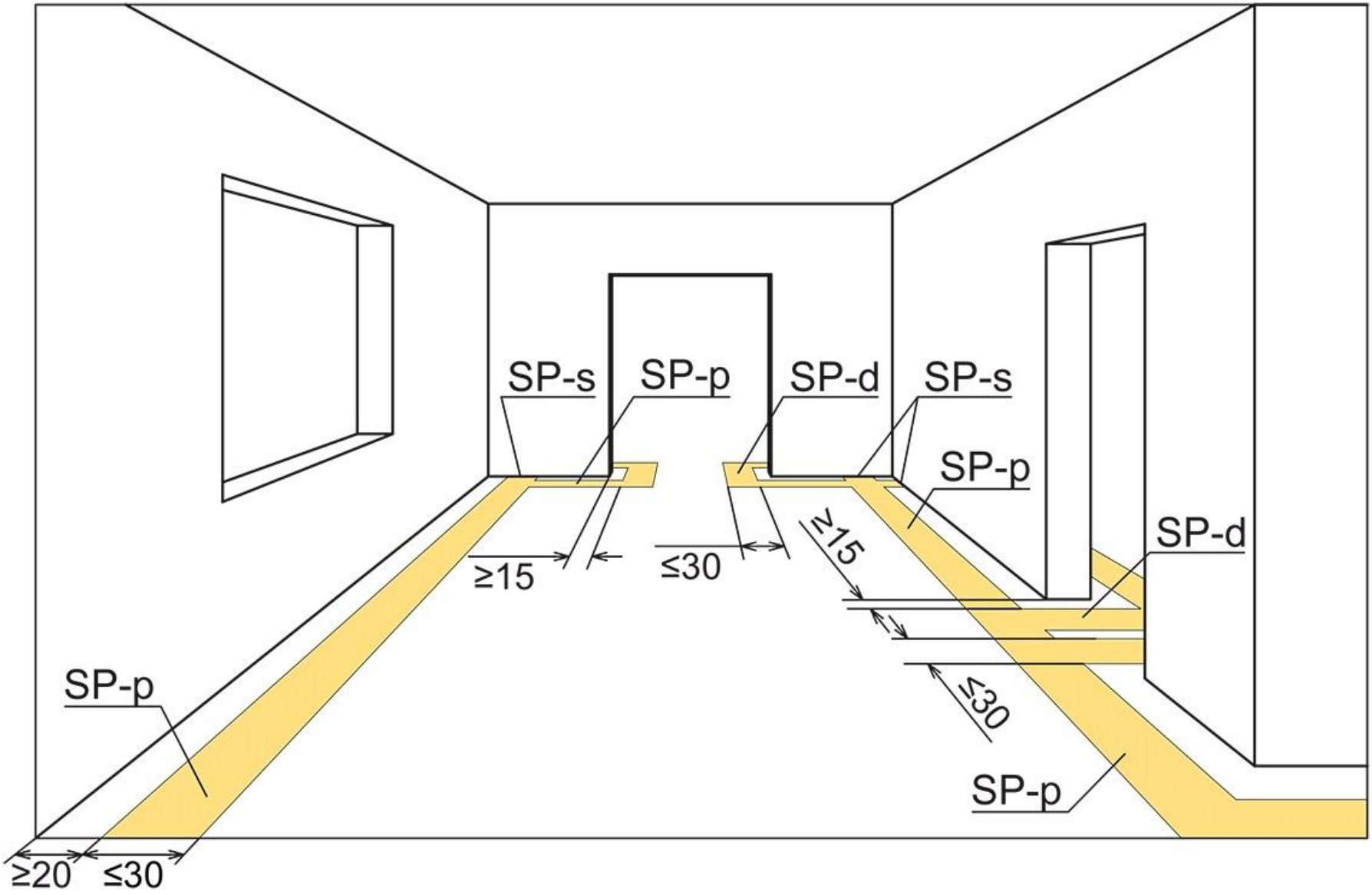

10
20
10
20

Strefy instalacyjne w warstwach podłogi SP

Zdefiniowano następujące strefy instalacyjne w warstwach podłogi na stropie, a na najniższej kondygnacji na płycie fundamentowej lub podłożu leżącym na gruncie:

- SP-p strefa instalacyjna w podłodze pomieszczenia równoległa do ścian w minimalnej odległości 20 cm i o maksymalnej szerokości 30 cm;
- SP-d strefa instalacyjna prowadzona w podłodze przez otwór drzwiowy pomieszczenia w odległości minimalnej 15 cm od ościeża drzwi i o maksymalnej szerokości 30 cm;
- SP-s strefa instalacyjna o maksymalnej szerokości 30 cm prowadzona prostopadle przez ścianę wewnętrzną pomieszczenia w poziomie warstw podłogi, w odległości minimalnej 20 cm od ściany równoległej.

Strefa SP-s została wprowadzona głównie w celu skrócenia długości kabli w systemach telekomunikacyjnych (informatycznych i telewizji kablowej lub satelitarnej). Przejście przez ścianę należy uzgodnić z projektantem konstrukcji. Strefy powinny być skoordynowane podczas projektowania ze strefami prowadzenia instalacji innych branż, np. sanitarnej.


SP-s
SP-p
SP-d
SP-s
SP-p
SP-d
SP-p
SP-p
≥15
≤30
≥15
≤30
≥20
≤30

Lokalizacja osprzętu i urządzeń elektrycznych

Podane niżej zalecenia dotyczą rozmieszczenia w mieszkaniach oraz w częściach wspólnych budynków mieszkalnych użytkowanych i obsługiwanych przez mieszkańców elementów instalacji elektrycznych (urządzeń, osprzętu), takich jak:

• łączniki oświetlenia, urządzenia sterujące np. termostaty, nastawniki wentylacji lub klimatyzacji, przyciski do otwierania drzwi lub okien, czytniki kontroli dostępu, przyciski sygnalizacji dzwonkowej, łączniki sygnalizacji alarmowo-przyzywowej oraz gniazda wtyczkowe, telekomunikacyjne, ręczne ostrzegacze pożarowe itp. zwane dalej osprzętem;

• urządzenia systemów łączności – jednostki wewnętrzne i zewnętrzne systemów domofonowych, wideodo-dofonowych czy interkomu;

• rozdzielnice (tablice) mieszkaniowe;

• urządzenia wymagające odczytu wskazań, niewymagające obsługi (np. liczniki energii elektrycznej).

Przedstawione wytyczne nie dotyczą rozmieszczenia urządzeń wynikającego z innych przepisów (np. w pomieszczeniach wyposażonych w wannę lub natrysk), jak również używanych wyłącznie do celów technicznych i gniazd przeznaczonych np. do podłączenia telewizora, lodówki, zmywarki, pralki, okapu, a także gniazd podłogowych.

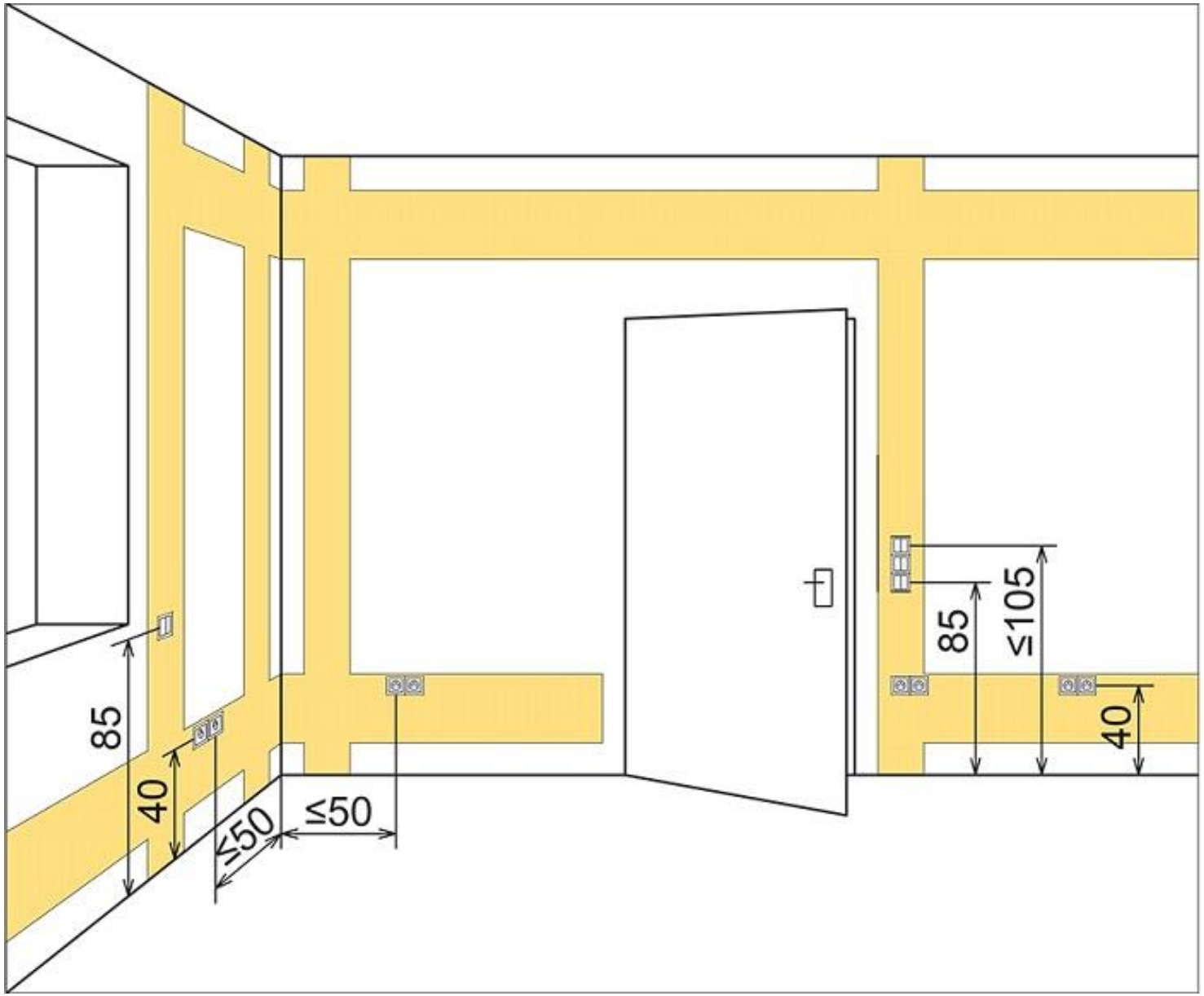
Wszystkie gniazda, łączniki i elementy sterujące powinny być rozmieszczone w sposób logiczny, spójny i powtarzalny w całym budynku, tak aby można je było łatwo zlokalizować (np. łączniki oświetleniowe i przyciski sygnalizacji dzwonkowej na ścianie od strony klamki w takiej samej odległości ok. 10-20 cm od ościeżnic).

