SPIS TREŚCI

1 WSTĘP 5
1.1 Zakres opracowania 5
1.2 Przepisy i dokumenty związane 5
1.2.1 Przepisy prawne 5
1.2.2 Polskie Normy 12
1.3 Terminologia 16
2 WYROBY DO STOSOWANIA 21
2.1 Wymagania formalne 21
2.2 Wymagania techniczne 21
2.2.1 Zasilanie i rozdział energii elektrycznej 21
2.2.2 Elementy instalacji elektrycznych 21
2.2.3 Urządzenia zasilająco-rozdzielcze 22
2.2.4 Aparatura łączeniowa i zabezpieczeniowa 22
2.2.5 Układanie przewodów i rozprowadzenie instalacji w budynku 24
2.2.6 Instalacja piorunochronna 26
2.2.7 Oświetlenie zewnętrzne 27
3 WYKONANIE INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ W PROJEKTOWANYM BUDYNKU 28
3.1 Wymagania ogólne 28
3.2 Urządzenia zasilające projektowany budynek w energie elektryczną 29
3.3 Instalacje elektryczne zasilające aparaturę kontrolno-pomiarową i automatykę oraz urządzenia regulacji instalacji i urządzeń sanitarnych w kotłowni 30
3.3.1 Wymagania podstawowe 30
3.3.2 Trasy instalacji, tablice, sprzęt i osprzęt elektryczny 30
3.3.3 Rodzaje przewodów i kabli (oprzewodowanie) 31
3.3.4 Wykonanie obwodów elektrycznych 31
3.3.5 Montaż aparatury kontrolno-pomiarowej i regulacyjnej 32
3.3.6 Montaż osprzętu elektrycznego 32
3.3.7 Montaż zestawów automatyki 33
3.3.8 Przyłączanie aparatów, sprzętu i osprzętu elektrycznego 33
3.3.9 Podłączenie aparatów, sprzętu i osprzętu zabudowanych na oddzielnych konstrukcjach wsporczych 34
3.3.10 Ogólne warunki wykonania ochrony przeciwporażeniowej dla instalacji AKPiA 34
3.4 Instalacje odbiorcze 35
3.4.1 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach suchych 35
3.4.2 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach wilgotnych, przejściowo wilgotnych i mokrych 35
3.4.3 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach z wyziewami żrącymi 36
3.4.4 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach niebezpiecznych pod względem pożarowym .. 36
3.4.5 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach niebezpiecznych pod względem wybuchowym 37

3.4.6 Instalacje oświetleniowe ... 37
3.5 Instalacje ochronne ... 38
3.5.1 Wstęp ... 38
3.5.2 Instalacje ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym ... 38
3.5.3 Instalacje ochrony przed prądami przeciążeniowymi i zwarciowymi ... 46
3.5.4 Instalacje ochrony przed skutkami oddziaływania cieplnego ... 49
3.5.5 Instalacje ochrony przed obniżeniem napięcia ... 52
3.6 Montaż instalacji elektrycznych według różnych systemów wykonawczych ... 52
3.6.1 Wymagania ogólne ... 52
3.6.2 Trasowanie ... 53
3.6.3 Instalacje wykonywane przewodami szynowymi ... 53
3.6.4 Instalacje elektryczne w korytkach na drabinkach kablowych oraz na uchwytach, wspornikach i wieszakach ... 54
3.6.5 Instalacje w tynku ... 56
3.7 Montaż elementów instalacji elektrycznych ... 57
3.7.1 Montaż aparatury ... 57
3.7.2 Montaż opraw oświetleniowych ... 57
3.7.3 Montaż elementów instalacji w wykonaniu szczelnym ... 58
3.7.4 Montaż liczników ... 58
3.7.5 Mocowanie sprzętu i osprzętu ... 59
3.7.6 Przygotowanie końców żył przewodów, wykonywanie połączeń elektrycznych szyn i przewodów oraz przyłączanie do aparatów i urządzeń ... 59
4 WYKONANIE INSTALACJI PIORUNOCHRONNEJ WEWNĘTRZNEJ ... 60
4.1 Wymagania dotyczące instalacji piorunochronnej wewnętrznej ... 60
4.1.1 Ekwipotencjalizacja ... 60
4.1.2 Odstępy izolacyjne ... 61
4.1.3 Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi ... 61
4.2 Wykonywanie prac montażowych przy łączeniu naturalnych części instalacji piorunochronnej z innymi metalowymi częściami ... 61
4.3 Wykonywanie uziomów ... 62
5 WYKONANIE LINII KABLOWYCH Nn I OŚWIETLENIA ZEWNĘTRZNEGO ... 63
5.1 Wykopy pod lampy ... 63
5.2 Montaż fundamentów prefabrykowanych ... 63
5.3 Montaż slupów ... 63
5.4 Montaż koron ... 63
5.5 Montaż opraw ... 63
5.6 Układanie kabli ... 64
5.7 Zabezpieczenie obwodów i opraw. ... 68
5.8 Wykonanie dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej ... 69
5.9 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym ... 69

6 ODBIÓR INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ W BUDYNKU 69
6.1 Warunki odbioru robót budowlanych niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznej w budynku 69
6.2 Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej 69
6.2.1 Odbiór międzyoperacyjny 69
6.2.2 Odbiór częściowy 69
6.2.3 Obowiązki kierownika (wykonawcy) robót elektrycznych w zakresie przygotowania instalacji do odbioru 70
6.2.4 Odbiór końcowy 70
6.3 Badania odbiorcze instalacji elektrycznych 72
6.3.1 Oględziny instalacji elektrycznych 73
6.3.2 Estetyka i jakość wykonanej instalacji 73
6.3.3 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym 73
6.3.4 Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi 74
6.3.5 Dobór przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia oraz dobór i nastawienie urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych 74
6.3.6 Umieszczenie odpowiednich urządzeń odłączających i łączących 74
6.3.7 Dobór urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych 75
6.3.8 Oznaczenia przewodów 75
6.3.9 Umieszczanie schematów, tablic ostrzegawczych itp. oraz oznaczenia obwodów, łączników, bezpieczników, zacisków itp. 75
6.3.10 Połączenia przewodów 75
6.3.11 Badania (pomiary i próby) instalacji elektrycznych 75
6.4 Warunki odbioru instalacji i urządzeń zasilających 76
6.4.1 Odbiór międzyoperacyjny i częściowy 76
6.4.2 Odbiór końcowy 77
7 ODBIÓR INSTALACJI PIORUNOCHRONNEJ BUDYNKU 77
7.1 Odbiór robót 77
7.1.1 Odbiory częściowe 77
7.1.2 Odbiór końcowy 78
7.1.3 Dokumentacja powykonawcza instalacji piorunochronnej 78
7.1.4 Badania techniczne i pomiary kontrolne instalacji piorunochronnej 78
8 ODBIÓR OŚWIETLENIA ZEWNĘTRZNEGO 79
8.1 Wykopy pod lampy 79
8.2 Fundamenty i ustoje. 79
8.3 Latarnie. 79
8.4 Linia kablowa 79
8.5 Instalacja przeciwporażeniowa 79
8.6 Pomiar natężenia oświetlenia. 80
8.7 Dokumenty. 80

9 WARUNKI PRZEKAZANIA INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ I PIORUNOCHRONNEJ DO EKSPLOATACJI 80
10 WYMAGANIA OGÓLNE DOTYCZĄCE BHP PRZY WYKONYWANIU ROBÓT ELEKTRYCZNYCH I PIORUNOCHRONNYCH 80
11 BIBLIOGRAFIA 81

1 WSTĘP

1.1 Zakres opracowania

Opracowanie zawiera szczegółowe warunki techniczne wykonywania i odbioru instalacji elektrycznych wewnętrznych i zewnętrznych w projektowanym budynku mieszkalnym wielorodzinnym mieszczącym się w m Polanica Zdrój, ul. Mickiewicza, działka nr 84/5, obręb 0003 Nowy Zdrój. Warunki techniczne podane w niniejszym opracowaniu dotyczą wykonania i odbioru instalacji elektrycznych wnętrzowych o napięciu do 1 kV i instalacji piorunochronnych w budynku oraz wewnętrznej linii zasilającej i instalacji oświetlenia zewnętrznego. Praca swoim zakresem obejmuje wymagania dotyczące:
• podstawowych wyrobów stosowanych przy wykonywaniu instalacji elektrycznych i piorunochronnych,
• wykonania instalacji elektrycznych i piorunochronnych,
• technologii układania instalacji elektrycznych i piorunochronnych,
• odbioru instalacji elektrycznych i piorunochronnych, w tym:
- odbiorów częściowych,
- odbioru końcowego,
• zakresu badań i sprawdzeń odbiorczych,
• zakresu badań i sprawdzeń odbiorczych przy odbiorach częściowych oraz końcowych.
Praca podaje także wykaz istniejących przepisów technicznych i dokumentów związanych, dotyczących instalacji elektrycznych i piorunochronnych.

1.2 Przepisy i dokumenty związane

1.2.1 Przepisy prawne

1) Ustawa - Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. 2003 nr 207, poz. 2016; Dz. U. 2004 nr 6, poz. 41; nr 92, poz. 881; nr 93, poz. 888; nr 96, poz. 959)
2) Pr. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2004 nr 92, poz. 881).
3) Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 nr 80, poz. 717; Dz. U. 2004 nr 6, poz. 41).
4) Ustawa - Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz. U. 2003 nr 153, poz. 1504; nr 203, poz. 1966; Dz. U. 2004 nr 29, poz. 257; nr 34, poz. 293; nr 91, poz. 875; nr 96, poz. 959).
5) Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (Dz. U. 2000 nr 122, poz. 1321; Dz. U. 2002 nr 74, poz. 676).
6) Ustawa z dnia 12 grudnia 2003 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów (Dz. U. 2003 nr 229, poz. 2275).
7) Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. 2002 nr 166, poz. 1360; Dz. U. 2003 nr 80, poz. 718; nr 130, poz. 1188; nr 170, poz. 1652; nr 229, poz. 2275; Dz. U. 2004 nr 70, poz. 631; nr 92, poz. 881; nr 93, poz. 896 i 899; nr 96, poz. 959).
8) Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (Dz. U. 2002 nr 169, poz. 1386).
9) Ustawa - Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. 2001 nr 62, poz. 627; nr 115, poz. 1229; Dz. U. 2002 nr 74, poz. 676; nr 113, poz. 984; nr 153, poz. 1271; nr 233, poz. 1957; Dz. U. 2003 nr 46, poz. 392; nr 80, poz. 717 i 721; nr 162, poz. 1568; nr 175, poz. 1693; nr 190, poz. 1865; nr 217, poz. 2124; Dz. U. 2004 nr 19, poz. 177; nr 49, poz. 464; nr 70, poz. 631; nr 91, poz. 875).

10) Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 2002 nr 147, poz. 1229; Dz. U. 2003 nr 52, poz. 452).
11) Ustawa - Prawo telekomunikacyjne z dnia 21 lipca 2000 r. (Dz. U. 2000 nr 73, poz. 852 Dz. U. 2001 nr 122, poz. 1321; nr 154, poz. 1800 i 1802; Dz. U. 2002 nr 25, poz. 253; nr 74, poz. 676; nr 166, poz. 1360; Dz. U. 2003 nr 50, poz. 424; nr 113, poz. 1070; nr 130, poz. 1188; nr 170, poz. 1652).
12) Ustawa - Prawo o miarach z dnia 11 maja 2001 r. (Dz. U. 2001 nr 63, poz. 636; nr 154, poz. 1800; Dz. U. 2002 nr 155, poz. 1286; nr 166, poz. 1360; Dz. U. 2003 nr 170, poz. 1652; Dz. U. 2004 nr 49, poz. 465; nr 93, poz. 896).
13) Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. 2003 nr 162, poz. 1568).
14) Ustawa z dnia 10 maja 2002 r. o zasadach uznawania nabytych w państwach członkowskich Unii Europejskiej kwalifikacji do podejmowania lub wykonywania niektórych działalności (Dz. U. 2002 nr 71, poz. 655; nr 190, poz. 1864).
15) Ustawa - Kodeks pracy z dnia 26 czerwca 1974 r. (tekst jednolity Dz. U. 1998 nr 21, poz. 94; nr 106, poz. 668; nr 113, poz. 717; Dz. U. 1999 nr 99, poz. 1152; Dz. U. 2000 nr 19, poz. 239; nr 43, poz. 489; nr 107, poz. 1127; nr 120, poz. 1268; Dz. U. 2001 nr 11, poz. 84; nr 28, poz. 301; nr 52, poz. 538; nr 99, poz. 1075; nr 111, poz. 1194; nr 123, poz. 1354; nr 128, poz. 1405; nr 154, poz. 1805; Dz. U. 2002 nr 74, poz. 676; nr 135, poz. 1146; nr 196, poz. 1660; nr 199, poz. 1673; nr 200, poz. 1679; Dz. U. 2003 nr 166, poz. 1608; nr 213, poz. 2081).
16) Ustawa z dnia 26 kwietnia 2001 r. o zasadach uznawania nabytych w państwach członkowskich Unii Europejskiej kwalifikacji do wykonywania zawodów regulowanych (Dz. U. 2001 nr 87, poz. 954; Dz. U. 2002 nr 71, poz. 655; Dz. U. 2003 nr 190, poz. 1864; Dz. U. 2004 nr 93, poz. 892).
17) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 września 2000 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych, obrotu energią elektryczną, świadczenia usług przesyłowych, ruchu sieciowego i eksploatacji sieci oraz standardów jakościowych obsługi odbiorców (Dz. U. 2000 nr 85, poz. 957) - utraciło moc obowiązującą z dniem 01.01.2004 r.
18) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych, ruchu i eksploatacji tych sieci - projekt[1].
19) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 kwietnia 2004 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną (Dz. U. 2004 nr 105, poz. 1114).
20) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 20 stycznia 2003 r. w sprawie harmonogramu uzyskiwania przez odbiorców prawa do korzystania z usług przesyłowych (Dz. U. 2003 nr 17, poz. 158).
21) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 30 maja 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła z odnawialnych źródeł energii oraz energii elektrycznej wytwarzanej w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła (Dz. U. 2003 nr 104, poz. 971).
22) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn i elementów bezpieczeństwa (Dz. U. 2003 nr 91, poz. 858)[2].

23) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 lipca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (Dz. U. 2003 nr 143, poz. 1393)[3].
24) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 lipca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska (Dz. U. 2003 nr 138, poz. 1316)[4].
25) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 22 maja 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla dźwigów i ich elementów bezpieczeństwa (Dz. U. 2003 nr 117, poz. 11O7)[5].
26) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 grudnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań w zakresie zużycia energii elektrycznej przez sprzęt chłodniczy (Dz. U. 2003 nr 219, poz. 2157)[6].
27) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 kwietnia 2004 r. w sprawie dokonywania oceny zgodności telekomunikacyjnych urządzeń końcowych przeznaczonych do dołączania do zakończeń sieci publicznej i urządzeń radiowych z zasadniczymi wymaganiami oraz sposobu ich oznakowania (Dz. U. 2004 nr 73, poz. 659)[7].
28) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 kwietnia 2003 r. w sprawie dokonywania oceny zgodności aparatury z zasadniczymi wymaganiami dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej oraz sposobu jej oznakowania (Dz. U. 2003 nr 90, poz. 848)[8].
29) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 kwietnia 2004 r. w sprawie dodatkowych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i znakowania produktów, które stwarzają zagrożenie dla konsumentów przez to, że ich wygląd wskazuje na inne niż rzeczywiste przeznaczenie (Dz. U. 2004 nr 71, poz. 644)[9].
30) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2002 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz. U. 2002 nr 120, poz. 1021; Dz. U. 2003 nr 28, poz. 240).
31) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 marca 2001 r. w sprawie wzoru znaku dozoru technicznego (Dz. U. 2001 nr 30, poz. 346).
32) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26 września 2002 r. w sprawie określenia urządzeń, w których mogły być wykorzystywane substancje stwarzające szczególne zagrożenie dla środowiska (Dz. U. 2002 nr 173, poz. 1416).
33) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 lipca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (Dz. U. 2003 nr 143, poz. 1393)[10].
34) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75, poz. 690; Dz. U. 2003 nr 33, poz. 270; Dz. U. 2004 nr 109, poz. 1156).
35) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2000 r. sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi dalekosiężne do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz. U. 2000 nr 98, poz. 1067; Dz. U. 2003 nr 1, poz. 8).

36) Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej z dnia 7 października 1997 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle rolnicze i ich usytuowanie (Dz. U. 1997 nr 132, poz. 877).
37) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych (Dz. U. 1999 nr 74, poz. 836).
38) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. 2003 nr 120, poz. 1133).
39) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie wzorów: wniosku o pozwolenie na budowę, oświadczenia o posiadanym prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane i decyzji o pozwoleniu na budowę (Dz. U. 2003 nr 120, poz. 1127).
40) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 19 listopada 2001 r. w sprawie rodzajów obiektów budowlanych, przy których realizacji jest wymagane ustanowienie inspektora nadzoru inwestorskiego (Dz. U. 2001 nr 138, poz. 1554).
41) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki, tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (Dz. U. 2002 nr 108, poz. 953).
42) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie rodzajów obiektów budowlanych, do użytkowania których można przystąpić po przeprowadzeniu przez właściwy organ obowiązkowej kontroli (Dz. U. 2003 nr 120, poz. 1128).
43) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 czerwca 2003 r. w sprawie stawki opłaty stanowiącej podstawę do obliczania kary wymierzanej w wyniku obowiązkowej kontroli (Dz. U. 2003 nr 120, poz. 1132).
44) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2003 r. w sprawie warunków i trybu postępowania dotyczącego rozbiórek oraz zamiany sposobu użytkowania obiektu budowlanego (Dz. U. 2003 nr 120, poz. 1131).
45) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie książki obiektu budowlanego (Dz. U. 2003 nr 120, poz. 1134).
46) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. 2003 nr 120, poz. 1126).
47) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie wzoru protokołu obowiązkowej kontroli (Dz. U. 2003 nr 132, poz. 1231).
48) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2003 nr 121, poz. 1138).
49) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. 2003 nr 121, poz. 1137).
50) Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. 2003 nr 169, poz. 1650).
51) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80, poz. 912).

52) Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie rodzajów prac, które powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby (Dz. U. 1996 nr 62, poz. 288).
53) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 31 marca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej (Dz. U. 2003 nr 80, poz. 725).
54) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. 2003 nr 47, poz. 401).
55) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. 2003 nr 192, poz. 1883).
56) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 24 czerwca 2002 r. w sprawie wymagań w zakresie wykorzystywania i przemieszczania substancji stwarzających szczególne zagrożenie dla środowiska oraz wykorzystywania i oczyszczania instalacji lub urządzeń, w których były lub są wykorzystywane substancje stwarzające szczególne zagrożenie dla środowiska (Dz. U. 2002 nr 96, poz. 860).
57) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem (Dz. U. 2002 nr 179, poz. 1498).
58) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 stycznia 2002 r. w sprawie wartości progowych poziomów hałasu (Dz. U. 2002 nr 8, poz. 81).
59) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz. U. 2002 nr 191, poz. 1596; Dz. U. 2003 nr 178, poz. 1745)[11].
60) Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. 1995 nr 8, poz. 38 - z późniejszymi zmianami).
61) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 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; nr 129, poz. 1184).
62) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 lipca 2001 r. w sprawie trybu sprawdzania kwalifikacji wymaganych przy obsłudze i konserwacji urządzeń technicznych (Dz. U. 2001 nr 79, poz. 849; Dz. U. 2003 nr 50, poz. 426).
63) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 20 grudnia 2002 r. w sprawie upoważnienia organów i jednostek do uznawania kwalifikacji w zawodach regulowanych (Dz. U. 2002 nr 237, poz. 2007).
64) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 maja 2003 r. w sprawie upoważnienia do uznawania nabytych w państwach członkowskich Unii Europejskiej kwalifikacji do wykonywania zawodów regulowanych (Dz. U. 2003 nr 97, poz. 890).
65) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 13 stycznia 2004 r. w sprawie upoważnienia Urzędu Dozoru Technicznego do uznawania kwalifikacji (Dz. U. 2004 nr 16, poz. 155).

66) Rozporządzenie Ministra Edukacji i Sportu z dnia 23 grudnia 2003 r. w sprawie wzoru formularza składanego w postępowaniu o uznanie kwalifikacji do podejmowania lub wykonywania niektórych działalności (Dz. U. 2004 nr 2, poz. 11).
67) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 sierpnia 1998 r. w sprawie aprobat i kryteriów technicznych oraz jednostkowego stosowania wyrobów budowlanych (Dz. U. 1998 nr 107, poz. 679; Dz. U. 2002 nr 8, poz. 71; nr 25, poz. 256) - utraci moc z chwilą wydania przepisu z delegacji ustawy o wyrobach budowlanych.
68) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 1998 r. w sprawie systemów oceny zgodności, wzoru deklaracji zgodności oraz sposobu znakowania wyrobów budowlanych dopuszczanych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie (Dz. U. 1998 nr 113, poz. 728) - utraci moc z chwilą wydania przepisu z delegacji ustawy o wyrobach budowlanych.
69) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 1998 r. w sprawie określenia wykazu wyrobów budowlanych nie mających istotnego wpływu na spełnienie wymagań podstawowych oraz wyrobów wytwarzanych i stosowanych według uznanych zasad sztuki budowlanej (Dz. U. 1998 nr 99, poz. 637) - utraci moc z chwilą wydania przepisu z delegacji ustawy o wyrobach budowlanych.
70) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 grudnia 2002 r. w sprawie systemów oceny zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu ich oznaczania znakowaniem CE (Dz. U. 2002 nr 209, poz. 1779)- utraci moc z chwilą wydania przepisu z delegacji ustawy o wyrobach budowlanych.
71) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 grudnia 2002 r. w sprawie określenia polskich jednostek organizacyjnych upoważnionych do wydawania europejskich aprobat technicznych, zakresu i formy aprobat oraz trybu ich udzielania, uchylania lub zmiany (Dz. U. 2002 nr 209, poz. 1780) - utraci moc z chwilą wydania przepisu z delegacji ustawy o wyrobach budowlanych.
72) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2003 r. w sprawie wymagań w zakresie efektywności energetycznej (Dz. U. 2003 nr 79, poz. 714; nr 108, poz. 1028)[12].
73) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 marca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla sprzętu elektrycznego (Dz. U. 2003 nr 49, poz. 414)[13].
74) Obwieszczenie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego z dnia 19 grudnia 2003 r. w sprawie wykazu norm zharmonizowanych (M.P. 2004 nr 7, poz. 117).
75) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie sposobu funkcjonowania krajowego systemu notyfikacji norm i aktów prawnych (Dz. U. 2003 nr 239, poz. 2039).
76) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie sposobu nadawania i wykorzystywania znaku zgodności z Polską Normą (Dz. U. 2003 nr 241, poz. 2077).
77) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 lutego 2004 r. w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego, klasy dokładności 0,2; 0,5; 1 i 2 (Dz. U. 2004 nr 35, poz. 315).

78) Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 11 grudnia 2003 r. w sprawie wymagań warunkujących wydanie upoważnień do legalizacji ponownej określonych rodzajów przyrządów pomiarowych (Dz. U. 2003 nr 219, poz. 2158).

[1] Rozporządzenie zostanie przyjęte do końca 2004 r. Do tego czasu stosuje się wymagania rozporządzenia podanego w pozycji 17.

[2] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 98/37/WE z dnia 22 czerwca 1998 r. w sprawie zbliżenia prawa państw członkowskich dotyczących maszyn, zmienionej dyrektywą 98/79/WE\

[3] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 94/9/WE z dnia 23 marca 1994 r. w sprawie ujednolicenia przepisów państw członkowskich dotyczących urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Uwzględniono również poprawki do dyrektywy opublikowane w Dz. U. WE nr L 21, z dnia 16.01.2000 r. oraz nr L 304, z dnia 5.12.2000 r.

[4] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 2000/14/WE z dnia 8 maja 2000 r. w sprawie zbliżenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń.

[5] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 95/16/WE z dnia 16 czerwca 1995 r. w sprawie zbliżenia prawa państw członkowskich dotyczącego dźwigów.

[6] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 96/57/WE z dnia 3 września 1996 r. w sprawie wymagań w dziedzinie sprawności energetycznej chłodziarek, zamrażarek i elektrycznego sprzętu kombinowanego do użytku domowego.

[7] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 1999/5/WE z dnia 9 marca 1999 r. w sprawie urządzeń radiowych i telekomunikacyjnych urządzeń końcowych oraz wzajemnego uznawania ich zgodności (Dz. U. WE nr L 91, z dnia 7.4.1999).

[8] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy Rady 89/336/EWG z dnia 3 maja 1989 r. w sprawie ujednolicenia przepisów prawnych krajów członkowskich w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej, wraz ze zmianami wprowadzonymi dyrektywami Rady 91/263/EWG, 92/31/EWG i 93/68/EWG.

[9] Rozporządzenie wdraża dyrektywę 87/357/EWG z dnia 25 czerwca 1987 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstwa państw członkowskich dotyczących produktów, których wygląd wskazuje na przeznaczenie inne niż rzeczywiste, zagrażających zdrowiu lub bezpieczeństwu konsumentów (Dz. U. WE nr L 192, z dnia 11.07.1987 r.).

[10] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 94/9/WE z dnia 23 marca 1994 r. w sprawie ujednolicenia przepisów państwa członkowskich dotyczących urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Uwzględnione zostały również poprawki do dyrektywy opublikowane w Dz. U. WE nr L 21, z dnia 16.01.2000 r. oraz nr L 304, z dnia 5.12.2000 r.

[11] Przepisy rozporządzenia wdrażają dyrektywę 89/655/EWG wraz ze zmianą 2001/45/EWG w sprawie minimalnych wymagań ochrony zdrowia i bezpieczeństwa w stosunku do sprzętu używanego przez pracowników w miejscu pracy.

[12] Przepisy rozporządzenia wprowadzają postanowienia dyrektyw: 92/75/EWG, 94/2/WE, 95/12/WE, 95/13/WE, 96/60/WE, 96/89/WE, 97/17/WE, 98/11/WE, 2000/55/WE, 2002/31/WE, 2002/40/WE.

[13] Przepisy wdrażają postanowienia dyrektywy 73/23/EWG ze zmianami wprowadzonymi dyrektywą 93/68/EWG.

1.2.2 Polskie Normy

PN-HD 60364-1:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część:1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje

PN-IEC 60364-3:2000

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ustalanie ogólnych charakterystyk

PN-HD 60364-4-41:2009

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym

PN-HD 60364-4-42:2011

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego (oryg.)

PN-HD 60364-4-43:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym (oryg.)

PN-IEC 60364-4-442:1999

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed przepięciami -- Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia

PN-HD 60364-4-443:2006

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi (oryg.)

PN-HD 60364-4-444:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi (oryg.)

PN-IEC 60364-4-45:1999

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed obniżeniem napięcia

PN-IEC 60364-4-473:1999

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo -- Środki ochrony przed prądem przetężeniowym

PN-IEC 60364-4-482:1999

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych -- Ochrona przeciwpożarowa

PN-IEC 60364-5-523:2001

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Obciążalność prądowa długotrwała przewodów

PN-HD 60364-5-51:2011

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Postanowienia ogólne

PN-IEC 60364-5-52:2002

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie

PN-HD 60364-5-52:2011

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie (oryg.)

PN-IEC 60364-5-53:2000

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza

PN-HD 60364-5-54:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych

PN-HD 60364-5-56:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Instalacje bezpieczeństwa (oryg.)

PN-HD 60364-5-534:2009

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie -- Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami (oryg.)

PN-IEC 60364-5-537:1999

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza -- Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia

PN-HD 60364-5-551:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-55: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Inne wyposażenie -- Sekcja 551: Niskonapięciowe zespoły prądotwórcze (oryg.)

PN-HD 60364-5-559:2010

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 5-55: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Inne wyposażenie -- Sekcja 559: Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe

PN-HD 60364-6:2008

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 6: Sprawdzanie

PN-HD 60364-7-701:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-701: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Pomieszczenia wyposażone w wannę lub prysznic

PN-HD 60364-7-702:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-702: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Baseny pływackie i fontanny (oryg.)

PN-HD 60364-7-703:2007

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 7-703: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Pomieszczenia i kabiny zawierające ogrzewacze sauny

PN-HD 60364-7-704:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-704: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Instalacje na terenie budowy i rozbiórki

PN-HD 60364-7-705:2007

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-705: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Gospodarstwa rolnicze i ogrodnicze (oryg.)

PN-HD 60364-7-706:2007

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-706: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Pomieszczenia przewodzące i ograniczające swobodę ruchu (oryg.)

PN-IEC 60364-7-707:1999

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych

PN-HD 60364-7-708:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-708: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Kempingi dla przyczep, kempingi oraz podobne lokalizacje (oryg.)

PN-HD 60364-7-709:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-709: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Porty jachtowe oraz podobne lokalizacje (oryg.)

PN-HD 60364-7-712:2007

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania

PN-IEC 60364-7-713:2005

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Meble

PN-IEC 60364-7-714:2003

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Instalacje oświetlenia zewnętrznego

PN-HD 60364-7-715:2006

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 7-715: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Instalacje oświetleniowe o bardzo niskim napięciu

PN-HD 60364-7-717:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-717: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Zespoły ruchome lub przewoźne (oryg.)

PN-HD 60364-7-721:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-721: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Instalacje elektryczne w przyczepach kempingowych i pojazdach z przestrzenią mieszkalną (oryg.)

