

**INSTRUKCJE
WYTYCZNE
PORADNIKI**

Radosław Lenartowicz

Instalacje elektryczne na terenie budowy

Poradnik

Electrical installations on the building site
Guidance



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2018

KOMITET REDAKCYJNY SERII

Redaktor naczelny
Zastępca redaktora naczelnego
Sekretarz
Członkowie

prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ
dr hab. inż. JADWIGA FANGRAT
mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA
dr inż. JAN BOBROWICZ
dr inż. BARBARA FRANCKE
dr inż. ROMAN GAJOWNIK
mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Recenzenci

dr hab. inż. JAN SIKORA
mgr inż. ANDRZEJ WASILEWSKI

Redaktorzy prowadzący

dr inż. ROMAN GAJOWNIK, mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Opracowanie redakcyjne

dr MICHAŁ GAJOWNIK

Skład

SŁAWOMIR KOSIARSKI

Projekt okładki

EWA KOSSAKOWSKA

Niniejszy poradnik zastępuje poradnik nr 456/2010 pod tym samym tytułem

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej
Warszawa 2018

ISBN 978-83-249-8500-5

ISBN 978-83-249-8504-3 dla wersji pdf

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.



Instytut Techniki Budowlanej

Sekcja Wydawnictw Naukowych

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

tel.: 22 56 64 208, e-mail: wydawnictwa@itb.pl, www.itb.pl

Kup książkę

Spis treści

Streszczenie	5
Summary	5
1. Wstęp	7
1.1. Wprowadzenie	7
1.2. Zakres opracowania	7
1.3. Terminologia	7
1.4. Najważniejsze oznaczenia i skróty	16
2. Organizacja bezpiecznej pracy	19
2.1. Obowiązki uczestników procesu budowlanego	19
2.2. Instrukcja bezpiecznego wykonywania prac	21
2.3. Strefy niebezpieczne	23
2.4. Ochrona przed wylądowaniami atmosferycznymi terenu budowy i wznoszonych obiektów	29
2.5. Zaplecza budowy. Kontenery biurowe i sanitarne	31
3. Systemy zasilania terenu budowy w energię elektryczną	32
3.1. Wprowadzenie	32
3.2. Układy zasilania	33
4. Rozdział energii elektrycznej na terenie budowy	57
4.1. Schematy zasilania i rozdziału energii elektrycznej	57
4.2. Zasady budowy sieci zasilających teren budowy	58
5. Ochrona przed porażeniami elektrycznymi na terenie budowy	67
5.1. Wprowadzenie	67
5.2. Zasady ochrony technicznej	67
5.3. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa)	67
5.4. Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona przy uszkodzeniu)	68
5.5. Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia	73
5.6. Środki ochrony uzupełniającej	73
5.7. System strefowej ochrony	74
6. Wymagania dotyczące uziemień i przewodów ochronnych	78
6.1. Wprowadzenie	78
6.2. Dopuszczalna wartość rezystancji uziemień odgromowych obiektów budowlanych	79
6.3. Rodzaje i zasady doboru uziomów	79
6.4. Wymagania dotyczące uziemień i przewodów ochronnych	80
7. Rozdzielnice budowlane	91
7.1. Przegląd stosowanych rozdzielnic budowlanych	91
7.2. Charakterystyka rozdzielnic budowlanych	97

8. Charakterystyka zalecanych do stosowania urządzeń ochronnych na terenie budowy	100
8.1. Urządzenia ochronne różnicowoprądowe	100
8.2. Instalacja szeregową urządzeń ochronnych	102
8.3. System ochrony grupowej	103
8.4. Oznaczenia wyłączników różnicowoprądowych	103
8.5. Zasady stosowania urządzeń różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA	105
8.6. Wyłączniki instalacyjne nadprądowe	105
8.7. Zabezpieczenia z zastosowaniem bezpieczników	107
8.8. Praca w przestrzeniach ograniczonych powierzchniami przewodzącymi	108
9. Wymagania dotyczące oświetlenia terenu budowy	110
9.1. Aktualne wymagania dotyczące oświetlenia	110
9.2. Ogólne warunki oświetlenia	113
9.3. Oświetlenie terenu budowy i poszczególnych stanowisk roboczych	115
10. Eksploatacja urządzeń i instalacji elektroenergetycznych na terenie budowy	122
10.1. Wprowadzenie	122
10.2. Kontrole okresowe	123
10.3. Oświetlenie	124
Bibliografia	125
Akty prawne	125
Polskie normy	126
Literatura	129

1. WSTĘP

1.1. Wprowadzenie

Poradnik zawiera podstawowe wymagania i zalecenia dotyczące bezpiecznego wykonywania i eksploatacji instalacji elektrycznych na terenie budowy, w tym metody zapobiegania porażeniu prądem. Podane wymagania i zalecenia dotyczą urządzeń i instalacji elektrycznych używanych przy wznoszeniu obiektów budowlanych (w tym konstrukcji metalowych), przy ich przebudowie, rozbudowie i remoncie, przy robotach ziemnych i robotach rozbiórkowych.