Osprzęt i urządzenia należy montować na ścianach w strefach instalacyjnych.
W przypadku kiedy elementy instalacji elektrycznych muszą być zainstalowane poza strefą, przewody do nich należy poprowadzić pionowo od najbliższej poziomej strefy instalacyjnej.
Trzeba pamiętać, że w przypadku urządzeń specjalnych, takich jak np. termostaty czy wideodomofony, nadrzędne są wytyczne montażu przekazane przez producenta. Osprzęt powinien być montowany na następujących wysokościach mierzonych od poziomu wykończonej podłogi do środka (osi) osprzętu lub urządzenia:

• łączniki światła, elementy sterujące – 85 cm (w przypadku lokalizacji kilku elementów nad sobą oś najwyższego powinna się znajdować na wysokości nie wyższej niż 105 cm);
• gniazda wtyczkowe i telekomunikacyjne – od 40 do 85 cm;
• gniazda wtyczkowe nad blatami w kuchni i miejscami do pracy przy ścianach – 115 cm;
• urządzenia wymagające odczytu wskazań, natomiast niewymagające obsługi (np. mierniki, wskaźniki, wyświetlacze) – od 120 do 140 cm.
W normie DIN 18040 dotyczącej budownictwa bez barier obniżono zalecaną wysokość montażu łączników światła i elementów sterujących w stosunku do tej z normy ogólnej dotyczącej instalacji ze 105 do 85 cm, a podniesiono minimalną wysokość montażu gniazd z 30 do 40 cm. Stosując się do tych zaleceń, zgodnie z zasadami projektowania uniwersalnego, w łatwy sposób usuwa się jedną z barier.

To samo ma miejsce w przypadku stosowania zalecenia, aby odległość osprzętu i obsługiwanych urządzeń od narożnika wewnętrznego pomieszczenia lub innej przeszkody z boku nie była mniejsza niż 50 cm.

Zaleca się, żeby w przypadku kilku gniazd montować je obok siebie w poziomie. Kilka łączników można umieszczać obok siebie zarówno w poziomie, jak i pionie, przy czym nie zaleca się montowania więcej niż trzech, aby uniknąć dezorientacji użytkownika.


85
40
≤50
≤50
85
≤105
40

Wysokość montażu rozdzielnicy mieszkaniowej nie jest nigdzie normowana. W załączniku do normy, zalecany jest montaż na wysokości mierzonej od poziomu wykończonej podłogi do jej środka (osi poziomej) od 110 do 185 cm. W Niemczech funkcjonuje też zakres 80-180 cm. W Irlandii i W. Brytanii dolna krawędź rozdzielnicy nie może być niżej niż 120 cm od PWP a górna nie wyżej niż 140 cm. Planując lokalizacje tablicy mieszkaniowej należy pamiętać, że powinna być łatwo dostępna także dla osób na wózkach, niskich czy starszych, bez używania dodatkowych sprzętów, jak drabina czy stołek. Współczesne rozdzielnice mieszkaniowe są bezpieczne, a zamontowane w nich wyłączniki instalacyjne czy różnicowoprądowe przewidziane są do obsługi przez użytkowników. W przypadku tych ostatnich wymagane jest wręcz ich regularne testowanie. Niedopuszczalny jest zatem montaż rozdzielnicy nad drzwiami, co niestety wciąż nie należy do rzadkości w nowo powstających budynkach. Przed zamontowanym osprzętem należy zapewnić odpowiednią przestrzeń o wymiarach co najmniej 150 x 150 cm umożliwiającą manewrowanie wózkiem (120 x 150 cm w kierunku jazdy, jeśli nie jest wymagana zmiana kierunku). Osprzęt należy tak umieszczać, aby po drodze do niego nie było stopni.

DOBÓR I UKŁADANIE PRZEWODÓW

W warunkach normalnej pracy przyrost temperatury przewodów nie powinien przekraczać wartości dopuszczalnych długotrwale. Powinna też być zapewniona odbiorcom odpowiednia jakość energii elektrycznej określona głównie brakiem przerw w zasilaniu, odchyleniami napięcia od wartości znamionowej i zawartością wyższych harmonicznych.

Według normy HD 60364-1 Instalacje elektryczne niskiego napięcia — Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje – w celu ustalenia właściwości instalacji przy doborze metod ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa oraz przy doborze i montażu wyposażenia należy w szczególności uwzględnić:

a) przeznaczenie danej instalacji, jej ogólną strukturę i sposób zasilania,
b) przewidywane wpływy zewnętrzne na jakie instalacja może być narażona,
c) kompatybilność wyposażenia instalacji, a także
d) łatwość dostępu, konserwacji i kontroli stanu technicznego instalacji.

Wymienione wyżej właściwości oraz podstawowe zasady doboru i montażu instalacji dotyczą w szczególności: przewodów i kabli, ich głowic i/lub muf, konstrukcji wsporczych oraz uchwytów, ich obudów oraz metod ochrony przed pływami zewnętrznymi.
W przypadku doboru innych typów instalacji, np. instalacji telekomunikacyjnych lub elektronicznych systemów domowych i budowlanych, powinny być brane pod uwagę właściwe przepisy i normy przedmiotowe.

Zasady doboru przewodów, kabli i urządzeń ochronnych dla tego typu instalacji polegają głównie na:

a) ustaleniu wartości spodziewanego prądu obciążenia, który stanowi podstawę doboru prądu znamionowego zabezpieczenia oraz wstępnego doboru obciążalności długotrwałej przewodu
b) doborze prądu znamionowego i/lub nastawczego urządzenia zabezpieczającego nadprądowego,
c) doborze przekroju przewodu w taki sposób, aby spełniał on wymagania. w zakresie wytrzymałości mechanicznej, obciążalności cieplnej długotrwałej i zwarciowej, dopuszczalnego spadku napięcia oraz warunki ochrony przeciwporażeniowej.

Istotnym dla bezpieczeństwa pożarowego jest właściwy dobór przewodów do zasilania urządzeń elektrycznych, które muszą funkcjonować w czasie pożaru.

Przy doborze przewodów i kabli, wg PN-HD 60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia — Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia. Oprzewodowanie – należy uwzględnić następujące warunki montażu i użytkowania:

– rodzaj instalacji (np. wnętrzowej, linii napowietrznej, linii kablowej),
– rodzaj pomieszczenia dla instalacji wnętrzowej,
– sposób montażu, ułożenia przewodów,
– przekroje żył przewodów i kabli,
– zagrożenia pożarowe,
– wpływy czynników zewnętrznych,
– napięcie znamionowe,
– dopuszczalne spadki napięć,
– układ połączeń sieci względem ziemi,
– wartości prądów zwarciowych,
– spodziewane narażenia mechaniczne.

Wybrane terminy i definicje

oprzewodowanie – zestaw składający się z jednego lub z większej liczby izolowanych przewodów, kabli lub przewodów szynowych oraz części zapewniających ich umocowanie oraz, jeżeli jest to konieczne, odpowiednich osłon mechanicznych,

szyna zbiorcza – przewód o małej impedancji, do którego jest możliwe oddzielne przyłączenie kilku obwodów elektrycznych,

przewód – wyrób przemysłowy składający się z jednego lub kilku skręconych drutów albo z jednej lub większej liczby żył izolowanych bez powłoki lub w powłoce niemetalowej,

przewód; element przewodzący, – część przewodząca przeznaczona do przewodzenia określonej wartości prądu elektrycznego,

kabel – wyrób przemysłowy składający się z jednej lub większej liczby żył izolowanych, w powłoce lub osłonie ochronnej i pancerzu, chroniące izolację żył przed wilgocią, wpływami chemicznymi i uszkodzeniami mechanicznymi,

żyła kabla (przewodu) – część kabla przeznaczona do przewodzenia prądu. Żyły kabli i przewodów są wykonane z drutów miedzianych lub aluminiowych, a w niektórych wyrobach – również z drutów stalowych lub bimetalowych,

linia kablowa – kabel jedno lub wielożyłowy lub kilka kabli połączonych równolegle ułożonych we wspólnym rowie kablowym lub przestrzeni, łączących odbiorniki z urządzeniem zasilającym,

izolacja żył kabla lub przewodu – element konstrukcyjny służący do odizolowania poszczególnych elementów kabla lub przewodu miedzy sobą oraz od elementów uziemionych,

powłoka – szczelna warstwa metalu (ołów, aluminium, stal, miedź) lub materiału niemetalicznego (polwinit, polietylen, poliuretan, guma, mieszanki tworzyw bezhalogenowych o ograniczonej emisji dymu oraz gazów korozyjnych i toksycznych podczas palenia), zapobiegająca przenikaniu wilgoci do żyły izolowanej lub ośrodka,

żyła powrotna (ekran metaliczny) – warstwa przeznaczona do przewodzenia prądu zakłóceniowego, nałożona współosiowo na ośrodek kabla,

powłoka wypełniająca – warstwa ochronna wyokrąglająca, wytłoczona na ośrodku kabla lub przewodu, która także zapobiega wnikaniu i przemieszczaniu się wilgoci,

osłona ochronna – warstwa ochronna lub zespół warstw ochronnych wytłoczonych lub nałożonych na kabel lub przewód w postaci obwojów, czasami oplotów, chroniąca przed czynnikami chemicznymi oraz uszkodzeniami mechanicznymi.