PN-HD 60364-7-729:2010

Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-729: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Korytarze obsługi lub nadzoru (oryg.)

PN-HD 60364-7-740:2009

Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 7-740: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Tymczasowe instalacje elektryczne obiektów, urządzeń rozrywkowych i straganów na terenie targów, wesołych miasteczek i cyrków

Norma SEP Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa

N SEP-E-002. Norma SEP Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.

Instalacje elektryczne w budynkach mieszkalnych. Podstawy planowania

N SEP-E-003. Norma SEP Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa. Linie prądu przemiennego z przewodami w izolacji oraz przewodami w osłonie izolacyjnej

N SEP-E-004. Norma SEP Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa

N SEP-E-005. Norma SEP Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Przewody izolowane o napięciu znamionowym do 1 kV

PN-/E-04700:1998 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych

PN/E-05003 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych:

Arkusz 01 Wymagania ogólne 1986 r. Arkusz 03 Ochrona obostrzona 1989 r. Arkusz 04 Ochrona specjalna 1992 r.

PN-84/E-02033 Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym

PN-88/E-O85O1 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa

PN-9 l/E-05010 Zakresy napięciowe instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych

PN-92/N-01256-02 Znaki bezpieczeństwa. Ewakuacja

PN-E-04700:1998 Az 1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych

PN-EN 50341 -1:2002(U) Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 45kV

PN-EN 50423-1 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego od 1 kV do 45 kV (projekt normy)

PN-E-05115:2002 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV

PN-E-05204:1994 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów instalacji i urządzeń. Wymagania

PN-EN 1838:2002(U) Oświetlenie awaryjne

PN-EN 50146:2002(U) Wyposażenie do mocowania kabli w instalacjach elektrycznych

PN-EN 50160:2002 Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych

PN-EN 50164-1:2002(U) Elementy urządzenia piorunochronnego (LPS).

Część 1: Wymagania stawiane elementom połączeniowym

PN-EN 50171:2002(U) Niezależne systemy zasilania

PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1:

Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu

PN-EN 60445:2002 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne zacisków urządzeń i zakończeń żył przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego

PN-EN 60446:2004 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami albo cyframi

PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)

PN-EN 61140:2002(U) Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

Wspólne aspekty instalacji i urządzeń

PN-EN 60664-1:2OO3(U) Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Część 1: Zasady, wymagania i badania

PN-IEC 60038:1999 Napięcia znormalizowane IEC

PN-IEC 60050-826:2000 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych

PN-IEC 60050-195:2001 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Uziemienia i ochrona przeciwporażeniowa

PN-EN 60664-1:2003(U) Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Część 1: Zasady, wymagania i badania

PN-EN 62305-1:2011

Ochrona odgromowa -- Część 1: Zasady ogólne

PN-EN 62305-2:2008

Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem

PN-EN 62305-3:2011

Ochrona odgromowa -- Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia

PN-EN 62305-4:2011

Ochrona odgromowa -- Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach

PN-IEC 61024-1:2001 Apl :2002 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne

PN-IEC 61024-1 -1:2001 Ap 1:2002 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych

PN-IEC 61024-1-2:2002 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B - Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych

PN-IEC 61312-1:2001 Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Zasady ogólne

PN-IEC/TS 61312-2:2003 Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Część 2: Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia

PN-IEC/TS 61312-3:2004 Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Część 3: Wymagania dotyczące urządzeń do ograniczania przepięć **(SPD)**

1.3 Terminologia

Aprobata techniczna - dokument dotyczący wyrobu, stwierdzający jego przydatność do określonego zakresu stosowania, w szczególności zawierający ustalenia techniczne odnoszące się do wymagań podstawowych, jakie ma spełnić wyrób oraz określający metody badań potwierdzających te wymagania.

Certyfikat zgodności - dokument wydany przez notyfikowaną jednostkę certyfikującą, potwierdzający, że wyrób i proces jego wytwarzania są zgodne z zasadniczymi wymaganiami lub specyfikacjami technicznymi.

Część czynna - przewód lub część przewodząca urządzenia lub instalacji elektrycznej, która może znaleźć się pod napięciem w warunkach normalnej pracy instalacji elektrycznej, lecz nie pełni funkcji przewodu ochronnego. Częścią czynną jest przewód neutralny N, natomiast nie jest nią przewód ochronny PE ani ochronno-neutralny PEN.

Części jednocześnie dostępne - przewody lub części przewodzące urządzenia, które mogą być dotknięte jednocześnie przez człowieka lub zwierzę. Są nimi części czynne przewodzące dostępne i obce, przewody ochronne i uziomy.

Część przewodząca dostępna - część przewodząca instalacji elektrycznej, dostępna dla dotyku palcem probierczym według PN/E-08507, która może zostać dotknięta, i która w warunkach normalnej pracy instalacji nie znajduje się pod napięciem, lecz może znaleźć się pod napięciem w wyniku uszkodzenia.

Część przewodząca obca - część przewodząca nie będąca częścią urządzenia ani instalacji elektrycznej, która może znaleźć się pod określonym potencjałem (zwykle pod potencjałem ziemi). Zalicza się do nich metalowe konstrukcje, rurociągi przewodzące, podłogi i ściany.

Deklaracja zgodności - oświadczenie producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela stwierdzające na jego wyłączną odpowiedzialność, że wyrób jest zgodny z zasadniczymi

wymaganiami, specyfikacjami technicznymi lub określoną normą.
Dokument normalizacyjny - dokument ustalający zasady, wytyczne lub charakterystyki odnoszące się do różnych rodzajów działalności lub ich wyników, nie będący aktem prawnym; podstawowym dokumentem normalizacyjnym jest norma.
Dokumentacja powykonawcza - dokumentacja budowy (obiektu budowlanego) z naniesionymi zmianami, dokonanymi w toku wykonywania robót.
Drabinka kablowa - konstrukcja zbudowana z dwóch kształtowników podłużnych (podłużnie), połączonych z sobą kształtownikami poprzecznymi (szczeblami), służąca do wykonania prostego odcinka trasy.
Dyrektywy nowego podejścia - dyrektywy Unii Europejskiej, uchwalone zgodnie z zasadami zawartymi w uchwale Rady Unii Europejskiej z dnia 7 maja 1985 r., w sprawie nowego podejścia do harmonizacji technicznej oraz normalizacji.
Fundament - konstrukcja żelbetowa zagłębiona w ziemi, służąca do utrzymania masztu lub szafy oświetleniowej w pozycji pracy.
Główna szyna (zacisk) uziemiająca - szyna (zacisk) przeznaczona do przyłączania do uziomów przewodów ochronnych, w tym przewodów połączeń wyrównawczych oraz przewodów uziemień funkcjonalnych (roboczych), jeśli one występują.
Instalacja elektryczna w obiekcie budowlanym - zespół współpracujących ze sobą elementów elektrycznych o skoordynowanych parametrach technicznych, przeznaczony do określonych celów.
Instalacja elektryczna - zespół odpowiednio połączonych przewodów i kabli wraz ze sprzętem i osprzętem elektroinstalacyjnym (np. elementami mocującymi i izolacyjnymi), a także urządzeniami oraz aparatami - przeznaczony do przesyłu, rozdziału, zabezpieczenia i zasilania odbiorników energii elektrycznej.
Instalacje siłowe - instalacje elektryczne zasilające odbiorniki o dużych mocach znamionowych, np. silniki elektryczne, kuchenki elektryczne, urządzenia ogrzewcze, przepływowe podgrzewacze wody.
Iskiernik ochronny - iskiernik zainstalowany między instalacjami nie połączonymi galwanicznie w celu umiejscowienia przeskoku iskrowego.
Izolacja podstawowa - izolacja części czynnych zastosowana w celu ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa).
Izolacja podwójna - izolacja składająca się z izolacji podstawowej oraz niezależnej od niej izolacji dodatkowej.
Kabel - przewód wielożyłowy izolowany, przystosowany do przewodzenia prądu elektrycznego, mogący pracować nad i pod ziemią.
Kanał kablowy - element służący do układania przewodów izolowanych. Kanał może mieć dwie lub trzy komory, oddzielone od siebie przegrodą stałą lub przegrodą mocowaną do przygotowanych uchwytów. Kanał jest układany w wylewce betonowej podłogi (kanał podłogowy). Dostęp do niego jest zapewniony przez skrzynki podłogowe.
Kąt ochronny zwodu pionowego - kąt wyznaczony przez oś zwodu i powierzchnię ograniczającą strefę ochronną.
Kąt ochronny zwodu poziomego - kąt między płaszczyzną pionową przechodzącą przez zwód a powierzchnią ograniczającą strefę ochronną.
Klasa ochronności - umowne oznaczenie cech budowy urządzenia elektrycznego, określające możliwości objęcia go ochroną przed dotykiem pośrednim (ochroną przy uszkodzeniu).
Maszt oświetleniowy - konstrukcja wsporcza osadzona w gruncie za pomocą fundamentu, służąca do zamocowania opraw oświetleniowych na wysokości powyżej 12 m.
Napięcie bardzo niskie (ELV) - napięcie przemienne sinusoidalne o wartości skutecznej nie przekraczającej 50 V lub napięcie stałe o pomijalnym tętnieniu o wartości średniej nie przekraczającej 120 V.
Norma - dokument przyjęty na zasadzie konsensu i zatwierdzony przez upoważnioną jednostkę organizacyjną, ustalający - do powszechnego i wielokrotnego stosowania - zasady, wytyczne lub charakterystyki odnoszące się do różnych rodzajów działalności lub ich wyników i zmierzający do uzyskania optymalnego stopnia uporządkowania w określonym

zakresie.
Normy zharmonizowane - normy krajowe przenoszące europejskie normy zharmonizowane, ustanowione przez europejskie organizacje normalizacyjne na podstawie mandatu udzielonego przez Komisję Europejską, których numery opublikowano w Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich.
Obciążalność prądowa długotrwała przewodu - maksymalna wartość prądu, który może płynąć długotrwale przez przewód w określonych warunkach bez przekraczania dopuszczalnej temperatury przewodu.
Obciążenie instalacji elektrycznej w **budynku** - stan pracy instalacji, w którym odbiorniki energii elektrycznej w poszczególnych obwodach instalacji są włączone i pobierają energię. Rozróżnia się obciążenie instalacji prądem lub mocą.
Obwody administracyjne - grupa odbiorów (obwodów) służąca ogółowi mieszkańców danego budynku. Do obwodów administracyjnych zalicza się: obwody oświetlenia klatek schodowych, innych pomieszczeń technicznych, obwody zasilania maszynowni dźwigów, hydroforni, węzłów cieplnych itp.
Obwód instalacji elektrycznej - zespół elementów instalacji elektrycznej odpowiednio połączonych z sobą przewodami elektrycznymi i pośrednio lub bezpośrednio ze źródłem energii oraz chronionych przed przetężeniami wspólnym zabezpieczeniem. Składa się z przewodów będących pod napięciem, przewodów ochronnych oraz związanych z nimi urządzeń rozdzielczych i sterowniczych wraz z wyposażeniem dodatkowym.
Obwód instalacji odbiorczej (obwód odbiorczy - instalacja odbiorcza) - obwód, do którego bezpośrednio przyłączone są odbiorniki energii elektrycznej lub gniazda wtyczkowe. Ma zapewnić możliwość zasilania wszelkiego rodzaju odbiorników elektrycznych w mieszkaniach i budynkach mieszkalnych w sposób dogodny i bezpieczny.
Ochrona wewnętrzna - zespół środków do ochrony wnętrza obiektu budowlanego przed skutkami rozpływu prądu piorunowego w urządzeniu piomnochronnym.
Ochrona zewnętrzna - zespół środków do ochrony obiektu budowlanego przed bezpośrednim uderzeniem piorunu.
Odbiór częściowy - odbiór części obiektu, instalacji lub robót, stanowiący etapową całość. Do niego zalicza się również odbiory fragmentów instalacji, które w dalszym etapie robót przeznaczone są do zakrycia. Jako odbiór częściowy traktuje się również odbiór robót zlecony jednemu spośród wykonawców (podwykonawcy).
Odbiór końcowy - odbiór powykonawczy budowy (obiektu budowlanego), podczas którego następuje sprawdzenie zgodności wykonania obiektu z projektem, przepisami techniczno-budowlanymi oraz Polskimi Normami. Podczas odbioru końcowego dokonuje się sprawdzenia wszystkich instalacji specjalistycznych (w tym elektrycznych), szczególnie pod kątem ich prawidłowego i bezpiecznego działania.
Odbiór międzyoperacyjny - odbiór, który dotyczy kontroli jakości między kolejnymi fazami (etapami) procesu technologicznego wykonywania robót.
Oprawa oświetleniowa - urządzenie służące do rozdziału, filtracji i przekształcania strumienia świetlnego wysyłanego przez źródło światła zawierające wszystkie niezbędne detale do przymocowania i połączenia z instalacją elektryczną.
Ogranicznik przepięć - urządzenie służące do ograniczenia wartości szczytowej przepięć udarowych pochodzenia atmosferycznego lub łączeniowego.
Oprzewodowanie - zespół składający się z przewodu (kabla), przewodów (kabli) lub przewodów szynowych oraz elementów mocujących, a także, w razie potrzeby, osłon przewodów (kabli) lub przewodów szynowych.
Oświetlenie awaryjne - oświetlenie elektryczne, samoczynnie włączające się w przypadku wystąpienia przerwy w zasilaniu podstawowym, mające na celu zapewnienie dostatecznej widoczności w pomieszczeniach (oświetlenie bezpieczeństwa) oraz umożliwienie ewentualnej ewakuacji ludzi z budynku (oświetlenie ewakuacyjne); oświetlenie awaryjne jest zasilane z awaryjnych źródeł zasilania poprzez niezależne obwody oświetleniowe lub część obwodów oświetlenia podstawowego.
Połączenie wyrównawcze - elektryczne połączenie części przewodzących dostępnych i części przewodzących obcych, wykonane w celu uzyskania wyrównania potencjałów.