Opracowanie wykonano na podstawie odpowiednich przepisów, wyników oceny stanu instalacji elektrycznych na terenach budowy oraz przeprowadzonych badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i pożarowej na wybranych reprezentatywnych budowach w Krakowie i w Warszawie.

Poradnik jest przeznaczony dla wykonawców robót elektromontażowych na terenie budowy.

1.2. Zakres opracowania

Poradnik zawiera informacje dotyczące:

- układów zasilania i rozdziału energii elektrycznej na terenie budowy,
- urządzeń zasilających i odbiorczych stosowanych w robotach elektromontażowych,
- środków ochrony od porażeń na terenie budowy,
- oświetlenia terenu budowy,
- ochrony odgromowej wznoszonych obiektów oraz maszyn budowlanych,
- zasad bezpiecznej eksploatacji instalacji i urządzeń na terenie budowy,
- aktualnych przepisów i norm.

1.3. Terminologia

Terminologię opracowano na podstawie normy [16], a także określeń stosowanych w pozostałych normach wymienionych w bibliografii.

Aparatura rozdzielcza i sterownicza – urządzenia przeznaczone do włączania w obwody elektryczne, spełniające jedną lub więcej z następujących funkcji: zabezpieczenie, rozdzielenie, sterowanie, odłączanie i łączenie.

Bariera ochronna elektryczna (przeszkoda ochronna elektryczna) – element chroniący przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim do części czynnych, lecz

niechroniący przed dotykiem bezpośrednim spowodowanym działaniem rozmyślnym.

Część czynna – przewód lub część przewodząca urządzenia lub instalacji elektrycznej przeznaczona do pracy pod napięciem w warunkach normalnych, w tym przewód neutralny N. Częścią czynną nie jest przewód ochronny PE, przewód ochronno-neutralny PEN, przewód ochronno-środkowy PEM oraz przewód ochronno-liniowy PEL.

Część czynna niebezpieczna – część czynna, która w określonych okolicznościach może spowodować porażenie elektryczne.

Część jednocześnie dostępna – przewód lub część przewodząca, która może być dotknięta jednocześnie przez człowieka lub zwierzę. Może nią być część czynna, część przewodząca dostępna, część przewodząca obca, przewód ochronny, grunt lub podłoga przewodząca.

Część przewodząca – część, która może przewodzić prąd elektryczny.

Część przewodząca dostępna – część przewodząca urządzenia lub instalacji elektrycznej, która może być dotknięta, i która w warunkach normalnej pracy instalacji nie znajduje się pod napięciem (pod napięciem może znaleźć się w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej).

Część przewodząca obca – część przewodząca niebędąca częścią urządzenia ani instalacji elektrycznej, która może się znaleźć pod określonym potencjałem, zwykle pod potencjałem ziemi lokalnej; zaliczają się do niej metalowe konstrukcje i rurociągi oraz przewodzące podłogi i ściany.

Dotyk bezpośredni – dotknięcie części czynnych przez człowieka lub zwierzę.

Dotyk pośredni – dotknięcie przez człowieka lub zwierzę części przewodzących dostępnych, które w stanie uszkodzenia znalazły się pod napięciem.

Doziemienie – przewodzące połączenie powstałe na skutek zwarcia pomiędzy przewodem fazowym obwodu roboczego i ziemią lub częścią uziemioną. Połączenie takie może także powstać przez łuk elektryczny. Doziemienia dwóch przewodów lub większej liczby przewodów fazowych tej samej sieci w różnych miejscach są określane jako doziemienie podwójne lub wielokrotne.

Główna szyna (zacisk) uziemiająca (GSU) – szyna (zacisk) przeznaczona do przyłączania do uziomu przewodów ochronnych, w tym przewodów połączeń wyrównawczych oraz przewodów uziemień funkcjonalnych (roboczych), jeśli one występują.

Impedancja uziemienia – impedancja, przy danej częstotliwości, między określonym punktem sieci, instalacji lub urządzenia a ziemią odniesienia.

Instalacja napowietrzna osłonięta – instalacja, w której zapewniono pełną ochronę przed dotykiem bezpośrednim i której osłony dają ochronę przed bezpośrednim oddziaływaniem atmosfery.

Instalacja napowietrzna otwarta – instalacja elektroenergetyczna, która znajduje się na zewnątrz pomieszczeń, a jej wyposażenie nie ma pełnej ochrony przed bezpośrednim dotykiem, oraz jest bezpośrednio narażona na oddziaływanie atmosfery.

Izolacja podstawowa – izolacja części czynnych niebezpiecznych zastosowana w celu zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej podstawowej.

Izolacja dodatkowa – niezależna izolacja zastosowana jako uzupełnienie izolacji podstawowej w celu zapewnienia ochrony przy uszkodzeniu.

Izolacja podwójna – izolacja składająca się z izolacji podstawowej oraz izolacji dodatkowej.