Obwody prądu przemiennego

Ze względu na zjawiska elektromagnetyczne występujące w obwodach prądu przemiennego, zachodzi potrzeba zapobiegania prądom wirowym. W takich przypadkach przewody instalowane w obudowach ferromagnetycznych powinny być rozmieszczone tak, aby przewody każdego obwodu łącznie z przewodem ochronnym, były umieszczone w tej samej obudowie. Miejsca wprowadzenia przewodów do obudowy powinny być otoczone materiałem ferromagnetycznym.

Układanie obwodów instalacji elektrycznej

Dopuszcza się układanie kilku obwodów instalacji elektrycznej:

a) w tej samej rurze ochronnej,
b) w wydzielonej przestrzeni listwy instalacyjnej lub
c) w tym samym kablu, pod warunkiem że wszystkie przewody posiadają izolację przewidzianą dla najwyższego zastosowanego w tych obwodach napięcia znamionowego.

1) Nie należy rozmieszczać przewodów należących do pojedynczego obwodu w różnych kablach lub przewodach wielożyłowych, rurach instalacyjnych, listwach instalacyjnych (z wyjątkiem sytuacji, gdy kilka kabli wielożyłowych, tworzących jeden obwód, jest ułożonych równolegle). Jeżeli kable wielożyłowe są ułożone równolegle, to każdy kabel powinien zawierać jedną żyłę każdej fazy i żyłę neutralną, jeśli występuje;

2) Nie należy stosować wspólnego przewodu neutralnego dla kilku głównych obwodów. Jednofazowe obwody końcowe prądu przemiennego można zestawić, np. z jednego przewodu liniowego i przewodu neutralnego obwodu wielofazowego z tylko jednym przewodem neutralnym pod warunkiem, że obwód ten będzie wyraźnie oznaczony;

3) W przypadkach, gdy kilka obwodów posiada połączenia w jednej puszce rozgałęźnej, to zaciski każdego z tych obwodów powinny być od siebie oddzielone przekładkami izolacyjnymi.

Zaleca się, aby systemy rur instalacyjnych były zgodne z IEC 61388, systemy listew lub kanałów instalacyjnych – z IEC 61084, a systemy korytek lub drabinek – z IEC 61537.

Elastyczne kable i przewody sznurowe

Według normy HD 60364-5-52:2011 elastyczne kable i przewody sznurowe mogą być stosowane do zasilania:

a) urządzeń ruchomych, z wyjątkiem urządzeń zasilanych przez styk z szyną,
b) urządzeń stacjonarnych, przeznaczonych do czasowego przemieszczenia, np. celu konserwacji.

Do ochrony elastycznych przewodów można stosować elastyczne systemy rur instalacyjnych. Instalowane na stałe izolowane przewody (bez powłoki), powinny być ułożone w rurach lub listwach instalacyjnych (z wyjątkiem przewodu ochronnego wg HD 60364-5-54). Dopuszcza się zastosowanie elastycznego kabla w stałym oprzewodowaniu pod warunkiem spełnienia wymagań normy HD 60364-5-52:2011.

Ochrona od wpływów zewnętrznych

Temperatura otoczenia

Temperatura otoczenia jest to temperatura powietrza lub innego czynnika otaczającego instalację lub urządzenie, np. nieobciążony przewód znajdujący się w tym ośrodku.

Przewody i kable powinny być dobrane i zamontowane tak, aby w każdej temperaturze, w przedziale pomiędzy minimalną a maksymalną temperaturą otoczenia, temperatura dopuszczalna, oznaczająca maksymalną długotrwałą temperaturę pracy, zarówno w normalnych warunkach pracy, jaki i w warunkach zakłóceniowych, nie została przekroczona. Wymaga się również, aby wszystkie elementy systemu oprzewodowania, w tym kable, przewody i osprzęt elektrotechniczny, były montowane i użytkowane jedynie w granicach temperatur ustalonych w odpowiednich normach przedmiotowych lub instrukcjach producenta.

Wpływ zewnętrznych źródeł ciepła

Ciepło z zewnętrznych źródeł może być przenoszone przez promieniowanie, konwekcję lub przewodzenie, np. z urządzeń elektrycznych i źródeł światła, z sieci ciepłowniczej, procesu produkcyjnego lub z oddziaływania słońca na oprzewodowanie lub jego otoczenie. Zabezpieczenie oprzewodowania przed szkodliwym wpływem ciepła pochodzącego z zewnętrznych źródeł polega głównie na:

a) osłonięciu narażonej części instalacji,
b) zainstalowaniu oprzewodowania w dostatecznej odległości od źródeł ciepła
c) doborze elementów oprzewodowania uniemożliwiających wystąpienie dodatkowego wzrostu temperatury,
d) miejscowym wzmocnieniu materiałem izolacyjnym.

Wpływ wody lub wysokiej wilgotności.

Jeżeli oprzewodowania będzie użytkowane w warunkach dużej wilgotności, to powinno być ono tak dobrane i zainstalowane, aby było skutecznie zabezpieczone przed wpływami zewnętrznymi.

Przedostawanie się obcych ciał stałych.

Oprzewodowanie powinno być dobrane i zainstalowane tak, aby możliwość przedostawania się obcych ciał stałych była minimalna. Oprzewodowanie użytkowane w takich warunkach powinno mieć odpowiedni dla danej lokalizacji stopień ochrony IP.

Obecność substancji powodujących korozję

Jeżeli oprzewodowanie jest użytkowane w obszarach lub przestrzeniach, w których obecność wody, substancji żrących lub zanieczyszczających może doprowadzić do korozji lub pogorszenia właściwości oprzewodowania, to należy zapewnić odpowiednio skuteczną ochronę lub wykonać z materiału odpornego na działanie występujących substancji.

Obciążalność długotrwała przewodów

Prąd długotrwały w danej żyle przewodu lub kabla powinien mieć, w warunkach normalnej eksploatacji, taką wartość, aby nie została przekroczona temperatura graniczna. Ma to na celu zapewnienie odpowiedniej trwałości żył i izolacji podstawowych działaniu cieplnemu długotrwale płynącego prądu.
Wymagania te uważa się za spełnione, jeżeli prąd w izolowanych przewodach i nieopancerzonych kablach nie przekracza odpowiednich orientacyjnych wartości podanych w tablicach Załącznika B do normy EN 60364-5-52, z ewentualnym uwzględnieniem współczynników poprawkowych.
Odpowiednią wartość obciążalności prądowej długotrwałej można również ustalić na podstawie wymagań podanych w normie IEC 60287, albo na podstawie badania, albo obliczyć według uznanej i obowiązującej metody.
Przy określaniu obciążalności prądowej długotrwałej należy brać także pod uwagę charakterystyki obciążenia oraz, w przypadku kabli ułożonych w ziemi – efektywną rezystancję cieplną gruntu.
Wymagania zawarte w normie HD 60364-5-52 dotyczą przewodów nieopancerzonych kabli i przewodów izolowanych o napięciu nominalnym nie wyższym niż 1 kV prądu przemiennego lub 1,5 kV prądu stałego oraz kabli opancerzonych wielożyłowych (nie mają jednak zastosowania do opancerzonych kabli jednożyłowych).

W przypadku stosowania opancerzonych kabli jednożyłowych lub przewodów ułożonych w pojedynczych metalowych osłonach, w celu odpowiedniego zmniejszenia ich obciążalności prądowej, można również stosować wymagania podane w normie HD 60364-5-52. Obciążalność prądowa długotrwała izolowanych przewodów jest taka sama jak kabli jednożyłowych.

Rezystywność cieplna gruntu

W normie PN-HD 60 364-5-52 określono dwie metody referencyjne układania kabli w ziemi:

D1 – kable układane w osłonie;
D2 – kable układane bezpośrednio w ziemi.

Podana w normie obciążalność prądowa długotrwała kabli ułożonych w ziemi (wewnątrz lub wokół obiektów budowlanych) odnosi się do rezystywności cieplnej gruntu, która wynosi 2,5 K·m/W – przyjmowana za konieczną w przypadku, gdy nie jest znany rodzaj gruntu i położenie geograficzne.

Jeżeli stwierdzono, że rzeczywisty opór cieplny gruntu jest większy, to należy albo odpowiednio zmniejszyć długotrwałą obciążalność prądową kabli, albo zastąpić grunt – znajdujący się wokół nich – bardziej odpowiednim materiałem.
Jeżeli w wyniku pomiarów ustalono dokładniejsze wartości rezystywności cieplnej gruntu, to wartość obciążalności prądowej długotrwałej można wyznaczyć metodami obliczeniowymi lub na podstawie danych producenta kabla. Dokładne określenie rezystywności cieplnej gruntu wymaga znajomości rodzaju gruntu oraz zawartości w nim wody.

W zależności od składu gruntu rezystywność cieplna wynosi:

– bardzo mokry piasek – 0,5 K·m/W;
– mokry piasek lub glina – 0,7 K·m/W;
– normalny piasek lub glina – 0,85 K·m/W;
– suchy piasek lub glina – 1,0 K·m/W;
– bardzo suchy piasek, glina lub popiół – 1,2 ÷ 1,5 K·m/W;
– bardzo suchy piasek lub popiół – 2 ÷ 3 K·m/W.