Prąd różnicowy - prąd o wartości chwilowej równej sumie algebraicznej wartości chwilowej prądów płynących we wszystkich przewodach czynnych w określonym miejscu sieci lub instalacji elektrycznej.
Prąd zwarciowy - prąd przetężeniowy powstały w wyniku połączenia z sobą -bezpośrednio lub przez impedancję o pomijalnie małej wartości - przewodów, które w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej mają różne potencjały.
Przestrzenie ograniczone powierzchniami przewodzącymi - przestrzenie, w otoczeniu których znajdują się głównie metalowe lub przewodzące części **i** wewnątrz których dotknięcie powierzchnią ciała otaczających elementów przewodzących jest prawdopodobne, a możliwość przerwania ograniczona. Do przestrzeni tych w budynku mieszkalnym należą: pomieszczenia pralni, hydroforni, kotłowni, kanałów rewizyjnych lub węzłów cieplnych.
Przewód odprowadzający - odcinek przewodu (naturalny lub sztuczny) łączący zwód z przewodem uziemiającym lub z uziomem fundamentowym.
Przewód uziemiający - przewód ochronny łączący główną szynę (zacisk) uziemiającą z uziomem.
Przyłącze - odcinek linii elektrycznej łączący zewnętrzną sieć zasilającą ze złączem.
Rezystancja uziemienia - rezystancja między uziomem a ziemią odniesienia.
Rozdzielnica główna budynku - zespół odpowiednio dobranej i połączonej aparatury rozdzielczej, zabezpieczeniowej, łączeniowej, pomiarowo-kontrolnej, zestawiony w blokach funkcjonalnych, służący do zasilania i zabezpieczenia wewnętrznych linii zasilających oraz obwodów administracyjnych.
Rozdzielnica (tablica) obwodowa - blok funkcjonalny wyposażony w odpowiednią aparaturę (rozdzielczą, zabezpieczeniową, łączeniową, pomiarowo-kontrol-ną), służący do zasilania obwodów (odbiorów) administracyjnych budynku. Tablice obwodowe są przeważnie instalowane w pobliżu odbiorników przez nie zasilanych.
Rozdzielnica (tablica) piętrowa - blok funkcjonalny wyposażony w odpowiednią aparaturę (rozdzielczą, zabezpieczeniową, łączeniową, pomiarowo-kontrolną), służący do doprowadzenia energii elektrycznej do więcej niż jednego mieszkania, w obrębie tej samej klatki schodowej w budynku mieszkalnym wielorodzinnym. Tablica piętrowa służy również do doprowadzenia innych instalacji do mieszkań -np. telefonicznych, domofonowych itp.
Słup oświetleniowy - konstrukcja wsporcza osadzona bezpośrednio w gruncie, służąca do zamocowania oprawy oświetleniowej na wysokości nie większej niż 14 m
Skrzynka podłogowa - element montowany w kanale podpodłogowym, spełniający w ciągu funkcję przelotową lub rozgałęźną, a także służący do umieszczania w nim skrzynki montażowej. Skrzynka podłogowa może być także mocowana w górnej powierzchni podłogi, montowanej na podporach, pod którą układa się przewody instalacji elektrycznej.
Specyfikacja techniczna - dokument określający cechy, które powinien mieć wyrób lub proces jego wytwarzania w zakresie jakości, parametrów technicznych, bezpieczeństwa lub wymiarów, w tym w odniesieniu do nazewnictwa, symboli, badań i metodologii badań, opakowania, znakowania i oznaczania wyrobu.
Stacja elektroenergetyczna - zespół urządzeń znajdujących się we wspólnym pomieszczeniu lub innym miejscu niedostępnym dla osób postronnych - przeznaczony do przetwarzania, a także do przetwarzania i rozdziału energii elektrycznej.
Stopień ochrony obudowy IP - umowna miara ochrony zapewnianej przez obudowę przed dotykiem części czynnych i poruszających się mechanizmów, przed dostaniem się ciał starych i wnikaniem wody.
Szafa oświetleniowa - urządzenie rozdzielcze -sterownicze bezpośrednio zasilające instalacje oświetleniowe.
Szczegółowe wymagania - wymagania, które powinien spełniać wyrób wprowadzany do obrotu, określone w specyfikacjach technicznych lub w dyrektywach Unii Europejskiej innych niż dyrektywy nowego podejścia.
Transformator bezpieczeństwa - transformator ochronny o napięciu wtórnym nie wyższym od napięcia bardzo niskiego w normalnych warunkach pracy.
Transformator ochronny - transformator zapewniający niezawodne oddzielnie elektryczne obwodu wtórnego od obwodu pierwotnego.

Transformator separacyjny - transformator ochronny o napięciu wtórnym wyższym od napięcia bardzo niskiego w normalnych warunkach pracy.
Urządzenia elektryczne - wszystkie urządzenia i elementy instalacji elektrycznej przeznaczone do celów takich, jak wytwarzanie, przekształcanie, przesyłanie, rozdział lub wykorzystywanie energii elektrycznej. Są nimi np. maszyny, transformatory, aparaty, przyrządy pomiarowe, urządzenia zabezpieczające, oprzewodowanie, odbiorniki.
Urządzenie piorunochronne (LPS) - kompletne urządzenie stosowane do ochrony przestrzeni przed skutkami piorunów. Składa się ono z zewnętrznego i wewnętrznego urządzenia piorunochronnego.
Urządzenie ręczne - urządzenie przenośne przeznaczone do trzymania w ręce podczas jego użytkowania, przy czym silnik (jeżeli jest) stanowi integralną część tego urządzenia.
Urządzenie stałe - urządzenie nieruchome przymocowane do podłoża lub dowolnej innej konstrukcji stałej.
Ustój - rodzaj fundamentu dla słupów oświetleniowych.
Uziom - przedmiot metalowy lub zespół przedmiotów metalowych umieszczonych w gruncie w celu zapewnienia z nim połączenia elektrycznego.
Uziom fundamentowy naturalny - uziom w postaci stopy lub ławy fundamentowej ze zbrojeniem przystosowanym do połączenia z naturalnymi lub sztucznymi przewodami odprowadzającymi i z przewodem uziemiającym.
Uziom fundamentowy sztuczny - uziom w postaci taśmy lub pręta w otulinie betonowej.
Uziom naturalny - uziom, który stanowi przedmiot metalowy lub zespół przedmiotów metalowych umieszczanych w gruncie, w innym celu niż uziemienie.
Uziom otokowy - uziom poziomy ułożony wokół chronionego obiektu.
Uziom pionowy - uziom zagłębiony swym największym wymiarem prostopadle do powierzchni ziemi.
Uziom poziomy - uziom w postaci taśmy lub drutu ułożony poziomo w ziemi.
Uziom sztuczny - uziom, który stanowi przedmiot metalowy lub zespół przedmiotów metalowych umieszczanych w gruncie w celu uziemienia.
Wewnętrzna linia zasilająca (wiz) - część obwodu elektrycznego, która wraz z odgałęzieniami stanowi układ zasilający w energię elektryczną poszczególne instalacje odbiorcze. Wiz są prowadzone w budynkach wielomieszkaniowych (wielorodzinnych) z rozdzielnicy głównej do rozdzielnic (tablic) piętrowych (obwodowych).
Wewnętrzne urządzenie piorunochronne - zespół dodatkowych środków uzupełniających zewnętrzne urządzenie piorunochronne, pozwalających na zredukowanie elektromagnetycznych efektów prądu piorunowego wewnątrz chronionej przestrzeni.
Wysięgnik- element rurowy łączący słup oświetleniowy z oprawą.
Zacisk probierczy - rozłączalne połączenie śrubowe przewodu odprowadzającego z przewodem uziemiającym w celu umożliwienia pomiaru rezystancji uziemienia lub sprawdzenia ciągłości galwanicznej części nadziemnej.
Zasadnicze wymagania - wymagania, które powinien spełniać wyrób wprowadzany do obrotu, określone w dyrektywach nowego podejścia.
Zewnętrzne urządzenie piorunochronne - urządzenie składające się z systemu zwodów, przewodów odprowadzających i uziemień.
Ziemia odniesienia - dowolny punkt na powierzchni lub w głębi ziemi, którego potencjał nie zmienia się pod wpływem prądu spływającego z rozpatrywanego uziomu lub uziomów.
Złącze instalacji elektrycznej - urządzenie elektryczne, w którym następuje połączenie elektryczne wspólnej sieci rozdzielczej z instalacją elektryczną odbiorcy.
Zwód - część urządzenia piorunochronnego przeznaczona do bezpośredniego przyjmowania wyładowań atmosferycznych.
Zwód naturalny - zwód utworzony przez górne elementy metalowe lub żelbetowe obiektu budowlanego zbudowane w innym celu niż przyjmowanie wyładowań atmosferycznych.

2 WYROBY DO STOSOWANIA

2.1 Wymagania formalne

1. Do wykonania instalacji elektrycznych w budynkach użyteczności publicznej należy stosować przewody, kable, sprzęt, osprzęt oraz aparaturę i urządzenia elektryczne posiadające dopuszczenie do stosowania w budownictwie.
2. Od 1 maja 2004 r. za dopuszczone do obrotu i stosowania uznaje się wyroby, dla których producent:
- dokonał oceny zgodności wyrobu z wymaganiami dokumentu odniesienia według określonego systemu oceny zgodności,
- wydał krajową deklarację zgodności z dokumentami odniesienia, takimi jak: przepisy dotyczące wymagań zasadniczych, zharmonizowane normy, normy opublikowane przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (IEC), normy krajowe opracowane z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa Międzynarodowej Komisji ds. Przepisów Dotyczących Zatwierdzania Sprzętu Elektrycznego (CEE), aprobaty techniczne,
- oznakował wyroby znakiem CE lub znakiem budowlanym B zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Wprowadzono także wyroby budowlane dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie na podstawie przepisów dotychczasowych i na zasadach w tych przepisach określonych. Oznacza to, że wydane aprobaty techniczne, certyfikaty na znak bezpieczeństwa, certyfikaty i deklaracje zgodności z normą lub aprobatą techniczną, zachowują ważność do dnia określonego w tych dokumentach.

2.2 Wymagania techniczne

1. Do wykonania instalacji elektrycznej w budynkach użyteczności publicznej powinno stosować się podstawowe wyroby elektryczne, a mianowicie: przewody, kable, urządzenia, aparaturę i materiały elektroinstalacyjne. Powinny one spełniać wymagania formalne i określone wymagania techniczne.
2. Zastosowanie innych wyrobów, tutaj nie wymienionych, jest możliwe pod warunkiem posiadania przez nie dopuszczenia do stosowania w budownictwie i uwzględnienia ich w zatwierdzonym projekcie technicznym dotyczącym instalacji elektrycznych w budynkach.

2.2.1 Zasilanie i rozdział energii elektrycznej

Przewiduje się zasilanie budynków z zewnętrznej sieci kablowej niskiego napięcia poprzez złącze kablowe. Przyłącze kablowe trzeba wykonywać kablami dostępnymi na rynku.

Złącza

1. Należy stosować złącza:
- kablowe napowietrzne w obudowach (skrzynkach, szafkach), usytuowane na zewnątrz budynku, wolnostojące (drzwiczki obudów powinny być przystosowane do zamykania i plombowania).
2. Złącze należy dobierać zgodnie z katalogami urządzeń rozdzielczych, wydanymi przez producentów.
3. Podstawowe dane techniczne złączy:
- napięcie znamionowe: 400/230 V; 50 Hz,
- prąd znamionowy: 630 A,
- maksymalny przekrój żył przyłączanych kabli: 240 mm^2,
- stopień ochrony obudowy: minimum IP 43,
- obudowa wykonana w II klasie ochronności.

2.2.2 Elementy instalacji elektrycznych

Kable energetyczne

1. Zaleca się stosowanie kabli energetycznych:
- o izolacji i powłoce polwinitowej, np. typu YKY lub YAKY,
- o izolacji z polietylenu usieciowanego i powłoce polwinitowej typu YKXS lub YAKXS,

- kable z żyłami aluminiowymi (Al) lub miedzianymi (Cu).
2. Podstawowe dane techniczne kabli:
- napięcie znamionowe: 0,6/1 kV;
-liczba żył: 1,3,4,5,
- przekrój znamionowy: 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500, 630, 800, 1000 mm^2.
Przewody instalacyjne
1. Należy stosować przewody izolowane (z izolacją lub izolacją i powłoką) do układania na stałe, jednożyłowe lub wielożyłowe, do układania w osłonach lub bez osłon, pod tynkiem, w tynku albo na tynku (podłożu).
2. Wymagane podstawowe parametry przewodów:
- napięcie znamionowe izolacji: 450/750 i 600/1000 V,
- przekrój znamionowy żył: 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240 mm^2 (każdy rodzaj przewodów jest produkowany w określonym zakresie przekrojów).
3. Zaleca się stosowanie przewodów o żyłach miedzianych (Cu):
-jednożyłowych o żyle miedzianej i izolacji polwinitowej typu DY (DYd; DYc), LY (LYd; Lyc) do wykonywania instalacji w rurkach, listwach, kanałach instalacyjnych,
- wielożyłowych (kabelkowych) o żyłach miedzianych, izolacji i powłoce polwinitowej typu YDY (YDYp), YLY do wykonywania instalacji podtynkowych i natynkowych.
Uwaga: Obowiązkowo należy stosować przewody o żyłach miedzianych przy przekrojach do 10 mm^2. Można także stosować przewody o żyłach aluminiowych (Al), ale dopiero przy przekrojach powyżej 10 mm^2. W instalacjach elektrycznych budynków nie należy stosować przewodów miedzianych o przekrojach mniejszych niż 1,5 mm^2.
Przewody szynowe
W niniejszym rozwiązaniu należy stosować przewody szynowe:
- oświetleniowe zasilające dużą liczbę opraw oświetleniowych,

2.2.3 Urządzenia zasilająco-rozdzielcze

1. Należy stosować urządzenia zasilająco-rozdzielcze uwzględniające wyposażenie techniczne budynku, liczbę zasilanych wiz, ich prądy ciągłe oraz sposób zasilania budynku, a mianowicie:
- rozdzielnice główne budynku, zestawy tablic głównych,
2. Elementem konstrukcyjno-osłonowym omawianych urządzeń powinny być szafki metalowe lub z tworzywa sztucznego o różnych wielkościach modułowych. Drzwiczki szafek należy przystosować do zamykania i plombowania.

2.2.4 Aparatura łączeniowa i zabezpieczeniowa

2.2.4.1 Aparaty łączeniowe

Do wyłączania lub załączania obwodu elektrycznego w stanie bezprądowym należy stosować odłączniki lub przełączniki o napędzie ręcznym lub elektromagnesowym, jak podano niżej.
Łączniki izolacyjne {odłączniki, przełączniki)
1. Do wyłączania lub załączania obwodu elektrycznego w stanie bezprądowym należy stosować odłączniki lub przełączniki w wykonaniu ręcznym zatablicowym.
2. Podstawowe parametry łączników:
- napięcie znamionowe U_N = 500 V ac,
- prąd znamionowy I_N = 100; 200; 400; 600; 1000; 1500 A,
- liczba biegunów: 2; 3; 4.
Łączniki izolacyjne (rozłączniki)
1. Do załączania lub wyłączania obwodów prądu przemiennego i stałego o małych wartościach prądów (/ < I_N ciągłego) można stosować rozłączniki ręczne zatablicowe.
2. Podstawowe parametry techniczne łączników (rozłączników):
- napięcie znamionowe U_N = 230/400; 500; 660; 1000 V,
- prąd znamionowy I_N - 100; 200; 400; 600; 1000; 1500 A,

- liczba biegunów: 2; 3.
3. Zaleca się stosowanie rozłączników bezpiecznikowych. Podstawowe parametry techniczne rozłączników:
- napięcie znamionowe U_N - 230/400 V,
- prąd znamionowy I_N= 16; 25; 40; 63; 80; 100 A,
- liczba biegunów: 1; 2; 3; 4.
Styczniki
Styczniki to łączniki przystosowane do pracy w obwodach wymagających dużej częstości łączeń. Należy używać ich do wykonywania łączeń manewrowych w układach elektrycznych. Należy zastosować styczniki w wersjach standardowych oraz cichych na napięcia sterujące od 24 V do 230 V ac.