Izolacja wzmocniona – izolacja części czynnych niebezpiecznych, zapewniająca ochronę przeciwporażeniową w stopniu równoważnym izolacji podwójnej.

Moc zainstalowana – suma mocy znamionowych odbiorników, jakie posiadają odbiorcy energii elektrycznej, zasilanych z rozpatrywanej części instalacji (zarówno zainstalowanych na stałe, jak i przenośnych).

Moc zapotrzebowana – umowna najwyższa wartość mocy pobieranej w określonej części instalacji elektrycznej obiektu budowlanego (budynku) w warunkach obciążenia długotrwałego; moc tę ustala się najczęściej na podstawie przewidywanej mocy zainstalowanej w rozpatrywanej części instalacji elektrycznej, z uwzględnieniem spodziewanego współczynnika jednoczesności pracy odbiorników.

Moc przyłączeniowa do zasilenia terenu budowy – moc czynna planowana do pobierania z sieci elektroenergetycznej, zależna od technologii budowy jednocześnie pracujących urządzeń elektrycznych czy wykorzystania prądu na cele bytowe ekip budowlanych.

Napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale U_L (napięcie dotykowe spodziewane dopuszczalne) – największa wartość napięcia dotykowego spodziewanego, której nieograniczone utrzymywanie jest dopuszczalne w określonych warunkach oddziaływań zewnętrznych.

Napięcie dotykowe spodziewane U_{ST} – napięcie między dostępnymi jednocześnie częściami przewodzącymi, gdy części te nie są dotykane ani przez człowieka, ani przez zwierzę.

Napięcie dotykowe rażeniowe U_T – napięcie będące częścią napięcia uziomowego, wywołanego doziemieniem, które może pojawić się na ciele człowieka, zakładając, że prąd przepływa przez ciało człowieka na drodze ręka–stopy.

Napięcie krokowe – napięcie między dwoma punktami na powierzchni ziemi, oddległymi od siebie o 1 m, co jest przyjmowane jako długość kroku człowieka.

Napięcie nominalne instalacji elektrycznej – wartość napięcia, na które instalacja elektryczna lub jej część została wykonana i oznaczona.

Napięcie przy uszkodzeniu – napięcie między punktem, w którym wystąpiło uszkodzenie a ziemią odniesienia, powstałe w wyniku uszkodzenia izolacji.

Odstęp minimalny – najmniejszy dopuszczalny odstęp w powietrzu pomiędzy częściami czynnymi lub pomiędzy częściami czynnymi a częściami przewodzącymi uziemionymi.

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

Oświetlenie podstawowe – oświetlenie elektryczne wewnętrzne lub/i zewnętrzne, zasilane z podstawowego źródła energii elektrycznej, zapewniające w danym miejscu wymagane warunki oświetlenia przy normalnej pracy urządzeń oświetleniowych.

Oświetlenie awaryjne – oświetlenie elektryczne samoczynnie włączające się w przypadku wystąpienia przerwy w zasilaniu oświetlenia podstawowego; jego zadaniem jest zapewnienie dostatecznej widoczności w pomieszczeniach (oświetlenie zapasowe w celu bezpieczeństwa) oraz umożliwienie ewentualnej ewakuacji ludzi z budynku (oświetlenie ewakuacyjne); oświetlenie awaryjne jest zasilane z awaryjnych źródeł zasilania przez niezależne obwody oświetleniowe lub część obwodów oświetlenia podstawowego.

Osoba wykwalifikowana w zakresie elektryki – osoba tak przeszkolona i doświadczona, aby mogła stwierdzić zagrożenie i zapobiec niebezpieczeństwu, jakie może stwarzać elektryczność [71].

Pole rozdzielni (celka) – każde odgałęzienie od szyn zbiorczych w rozdzielni.

Połączenie wyrównawcze – połączenie elektryczne między częściami przewodzącymi, dokonane w celu wyrównania potencjałów.

Połączenie wyrównawcze główne – połączenie wyrównawcze wykonane najczęściej w przyziemnej kondygnacji budynku, w pobliżu miejsca wprowadzenia sieci lub instalacji elektrycznej do budynku (np. w pobliżu złącza).

Połączenie wyrównawcze ochronne – połączenie wyrównawcze wykonane w celu bezpieczeństwa (np. ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym).

Prąd dotykowy (prąd rażeniowy) – prąd elektryczny, który przepływa przez ciało człowieka lub zwierzęcia, gdy ciało styka się z co najmniej jedną częścią przewodzącą dostępną elektrycznego urządzenia lub instalacji.

Prąd przeciążeniowy obwodu elektrycznego – prąd przetężeniowy w obwodzie elektrycznym niespowodowany zwarciem lub doziemieniem.

Prąd przetężeniowy – dowolna wartość prądu większa od wartości znamionowej (wartością znamionową jest obciążalność prądowa długotrwała).