Oznaczenia	A1				A2				B1				B2				C			
Miejsce i sposób ułożenia przewodów	w rurkach i kanałach (listwach) instalacyjnych pod tynkiem								w rurkach i kanałach (listwach) instalacyjnych na ścianie								na ścianie			
	Przewody jednożyłowe				Przewody wielożyłowe				Przewody jednożyłowe				Przewody wielożyłowe				Przewody i kable wielożyłowe			
Liczba przewodów obciążonych	2		3		2		3		2		3		2		3		2		3	
Przekrój mm²	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b	I_{dd}	I_b
1,5	16,5	16	14,5	13	18,5	16	14	13	18,5	16	16,5	16	17,5	16	16	16	21	20	18,5	16
2,5	21	20	19	16	19,5	16	18,5	16	25	25	22	20	24	20	21	20	29	25	25	25
4	28	25	25	25	27	25	24	20	34	32	30	25	32	32	29	25	38	35	34	32
6	36	35	33	32	34	32	31	25	43	49	38	35	40	35	36	35	49	40	43	40
10	49	40	45	40	48	40	41	40	60	50	53	50	55	50	49	40	67	63	60	50
16	65	63	59	50	60	50	55	50	81	80	72	63	73	63	66	63	90	80	81	80
25	85	80	77	63	80	80	72	63	107	100	94	80	95	80	85	80	119	100	102	100
35	105	100	94	80	98	80	88	80	133	125	117	100	118	100	105	100	148	125	126	125
50	128	125	114	100	117	100	105	100	160	160	142	125	141	125	125	125	178	160	153	125
70	160	160	144	125	147	125	133	125	204	200	181	160	178	160	158	125	228	200	195	160
95	183	160	174	160	177	160	159	125	245	200	219	200	213	200	190	160	273	250	238	200
120	223	200	199	160	204	200	182	180	285	200	253	250	248	200	218	200	317	315	275	250
150	254	250	229	200	232	200	208	200	-	-	-	-	-	-	-	-	365	315	317	315
185	288	250	260	250	263	250	236	200	-	-	-	-	-	-		-	418	400	361	315
240	339	315	303	250	308	250	277	250	-	-	-	-	-	-	-	-	489	400	427	400
300	389	315	348	315	354	315	316	315	-	-	-	-	-	-	-	-	562	500	492	400

Oznaczenia: I_{dd} - obciążalność przewodów I_b - prąd znamionowy zabezpieczeń przetężeniowych

Przekroje przewodów i kabli w instalacjach stałych:

1) Kable i przewody izolowane:
   a) Obwody siłowe i oświetleniowe: 1,5 mm^2 Cu, 10 mm^2 Al – zgodnie z IEC 60228. Zaleca się, aby złączki i końcówki stosowane do przewodów aluminiowych poddawano próbom do tego specjalnego zastosowania);
   b) Obwody sygnalizacyjne i sterownicze: 0,5 mm^2 Cu, (do urządzeń elektronicznych dopuszcza się zastosowanie przekroju 0,1 mm^2);

2) Przewody gołe:
   a) Obwody siłowe – 10mm^2 Cu, 16 mm^2 Al.,
   b) b) Obwody sygnalizacyjne i sterownicze – 4 mm^2 Cu.

Przekroje przewodów w połączeniach przewodami lub kablami giętkimi

a) do specjalnego zastosowania – miedź, zgodnie z odpowiednią normą IEC;
b) do innego zastosowania – 0,75 mm^2 Cu (dot. przewodów wielożyłowych giętkich, zawierających 7 lub więcej żył);
c) obwody bardzo niskiego napięcia do specjalnego zastosowania – 0,75 mm^2 Cu.

Przekrój przewodu neutralnego

Zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:20011 przekrój przewodu neutralnego powinien być co najmniej taki sam jak przekrój przewodów liniowych w obwodach:

a) jednofazowych dwuprzewodowych, niezależnie od przekroju tych przewodów,
b) wielofazowych, w których przekrój przewodów liniowych jest równy 16 mm^2 lub mniejszy dla Cu lub 25 mm^2 Al.,
c) trójfazowych, w których występuje trzecia harmoniczna oraz jej nieparzyste wielokrotności oraz współczynnik THD mieści się między 15% a 33% (np. w obwodach zasilania wyładowczych źródeł światła).

W przypadku gdy trzecia harmoniczna i jej nieparzyste wielokrotności stanowią ponad 33% współczynnika THD, zachodzi wówczas konieczność zwiększenie przekroju żyły neutralnej.

a) W kablach wielożyłowych, w których przekrój przewodów liniowych jest równy przekrojowi przewodu neutralnego, przekrój żył należy dostosować do wartości prądu obciążenia wynoszącego 1,45 I_B prądu obciążenia w żyle liniowej,

b) W kablach jednożyłowych przekrój przewodów liniowych może być mniejszy niż przekrój żyły neutralnej, a przekroje żył wyznacza się:

– dla przewodu liniowego – na podstawie prądu obciążenia I_B,

– dla przewodu neutralnego – na podstawie prądu równego 1,45 I_B prądu obciążenia przewodu liniowego.

Ten poziom wyższych harmonicznych może wystąpić, np. w obwodach układu sieci IT.

W przypadku obwodów wielofazowych, w których przekrój żyły liniowej jest większy niż 16 mm^2 Cu lub 25 mm^2 Al, przekrój żyły neutralnej może być mniejszy niż przekrój żył liniowych, jeżeli są spełnione jednocześnie następujące warunki:

a) obciążenie obwodu w normalnych warunkach jest symetryczne i trzecia harmoniczna oraz jej nieparzyste wielokrotności nie przekraczają 15% wartości obciążenia żyły liniowej,
b) żyła neutralna chroniona jest przed prądem przetężeniowym zgodnie z pkt. 431.2. normy HD 60364-4-43:2012,
c) przekrój żyły neutralnej jest co najmniej równy 16 mm^2 Cu lub 25 mm^2 Al.

Podział przewodów i kabli elektrycznych

Zgodnie z Międzynarodowym słownikiem elektrotechnicznym IEC 60050 kabel to zespół (wyrób) składający się z jednej lub wielu żył mających (lub nie) indywidualne pokrycia (izolacje, ekrany) z warstwy ochronnej (lub nie) na skręconych żyłach (izolacja rdzeniowa) oraz (lub nie) z osłon ochronnych. Kabel może być ułożony w ziemi lub w kanałach kablowych, na ścianie, na konstrukcjach, w rurkach, zawieszony na linkach nośnych itd. Żyły kabli są wykonywane jako jednolite druty okrągłe lub sektorowe oraz jako linki o kształtach okrągłych, sektorowych lub owalnych.

Przewody i kable elektroenergetyczne budowane są obecnie na napięcia znamionowe : U_o / U, np. 300/300, 300/500, 450/750 oraz 600/1000, przy których mogą trwale pracować bez uszkodzeń izolacji,

przy czym:

U_o – dopuszczalna wartość skuteczna napięcia pomiędzy żyłą a ziemią lub ekranem;

U – dopuszczalna wartość skuteczna napięcia między poszczególnymi żyłami.

Przewody o specjalnym przeznaczeniu mogą być wykonywane na inne napięcia znamionowe.

Normy polskie i międzynarodowe określają następujące znamionowe przekroje żył przewodów i kabli: 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 625; 800 i 1000 mm^2.

Oznaczenie literowe kabla lub przewodu umieszczane przed oznaczeniem podstawowym		Podstwowe oznaczenie literowe kabla lub przewodu		Oznaczenie literowe kabla lub przewodu umieszczane za oznaczeniem podstawowym	
Materiał żyły		**Żyły lub przewody miedziane okrągłe nieizolowane**		**Materiał izolacji**	
- miedź	brak	- przewód jednodrutowy	D	- izolacja papierowa z syciwem nieściekającym	n
- aluminium	A	- przewód wielodrutowy	L	- polwinit	Y
- stal	F	- przewód jednodrutowy nawojowy	DN	- polwinit ciepłoodporny	Yc
Materiał izolacji lub powłoki		**Kable z żyłami miedzianymi o izolacji papierowej rdzeniowej z powłoką ołowianą bez osłon ochronnych**		- polietylen	X
- polwinit	Y	- kabel elektroenergetyczny	K	- polietylen sieciowany	XS
- polwinit ciepłoodporny	Yc	- kabel sygnalizacyjny	KS	- guma	G
- polwinit o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie się ognia	Yn	- kabel elektroenergetyczny okrętowy	KO	- emalia	E
- polietylen	X	- kabel elektroenergetyczny górniczy	KG	**Pancerz**	
- polietylen sieciowany	XS	- kabel telekomunikacyjny	TK	- taśmy stalowe	Ft
- polietylen o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie się ognia	Xn	- kabel olejowy	KWO	- druty stalowe płaskie	Fp
- materiał bezhalogenowy o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie się ognia	N	**Przewody do odbiorników ruchomych i przenośnych**		- druty stalowe okrągłe	Fo
- guma	G	- sznur z żyłami miedzianymi o izolacji gumowej	S	- oplot z drutów stalowych	u
Inne cechy		- przewód oponowy z żyłami miedzianymi i izolacji i oponie gumowej	O	**Osłona ochronna**	
- kabel o polu promieniowym	H			- włóknista	A
				- polwinitowa	y
				- polwinitowa uniepalniona	yn
				- polietylenowa	x
				Inne cechy	
				- z elementem nośnym	n
				- okrągły	o
				- płaski	p
				- mieszkaniowy	M
				- przemysłowy	P
				- warsztatowy	W

Dokumentacja instalacji i urządzeń elektrycznych

Zgodnie z rozporządzeniami do ustaw Prawo energetyczne i Prawo budowlane istnieje obowiązek zapewnienia dokumentacji techniczno-eksploatacyjnej dla instalacji i urządzeń elektrycznych zainstalowanych w obiekcie.

Obowiązek zapewnienia **dokumentacji techniczno-eksploatacyjnej** wynika z rozporządzeń wykonawczych do ustaw Prawo energetyczne i Prawo budowlane.