2.2.4.2 Aparaty zabezpieczające

A. Wyłączniki instalacyjne
Wyłączniki instalacyjne należy stosować w instalacjach elektrycznych do zabezpieczania obwodów od skutków przeciążeń i zwarć (wyłączania prądów roboczych i zwarciowych) oraz do ochrony przeciwporażeniowej. Należy stosować następujące odmiany wyłączników:
- w zależności od sposobu montażu: zatablicowe, płaskie - jedno-lub czterobiegunowe,
- w zależności od pełnionej funkcji: nadprądowe, różnicowoprądowe, silnikowe.
a) wyłączniki instalacyjne płaskie nadprądowe
1. Do zabezpieczania obwodów w instalacjach elektrycznych projektuje się stosowanie wyłączników instalacyjnych nadprądowych. Wyłączniki powinny być przystosowane do instalowania na szynie TH 35.
2. Należy stosować wyłączniki o charakterystykach B; natomiast w obwodach zasilających silniki o charakterystykach C i D. Szczegółowe dane można znaleźć w katalogu producenta.
3. Podstawowe parametry techniczne dla wyłączników o charakterystyce B:
• prądy znamionowe I_N = 6; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80 A,
• napięcia znamionowe:
- dla ac - U_N = 400 V,
- dla dc - t/y = 250 V.
4. Podstawowe dane techniczne dla wyłączników o charakterystyce C i D:
• prądy znamionowe I=0,3; 0,5; 1;2;3;4;6; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63 A,
• dla prądu przemiennego AC:
- napięcie znamionowe: 230 i 400 V; 50 Hz,
• dla prądu stałego DC:
- napięcie znamionowe: 60 i 110 V,
- wymagana zdolność łączeniowa dla niniejszego projektu: 10 kA.
b) wyłączniki nadprądowe silnikowe
1. W zależności od potrzeb należy stosować wyłączniki silnikowe z wyzwalaczami elektromagnetycznymi lub termicznymi.
2. Podstawowe dane techniczne:
- napięcie znamionowe U_N = 660 V,
- prądy znamionowe w zależności od typu od 0,1 do 40 A,
- znamionowa zwarciowa zdolność łączeniowa: 10 kA.
c) wyłączniki różnicowoprądowe
1. Do ochrony przeciwporażeniowej w instalacji elektrycznej w budynkach należy stosować wyłączniki różnicowoprądowe przystosowane do montażu na szynie TH35.
2. Podstawowe dane techniczne:
- napięcie znamionowe: 230 lub 380 V (400 V); 50 Hz,
- prąd znamionowy: 6; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63 A,
- znamionowy prąd różnicowy: 10, 30, 100, 300, 500 mA,
- czas zadziałania: poniżej 0,05 s,
- zdolność łączeniowa 10 kA.
B. Bezpieczniki
1. Podstawy i gniazda bezpiecznikowe. Bezpieczniki należy dobierać zgodnie z projektem,

według charakterystyki czasowo-prądowej podanej przez producenta.
2. Podstawowe dane techniczne bezpieczników instalacyjnych:
- napięcie znamionowe podstawy: 660 V,
- prądy znamionowe wkładki bezpiecznikowej: 2; 4; 6; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 35; 50; 63; 80; 100 A,
- prąd znamionowy gniazda bezpiecznikowego: 25; 63; 100 A,
- wykonanie: ścienne, zamknięte, otwarte, tablicowe oraz małogabarytowe do montażu na typowej szynie TH 35,
- zdolność łączeniowa bezpieczników instalacyjnych: od 30 do 100 kA,
- główki bezpiecznikowe: gwint E 27; E 33,
- stopień ochrony podstawy: minimum IP 2X.

2.2.4.3 Aparatura zabezpieczająca obwody zasilające budynki

Do zabezpieczania urządzeń i obwodów zasilających budynki przed skutkami zwarć, przeciążeń i zaniku napięcia oraz łączenia prądów roboczych należy stosować aparaty w wykonaniu podanym niżej.
A. Bezpieczniki wielkiej mocy {stacyjne)
1. Do zabezpieczania urządzeń i obwodów zasilających budynki, gdzie występują duże prądy robocze (powyżej 63 A) i zwarciowe, należy stosować bezpieczniki mające wkładki bezpiecznikowe wyposażone w styki nożowe i umocowane w podstawach z materiału izolacyjnego z zaciskami szczękowymi.
2. W zależności od wartości prądu znamionowego (63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630 A) należy stosować podstawy bezpiecznikowe w czterech wielkościach: 0; 1; 2 i 3.
B. Wyłączniki zwarciowe
1. Do łączenia prądów roboczych oraz do zabezpieczenia odbiorników i urządzeń zasilających przed skutkami zwarć, przeciążeń i zaniku napięcia, należy wykorzystywać uniwersalne wyłączniki zwarciowe wykonane w różnych odmianach, jako: otwarte, w obudowie metalowej lub wysuwane. W zależności od potrzeb należy stosować wyłączniki z napędem ręcznym, elektromagnesowym lub silnikowym.
2. Podstawowe dane techniczne:
- napięcie znamionowe: 500 V ac; 220 V dc,
- prąd znamionowy: 400 + 2500 A.
3. Można także stosować wyłączniki zwarciowe w obudowie izolacyjnej.
C. Łączniki stycznikowe {styczniki)
1. Do wykonywania dużej częstości łączeń należy stosować styczniki prądu stałego lub przemiennego produkowane na prąd ciągły od 40 do 630 A ac i od 25 do 1600 A dc.
2. Użycie styczników nie zwalnia wykonawcy z zastosowania w instalacji odpowiednich zabezpieczeń przetężeniowych.

2.2.5 Układanie przewodów i rozprowadzenie instalacji w budynku

A. Osprzęt (sprzęt) instalacyjny
W osprzęcie wyróżniamy:
1. **Rury instalacyjne** cienkościenne, gładkie sztywne i karbowane wraz z osprzętem (łączniki, złączki, uchwyty) do układania przewodów:
• należy stosować rury z materiałów niepalnych, trudnozapalnych, niepodtrzymujących płomienia, odpornych na temperaturę otoczenia (-5°C т +60°C) o wytrzymałości elektrycznej izolacji 2 kV,
• do instalacji wnętrzowych zaleca się ze względu na wytrzymałość mechaniczną lekkie i średnie rury, wykonane jako:
- gładkie: giętkie lub sztywne,
- karbowane giętkie,
- elastyczne,
- karbowane sztywne, o zewnętrznej powierzchni karbowanej i wewnętrznej powierzchni

gładkiej,
• do instalacji wnętrzowych zaleca się stosowanie rur o następujących średnicach:
-gładkie: 16; 19, 24; 26; 32; 35; 35; 45; 55 mm,
- karbowane: 16; 18; 20; 21; 22; 25; 28; 37; 47; 52; 54 mm,
• średnica rury powinna być dostosowana do liczby układnych przewodów lub kabli,
• do łączenia rur, wykonywania odgałęzień należy wykorzystywać złączki, kolanka i trójniki.
2. **Korytka instalacyjne** wykonane z blachy stalowej, aluminiowej lub z tworzywa sztucznego, perforowane.
3. **Drabinki instalacyjne** wykonane z perforowanej taśmy stalowej lub aluminiowej, zabezpieczone przed korozją.
4. **Puszki elektroinstalacyjne** do instalowania gniazd i łączników, puszki sufitowe, przelotowe i łączące, puszki odgałęźne:
• należy stosować puszki odpowiednie dla danego systemu instalacji w budynku: natynkowe, podtynkowe, natynkowo-wtynkowe,
• puszki sprzętowe powinny być przystosowane do mocowania w nich gniazd i łączników za pomocą wkrętów lub „pazurków",
• wymagane podstawowe parametry puszek:
- puszka sprzętowa: ∅60 mm,
- puszka sufitowa i końcowa: ∅60 mm, 60 x 60 mm,
- puszka rozgałęźna: ∅70 mm, przyłączalność przewodów o przekroju 1 ~ 6 mm^2,
- stopień ochrony: minimum IP 2X,
- wytrzymałość elektryczna izolacji 2 kV,
- wykonanie z materiałów niepalnych lub niepodtrzymujących płomienia.
5. **Systemy mocowania** przewodów, kabli i osprzętu, elementy do instalacji wiązkowych:
- uchwyty do mocowania przewodów, kabli, rur instalacyjnych do podłoża,
- opaski i klamry do wykonania wiązek przewodów i kabli.

B. Sprzęt instalacyjny

1. **Łączniki** ogólnego przeznaczenia do instalacji podtynkowych, natynkowych i natynkowo-wtynkowych:
• łączniki powinny być przystosowane do instalowania w puszkach ∅60 mm za pomocą wkrętów lub „pazurków",
• zaciski należy przystosować do łączenia przewodów o przekroju 1,0 ÷ 2,5 mm^2,
• obudowy łączników powinny być wykonane z materiałów niepalnych lub niepodtrzymujących płomienia,
• podstawowe dane techniczne:
- napięcie znamionowe: 250 V; 50 Hz,
- prąd znamionowy: 6; 10 A,
- stopień ochrony w wykonaniu zwykłym: minimum IP 2X,
- stopień ochrony w wykonaniu szczelnym: minimum IP 44.
2. **Gniazda wtyczkowe** ogólnego przeznaczenia do instalacji podtynkowych, natynkowych i natynkowo-wtynkowych:
• gniazda powinny zostać wyposażone w styk ochronny i przystosowane do instalowania w puszkach ∅ 60 mm za pomocą wkrętów lub „pazurków",
• obudowy łączników należy wykonać z materiałów niepalnych lub niepodtrzymujących płomienia,
• podstawowe dane techniczne:
- napięcie znamionowe: 250 V; 50 Hz,
- prąd znamionowy: 10; 16 A,
- stopień ochrony w wykonaniu zwykłym: minimum IP 2X,
- stopień ochrony w wykonaniu szczelnym: minimum IP 44.

C. Sprzęt oświetleniowy

1. Sprzęt oświetleniowy należy dobierać z katalogów producentów, odpowiednio do potrzeb oświetleniowych pomieszczenia i warunków środowiskowych.
2. Wypusty sufitowe i ścienne powinny być przystosowane do instalowania opraw

oświetleniowych.
D. Sprzęt do innych instalacji
Należy stosować następujący sprzęt do instalacji:
- przyzywowej (dzwonki, gongi),
E. Liczniki
Podstawowe dane techniczne liczników do pomiaru energii elektrycznej (odpowiedniej taryfy) prądu trójfazowego:
- napięcie znamionowe: 3 x 230/400 V; 50 Hz,
- prąd znamionowy: 5, 10 A,
- przeciążalność prądowa: do 400% prądu przemiennego.

2.2.6 Instalacja piorunochronna

Instalacje piorunochronne zewnętrzne - zwody i przewody odprowadzające
1. Do wykonania instalacji piorunochronnej zewnętrznej należy stosować materiały takie, jak: stal ocynkowana, aluminium, miedź w postaci blach, drutów, linek, taśm, rur, kształtowników. Można używać jako uziomy stalowe, pomiedziowane pręty o średnicy ∅ 14,3 mm i długości od 1,2 m do 3 m.
2. Instalacje piorunochronne należy wykonywać z elementów z jednego rodzaju materiału (metalu). W przypadku zastosowania dwóch rodzajów metalu należy w miejscach łączenia zainstalować złączkę dwumetalową, zabezpieczoną przed korozją.
3. Instalacje piorunochronne powinny być wykonywane z wykorzystaniem, w pierwszej kolejności, występujących w obiekcie części naturalnych, jeżeli spełniają one wymagania wymiarowe (przede wszystkim grubości blach jako zwodów).
4. Jako zwody należy wykorzystywać:
- zewnętrzne warstwy metalowe pokrycia dachowego, jeżeli wewnętrzne warstwy pokrycia są niepalne lub trudno zapalne,
- wewnętrzne warstwy metalowe pokrycia dachowego oraz metalowe dźwigary, jeżeli zewnętrzne warstwy pokrycia są niepalne lub trudno zapalne,
- zbrojenie żelbetowego pokrycia dachu,
- elementy metalowe wystające ponad dach,
- zewnętrzne warstwy metalowe pokrycia ścian bocznych jako zwody od uderzeń bocznych.
Uwaga: Metalowe pokrycia chronionych obiektów, wykorzystane jako zwody, nie powinny być pokryte materiałem izolacyjnym. Pokrycie metalu cienką warstwą farby ochronnej, warstwą asfaltu o grubości 0,5 mm lub warstwą PVC o grubości I mm nie stanowi warstwy izolacyjnej w warunkach wyładowań piorunowych.
5. Jako przewody odprowadzające należy stosować:
- drut stalowy ocynkowany prowadzony na uchwytach,
- stalowe słupy nośne,
- zbrojenie żelbetowych słupów nośnych,
- warstwy metalowe pokrycia ścian zewnętrznych oraz pionowe elementy metalowe umieszczone na zewnętrznych ścianach obiektów.
6. Jako uziomy naturalne należy wykorzystywać:
- metalowe podziemne części chronionych obiektów budowlanych i urządzeń technologicznych, nie izolowane od ziemi,
- nie izolowane od ziemi żelbetowe fundamenty i podziemne części chronionych obiektów; pokrycia betonu malowaną warstwą przeciwwilgociową nie należy uważać za warstwę izolacyjną,
- metalowe rurociągi wodne oraz osłony studni artezyjskich znajdujące się w odległości nie większej niż 10 m od chronionego obiektu; pokrycie rur warstwą przeciwwilgociową z farby, asfaltu lub taśmą nie stanowi warstwy izolacyjnej w warunkach wyładowań piorunowych (za izolację uważa się np. co najmniej podwójną warstwę papy smarowanej lepikiem),
- uziomy sąsiednich obiektów budowlanych znajdujących się w odległości nie większej niż 10 m od chronionego obiektu.
7. Używamy osprzętu w postaci wsporników, uchwytów, zacisków, złączek, osłon, śrub itp.
8. Ograniczniki przepięć atmosferycznych i łączeniowych, przystosowane do montażu na

szynie TH 35. Ograniczniki (zainstalowane 3 stopnie) powinny zapewniać zmniejszenie przepięcia do 1,5 kV.
Podstawowe dane techniczne:
- napięcie znamionowe: 230 V,
- maksymalne dopuszczalne napięcie robocze: 280 V,
- klasa: B; C; D,
- znamionowy prąd wyładowczy: w zależności od aparatu 15 ÷100 kA.