Prąd upływowy – prąd, który w urządzeniu niedotkniętym zwarciem płynie od części czynnych do ziemi; w wielofazowym urządzeniu prądu przemiennego wypadkowy prąd upływowy jest geometryczną (wektorową) sumą prądów upływowych poszczególnych faz; zawiera on składową czynną, wynikającą z upływności izolacji

oraz składową pojemnościową, wynikającą z pojemności doziemnych urządzenia i pojemności przyłączonych kondensatorów.

Prąd wyłączający – najmniejszy prąd wywołujący w wymaganym czasie zadziałanie urządzenia zabezpieczającego, powodującego samoczynne wyłączenie zasilania.

Prąd zwarciov – prąd przetężeniowy powstały w wyniku połączenia ze sobą bezpośrednio lub przez impedancję o pomijalnie małej wartości przewodów, które w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej mają różne potencjały.

Przegroda ochronna elektryczna – część zapewniająca ochronę przed dotykiem bezpośrednim ze wszystkich dostępnych kierunków.

Przewód neutralny N – przewód połączony elektrycznie z punktem neutralnym i mogący brać udział w rozdziale energii elektrycznej.

Przewód ochronny PE – przewód przeznaczony do zapewnienia bezpieczeństwa, na przykład do ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym; w instalacji elektrycznej przewód PE jest uważany za przewód ochronny uziemiający.

Przewód ochronno-neutralny PEN – przewód łączący funkcje przewodu ochronnego uziemiającego oraz przewodu neutralnego N.

Przewód uziemiający – przewód stanowiący drogę przewodzącą lub jej część między danym punktem sieci, instalacji lub urządzenia a uziomem lub układem uziomowym; w instalacji elektrycznej budynku danym punktem jest zwykle główna szyna uziemiająca (główny zacisk uziemiający), a przewód uziemiający łączy ten punkt z uziomem lub układem uziomowym.

Przylącze – linia elektroenergetyczna łącząca zasilany obiekt z rozdzielczą siecią zasilającą; może być wykonane jako napowietrzne lub kablowe, przewodami izolowanymi lub gołymi.

Punkt neutralny – wspólny punkt połączonego w gwiazdę układu wielofazowego albo uziemiony punkt środkowy układu jednofazowego.

Rezystancja stanowiska – rezystancja między ziemią odniesienia a elektrodą odwzorowującą (elektrodami odwzorowującymi) styczność ze stanowiskiem bosych stóp człowieka.

Rezystancja uziemienia – rezystancja między określonym punktem sieci, instalacji lub urządzenia a ziemią odniesienia.

Rozdzielnica – urządzenie zawierające różnego typu aparaturę rozdzielczą i sterowniczą, co najmniej z jednym elektrycznym obwodem odbiorczym, zasilane co najmniej z jednego elektrycznego obwodu rozdzielczego, łącznie z zaciskami do przewodów ochronnych i neutralnych.

Rozdzielnica budowlana – urządzenie zawierające różnego typu aparaturę rozdzielczą i sterowniczą, przeznaczone do zasilania terenów budów i innych odbiorców okresowo korzystających z energii elektrycznej; rozdzielnice budowlane są przystosowane do pomiaru energii elektrycznej (po zamontowaniu licznika).

Samoczynne wyłączenie zasilania – przerwanie ciągłości co najmniej jednego przewodu liniowego, spowodowane samoczynnym zadziałaniem urządzenia zabezpieczającego w przypadku uszkodzenia.

Separacja elektryczna – środek ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem pośrednim, polegający na zasilaniu urządzenia elektrycznego za pomocą źródła separacyjnego (transformator separacyjny lub inne źródło zapewniające poziom bezpieczeństwa nie mniejszy niż transformator separacyjny), przy czym części czynne niebezpieczne obwodu separowanego są odizolowane od wszystkich innych obwodów elektrycznych, od części przewodzących dostępnych i części przewodzących obcych oraz od ziemi lokalnej.

Strefa zagrożenia wybuchem – przestrzeń, w której może występować mieszanina substancji palnych z powietrzem lub z innymi gazami utleniającymi o stężeniu zawartym między dolną i górną granicą wybuchowości.

Szyna uziemiająca (główna lub miejscowa; zacisk uziemiający główny lub miejscowy) – szyna lub zacisk, które są częścią instalacji uziemiającej i zapewniają połączenia elektryczne pewnej liczbie przewodów w celu ich uziemienia.

Teren budowy – wydzielone i najczęściej ogrodzone miejsce przeznaczone do prowadzenia prac budowlanych (wznoszenie, remont lub rozbiórka obiektów budowlanych).

Transformator bezpieczeństwa – transformator ochronny o napięciu wtórnym nie wyższym od napięcia bardzo niskiego w normalnych warunkach pracy.

Transformator ochronny – transformator wykonany zgodnie z PN-EN 61558-2-4:2000 Bezpieczeństwo transformatorów mocy, jednostek zasilających i podobnych. Szczegółowe wymagania dotyczące transformatorów separacyjnych do ogólnego stosowania – zapewniający niezawodne oddzielenie elektryczne obwodu wtórnego od obwodu pierwotnego.