Każde urządzenie elektryczne jest wykonywane według odpowiednio przygotowanego projektu technicznego, który zawiera zbiór rysunków, obliczeń i inne niezbędne dokumenty. Wyprodukowane urządzenia elektryczne podlegają badaniom końcowym na zgodność z Warunkami Technicznymi Odbioru (WTO) opracowanymi na podstawie odpowiednich norm. Użytkownik łącznie z urządzeniem otrzymuje Dokumentację Techniczno-Ruchową(DTR), w której określone są ogólne zasady instalowania i eksploatacji urządzenia.

Powyższy obowiązek spoczywa na użytkowniku eksploatującym instalacje i urządzenia elektryczne.

Dokumentacja techniczna instalacji i urządzeń elektrycznych obejmuje:
• projekt techniczny z naniesionymi zmianami podwykonawczymi,
• dokumentację fabryczną dostarczoną przez dostawcę urządzenia, obejmującą w szczególności:
– dokumentację techniczno-ruchową,
– atesty, świadectwa, karty gwarancyjne, certyfikaty i instrukcje obsługi,
– protokoły kwalifikacyjne do właściwej kategorii zagrożenia pożarowego i wybuchowego – w zależności od potrzeb.

Dokumentacja eksploatacyjna obejmuje:
• instrukcję eksploatacji,
• dokumenty przyjęcia urządzenia do eksploatacji, w tym protokołu z przeprowadzonych prób, rozruchu i ruchu próbnego,
• książki i raporty pracy urządzeń z zapisami występujących zakłóceń i uszkodzeń w zakresie ustalonym w instrukcji,
• dokumenty dotyczące przewidzianych w instrukcji okresowych kontroli oględzin, przeglądów i zabiegów konserwacyjno-remontowych,
• protokoły zawierające wyniki badań i pomiarów eksploatacyjnych,
• protokoły kontroli okresowej,
• książki obiektu budowlanego.

Dokumentacja eksploatacyjna instalacji i urządzeń elektrycznych powinna być na bieżąco aktualizowana, a także przechowywana i nadzorowana przez wyznaczonego pracownika.

Instrukcja eksploatacji instalacji i urządzeń elektrycznych

Każdy budynek lub zespół budynków powinien posiadać instrukcje eksploatacji instalacji i urządzeń elektrycznych znajdujących się w budynku.
Obowiązek ten wynika z postanowień rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego.

Instrukcja eksploatacji powinna określać procedury i zasady wykonywania czynności związanych z ruchem sieciowym i eksploatacją sieci, a w szczególności:

- zasady przyłączania do sieci urządzeń, instalacji i innych sieci,
- zakres, zasady i terminy przeprowadzania okresowych przeglądów i kontroli stanu technicznego sieci oraz przyłączonych do niej urządzeń,
- zasady postępowania w przypadku wystąpienia zagrożeń ciągłości dostarczania energii elektrycznej lub wystąpienia awarii w sieci,
- procedury wprowadzania przerw i ograniczeń w dostarczaniu energii elektrycznej,
- sposób prowadzenia ruchu sieci,
- wymagania dotyczące ochrony przed porażeniem, pożarem, wybuchem oraz inne związane z bezpieczeństwem eksploatowanego budynku.

Instrukcja ruchu i eksploatacji instalacji i urządzeń elektrycznych powinna być dokumentem przechowywanym i nadzorowanym przez wyznaczonego pracownika.

PRZEWODY OCHRONNE

Przewód ochronny (ang. protective conductor) – to przewód instalacji elektrycznej nie obciążony prądami roboczymi, który łączy wszystkie części przewodzące dostępne z uziemionym punktem układu sieci, zapewniając ochronę przed porażeniem elektrycznym przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania.

W normach PN-EN 61140:2005/A1:2008 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym — Wspólne aspekty instalacji i urządzeń oraz PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia — Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa — Ochrona przed porażeniem elektrycznym, sformułowane zostały następujące definicje:

Przewód ochronny – przewód przeznaczony do celów bezpieczeństwa, np. ochrona przed porażeniem elektrycznym;

Przewód ochronno - neutralny – przewód spełniający zarówno funkcje przewodu ochronnego jak i przewodu neutralnego;

Połączenie wyrównawcze – połączenie elektryczne pomiędzy częściami przewodzącymi w celu wyrównania potencjałów;

Połączenie wyrównawcze ochronne – połączenie wyrównawcze dla celów bezpieczeństwa (np. ochrona przed porażeniem elektrycznym);

Przewód wyrównawczy ochronny – przewód ochronny przeznaczony do połączenia wyrównawczego ochronnego, zapewniający elektryczne połączenie części przewodzących dostępnych i/lub części przewodzących obcych, powodujący wyrównanie potencjałów łączonych części.
Przewód uziemiający – przewód stanowiący drogę przewodzącą, lub jej część, pomiędzy danym punktem sieci, instalacji lub urządzenia a uziomem;
Zacisk połączenia wyrównawczego – zacisk umieszczony na urządzeniu lub wyposażeniu przewidziany dla połączenia elektrycznego z systemem połączeń wyrównawczych;
Zacisk połączenia ochronnego – zacisk przeznaczony dla celów połączenia wyrównawczego ochronnego;
Główna szyna wyrównawcza (uziemiająca) – jest częścią układu uziemiającego instalacji, umożliwiająca połączenie elektryczne pewnej liczby przewodów w celach wyrównania potencjałów (uziemieniowych);
Część przewodząca dostępna – część przewodząca urządzenia, której można dotknąć, nie będąca normalnie pod napięciem, i która może znaleźć się pod napięciem, jeśli zawiedzie izolacja podstawowa;
Część przewodząca obca – część przewodząca nie będąca częścią instalacji elektrycznej i mogąca przyjmować potencjał elektryczny, zwykle potencjał ziemi.

Podział przewodów ze względu na funkcje pełnione w instalacjach elektrycznych

Ze względu na funkcje pełnione w instalacjach elektrycznych ogólny podział przewodów jest następujący:

1) Przewody czynne prądu przemiennego (a.c.): liniowe (L), neutralny (N), środkowy (M);
2) Przewody czynne prądu stałego (d.c): przewód dodatni (L+), przewód ujemny (L-);
3) Przewody ochronne: (PE, PEN, PEL*, PEM**);
4) Przewody połączeń wyrównawczych ochronnych (PB):
   – uziemione (PBE),
   – nieuziemione (PBU);
5) Przewody uziemiające:
   – przewód uziemiający funkcjonalny (FE),
   – przewód ekwipotencjalny funkcjonalny (FB).

przy czym:

- PEL – przewód łączący funkcje przewodu ochronnego uziemiającego oraz liniowego,
- ** PEM – przewód łączący funkcje przewodu ochronnego uziemiającego oraz środkowego.

Przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych w instalacjach elektrycznych

Podstawowe wymagania odnośnie stosowania przewodów ochronnych i przewodów połączeń ochronnych zawarte są w normach:

1) PN-HD 60364-5-54:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia; Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych;

2) PN-EN 60445:2011 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja — Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów. Identyfikacja przewodów kolorami albo znakami alfanumerycznymi.

Wymagania dotyczące stosowania przewodu ochronno-neutralnego

W sieciach o układzie TN-C 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. Zabrania się stosowania przewodu ochronnego PEN w oprzewodowaniu ruchomym, a także wykorzystywania metalowych osłon oprzewodowania jako przewodów PEN, z wyjątkiem obudów przewodów szynowych zgodnie z EN 61534-1. Wymagania te znacznie ograniczają stosowanie układu TN-C w instalacjach odbiorczych.

Przewód ochronno-neutralny (PEN) może być używany tylko w instalacjach elektrycznych ułożonych na stałe, mieć izolację właściwą do napięcia nominalnego układu i, ze względu na wytrzymałość mechaniczną, powinien mieć przekrój co najmniej 10 mm^2 Cu lub 16 mm^2 Al.

Jeżeli w jakimkolwiek punkcie instalacji, funkcje neutralne i ochronne są zapewnione przez oddzielne przewody, połączenie przewodu neutralnego z jakąkolwiek inną częścią uziemioną w instalacji jest niedopuszczalne (np. z przewodem ochronnym). Dopuszcza się jednak utworzenie z przewodu PEN więcej niż jednego przewodu neutralnego i więcej niż jednego przewodu ochronnego.

Dla poprawnego przyłączenia utworzonych przewodów należy wyznaczyć oddzielne zaciski lub szyny przeznaczone dla przewodów ochronnych i oddzielne dla przewodów neutralnych.
Izolacja, sposób ułożenia i połączenia przewodu ochronno-neutralnego (PEN) muszą spełniać wymagania stawiane przewodom czynnym, np. mieć izolację właściwą do napięcia nominalnego układu. Nie wymaga się izolowania przewodów (zacisków, szyn) PEN w obrębie rozdzielnic i sterownic oraz w liniach napowietrznych.

Ciągłość elektryczna przewodów ochronnych

Ciągłość przewodów ochronnych przyjmowana jest jako jeden z warunków koniecznych, potwierdzających skuteczność ochrony przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania.
Z tego względu:

a) w przewodach ochronnych nie wolno umieszczać: aparatury zabezpieczającej i łączeniowej, cewek, czujników oraz specjalistycznych urządzeń w układach monitoringu ciągłości połączeń uziemiających,
b) przewodu ochronnego nie wolno przyłączyć do żadnej części przewodzącej pośredniej.

Wymaga się również, aby przewody ochronne były odpowiednio zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi, chemicznymi lub elektrochemicznymi, oddziaływaniem sił elektrodynamicznych i termodynamicznych.

Połączenia elektryczne przewodów ochronnych powinny być dostępne dla kontroli i badań z wyjątkiem połączeń niedostępnych, np. zatapianych w materiale izolacyjnym, w metalowych kanałach i obudowach przewodów szynowych oraz tworzących części urządzenia.