2.2.7 Oświetlenie zewnętrzne

2.2.7.1 Materiały budowlane

1.**Cement** - do wykonania ustojów betonowych pod słupy oświetleniowe zaleca się stosowanie cementu portlandzkiego marki 32,5 bez dodatków, spełniającego wymagania PN-B-1971
Cement powinien być dostarczany w opakowaniach spełniających wymagania BN-88/6731-08 i składowany w dobrze wentylowanych, suchych i zadaszonych pomieszczeniach,
Cement może być również dostarczany luzem i przechowywany w silosach.
2. **Piasek** - Piasek do układania kabli w ziemi i wykonania ustojów pod słupy oświetleniowe powinien spełniać wymagania PN-B-I1113,
3. **Żwir** - Pod prefabrykowane fundamenty betonowe należy stosować żwir odpowiadający PN-B-11111.
4. **Woda** - Woda powinna być „odmiany I", zgodnie z wymaganiami PN-B-32250. Barwa wody powinna odpowiadać barwie wody wodociągowej; woda nie powinna wydzielać zapachu gnilnego oraz nie powinna zawierać zawiesiny.
5. **Folia** - Folię stosować do ochrony kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi.
Należy używać folii kalandrowanej z uplastycznionego PCW kołom niebieskiego o grub. 0,4-0,6 mm, gat. Folia powinna spełniać wymagania BN-68/6353-03.
6. **Kit uszczelniający** - Do uszczelniania połączenia słupa z koroną i kapturkiem osłonowym można stosować wszelkie rodzaje kitów spełniające wymagania BN-80/3112-28.

2.2.7.2 Elementy gotowe

1. **Przepusty kablowe** - Przepusty kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych, z tworzyw sztucznych, wytrzymałych mechanicznie, chemicznie i odpornych na działanie łuku elektrycznego.
Zaleca się stosowanie na przepusty kablowe rur typu AROT DVK ∅75 mm. Rury powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-C-89205.
Rury na przepusty kablowe należy przechowywać na utwardzonym placu, w nienasłonecznionych miejscach zabezpieczonych przed ich uszkodzeniem.
2. **Kable** - Kable używane do oświetlenia dróg powinny spełniać wymagania PN-E-90301. Zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1 kV cztero lub pięciożyłowych o żyłach aluminiowych lub miedzianych w izolacji polietylenowej usieciowanej. Przekrój żył powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w przypadku szybkiego wyłączenia (zerowania ochronnego).
Bębny z kablami przechowywać w miejscach pokrytych dachem, zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi i bezpośrednim działaniem promieni słonecznych.
Projektowane odcinki wykonać następującymi kablami typu YKXS 5x10mm2 układanymi w gruncie lub w rurach ochronnych.
3. **Źródła światła i oprawy** - Dla oświetlenia parkowego należy stosować źródła światła i oprawy spełniające wymagania PN-E- 06305 i podanych w Dokumentacji Projektowej.
Oprawy powinny charakteryzować się szerokim ograniczonym rozsyłem światła. Ze względów eksploatacyjnych stosować należy oprawy o konstrukcji zamkniętej, stopniu

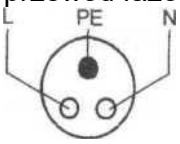
zabezpieczenia przed wpływami zewnętrznymi komory lampowej IP54 i klasą ochronności II. Elementy oprawy takie jak układ optyczny powinny być wykonane z materiałów nierdzewnych. Oprawy powinny być przechowywane w pomieszczeniach o temperaturze nie mniejszej niż -5°C i wilgotności względniej powietrza nie przekraczającej 80% i w opakowaniach zgodnych z PN-0- 79100.

3 WYKONANIE INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ W PROJEKTOWANYM BUDYNKU

3.1 Wymagania ogólne

1. Warunki techniczne podane w niniejszym rozdziale dotyczą wykonania i odbioru instalacji elektrycznych wnętrzowych o napięciu do 1 kV w projektowanym budynku, w pomieszczeniach suchych lub wilgotnych.
2. Do wykonania instalacji elektrycznych należy używać przewodów, kabli, sprzętu, osprzętu oraz aparatury i urządzeń posiadających znak bezpieczeństwa lub dopuszczenia do stosowania w budownictwie.
3. Wszystkie urządzenia wraz z oprzewodowaniem oraz wszystkie ciągi instalacyjne powinny być tak zainstalowane, aby możliwe było ich swobodne funkcjonowanie oraz dostęp w czasie przeglądów i konserwacji.
4. Instalacje elektryczne powinny być tak wykonane, aby zapewniały ciągłą dostawę energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych, stosownie do potrzeb użytkowników.
5. Należy zapewnić równomierne obciążenie faz linii zasilających przez odpowiednie przyłączenie odbiorów jednofazowych.
6. Trzeba umożliwić całkowitą wymianę instalacji i przewodów bez naruszania konstrukcji budynku.
7. Należy zapewnić bezkolizyjność instalacji elektrycznych z innymi instalacjami.
8. Trasy przewodów należy wykonywać w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów.
9. Obwody elektryczne wewnętrznych linii zasilających należy prowadzić w budynku poza obrębem pomieszczeń przebywania osób, w wydzielonych kanałach lub szybach instalacyjnych.
10. Obwody elektryczne odbiorcze dla zasilania danego urządzenia należy prowadzić w obrębie tego samego pomieszczenia.
11. W instalacjach odbiorczych należy stosować odrębne obwody elektryczne do:
- oświetlenia ogólnego,
- oświetlenia awaryjnego (ewakuacyjnego oraz bezpieczeństwa),
- oświetlenia przeszkodowego,
- gniazd wtyczkowych ogólnego przeznaczenia,
- sieci teleinformatycznych,
- gniazd wtyczkowych pojedynczych urządzeń o mocy większej niż 2 kW.
12. Tablice z aparatami zabezpieczającymi należy ustawiać w taki sposób, aby zapewnić łatwą obsługę i zabezpieczenie przed dostępem niepowołanych osób.
13. Mocowanie puszek w ścianach i gniazd wtyczkowych w puszkach powinno zapewnić niezbędną wytrzymałość na wyciąganie wtyczki z gniazda. Zaleca się instalowanie puszek z otworami do mocowania gniazd za pomocą wkrętów.
14. W każdym pomieszczeniu należy zainstalować odpowiednią liczbę gniazd wtyczkowych w celu zapewnienia funkcjonalności instalacji, tak aby nie było potrzebne stosowanie przedłużaczy itp.
15. Gniazda wtyczkowe i łączniki oświetlenia należy instalować w sposób nie kolidujący z wyposażeniem pomieszczenia.
16. W łazienkach należy przestrzegać zasady poprawnego rozmieszczania sprzętu z uwzględnieniem stref ochronnych.
17. Położenie załącz/wyłącz łączników oświetlenia należy przyjmować takie, aby w całym pomieszczeniu było ono jednakowe, przy czym załączanie oświetlenia powinno następować po wciśnięciu górnej części łącznika kołyskowego

18. Należy instalować w każdym pomieszczeniu gniazda wtyczkowe wyłącznie ze stykiem ochronnym.
19. Pojedyncze gniazda wtyczkowe ze stykiem ochronnym należy instalować w takim położeniu, aby styk ten występował u góry.
20. Przewody do gniazd wtyczkowych dwubiegunowych należy podłączyć w taki sposób, aby przewód fazowy dochodził do lewego zacisku, a przewód neutralny do prawego zacisku .



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

3.2 Urządzenia zasilające projektowany budynek w energie elektryczną

1. Układ zasilania i rozdziału energii elektrycznej w budynku powinien zapewniać:
- odpowiednie parametry dostarczanej energii,
- przyjęte wymagania użytkowe,
- dogodny montaż,
- dogodną eksploatację instalacji elektrycznych i urządzeń rozdzielczych.

2. Odbiory wewnątrz budynków należy przyłączać do sieci za pośrednictwem:
- rozdzielnic tablicowych izolowanych w pomieszczeniach ogólnie dostępnych, jeżeli prąd znamionowy tych rozdzielnic nie przekracza 100 A lub
- rozdzielnic szafowych o prądzie ponad 100 A, ustawianych w wydzielonych pomieszczeniach.

3. Urządzenia zasilające powinny być tak wykonane, aby zapewniały dostawę energii elektrycznej w sposób nie powodujący narażenia życia i zdrowia przebywających w budynku ludzi oraz zagrożenia pożarowego i środowiska.
4. Urządzenia zasilające budynki powinny zapewniać dostawę energii do odbiorów budynku w taki sposób, aby zasilane energią elektryczną wszystkie lub wybrane urządzenia techniczne mogły funkcjonować nieprzerwanie i niezawodnie.
5. Elementy urządzeń zasilających należy tak zbudować, aby wymiana uszkodzonego elementu odbywała się w możliwie krótkim czasie, a zakłócenia w funkcjonowaniu urządzeń technicznych budynku spowodowane uszkodzeniem miały ograniczony zasięg.
6. Instalacje w budynkach o mocy pobieranej do 250 kW powinny być połączone za pośrednictwem złącza z siecią przedsiębiorstwa energetycznego.
7. Złącze ma umożliwić odłączenia od sieci przedsiębiorstwa energetycznego. Powinno być usytuowane w miejscu dostępnym dla dozoru i obsługi, zabezpieczone przed uszkodzeniami, wpływami atmosferycznymi, a także ingerencją niepowołanych osób.

8. Złącze na zewnątrz budynku może zostać umieszczone na ścianie budynku (na wierzchu lub we wnęce) lub jako wolnostojące, umieszczone w linii ogrodzenia posesji.
9. Urządzenia zasilające muszą być tak skonstruowane i zbudowane, aby gwarantowały bezpieczeństwo pożarowe, bezpieczeństwo użytkowania oraz niezawodność działania.
10. Osłony urządzeń zasilających usytuowanych wewnątrz pomieszczeń powinny mieć stopień ochrony nie mniejszy niż IP 41, a usytuowanych na zewnątrz - nie mniejszy niż IP 43. Wymaganie nie dotyczy osłon w rozdzielnicach stacji usytuowanych w budynkach wolnostojących.
11. Osłony aparatów rozdzielczych oraz osłony urządzeń wykonane z metali powinny być w sposób skuteczny zabezpieczone przed korozją.

3.3 Instalacje elektryczne zasilające aparaturę kontrolno-pomiarową i automatykę oraz urządzenia regulacji instalacji i urządzeń sanitarnych w kotłowni

3.3.1 Wymagania podstawowe

1. W obwodach aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki stosuje się następujące rodzaje zasilania:
- bezpośrednie (jedno- lub trójfazowe) z sieci lub instalacji elektrycznej z rozdzielnicy (tablicy rozdzielczej) lub gniazda wtyczkowego,
- pośrednie, przez transformator obniżający napięcie lub transformator bezpieczeństwa (ochronny),
- pośrednie z zastosowaniem stabilizatora napięcia,
- z przetwornicy dwumaszynowej,
- rezerwowe (z zastosowaniem SZR lub UPS).
2. Instalacja elektryczna zasilająca AKPiA powinna być zbudowana i eksploatowana tak, jak cała instalacja elektryczna znajdująca się w budynku.
3. Do zasilania takich urządzeń, jak: przenośne urządzenia pomiarowe, narzędzia ręczne oraz lampy ręczne w takich pomieszczeniach jak: hydrofornie, kotłownie, węzły cieplne, wymiennikownie ciepła, pralnie, kanary rewizyjne, należy stosować bardzo niskie napięcie SELV.
4. Przenośne urządzenia pomiarowe oraz narzędzia ręczne można zasilać indywidualnie z zastosowaniem transformatora separacyjnego. Zaleca się stosowanie urządzeń II klasy ochronności. Jeżeli stosowane jest urządzenie I klasy ochronności, to powinno ono mieć uchwyt wykonany z materiału izolacyjnego lub pokryty materiałem izolacyjnym.
5. Przy stosowaniu uziemień funkcjonalnych niektórych urządzeń zainstalowanych na stałe, jak na przykład aparaty pomiarowe i aparaty sterownicze, należy stosować połączenia wyrównawcze miejscowe, łączące wszystkie części przewodzące dostępne i części przewodzące obce z uziemieniem funkcjonalnym. 6. Źródła napięć powinny być instalowane na zewnątrz takich pomieszczeń.

3.3.2 Trasy instalacji, tablice, sprzęt i osprzęt elektryczny

1. Trasy instalacji powinny być prowadzone tak, aby:
- zapewnić łatwy dostęp do obwodów elektrycznych na całej trasie wykonanej instalacji,
- zagwarantować bezkolizyjność instalacji elektrycznych z innymi instalacjami,
- zapewnić możliwość całkowitej wymiany instalacji i przewodów bez naruszania konstrukcji budynku,
- poziome odcinki przewodów elektrycznych zostały usytuowane co najmniej 0,1 m poniżej przewodów z instalacją gazową (jeżeli gaz jest lżejszy od powietrza),
- przewody elektryczne krzyżujące się z instalacją gazową były oddalone od niej co najmniej o 0,02 m,
- w przypadku instalacji z gazem ciekłym przewody elektryczne były umieszczone co najmniej 0,1 m powyżej przewodów gazowych.
2. Trasy przewodów należy wykonywać w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian i stropów.
3. Tablice z aparatami zabezpieczającymi należy sytuować w taki sposób, aby zapewnić:

- łatwą obsługę,
- zabezpieczenie przed dostępem osób niepowołanych.

4. Mocowanie sprzętu i osprzętu elektrycznego należy wykonać zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 4.1.

Rodzaje obwodów

1. W instalacjach AKPiA należy wykonać następujące obwody elektryczne:
- zasilania, sygnalizacji, sterowania, blokad itp.,
- pomiarowe, do przesyłania sygnałów niskoprądowych (np. 0 ÷20 mA), niskonapięciowych od 1 mV do kilku woltów, zmian rezystancji itp.

2. Obwody pomiarowe nie mogą być prowadzone w jednym wspólnym kablu z obwodami sterowniczymi, sygnalizacyjnymi lub zasilającymi, gdyż może to spowodować znaczne zakłócenia sygnałów pomiarowych. Na długich odcinkach tras kable pomiarowe powinny być ułożone w większej odległości (200 mm) od innych kabli.

3.3.3 Rodzaje przewodów i kabli (oprzewodowanie)

1. Obwody elektryczne instalacji należy prowadzić przy użyciu kabli sygnalizacyjnych lub przewodów wielożyłowych.
2. Do obwodów pomiaru temperatury z wykorzystaniem termoelementów trzeba stosować przewody kompensacyjne.
3. W układach maszyn cyfrowych i innych obwodach specjalnych, gdzie wymagany jest ekran, należy wykorzystywać kable ekranowane.
4. Przekrój przewodów fazowych w obwodach prądu przemiennego i przewodów czynnych w obwodach prądu stałego nie powinien być mniejszy od podanego w tablicy 1.