Transformator separacyjny – transformator ochronny o napięciu wtórnym wyższym od napięcia bardzo niskiego w normalnych warunkach pracy.

Układ FELV – układ elektryczny napięcia bardzo niskiego (ELV), w którym nie są spełnione wymagania odnoszące się do układów SELV lub PELV, stosowany ze względów funkcjonalnych. W układzie FELV należy zapewnić ochronę podstawową przez zastosowanie izolacji podstawowej, obudowy lub przegrody, natomiast ochronę przy uszkodzeniu taką, jaką zastosowano w obwodzie pierwotnym.

Układ PELV – układ elektryczny napięcia bardzo niskiego (ELV), stosowany jako środek ochrony przeciwporażeniowej we wszystkich sytuacjach. Ten środek ochrony wymaga zastosowania separacji ochronnej elektrycznej od wszystkich innych obwodów i izolacji podstawowej między układami SELV i PELV; układ PELV jest uziemiony.

Układ SELV – układ elektryczny napięcia bardzo niskiego (ELV), stosowany jako środek ochrony przeciwporażeniowej we wszystkich sytuacjach. Ten środek

ochrony wymaga zastosowania separacji ochronnej elektrycznej od wszystkich innych obwodów i izolacji podstawowej między układami SELV i PELV oraz izolacji podstawowej między układem SELV i ziemią.

Układ TN – układ sieci, w którym punkt neutralny układu jest bezpośrednio uziemiony, a części przewodzące dostępne instalacji elektrycznej są z nim połączone przewodami ochronnymi PE lub przewodami ochronno-neutralnymi PEN, w wyniku czego pętla zwarciowa jest w całości metaliczna.

Układ TT – układ sieci, w którym punkt neutralny jest bezpośrednio uziemiony, a części przewodzące dostępne instalacji elektrycznej są połączone z osobnym uziemieniem, w wyniku czego pętla zwarciowa z częścią przewodzącą dostępną zamyka się przez ziemię.

Układ IT – układ sieci, w którym punkt neutralny jest izolowany od ziemi, albo uziemiony przez bezpiecznik iskiernikowy lub przez dużą impedancję, a części przewodzące dostępne instalacji elektrycznej są uziemione: indywidualnie, grupowo albo zbiorowo.

Układ rezerwowy zasilania elektrycznego – układ zasilania zapewniający funkcjonowanie instalacji elektrycznej lub jej części z przyczyn innych niż bezpieczeństwo, przeznaczony do zapewnienia zasilania w przypadku zaniku zasilania podstawowego.

Urządzenie ręczne – urządzenie elektryczne ruchome przeznaczone do trzymania w ręce podczas jego normalnego użytkowania.

Urządzenie różnicowoprądowe (wyłącznik różnicowoprądowy) – urządzenie mechaniczno-elektryczne reagujące na wartość prądu różnicowego w danym obwodzie, większego od prądu wyzwalającego; urządzenia te służą do ochrony przed niebezpiecznymi prądami rażeniowymi i przed pożarem instalacji.

Urządzenie ruchome (urządzenie przenośne) – urządzenie elektryczne, które jest przemieszczane podczas użytkowania, lub które może być łatwo przemieszczane z jednego miejsca na drugie przy przyłączonym zasilaniu.

Urządzenie stacjonarne – urządzenie elektryczne nieruchome lub urządzenie elektryczne bez uchwytów, mające taką masę (co najmniej 18 kg w odniesieniu do zastosowań domowych), że nie może być łatwo przemieszczane.

Uziemienie – połączenie bezpośrednie lub pośrednie określonego punktu obwodu elektrycznego z ziemią w celu zapewnienia bezpiecznej i prawidłowej pracy urządzeń elektrycznych.

Uziemienie funkcjonalne (uziemienie robocze) – uziemienie jednego punktu lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia w innych celach niż bezpieczeństwo.

Uziemienie ochronne – uziemienie jednego punktu lub wielu punktów sieci, instalacji lub urządzenia w celach bezpieczeństwa.

Uziom fundamentowy – część przewodząca umieszczona w gruncie pod fundamentem budynku lub w betonie fundamentu budynku, zwykle w formie zamkniętej

pętli; różni się uziom fundamentowy naturalny (stalowe zbrojenie betonowego fundamentu) lub uziom fundamentowy sztuczny (taśma lub pręt stalowy, zatopione w betonowym fundamencie).

Wyłączenie awaryjne – czynność mająca na celu otwarcie łącznika w celu usunięcia zasilania elektrycznego z instalacji elektrycznej, aby zapobiec wystąpieniu niebezpiecznej sytuacji lub zmniejszyć to niebezpieczeństwo.

Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy – wyłącznik samoczynny wyposażony w człon pomiarowy i człon wyzwalający; działanie wyłącznika następuje w przypadku wystąpienia prądów różnicowych większych od prądu wyzwalającego; wyłącznik ochronny różnicowoprądowy wysokoczuły jest wyłącznikiem o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA.