Wspólny przewód ochronny i funkcjonalny uziemiający

W przypadku, gdy stosowany jest wspólny przewód ochronny i funkcjonalny uziemiający, to powinien on spełniać w pierwszej kolejności wymagania stawiane dla przewodu ochronnego, natomiast dodatkowo – powinien być także zgodny z odpowiednimi wymaganiami – w zakresie funkcjonalności. Dopuszcza się, aby przewód powrotny PEL (przewód łączący funkcje przewodu ochronnego, uziemiającego oraz liniowego) lub PEM (przewód łączący funkcje przewodu ochronnego, uziemiającego oraz środkowego) prądu stałego, przeznaczony do zasilania układów techniki informacyjnej, był wykorzystany jako wspólny przewód uziemiający i ochronny. Nie należy stosować części przewodzących obcych jako przewodów PEL lub PEM.

Rozmieszczenie przewodów ochronnych

W przypadku, gdy środkiem ochrony przed porażeniem elektrycznym jest wyłącznik nadprądowy, to przewód ochronny powinien być częścią tego samego układu oprzewodowania co przewody fazowe lub powinien być umieszczony w ich bezpośredniej bliskości.

Połączenia wyrównawcze ochronne

Połączenia wyrównawcze ochronne jako małooporowe połączenia elektryczne różnych części przewodzących o różnym potencjale, wyrównujące tę różnicę potencjałów, odgrywają istotne znaczenie w ochronie przed porażeniem elektrycznym.
Zastosowanie połączeń wyrównawczych ochronnych ma na celu ograniczenie do wartości dopuszczalnych długotrwale, w danych warunkach wpływów zewnętrznych, napięć występujących pomiędzy różnymi częściami przewodzącymi.
Mogą to być połączenia bezpośrednie części przewodzących dla celów ochrony przed porażeniem elektrycznym, a także połączenia wyrównawcze funkcjonalne lub połączenia pośrednie np. za pomocą ograniczników przepięć, dla celów ochrony przeciwprzepięciowej lub ochrony odgromowej.
Połączenia wyrównawcze odgrywają określoną rolę w różnych układach i systemach ochronnych, np. jako ochrona uzupełniająca w układach ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu, ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej, a także w ochronie przed elektrycznością statyczną, ochronie przeciwwybuchowej i przeciwpożarowej.

Często jeden i ten sam przewód wyrównawczy może pełnić określoną rolę w dwóch i więcej układach lub systemach ochrony, pod warunkiem spełnienia stawianych przez nie wymagań. Każdy budynek powinien mieć połączenia wyrównawcze główne.

Ochronnym połączeniem wyrównawczym w każdym budynku powinny być objęte: przewód uziemiający, główna szyna wyrównawcza oraz następujące części przewodzące:

a) metalowe rury zasilające instalacje wewnętrzne budynku, np. zimnej i ciepłej wody, gazu,
b) metalowe powłoki i pancerze kabli elektroenergetycznych
c) konstrukcyjne części przewodzące obce, jeżeli są dostępne w normalnym użytkowaniu,
d) instalacje metalowe klimatyzacji i centralnego użytkowania,
e) metalowe wzmocnienia konstrukcji z betonu zbrojonego, gdzie zbrojenie jest dostępne i niezawodnie połączone miedzy sobą.

Przewody wyrównawcze ochronne

Przewody wyrównawcze ochronne nie stanowią elementu obwodów prądowych instalacji i urządzeń elektrycznych i w normalnych warunkach pracy nie są obciążone prądami roboczymi lub zwarciowymi. Jednak w warunkach pewnych zakłóceń, związanych głównie z uszkodzeniem izolacji podstawowej i w konsekwencji ze zwarciem doziemnym, mogą w tych przewodach przepływać prądy o znacznych wartościach.

Jako przewody wyrównawcze ochronne mogą być stosowane miedziane przewody jednożyłowe, miedziane żyły przewodów wielożyłowych oraz 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.

Przewód wyrównawczy łączący dwie części przewodzące dostępne powinien mieć przewodność nie mniejszą niż przewód ochronny o mniejszym przekroju, przyłączony do części przewodzących dostępnych.

	Przewody głównych połączeń wyrównawczych	Przewody miejscowych połączeń wyrównawczych	
		Między dwiema częściami przewodzącymi dostępnymi	Między częścią przewodzącą dostępną i częścią obcą
Wymagania podstawowe	$S_w \geq 0{,}5\ S_{PEmax}$	$S_w \geq 0{,}5\ S_{PEmin}$	$S_w \geq 0{,}5\ S_{PE}$
Wymagania dodatkowe	$S_w \geq 6\ mm^2$	Przewody nie ułożone razem z przewodami czynnymi (fazowymi). $S_w \geq 2{,}5\ mm^2$ jeżeli są chronione od uszkodzeń mechanicznych $S_w \geq 4\ mm^2$ jeżeli nie są chronione od uszkodzeń mechanicznych	
Dopuszczalne złagodzenie wymagania	Nie wymaga się przekroju (z miedzi) większego niż $25\ mm^2$	–	–

*) 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 PE w całej instalacji

S_{PEmin} - najmniejszy wymagany przekrój przewodu ochronnego PE spośród przewodów doprowadzonych do rozpatrywanych części przewodzących dostępnych,

S_{PE} - przeekrój przewodu ochronnego PE doprowadzonego do rozpatrywanej części przewodzącej dostępnej.

Główne połączenia wyrównawcze ochronne

Główne połączenia wyrównawcze ochronne wykonuje się dla całego budynku, jako galwaniczne połączenie wszelkich części przewodzących obcych ze sobą i z uziomem budynku.
Przewody głównych połączeń wyrównawczych, umieszczone w najniższej (przyziemnej) kondygnacji budynku, łączą z główną szyną wyrównawczą (GSW):

a) przewody ochronne instalacji elektrycznej;
b) przewody uziemienia ochronnego lub ochronno-funkcjonalnego;
c) przewody połączeń wyrównawczych funkcjonalnych (jeżeli są stosowane);
d) elementy przewodzące innych instalacji wprowadzonych do budynku (np. rurociągi wody zimnej, wody gorącej, centralnego ogrzewania, gazu, klimatyzacji);
e) metalowe powłoki i pancerze kabli elektroenergetycznych;
f) metalowe elementy konstrukcyjne budynku (np. zbrojenia).

Elementy przewodzące wprowadzone do budynku z zewnątrz powinny być przyłączone do głównej szyny wyrównawczej, przy użyciu głównych przewodów wyrównawczych, możliwie jak najbliżej miejsca ich wprowadzenia.

Zgodnie z PN-HD 60364-5-54:2010 oraz PN-HD 60364-4-41, najmniejszy dopuszczalny przekrój głównych przewodów wyrównawczych ochronnych, ze względu na wytrzymałość mechaniczną, wynosi:

– 6 mm^2 w przypadku przewodu miedzianego,
– 16 mm^2 w przypadku przewodu aluminiowego,
– 50 mm^2 w przypadku przewodu stalowego.

Oznaczenie żył przewodów	Znakowanie przewodów i zacisków urządzeń			
	kodem alfanumerycznym		kolorem	Znak graficzny [b]
	przewodów	zacisków		
Przewód a.c. (napięcie przemienne)				
Linia 1	L1	U	czarny lub	IEC 60417-5032
Linia 2	L2	V [a]	brązowy lub	
Linia 3	L3	W [a]	szary	
Przewód środkowy	M	M	jasnoniebieski	—
Przewód neutralny	N	N	jasnoniebieski	
Przewód d.c. (napięcie stałe)				
Przewód dodatni	L+	+	nie rekomenduje się	+
Przewód ujemny	L–	–		–
Przewód ochronny	PE	PE	zielono-żółty	IEC 60417- 5019
Przewód PEN	PEN	PEN	zielono-żółty	
Przewód PEL	PEL	PEL	nie rekomenduje się	
Przewód PEM	PEM	PEM	jasnoniebieski	
Przewód połączenia ochronnego [c]	PB	PB	zielono-żółty	IEC 60417-5021
Uziemiony	PBE	PBE	zielono-żółty	
Nieuziemiony	PBU	PBU	zielono-żółty	
Przewód uziemiający funkcjonalny [d]	FE	FE	nie rekomenduje się	IEC 60417- 5019
Przewód ekwipotencjalny funkcjonalny	FB	FB	nie rekomenduje się	IEC 60417-5020

a) Wymagane tylko w systemach z więcej niż jedną fazą.

b) Znaki graficzne odpowiadają symbolom stosowanym w IEC 60417; ⎓ 6017-5031; + 60417-5005; -- 6017- 5006

c) Przewód wyrównawczy połączenia ochronnego jest w większości przypadków przewodem wyrównawczym połączenia ochronnego uziemionym. Nie jest konieczne oznaczenie go przez PBE. W przypadku gdy zastosowano rozróżnienie między przewodem wyrównawczym uziemionym, a przewodem wyrównawczym nieuziemionym, to w celu jednoznacznego ich rozróżnienia (np. w instalacjach elektrycznych) oznaczenie PBE i PBU powinno być zastosowane.

d) Żadne wyróżnienie FE ani znak graficzny 5018 normy IEC 60417 nie powinien być zastosowany dla przewodu lub zacisku spełniającego funkcje ochronne.