Tablica 1. Minimalne przekroje przewodów do stosowania w instalacjach AKPiA w budownictwie

Rodzaj oprzewodowania		Nazwa obwodu (zastosowanie)	Przewód	
			materiał	przekrój [mm^2]
Instalacja stała	Kable i przewody izolowane	siłowe i oświetleniowe	miedź	1,5
		sygnalizacyjne i sterownicze	miedź	0,5
Połączenia giętkie kablami i przewodami izolowanymi		dla specjalnego zastosowania	miedź	jak określono w odpowiedniej normie
		dla innego zastosowania		0,75
		dla obwodów bardzo niskiego napięcia, dla specjalnego zastosowania		0,75
" W obwodach sygnalizacyjnych i sterowniczych przeznaczonych do urządzeń elektronicznych dopuszcza się zastosowanie przekroju 0,1 mm^2.				

3.3.4 Wykonanie obwodów elektrycznych

1. Wyboru systemu instalacji elektrycznych do wykonania obwodów zasilania dokonuje dostawca urządzeń.
2. Sposób prowadzenia obwodów elektrycznych zasilających AKPiA (ciągów pionowych i poziomych) w piwnicach, klatkach schodowych i korytarzach należy dostosować do systemu konstrukcyjno-technologicznego, w jakim wykonano budynek.
3. Odcinki tras impulsowych elektrycznych należy prowadzić bez łączeń na trasie. Jeżeli nie można tego uniknąć, poszczególne odcinki trzeba łączyć na listwach zaciskowych umieszczonych w puszkach przelotowych.
4. Konstrukcje nośne kabli należy uziemić lub połączyć z przewodem ochronnym, w zależności od przyjętego systemu ochrony przeciwporażeniowej.
5. Kable i przewody słaboprądowe należy mocować do konstrukcji za pomocą uchwytów. Uchwyty należy mocować do konstrukcji przy użyciu ocynkowanych wkrętów lub śrub,

nakrętek i podkładek sprężystych.
6. Trasy prowadzone w korytkach prefabrykowanych nie wymagają mocowań, natomiast trasy pionowe należy mocować opaskami przytwierdzonymi do dna korytka perforowanego. Nie wymagają mocowania kable układane w kanałach.
7. Przy przejściach tras przez ściany i stropy trzeba stosować przepusty z rur osadzonych w ścianach i stropach. Po przeprowadzeniu kabli przepusty należy uszczelnić.
8. Każdy kabel należy oznaczyć, podając na oznacznikach numer kabla, typ, przekrój i liczbę żył. Oznaczniki powinny być umieszczone na obu końcach, a przy przejściach po obydwu stronach ścian i stropów.
9. Wymagania dotyczące przewodów ochronnych w budynkach podane zostały w punkcie 4.4.2.3.

3.3.5 Montaż aparatury kontrolno-pomiarowej i regulacyjnej

1. Przed przystąpieniem do montażu należy dokonać oględzin aparatury i urządzeń w celu stwierdzenia ich kompletności i prawidłowości zmontowania oraz wyeliminowania urządzeń uszkodzonych.
2. Aparaturę kontrolno-pomiarową i regulacyjną należy mocować tak, aby nie była narażona na drgania.
3. Aparaturę należy mocować do konstrukcji za pomocą śrub lub wkrętów z nakrętkami i podkładkami sprężystymi, zwracając uwagę na dokładne jej usytuowanie zgodnie z wymaganiami producenta.
4. Aparaturę należy tak zamontować, aby zapewnić możliwość łatwego demontażu. Miejsce montażu aparatów trzeba oznaczyć w sposób widoczny i trwały pełnym symbolem obwodu pomiarowego lub automatyki i numerem elementu obwodu.
5. Wszystkie aparaty powinny być ustawione w pozycji wskazanej przez producenta w miejscach łatwo dostępnych i dobrze widocznych.
6. Przy montażu należy przestrzegać następujących warunków:
- temperatura otoczenia powinna mieścić się w granicach od +5°C do +40°C,
- powietrze w miejscu montażu nie może być zapylone i nie mogą występować w nim substancje agresywne,
- przyrządy pomiarowe należy zabezpieczyć przed drganiami i wstrząsami mechanicznymi. Szafy i tablice pomiarowe lub inne konstrukcje nośne powinny uwzględniać te wymagania (mieć odpowiednią amortyzację),
- wilgotność powietrza nie może przekraczać 90%,
- w pobliżu przyrządów nie mogą występować silne pola magnetyczne i elektryczne,
- zaciski ochronne urządzeń zawsze muszą być połączone z przewodem ochronnym.
7. Manometry powinny być połączone poprzez zawory lub kurki z króćcem do przyłączania manometrów wzorcowych.
8. Termometry należy zaopatrzyć w osłony zapobiegające ich uszkodzeniu.
9. Termostaty lub puszki kompensacyjne należy montować w pobliżu termoelementu w miejscu, w którym wahania temperatury otoczenia utrzymują się w granicach od -10°C do +40°C dla termostatów i od -10°C do +60°C dla puszek kompensacyjnych. Nie wykorzystane dławiki termostatu należy zaślepić.
10. Siłowniki elektryczne trzeba montować bezpośrednio na zaworach lub na konstrukcji stalowej o odpowiedniej wytrzymałości i sztywności oraz mocować przy użyciu śrub.
11. Sterowniki powinno się montować jak najbliżej mechanizmu wykonawczego, aby uzyskać należytą sztywność układu kinetycznego.
12. Oznaczenie aparatury elewacyjnej należy umieszczać nad otworem w elewacji od strony wewnętrznej konstrukcji tablicy lub szafy, natomiast oznaczenie aparatury mocowanej na konstrukcjach wsporczych umieścić trzeba bezpośrednio obok miejsca jej mocowania. Przy gęstej zabudowie dla pełnej jednoznaczności oznaczenia należy powtórzyć na aparaturze.

3.3.6 Montaż osprzętu elektrycznego

1. Osprzęt należy montować, zwracając uwagę na właściwy sposób ustawienia,

zapewniający możliwość łatwego demontażu i łatwego dostępu dla obsługi.
2. W przypadku urządzeń nie zabezpieczonych fabrycznie przed możliwością porażenia ludzi prądem elektrycznym należy wykonać dodatkowe osłony tak, aby spełnić wymagania w zakresie ochrony podstawowej.
3. Elementy półprzewodnikowe trzeba montować na osobnych płytach z tworzyw izolacyjnych i umieszczać w miejscach łatwo dostępnych.
4. Najmniejsze odległości między półkami przekaźnikowymi powinny wynosić 160 mm.
5. Korytka z przewodami powinny być montowane w odległości co najmniej 60 mm od dolnej krawędzi półki przekaźnikowej.
6. Odległości między osiami sąsiadujących ze sobą listew zaciskowych nie powinny być mniejsze niż 160 mm.
7. Odległość pomiędzy osią najwyżej położonej listwy zaciskowej i dolną krawędzią aparatu umieszczonego nad nią nie powinna być mniejsza niż 170 mm.
8. Odległość od podłogi do dolnej krawędzi najniżej położonej listwy zaciskowej w szafie lub tablicy pomiarowej nie powinna być mniejsza niż 200 mm.
9. Napisy informacyjne dla osprzętu sterowniczego należy wykonać na tabliczkach. Listwy montażowe powinny być oznaczone symbolami. Zaciski listew montażowych należy oznaczać kolejnymi liczbami.

3.3.7 Montaż zestawów automatyki

1. Zestawy automatyki należy ustawiać bezpośrednio na fundamencie lub na odpowiednich amortyzatorach. Przed ustawieniem zestawu należy sprawdzić, czy jego stanowisko jest wyposażone w odpowiednie otwory dla swobodnego doprowadzenia instalacji i tras impulsowych.
2. Zasilanie zestawów automatyki energią elektryczną powinno być niezawodne.
3. Konstrukcje nośne zestawów automatyki muszą być uziemione lub połączone z przewodem ochronnym.

3.3.8 Przyłączanie aparatów, sprzętu i osprzętu elektrycznego

1. Przyłączanie aparatów, sprzętu i osprzętu zainstalowanego na tablicach lub szafach należy wykonać przez połączenie zacisków poszczególnych aparatów, sprzętu i osprzętu przewodami izolowanymi z zaciskami listew montażowych.
2. Przy podłączaniu przewodów do aparatury należy stosować następujące zasady:
- połączenia przewodów powinny być zgodne z adresami podanymi w dokumentacji,
- zastosowane przekroje przewodów powinny być zgodne z dokumentacją,
- barwy powłok izolacyjnych przewodów użytych do oprzewodowania winny być zgodne z dokumentacją. Dopuszcza się zmianę barwy przewodów z wyjątkiem barwy zielono-żółtej dla przewodów ochronnych PE i jasnoniebieskiej dla przewodów neutralnych N,
- zasilanie dla każdego aparatu powinno być oddzielne. Zabrania się zasilania aparatów, przy łączeniu ich mostkami z aparatu na aparat,
- obwody pomiarowe powinny być oddzielone od siłowych,
- połączenia lutownicze przewodów należy wykonać we właściwy sposób. Lutować można tylko przy użyciu kalafonii; stosowanie pasty lutowniczej jest niedopuszczalne,
- końce przewodów miedzianych wielodrutowych powinny być ocynowane lub zabezpieczone zaprasowanymi tulejkami. Zalecane jest stosowanie tulejek zamiast cynowania,
- należy pozostawić odpowiednie zapasy długości przewodów przy zaciskach aparatów, sprzętu, osprzętu i listew montażowych na skrócenie przewodu i założenie końcówek adresowych,
- nie należy dopuszczać do nacięć żył przewodów przy zdejmowaniu powłok izolacyjnych.
3. Opis końcówki adresowej, jeżeli w dokumentacji nie podano innego sposobu, powinien składać się:
- **przy aparacie** - z numeru zacisku aparatu, symbolu listwy montażowej i numeru zacisku tej listwy, do której podłączony jest drugi koniec przewodu,
- **przy mostkach między aparatami** - z numeru zacisku aparatu, symbolu aparatu, do

którego przewód jest prowadzony i numeru zacisku tego aparatu,
- **przy mostkach na zaciskach listew montażowych** - z numeru zacisku listwy, do której przewód jest prowadzony (nie dotyczy mostków stałych).
Opisy końcówek muszą być zgodne z oznaczeniami na schematach montażowych i w tabelach łączeń.

3.3.9 Podłączenie aparatów, sprzętu i osprzętu zabudowanych na oddzielnych konstrukcjach wsporczych

1. Końcówki kabli sygnalizacyjnych należy przygotować tak, aby można było doprowadzić ich żyły do przewidzianych w projekcie zacisków aparatów sprzętu i osprzętu, zwracając szczególną uwagę na pewność połączeń i niezawodność izolacji.
2. Końce przewodów należy wprowadzić do aparatów, sprzętu lub osprzętu przez dławiki uszczelniające, przy czym przewody zasilające należy wprowadzić przez oddzielny dławik.
3. Formowania przewodów dokonujemy po sprawdzeniu prawidłowości połączeń. Przewody trzeba formować w wiązki lub układać w korytkach.
4. Przy podłączaniu przewodów do zacisków tablicowych i aparatowych należy zapewnić niezawodność połączeń oraz czytelność i trwałość opisu.
4.2.11.10. Pozostałe elementy sprzętu i osprzętu
1. Montaż elementów, takich jak reduktory, filtry, stacje redukcyjne, odwadniacze, odoliwiacze itp., należy wykonać przy użyciu elementów wsporczych.
2. Należy zapewnić właściwą pozycję pracy elementów zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową (DTR) i łatwy dostęp dla obsługi.
3. Przed przystąpieniem do montażu elementów trzeba je obejrzeć, aby stwierdzić ich kompletność i brak uszkodzeń oraz usunąć wszystkie zanieczyszczenia i opiłki, które mogą dostać się do wnętrza elementu i spowodować jego wadliwą pracę.
4. Do regulacji średnic przewodów impulsowych należy stosować odpowiednie złącza redukcyjne.
5. Rozgałęzienia sygnałów należy wykonywać, stosując odpowiednie złącza trój-lub czterodrogowe.
6. Każde połączenie końcowe trzeba oznaczyć wybijanym adresem. Oznaczniki należy wykonać z blachy mosiężnej o grubości od 0,25 do 0,3 mm lub aluminiowej odpowiednio grubszej.

3.3.10 Ogólne warunki wykonania ochrony przeciwporażeniowej dla instalacji AKPiA

1. W warunkach środowiskowych, stwarzających zwiększone zagrożenie, należy wprowadzić odpowiednie obostrzenia i zastosować specjalne rozwiązania instalacji elektrycznych. Obostrzenia polegają na:
- zakazie umieszczania urządzeń elektrycznych w określonych miejscach (strefach),
- zakazie stosowania niektórych środków ochrony, np. barier, nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych, umieszczania poza zasięgiem ręki, izolowania stanowiska,
- stosowaniu urządzeń o odpowiednich stopniach ochrony,
- konieczności stosowania dodatkowych (miejscowych) połączeń wyrównawczych,
- konieczności obniżenia napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale w określonych warunkach otoczenia do wartości 25 V i 12 V prądu przemiennego oraz odpowiednio 60 V i 30 V prądu stałego,
- konieczności stosowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (wyłączniki ochronne różnicowoprądowe, wyłączniki współpracujące z przekaźnikami różnicowoprądowymi) o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA, jako uzupełniającego środka ochrony przed dotykiem bezpośrednim,
- kontroli stanu izolacji (doziemienia) w układach sieci IT.
2. We wszystkich przypadkach, gdy powinna zostać obniżona wartość napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale, powinien być również skrócony dopuszczalny czas samoczynnego wyłączenia zasilania.
3. W przypadku zasilania napięciem nie przekraczającym napięcia dotykowego

dopuszczalnego długotrwale (równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim) należy stosować układy SELV (nieuziemione), a w szczególnie uzasadnionych przypadkach układy PELV (uziemione).
4. Każdy budynek powinien mieć połączenia wyrównawcze główne.