Zabezpieczenie nadprądowe (zabezpieczenie przetężeniowe) – urządzenie służące do ochrony przewodów instalacyjnych określonego obwodu i odbiorników energii elektrycznej zasilanych z tego obwodu przed skutkami przepływu prądów przetężeniowych; zabezpieczeniem nadprądowym jest zwykle wyłącznik nadprądowy lub bezpiecznik topikowy.

Zacisk połączenia wyrównawczego – zacisk na urządzeniu lub przyrządzie, przeznaczony do połączenia elektrycznego z układem połączeń wyrównawczych.

Zasięg ręki – przestrzeń (obszar) zawarta między dowolnym punktem powierzchni stanowiska, na którym człowiek zwykle stoi lub się porusza, a powierzchnią, której może dosięgnąć ręką w dowolnym kierunku bez stosowania środków pomocniczych.

Zbliżenie – miejsce na trasie linii kablowej, w którym odległość pozioma między linią kablową a inną linią kablową, urządzeniem podziemnym lub drogą komunikacyjną itp. jest mniejsza niż odległość dopuszczalna w danych warunkach ułożenia bez stosowania przegród lub osłon zabezpieczających, i w którym nie występuje skrzyżowanie.

Złącze – element łączący instalację budynku z przyłączem; złącze zawiera główne zabezpieczenie instalacji budynku; jest również tym punktem w instalacji budynku, z którego energia elektryczna jest dostarczana do rozdzielnic głównej i dalej do instalacji wewnątrz budynku.

Zwarcie – przypadkowa lub zamierzona ścieżka przewodząca między dwiema lub wieloma częściami przewodzącymi, wymuszająca między tymi częściami przewodzącymi różnice potencjałów równe lub bliskie zeru.

Zwód – część urządzenia piorunochronnego przeznaczona do bezpośredniego przyjmowania wyładowań atmosferycznych.

Źródło rezerwowe energii elektrycznej – elektryczne źródło zapewniające zasilanie instalacji elektrycznej lub jej części z przyczyn innych niż bezpieczeństwo, przeznaczone do zapewnienia zasilania w przypadku zaniku zasilania podstawowego.

1.4. Najważniejsze oznaczenia i skróty

TN-S, TN-C-S, TT, IT – stosowane układy sieci

BIOZ – plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

GSU – główna szyna uziemiająca

SZR – samoczynne załączanie rezerwy

nn – niskie napięcie

WN – wysokie napięcie

SN – średnie napięcie

U_L – napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale

RCD – urządzenie różnicowoprądowe

XLPE – polietylen sieciowany

ρ [$\Omega \cdot m$] – rezystywności gruntu

SELV – bardzo niskie napięcie (układ nieuziemiony)

PELV – bardzo niskie napięcie (układ uziemiony)

RB – rozdzielnica budowlana

RD – rozdzielnica dźwigowa

PP – przystawka pomiarowa

RGN – rozdzielnica główna niskiego napięcia

RNA – rozdzielnica napięcia awaryjnego

RNG – rozdzielnica napięcia gwarantowanego

SR – skrzynka rozdzielcza

SO – skrzynka siłowo-oświetleniowa

ZP – zespół prądotwórczy

SEE – system elektroenergetyczny

UPS – zasilacz awaryjny, zasilacz bezprzerwowy (ang. *Uninterruptible Power Supply*)

LED – źródło światła – IV generacja (ang. *Light Emitting Diodes*)

FE, PH, E – klasyfikacja odporności kabli na działanie ognia

IP – stopień ochrony obudowy przed ciałami stałymi, wodą i uderzeniami



– klasa I – urządzenia, w których zastosowano izolację podstawową i wyposażono je w zaciski ochronne do łączenia części przewodzących dostępnych z przewodem ochronnym układu sieciowego



– klasa II – urządzenia, w których zastosowano izolację podstawową oraz izolację dodatkową (oznaczenie wykonuje producent na wyrobie)



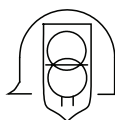
– urządzenie spełniające warunki II klasy ochronności lub izolacji równoważnej (oznaczenie wykonuje się podczas montażu)



– klasa III – urządzenia, które mogą być zasilane jedynie bardzo niskim napięciem bezpiecznym SELV lub bardzo niskim napięciem ochronnym PELV



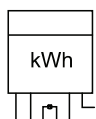
– transformator stacyjny terenu budowy



– transformator bezpieczeństwa



– transformator separujący



– licznik energii czynnej



– oprawa oświetleniowa do mocowania na podłożu z materiału normalnie palnego



– oprawa oświetleniowa przeznaczona do montażu wyłącznie na podłożu z materiału niepalnego



– oprawa oświetleniowa nadająca się do lokalizacji w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem

Typ B

2. ORGANIZACJA BEZPIECZNEJ PRACY

2.1. Obowiązki uczestników procesu budowlanego

Zgodnie z przepisami prawa budowlanego [1] uczestnikami procesu budowlanego są: inwestor, inspektor nadzoru inwestorskiego, projektant oraz kierownik budowy lub kierownik robót.