UKŁADY UZIEMIAJĄCE

Wybrane definicje

uziom – część przewodząca, która może być umieszczona w specyficznym ośrodku przewodzącym bądź zestaw połączonych ze sobą elementów przewodzących, które są pogrążone w gruncie lub betonie tak, aby zapewnić dobry elektryczny styk z ziemią na jak największej powierzchni;

przewód uziemiający – przewód, który zapewnia przewodzącą drogę lub część przewodzącej drogi, pomiędzy danym punktem sieci, instalacji lub urządzenia a uziomem;

ziemia odniesienia – obszar ziemi znajdujący się poza strefą wpływu uziomu lub układu uziemiającego. Potencjał ziemi odniesienia jest przyjmowany jako równy zeru;

napięcie uziomowe – napięcie pomiędzy układem uziomowym a ziemią odniesienia, występujące podczas przepływu prądu uziomowego I_E do ziemi przez impedancję układu uziomowego;

uziemienie – celowo wykonane elektryczne połączenie części urządzeń lub instalacji elektrycznej z przedmiotem metalowym znajdującym się w ziemi, zwanym uziomem;

uziemienie robocze – uziemienie określonego punktu obwodu elektrycznego wykonane w celu zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń elektroenergetycznych w warunkach zwykłych i zakłóceniowych. Może ono być wykonane jako bezpośrednie, pośrednie (poprzez reaktancję lub rezystancję) lub otwarte (za pośrednictwem bezpiecznika iskiernikowego);

uziemienie ochronne – uziemienie jednego lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia dla celów bezpieczeństwa;

uziemienie funkcjonalne – uziemienie jednego lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia dla celów innych niż bezpieczeństwo elektryczne;

instalacja uziemiająca – wszystkie elektryczne połączenia i urządzenia występujące w uziemieniu sieci, instalacji i urządzeń;

uziom fundamentowy – część przewodząca umieszczona w ziemi pod fundamentem budynku lub, co jest lepszym rozwiązaniem, osadzona w betonie fundamentu budynku, np. w postaci zamkniętej pętli;

główny zacisk uziemiający (główna szyna uziemiająca) – zacisk lub szyna, które są częścią układu uziemiającego instalacji i umożliwiają połączenie elektryczne pewnej liczby przewodów w celach uziemieniowych;

rezystancja uziomu – rezystancja zmierzona między końcami pręta bądź płaskownika uziomowego miarodajna np. dla oceny stopnia jego zużycia (skorodowania),

rezystywność gruntu – rezystancja właściwa gruntu, czyli rezystancja wycinka gruntu o kształcie sześcianu, o boku 1 m, mierzona pomiędzy jego dwoma przeciwległymi bokami, w Ωm.

Układy uziemiające

Stworzenie warunków zapewniających poprawne i bezawaryjne działanie nowoczesnych i coraz bardziej rozbudowanych systemów elektrycznych i elektronicznych wymaga zastosowania rozwiązań chroniących te systemy przed oddziaływaniem piorunowego impulsu elektromagnetycznego.

Podstawowe informacje o wymaganiach stawianych przed urządzeniem piorunochronnym obiektu budowlanego zawarto w wieloczęściowej normie EN 62305, a w szczególności:

a) opisy uszkodzeń i strat powodowanych przez wyładowanie piorunowe,
b) klasyfikację poziomów ochrony odgromowej,
c) definicję pojęcia „impedancja uziemienia”,
d) wymagania i sposoby praktycznych realizacji systemów ochrony odgromowej, metody konserwacji i weryfikacji poprawności montażu.

Układ uziemiający tworzy zespół wielu elementów składowych wykonanych w celu uziemienia, czyli połączenia metalowych części przewodzących z ziemią przez instalacje uziemiające.

Instalacja uziemiająca składa się:

a) z uziomu lub elementów metalowych wykorzystywanych w celu uziemienia (np. metalowe rurociągi, zbrojenia fundamentów, powłoki kabli, itp.),
b) z przewodów uziemiających i przewodów połączeń wyrównawczych.

Układ uziemiający przeznaczony do celów ochronnych lub funkcjonalnych tworzy się z jednego lub więcej uziomów poziomych lub pionowych zakopanych w ziemi. Może on także składać się z samego słupa bezpośrednio posadowionego w gruncie.

Według PN-HD 60364-5-54:2010 układy uziemiające do celów ochronnych i do celów funkcjonalnych mogą być wspólne lub oddzielne, stosownie do wymagań stawianych przez instalację. Pierwszeństwo powinny mieć zawsze wymagania dotyczące ochrony.

Układy uziemiające, których celem jest zapewnienie połączenia z ziemią, powinny być:

a) niezawodne i odpowiednie dla wymaganej ochrony instalacji,
b) dostosowane do odprowadzania do ziemi doziemnych prądów ziemnozwarciowych i prądów w przewodzie ochronnym, nie wywołując niedopuszczalnych narażeń cieplnych, termomechanicznych i elektrodynamicznych, ani zagrożenia porażeniem,
c) wytrzymałe, posiadające ochronę mechaniczną i odpowiednią odporność korozyjną, z uwzględnieniem wpływów zewnętrznych,
d) wykorzystywane również do celów funkcjonalnych, jeżeli spełniają wymagania.

Uziomy

~~Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Dz.U.2015, poz.1422] – jako uziomy należy wykorzystywać metalowe konstrukcje budynków, zbrojenia fundamentów oraz metalowe elementy umieszczone w niezbrojonych fundamentach, stanowiące sztuczny uziom fundamentowy.~~

Dopuszcza się wykorzystywanie jako uziomy metalowych przewodów sieci wodociągowej, pod warunkiem zachowania wymagań normy HD 60364-5-54 dotyczącej uziemień i przewodów ochronnych oraz uzyskania zgody jednostki eksploatującej tę sieć.

…… pewnym rozwiązaniem w tej sytuacji jest stosowanie, w szczególności w obiektach nowobudowanych, uziomów fundamentowych sztucznych. Efektywność każdego uziomu zależy od lokalnych warunków gruntowych i wymaganej impedancji uziemiania.

Uziomy stanowiące zasadniczą część instalacji uziemiającej, mogą być naturalne, których podstawowe przeznaczenie jest inne niż dla celów uziemienia lub sztuczne wykonane z materiałów odpornych na korozję i posiadające odpowiednią wytrzymałość mechaniczną, bądź stanowić układ mieszany.

Do budowy uziomów mogą być wykorzystane:

a) pręty, rury, druty, taśmy lub płyty metalowe umieszczone w ziemi,
b) podziemne metalowe elementy umieszczone w fundamentach obiektu budowlanego,
c) zbrojenie betonu umieszczone w ziemi (z wyjątkiem zbrojenia sprężonego),
d) metalowe powłoki i inne osłony metalowe kabli elektroenergetycznych,
e) inne, metalowe elementy podziemne, zgodnie z lokalnymi warunkami lub wymaganiami.

Do budowy uziomów sztucznych mogą być wykorzystane: kształtowniki, pręty, druty, linki, płyty lub taśmy najczęściej stalowe, pokryte przewodzącymi powłokami ochronnymi (antykorozyjnymi), pogrążone w gruncie poziomo (uziomy poziome) lub pionowo (uziomy pionowe).
Uziomy sztuczne wykonywane są ze stalowych elementów: ocynkowanych, nieocynkowanych, z dobrze przylegającymi powłokami miedzianymi oraz z gołych elementów miedzianych. Połączenia pomiędzy elementami wykonywanymi z metali nie powinny się stykać z gruntem. Do budowy uziomów nie stosuje się metali lekkich.

Materiał / Powierzchnia / Kształt		Minimalny wymiar				
		średnica mm	przekrój mm^2	grubość mm	Grubość powłoki/osłony minimalna	średnia
					μm	μm
Stal						
Cynkowana na gorąco[a]	- taśma[c]/krzktałtowniki		90	3	63	70
lub Nierdzewna[a,b]	- pręt okrągły do uziomów głębokich	16			63	70
	- drut okrągły do uziomów poziomych	10				50[e]
	- rura	25		2	47	55
Osłona miedziana z miedzianą powłoką galwaniczną	- pręt okrągły na uziomy głębokie	15			2 000	
	- pręt okrągły do uziomów głębokich	14			90	100
Miedź		1,8*	25			
Nieosłonięta[a]	- taśma		50	2		
	- drut okrągły na uziomy poziome		25[f]			
	- rura	20		2		
Ocynowana	- linka	1,8*	25		1	5
Ocynkowana	- taśma[d]		50	2	20	40

* Dla każdej skrętki.
a) Odpowiednie także dla elektrod w otulinie betonowej.
b) Powłoka nie jest stosowana.
c) Jako taśma walcowana lub taśma cięta z zaokrąglonymi krawędziami.
d) Taśma z zaokrąglonymi krawędziami.
e) W przypadku ciągłego powlekania w kąpieli możliwe jest uzyskanie grubości tylko 50 μm.
f) Gdy doświadczenie wskazuje, że ryzyko korozji lub mechanicznego uszkodzenia jest niezwykle małe można stosować przekrój 10 mm^2.

Główna szyna wyrównawcza

Wymaga się, aby w pomieszczeniu przyłączowym (szafie przyłączowej), tj. w miejscu wprowadzenia do budynku różnych instalacji, była zainstalowana główna szyna wyrównawcza, do której powinny być przyłączone:
– przewody ochronne (PE lub PEN),
– przewody wyrównawcze ochronne,
– przewody uziemiające oraz przewody uziemiające funkcjonalne
– metalowe rury zasilające instalacje wewnętrzne budynku,
– metalowe powłoki i pancerze kabli elektroenergetycznych,
– konstrukcyjne części przewodzące obce, jeżeli są dostępne.

Każde połączenie przewodu z główną szyną wyrównawczą powinno być wykonane w sposób pewny gwarantujący dobre połączenie elektryczne; rozłączenie połączenia powinno być możliwe tylko z użyciem narzędzi.

Rezystancja uziemienia

Rezystancja uziemienia jest rezystancją zmierzoną między uziomem, a ziemią odniesienia lub układem uziemiającym; jej wartość wynika z ilorazu napięcia uziomowego i prądu uziomowego.

Rozróżnia się rezystancję statyczną, odpowiadającą przewodzeniu prądów przemiennych o częstotliwości 50 Hz, oraz rezystancję udarową, odpowiadającą przepływowi prądów piorunowych o charakterze udarowym, charakteryzujących się dużą wartością prądu i bardzo krótkim czasem trwania.

Rezystancja uziemienia zależy od wymiaru i kształtu uziomu oraz od rezystywności gruntu, w którym jest pogrążony. Zmienia się w zależności od miejsca i głębokości.