Pracodawca, chociaż nie jest wyszczególniony jako uczestnik procesu budowlanego, ponosi odpowiedzialność za zapewnienie bezpieczeństwa i higieny pracy swoim pracownikom zgodnie z kodeksem pracy. Obowiązki poszczególnych uczestników procesu budowlanego, wynikające z przepisów prawa na terenie prowadzonych robót budowlanych, przedstawiono poniżej.

A. Inwestor

Do obowiązków inwestora należy zorganizowanie procesu budowy (robót budowlanych) z uwzględnieniem zawartych w przepisach zasad bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, a w szczególności:

- opracowanie projektu budowlanego oraz innych projektów (stosownie do potrzeb),
- dopilnowanie objęcia kierownictwa budowy przez powołanego kierownika budowy,
- zlecenie opracowania planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ); plan BIOZ należy sporządzić w przypadku prowadzenia robót budowlanych trwających dłużej niż 30 dni roboczych oraz przy jednoczesnym zatrudnieniu co najmniej 20 pracowników lub pracochłonności planowanych robót, przekraczającej 500 osobodni, a także w przypadku robót budowlanych, których charakter, organizacja lub miejsce prowadzenia stwarza szczególnie wysokie ryzyko powstania zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

B. Projektant

Do podstawowych obowiązków projektanta należy m.in.: opracowanie projektu budowlanego w sposób zgodny z przepisami oraz z zasadami wiedzy technicznej, zapewnienie, w razie potrzeby, udziału w jego opracowaniu osób posiadających uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności oraz wzajemne skoordynowanie techniczne opracowań projektowych wykonanych przez te osoby.

Niezbędne może być opracowanie projektu instalacji elektrycznej zasilającej urządzenia na terenie budowy, który uwzględnia różne etapy prowadzonej budowy. Opracowane projekty powinny odnosić się do zawartych w przepisach zasad bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w procesie budowy. Ponadto projektant sporządza informację dotyczącą bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, uwzględnianą w planie BIOZ.

C. Kierownik budowy lub kierownik robót

Do podstawowych obowiązków kierownika budowy należy w szczególności:

- zorganizowanie budowy i kierowanie nią w sposób zgodny z projektem i pozwoleniem na budowę, przepisami (w tym techniczno-budowlanymi) oraz przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy,
- koordynowanie realizacji zadań zapobiegających zagrożeniom bezpieczeństwa i ochrony zdrowia,
- sporządzenie lub zapewnienie sporządzenia planu BIOZ, uwzględniającego specyfikę obiektu budowlanego i warunki prowadzenia robót budowlanych,
- koordynowanie działań zapewniających przestrzeganie zasad bezpieczeństwa i ochrony zdrowia zawartych w przepisach oraz określonych w planie BIOZ,
- wstrzymanie robót budowlanych w przypadku stwierdzenia możliwości powstania zagrożenia oraz bezzwłoczne zawiadomienie o tym właściwego powiatowego lub wojewódzkiego inspektora nadzoru budowlanego,
- realizacja decyzji i zaleceń wpisanych do dziennika budowy,
- prowadzenie dokumentacji budowy, w tym przechowywanie kopii protokołów sprawdzenia ochrony przeciwporażeniowej,
- wyznaczenie osób odpowiedzialnych za rejestrowanie i przechowywanie wyników kontroli elektronarzędzi.

Kierownik budowy ma prawo wystąpić do inwestora o zmiany w rozwiązaniach projektowych, jeżeli są one uzasadnione koniecznością zwiększenia bezpieczeństwa realizacji robót budowlanych lub usprawnieniami procesu budowy. Przytoczone obowiązki i prawa kierownika budowy stosuje się odpowiednio do kierowników robót, w szczególności, gdy elektryk kieruje budową linii napowietrznych, kablowych lub obiektów energetycznych.

D. Inspektor nadzoru inwestorskiego

Do obowiązków inspektora nadzoru inwestorskiego należy w szczególności:

- reprezentowanie inwestora na budowie przez sprawowanie kontroli zgodności realizacji budowy z projektem i pozwoleniem na budowę, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej,
- potwierdzanie faktycznie wykonanych robót oraz usunięcia wad,
- kontrolowanie rozliczeń budowy na żądanie inwestora.

Inspektor nadzoru inwestorskiego ma prawo:

- wydawania poleceń kierownikowi budowy lub kierownikowi robót, potwierdzonych wpisem do dziennika budowy, dotyczących: usunięcia nieprawidłowości lub zagrożeń, wykonania prób lub badań,
- żądania od kierownika budowy lub kierownika robót wprowadzenia poprawek bądź ponownego wykonania wadliwie wykonanych robót, a także wstrzymania dalszych robót budowlanych w przypadku gdyby ich kontynuacja mogła spowo-

dować zagrożenie bądź skutkować niedopuszczalną niezgodnością z projektem lub pozwoleniem na budowę.

Wszyscy uczestnicy procesu budowlanego zobowiązani są do współpracowania ze sobą w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy w procesie przygotowania i realizacji budowy.

2.2. Instrukcja bezpiecznego wykonywania prac

Kierownik budowy jest zobowiązany zlecić opracowanie planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BiOZ) zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia [7] oraz przedstawić go do zatwierdzenia inspektorowi nadzoru. W związku z tym wykonawca jest zobowiązany do właściwego (bezpiecznego) zagospodarowania terenu budowy. Z instrukcją bezpiecznego wykonywania pracy powinni zostać zaznajomieni pracownicy w zakresie wykonywanej przez nich pracy.

W niniejszym rozdziale opisano zagadnienia związane z bezpiecznym zagospodarowaniem instalacji i urządzeń elektrycznych.

Przed rozpoczęciem właściwych prac należy między innymi:

- doprowadzić „media” potrzebne na budowie (w tym energię elektryczną),
- zapewnić oświetlenie naturalne i sztuczne (elektryczne),
- zapewnić łączność telefoniczną.

Zgodnie z [7] należy przewidzieć konieczność oznakowania i oświetlenia przejść i stref niebezpiecznych. Ponadto strefy niebezpieczne należy ogrodzić i oznakować w sposób uniemożliwiający dostęp osobom postronnym. Do stref niebezpiecznych należą między innymi miejsca, gdzie prowadzone są prace w pobliżu istniejących kablowych i napowietrznych sieci elektroenergetycznych.

Na terenie budowy występują różne warunki użytkowania urządzeń elektrycznych. W budynkach stacjonarnych zaplecza są takie same, jak w innych obiektach stałych, na przykład biurach, warsztatach czy magazynach położonych poza terenem budowy. Natomiast w obiektach będących w trakcie realizacji na terenie budowy warunki te są skrajnie różne.

Praktycznie wszędzie występuje zwiększone zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym, spowodowane:

- zmniejszeniem odporności organizmu człowieka, wywołanej zawilgoceniem naskórka i zanieczyszczenia pyłem,
- ograniczeniem swobody ruchów, trudną pozycją pracy, niedostatecznym oświetleniem miejsca pracy,
- bliskim sąsiedztwem wielu metalowych przedmiotów, rurociągów, konstrukcji,
- bezpośrednim kontaktem z uziemionymi masami metalowymi, pracą na konstrukcjach, platformach, stropach żelbetowych,

- kontaktem z zawilgoconym podłożem, gołą ziemią,
- pracą w trakcie opadów atmosferycznych,
- użytkowaniem ręcznych narzędzi i lamp,
- niedostatecznymi kwalifikacjami i brakiem znajomości zasad BHP przez zatrudnionych pracowników.

W związku ze zwiększonym zagrożeniem należy dobrać właściwe środki ochronne – organizacyjne i techniczne.

Środki organizacyjne obejmują między innymi dbałość o odpowiednie kwalifikacje personelu, wyposażenie terenu budowy i pracowników w sprzęt ochronny, organizację szkoleń oraz inne działania, na przykład oznakowanie stref niebezpiecznych. Ważną sprawą jest zabezpieczenie elektrycznych rozdzielnic budowlanych przed dostępem osób nieupoważnionych [5]. Należy tak rozmieszczać rozdzielnice, aby odległość do zasilanych z nich odbiorników nie przekraczała 50 m. Zalecenie to ma na celu zapewnienie możliwości szybkiego, także ręcznego, wyłączenia napięcia w obwodzie w przypadku zaistnienia takiej konieczności. Połączenie odbiorników energii elektrycznej z rozdzielnicami powinno być bezpieczne pod względem elektrycznym, a także zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi. W instalacjach elektrycznych występujących na budowie należy stosować jako zabezpieczenie przed porażeniem prądem elektrycznym ochronę podstawową (przed dotykiem bezpośrednim) i ochronę w przypadku uszkodzenia (przed dotykiem pośrednim) oraz uzupełniającą ochronę w uzasadnionych przypadkach.

W normalnych standardowych sytuacjach ochronę podstawową stanowi izolacja robocza, w którą fabrycznie wyposażone jest każde urządzenie, osprzęt lub przewody elektryczne. Izolacja ta powinna być dostosowana do wartości napięcia znamionowego, na które urządzenie lub przewód zostały zbudowane.

Zalecane środki ochrony technicznej w przypadku uszkodzenia w warunkach budowy, to:

- ograniczenie napięcia zasilania odbiorników do 25 V prądu przemiennego lub 60 V prądu stałego,
- samoczynne wyłączanie zasilania poprzez instalowanie wyłączników różnicowoprądowych i nadmiarowoprądowych,
- stosowanie urządzeń II klasy ochronności oznakowanych na tabliczce znamionowej symbolem podwójnego kwadratu  i wyposażonych w specjalną wtyczkę bez styku ochronnego,
- separacja odbiornika,
- połączenia wyrównawcze,
- stosowanie narzędzi zasilanych z własnych akumulatorów o bardzo niskim napięciu bezpiecznym.