Rezystywność gruntu

Rezystywność gruntu ρ jest wielkością charakteryzującą poszczególne rodzaje gruntów, zawierającą się w przedziale 40 ÷ 2000 Ω·m, wpływającą zasadniczo na wyznaczenie rezystancji uziemienia. Rezystywność zależy główne od sezonowych zmian wilgotności i temperatury gruntu; zwiększa się, gdy obniża się jego wilgotność.

W praktyce rezystywność gruntu zależy od wielu czynników takich jak:

– skład chemiczny gruntu,
– głębokość oraz liczba i skład jego warstw,
– warunki klimatyczne (wilgotność, temperatura).

Wartości rezystywności gruntu

Rodzaj gruntu	Rezystywność Ω·m
Piaski gliniasyte	50 ÷ 500
Piaski krzemionkowe	200 ÷ 3 000
Grunty kamieniste odsłonięte	1 500 ÷ 3 000
Grunty kamieniste pokryte trwnikiem	300 ÷ 500
Gliny plastyczne	50
Margle i zagęszczone gliny	100 ÷ 200
Margle jurajski	30 ÷ 40
Grunty bagienne	≤ 30
Aluwium	20 ÷ 100
Humus	10 ÷ 150
Torf wilgotny	
Wapień miekki	100 ÷ 300
Wapień zagęszczony	1 000 ÷ 5 000
Wapń spękany	500 ÷ 1 000
Łupek	50 ÷ 300
Łupek mikowy	800
Granit i piaskowiec	1 500 ÷ 10 000

Przewody uziemiające

Przewód uziemiający stanowi drogę przewodzącą, lub jej część, między danym punktem sieci, instalacji lub urządzenia a uziomem. Wszystkie elektryczne połączenia i urządzenia występujące w uziemieniu sieci, instalacji i urządzeń, tworzą instalację uziemiającą. Przewód uziemiający musi mieć, zgodnie z 543.1 PN-HD 60364-5-54 taki przekrój poprzeczny, jaki jest wymagany od przewodu ochronnego.

Minimalne przekroje przewodów uziemiających ułożonych w ziemi są następujące:

1) Chroniony przed korozją:
   a) 2,5 mm^2 Cu i 10 mm^2 stal – chroniony przed uszkodzeniami mechanicznymi,
   b) 16 mm^2 Cu i 16 mm^2 stal – niechroniony przed uszkodzeniami mechanicznymi;
2) Niechroniony przed korozją:
   a) 25 mm^2 Cu i 50 mm^2 stal – chroniony przed uszkodzeniami mechanicznymi,
   b) b) 25 mm^2 Cu i 50 mm^2 stal – niechroniony przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Zgodnie z PN 60364-5-54 w sieciach o układzie TN, w których nie występuje zauważalna wartość prądu uszkodzenia płynącego w uziomie, przewód uziemiający może mieć przekrój określony dla przewodów ochronnych wyrównawczych przyłączonych do głównej szyny wyrównawczej, nie mniejszy niż:

a) 6 mm^2 miedź, lub
b) b) 16 mm^2 aluminium, lub
c) c) 50 mm^2 stal.

Jeżeli przewód uziemiający jest przyłączony do uziomu fundamentowego, to powinien być wprowadzony do betonu od wewnętrznej strony budynku. W przypadku gdy są one wprowadzone do betonu od zewnętrznej strony , to miejsce ich wprowadzenia powinno znajdować się nad powierzchnią ziemi.

Przewody uziemiające wprowadzone do wewnątrz budynku powinny być przyłączone do głównej szyny wyrównawczej, a wyprowadzone na zewnątrz budynku – do złączy kontrolnych przewodów odprowadzających instalacji odgromowej, jeżeli istnieje

Uziomy poziome

Do budowy uziomów poziomych stosuje się:

a) przewody miedziane,
b) blachy miedziane,
c) blachy stalowe miękkie ocynkowane lub
d) przewody stalowe ocynkowane.

Uziom poziomy układa się zwykle jako:

a) uziom fundamentowy obiektu budowlanego wykonany w kształcie pętli utworzonej po obrysie zewnętrznego fundamentu obiektu budowlanego
b) uziom otokowy, ułożony wokół obiektu budowlanego na dnie rowu na głębokości do 1 m.

Wymaga się, aby uziomy poziome były ułożone:

a) na głębokości poniżej poziomu zamarzania gruntu, otoczone lekko zagęszczoną zasypką,
b) w gruncie, który nie działa korozyjnie na metal.

Uziomy pionowe

Uziomy pionowe wykonane z rur lub prętów powinny być pogrążone w gruncie na głębokość większą niż 1 m tak, aby ich górne końce znajdowały się poniżej poziomu terenu. Zaleca się rozstawienie poszczególnych elementów uziomu na odległość nie mniejszą niż ich długość.
Uziomy wbijane pionowo są szczególnie korzystne w przypadku, gdy rezystywność gruntu maleje ze wzrostem głębokości.

Do wykonania uziomu z elementów pionowych stosuje się:
a) rury wykonane ze stali ocynkowanej o średnicy zewnętrznej co najmniej 25 mm,
b) kształtowniki stalowe ocynkowane o boku co najmniej 60 mm,
c) pręty miedziane lub stalowe o średnicy co najmniej 15 mm.

Pręty stalowe powinny być, albo pokryte ochronną powłoką miedzianą o odpowiedniej grubości, albo ocynkowane.
W przypadku, gdy istnieje ryzyko mrozu lub wysuszenia gruntu, długości elementów pionowych powinny być zwiększone o 1 m lub 2 m.

Uziomy fundamentowe

Według PN-HD 60364-5-54, w nowych obiektach budowlanych zdecydowanie zaleca się stosowanie uziomów fundamentowych sztucznych. Budowa uziomów fundamentowych sztucznych lub równoważnych, takich jak wykorzystane na uziomy metalowe słupy ścian zewnętrznych, powinny być zalecane dla wszystkich obiektów budowlanych, przemysłowych i komunalnych.

Jeżeli uziom fundamentowy sztuczny wykorzystywany jest również do celów ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej w obiektach, to powinien on dodatkowo spełniać wymagania norm o ochronie odgromowej serii PN-EN 62305. Uziomy fundamentowe, stosowane do celów uziemieniowych i wyrównywania potencjałów, mogą być naturalne lub sztuczne.

Uziom fundamentowy naturalny

Jako uziomy fundamentowe naturalne wykorzystuje się podziemne metalowe bądź żelbetowe konstrukcje nośne budynków oraz zbrojenie budynków posadowionych na palach fundamentowych, a także stalowe pręty zbrojeniowe żelbetowego fundamentu budynku, które zostały połączone ze sobą przez spawanie lub w inny sposób zapewniają pewne i trwałe połączenie mechaniczne. Łączenie prętów zbrojeniowych za pomocą drutu wiązałkowego jest rozwiązaniem niepewnym.

Uziomów fundamentowych naturalnych nie tworzy się z fundamentów:

a) żelbetowych zbrojonych tylko siatką stalową, zwłaszcza fundamentów płytowych,
b) mających tylko rozproszone zbrojenie,
c) wykonanych tylko z fibrobetonu, w których zbrojeniem są włókna polipropylenowe.

Uziom fundamentowy sztuczny

Projektowanie i wykonanie uziomu fundamentowego sztucznego w obiekcie budowlanym zależy od:

1) przyjętego sposobu fundamentowania oraz
2) zastosowanej izolacji fundamentu, np.:

a) fundamentu hydroizolowanego:
   – z izolacją wodoodporną (przeciwwilgociową) lub
   – z izolacją przeciwwodną (znajdującą się poniżej poziomu wody gruntowej),

b) fundamentu o pełnej termoizolacji.

Według PN-HD 60364-5-54 w nowych obiektach budowlanych zdecydowanie zaleca się stosowanie uziomów fundamentowych sztucznych.
Budowa uziomów fundamentowych lub równoważnych przez wykorzystanie metalowych słupów ścian zewnętrznych, powinna być zalecana dla wszystkich obiektów budowlanych, przemysłowych i komunalnych.

Uziom fundamentowy sztuczny tworzą metalowe elementy (płaskowniki, pręty, kształtowniki) ułożone w fundamencie obiektu budowlanego, zapewniające dobrą styczność elektryczną z gruntem. Jeżeli uziom jest zalany betonem to, dla ochrony od korozji, zaleca się beton o odpowiedniej jakości oraz grubości otuliny betonowej co najmniej 5 cm.

Uziomy fundamentowe sztuczne mogą być stosowane również w niewielkich budynkach jednorodzinnych i mogą z powodzeniem zastąpić sztuczne uziomy poziome, otokowe lub pionowe, wymagane do uziemienia głównej szyny wyrównawczej budynku.

Wzajemne łączenie uziomu fundamentowego i stalowego zbrojenia żelbetowych konstrukcji, z wyjątkiem betonu sprężonego, pozwala z jednej strony – obniżyć całkowitą rezystancję uziemienia, a z drugiej strony – wyrównanie potencjału wszystkich części przewodzących jednocześnie dostępnych i części przewodzących obcych.

Zasady budowy uziomu fundamentowego

Uziom fundamentowy sztuczny układa się w fundamentach ścian zewnętrznych budynku. Wymiary utworzonych oczek nie powinny być większe niż 20×20 m. Jeżeli wymiary oczek są większe, to uziom układa się również pod ścianami wewnętrznymi budynku, przy zachowaniu wymiaru oczka 20×20 m. Wielkością, której nie można przekroczyć, nie jest pole powierzchni pierścienia, lecz wymiar jego boku – 20m.

W budynku o zabudowie szeregowej każdy segment zabudowy powinien posiadać oddzielny uziom fundamentowy

Uziom fundamentowy sztuczny w fundamencie zbrojonym prętami stalowymi lub siatką umieszcza się w najniższej warstwie zbrojenia fundamentu budynku i mocuje do zbrojenia fundamentu budynku w odstępach co 2 metry, np. za pomocą zacisków gwintowych.

Dziękuję za uwagę

mgr inż. Robert Czak
tel: 0048 603687444
mail: robert.czak@op.pl