3.4 Instalacje odbiorcze

3.4.1 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach suchych

1. Pomieszczenie suche to takie, w których temperatura powietrza wynosi od +5°C do +35°C, a wilgotność względna do 75%. Są to pomieszczenia ogrzewane i niezapylone. W projektowanym obiekcie są to pomieszczenia biurowe (bez łazienek):
2. W pomieszczeniach tego typu instalacje elektryczne należy wykonywać:
- przewodami jedno- i wielożyłowymi (typu YDY) w rurach pod tynkiem,
- przewodami jedno- i wielożyłowymi (typu YDY) w listwach instalacyjnych przypodłogowych i naściennych,
- przewodami jedno- i wielożyłowymi (typu YDY) w kanałach instalacyjnych (sufitowych, ściennych, podparapetowych),
- przewodami jedno- i wielożyłowymi (typu YDY) w kanałach instalacyjnych (podłogowych, podpodłogowych i napodłogowych).
3. Należy stosować sprzęt instalacyjny w wykonaniu:
- natynkowym do instalacji na tynku, murze i innym podłożu,
- podtynkowym przeznaczonym do instalacji podtynkowej,
- wtynkowym do instalacji wtynkowej.
4. W zależności od sposobu montażu należy wykorzystywać łączniki naścienne, podtynkowe, wtynkowe, panelowe, ościeżnicowe.
5. W pomieszczeniach suchych należy stosować łączniki w obudowie zwykłej, otwartej.
6. W zależności od sposobu montażu trzeba wybierać gniazda wtyczkowe naścienne, do wbudowania, wtynkowe, tablicowe, ościeżnicowe, przenośne, stołowe, podpodłogowe.
7. Obudowy sprzętu, osprzętu, opraw oświetleniowych i urządzeń powinny zapewniać ochronę o stopniu minimum IP 2X.
8. Sprzęt instalacyjny należy mocować w puszkach za pomocą „pazurków" lub połączeń śrubowych.
9. Należy stosować osprzęt znormalizowany (puszki instalacyjne sprzętowe ∅60, puszki rozgałęźne ∅70, rury, złączki) wykonany z materiałów niepalnych lub nie podtrzymujących palenia.
10. Należy stosować ochronę przed:
- porażeniem prądem elektrycznym,
- prądami przeciążeniowymi i zwarciowymi,
- skutkami oddziaływania cieplnego,
- obniżeniem napięcia,
- skutkami doziemień w sieciach wysokiego napięcia oraz przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.

3.4.2 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach wilgotnych, przejściowo wilgotnych i mokrych

1. Pomieszczenie wilgotne to takie, w których temperatura powietrza wynosi do +35°C, a wilgotność względna od 75% do 100%. W projektowanym obiekcie takimi pomieszczeniami są np.:
- pomieszczenia pomp,
- kotłownia,
- łazienki, kabiny kąpielowe.
2. W pomieszczeniach tego typu instalacje elektryczne należy wykonywać:
- przewodami wielożyłowymi (kabelkowymi) na uchwytach dystansowych,
- przewodami wielożyłowymi w korytkach i na drabinkach instalacyjnych,

- przewodami gołymi i izolowanymi na podporach izolacyjnych,
- przewodami jednożyłowymi w rurach z tworzyw sztucznych i stalowych,
- przewodami jedno- i wielożyłowymi (kabelkowymi) typu YDY w listwach instalacyjnych przypodłogowych i naściennych,
- przewodami jedno- i wielożyłowymi w kanałach instalacyjnych,
- kablami.

3. Należy stosować sprzęt instalacyjny w wykonaniu:
- natynkowym do instalacji na tynku, murze i innym podłożu,
- podtynkowym przeznaczonym do instalacji podtynkowej,
- wtynkowym do instalacji wtynkowej.

4. W pomieszczeniach wilgotnych należy stosować łączniki w obudowie szczelnej, zamkniętej.
5. W zależności od sposobu montażu należy stosować łączniki naścienne, podtynkowe, wtynkowe, panelowe, ościeżnicowe.
6. W zależności od sposobu montażu trzeba stosować gniazda wtyczkowe naścienne, do wbudowania, wtynkowe, tablicowe, ościeżnicowe, przenośne, stołowe, podpodłogowe.
7. Obudowy sprzętu, osprzętu, opraw oświetleniowych i urządzeń powinny zapewniać ochronę o stopniu minimum IP 24 do IP 46.
8. Sprzęt instalacyjny należy mocować w puszkach za pomocą pazurków lub połączeń śrubowych.
9. Należy stosować osprzęt znormalizowany (puszki instalacyjne sprzętowe ∅ 60, puszki rozgałęźne ∅70, rury, złączki) wykonany z materiałów niepalnych lub nie podtrzymujących palenia.

3.4.3 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach z wyziewami żrącymi

1. Pomieszczenia z wyziewami żrącymi to takie, w których wydzielają się pary lub gazy działające szkodliwie na urządzenia elektryczne.
2. W budownictwie przemysłowym takimi pomieszczeniami są np.:
- akumulatomie,
- farbiarnie,
- ubikacje publiczne.

3. W pomieszczeniach tego typu w instalacjach elektrycznych należy stosować takie same przewody, jak dla pomieszczeń wilgotnych, oprócz przewodów izolowanych w rurach stalowych.
4. W przypadku stosowania przewodów gołych, ich przekrój nie może być mniejszy niż $4mm^2$.
5. Zaleca się wykonywanie instalacji przewodami wielożyłowymi (kabelkowymi) na uchwytach dystansowych.
6. Można stosować sprzęt instalacyjny w wykonaniu natynkowym i podtynkowym.
7. W pomieszczeniach z wyziewami żrącymi należy stosować łączniki w obudowie szczelnej, zamkniętej.
8. Obudowy sprzętu, osprzętu, opraw oświetleniowych i urządzeń powinny zapewniać ochronę o stopniu minimum IP 34 do IP 46.
9. Sprzęt instalacyjny należy mocować w puszkach za pomocą „pazurków" lub połączeń śrubowych.

3.4.4 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach niebezpiecznych pod względem pożarowym

1. Pomieszczenia niebezpieczne pod względem pożarowym to takie, w których są magazynowane materiały palne.
2. W budownictwie przemysłowym takimi pomieszczeniami są np.:
- magazyny lub hurtownie materiałów palnych takich, jak: drewno, mąka, materiały tekstylne, niektóre tworzywa sztuczne itp.,

- garaże, warsztaty spawalnicze.
3. W pomieszczeniach tego typu w instalacjach elektrycznych należy stosować przewody jednożyłowe w rurach stalowych na uchwytach.
4. Dopuszcza się stosowanie przewodów jednożyłowych w rurach instalacyjnych z tworzyw sztucznych trudnozapalnych, układanych pod tynkiem, przewodami wielożyłowymi (kabelkowymi) w korytkach, na drabinkach, a także wykorzystywanie przewodów szynowych.
5. W pomieszczeniach niebezpiecznych pod względem pożarowym należy stosować sprzęt (łączniki, gniazda) w obudowie szczelnej, zamkniętej.
6. Obudowy sprzętu, osprzętu, opraw oświetleniowych, urządzeń powinny zapewniać ochronę o stopniu minimum IP 44.
7. Sprzęt instalacyjny należy mocować tak, jak w pomieszczeniach wyżej wymienionych.
8. W pomieszczeniu powinna być zastosowana ochrona przeciwpożarowa zgodnie z zasadami podanymi w punkcie 4.4.4.

3.4.5 Instalacje odbiorcze w pomieszczeniach niebezpiecznych pod względem wybuchowym

1. Pomieszczenia niebezpieczne pod względem wybuchowym to takie, w których występują gazy lub pary, palne włókna lub pyły tworzące z powietrzem mieszaninę wybuchową.
2. W budownictwie przemysłowym takimi pomieszczeniami są np.: magazyny lub hurtownie benzyn, oleju, trocin, węgla, lakierów, waty, materiałów pirotechnicznych.
3. W pomieszczeniach tego typu w instalacjach elektrycznych należy stosować przewody:
- jednożyłowe w rurach stalowych pod tynkiem,
- opancerzone na uchwytach dystansowych,
- kabelkowe na klamerkach metalowych w obudowie osłoniętej.
4. Należy stosować urządzenia, sprzęt, osprzęt w wykonaniu przeciwwybuchowym E_x.
5. Obudowy sprzętu, osprzętu, opraw oświetleniowych i urządzeń powinny zapewniać ochronę o stopniu minimum IP 67.
6. Sprzęt instalacyjny należy mocować zgodnie z instrukcjami montażu producentów.

3.4.6 Instalacje oświetleniowe

1. W projektowanym budynku występują zwiększone wymagania w stosunku do natężenia oświetlenia pomieszczeń.
2. Należy stosować oprawy umożliwiające osiągnięcie natężenia oświetlenia o wartości do 500 lx, a nawet 1000 lx - np. oprawy świetlikowe.
3. Oprawy LED należy stosować w pomieszczeniach pomocniczych i tam gdzie są one niezbędne.
4. W projektowanym obiekcie., w razie przerwy w działaniu oświetlenia podstawowego należy stosować: oświetlenie awaryjne (bezpieczeństwa i ewakuacyjne), zapewniające dostateczne oświetlenie stanowisk pracy, przejść i dróg komunikacyjnych.
6. Instalacja oświetlenia ewakuacyjnego powinna być zasilana z indywidualnych baterii akumulatorów obliczonych na prąd co najmniej jednogodzinny, w celu umożliwienia opuszczenia pomieszczeń.
7. Oświetlenie awaryjne powinno włączać się samoczynnie po zaniku oświetlenia podstawowego.
8. Przewody oświetlenia ewakuacyjnego powinny być obciążone prądem nie większym niż 10A i zabezpieczone wyłącznikami o prądzie znamionowym co najmniej o jeden stopień większym, niż to wynika z obciążenia obwodu.
9. Minimalne natężenie oświetlenia dróg ewakuacyjnych powinno wynosić 1 lx na wysokości 0,2 m nad podłogą.
10. Pojemność źródeł zasilania powinna być taka, aby zapewniała pracę urządzeń oświetlenia bezpieczeństwa w warunkach zbliżonych do znamionowych w czasie nie mniejszym niż jedna godzina.

3.5 Instalacje ochronne

3.5.1 Wstęp

Skuteczność ochrony przed zagrożeniami zależy od zastosowanych w instalacjach elektrycznych odpowiednich rozwiązań oraz środków technicznych. Wymagania te, w odniesieniu do poszczególnych instalacji ochronnych, podano w niniejszym rozdziale.

3.5.2 *Instalacje ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym*

3.5.2.1 Rodzaje ochron przeciwporażeniowych

Ochronę przeciwporażeniową w budynku należy realizować za pomocą środków podstawowych (ochrona przed dotykiem bezpośrednim) w warunkach normalnej pracy instalacji oraz środków dodatkowych (ochrona przy uszkodzeniu) w przypadku uszkodzenia instalacji lub obu środków równocześnie.

Uwaga: W uznaniowej normie PN-EN 61140 2003(11) wprowadzono terminy „ochrona podstawowa " i „ ochrona przy uszkodzeniu ".

A. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (podstawowa)

1. Ochronę przed dotykiem bezpośrednim należy realizować przez stosowanie:
- izolacji roboczej,
- przegród lub obudów,
- barier lub przeszkód,
- umieszczania urządzeń poza zasięgiem ręki,
- urządzeń ochronnych różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA (jako uzupełnienie ochrony).

2. W szczególności zrealizowanie ochrony polegać powinno na:
- pokryciu izolacją roboczą części czynnych obwodów urządzeń elektrycznych,
- osłonięciu części czynnych obwodów urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem,
- umieszczeniu części czynnych urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem poza zasięgiem ręki,
- zabezpieczeniu (osłonie) przewodów ruchomych przed uszkodzeniem mechanicznym w miejscu ich wprowadzenia do odbiorników,
- wykonaniu osłon izolacyjnych gołych szyn lub przewodów zainstalowanych w pomieszczeniu,
- umieszczeniu gołych szyn lub przewodów na wysokości większej od 2,5 m od poziomu podłogi lub stanowiska pracy,
- zastosowaniu zgodnych z przepisami odstępów izolacyjnych gołych szyn rozdzielnicy od jej metalowej obudowy zakrywającej szyny,
- zastosowaniu w pomieszczeniu ruchu elektrycznego barier lub przeszkód z materiałów nieprzewodzących, utrudniających niezamierzone dotknięcie gołych szyn lub zacisków aparatów elektrycznych.

B. Ochrona przed dotykiem pośrednim {ochrona przy uszkodzeniu)

1. Ochronę przed dotykiem pośrednim należy realizować przez stosowanie:
• samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale w określonych warunkach otoczenia:
- w układzie sieci TN,

wraz z wykonaniem połączeń wyrównawczych głównych oraz dodatkowych (miejscowych),
• urządzeń II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej,
• izolowania stanowiska,
• separacji elektrycznej,
• nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych.

2. W szczególności zrealizowanie ochrony przy uszkodzeniu polegać powinno na:
• zainstalowaniu w instalacji elektrycznej budynku odpowiednich, zgodnie z projektem, środków ochrony realizujących samoczynne wyłączenie zasilania: bezpieczników topikowych, wyłączników nadprądowych i wyłączników ochronnych różnicowoprądowych,

• wykonaniu w budynku połączeń wyrównawczych miejscowych i głównych,
• zainstalowaniu zgodnie z projektem, w miarę możliwości, odbiorników zbudowanych w II klasie ochronności.
Uwaga: Każde urządzenie tego typu powinno posiadać na tabliczce oznaczenie identyfikujące (kwadrat w kwadracie),
• wykonaniu stanowisk izolowanych w pomieszczeniach, gdzie są one wymagane. Materiały izolacyjne (np. guma, polwinit) przeznaczone do wykonania stałej izolacji stanowiska powinny być dostarczone w kręgach, bez załamań i uszkodzeń; parametry elektryczne i mechaniczne materiałów izolacyjnych należy podać w zaświadczeniu o jakości, wystawionym przez producenta,
• zainstalowaniu transformatorów separacyjnych i wykonaniu obwodu separowanego, w szczególności:
- odizolowaniu części czynnych obwodu separowanego od innych obwodów i ziemi,
- połączeniu części przewodzących dostępnych obwodu izolowanymi, nieuziemionymi przewodami wyrównawczymi - w przypadku zasilania z obwodu więcej niż jednego odbiornika,
- określeniu długości obwodu separowanego - w obwodzie separowanym iloczyn napięcia znamionowego w woltach i łącznej długości oprzewodowania w metrach nie powinien przekraczać 100 000, a łączna długość oprzewodowania nie powinna przekraczać 500 m.
Uwaga: Obwodu separowanego nie wolno uziemiać ani łączyć z przewodem ochronnym (PE) w sieci,
• wykonaniu nieuziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych w pomieszczeniach lub na stanowiskach, gdzie takie połączenia są wymagane - system tych połączeń nie powinien mieć połączenia elektrycznego z ziemią poprzez części przewodzące dostępne i części przewodzące obce.
3. Materiały stosowane do wykonania połączeń wyrównawczych powinny odpowiadać następującym wymaganiom:
- przewód ochronny będący żyłą przewodu wielożyłowego powinien mieć izolację o barwie zielono-żółtej (PE),
- gołe druty, linki lub taśmy miedziane, aluminiowe i stalowe przeznaczone do wykonania przewodów ochronnych należy dostarczać w kręgach, bez załamań lub innych uszkodzeń mechanicznych,
- pręty, kształtowniki i rury stalowe powinny być dostarczane w odcinkach prostych o długości nie mniejszej niż 5 m, a przeznaczone na uziomy pogrążane - 3 m,
- śruby, nakrętki oraz podkładki zwykłe i sprężyste przeznaczone do wykonania zacisków i połączeń śrubowych należy wykonać ze stali odpornej na korozję, ze stali zwykłej ocynkowanej albo w inny sposób zabezpieczone przed korozją; powłoki ochronne nie powinny powiększać rezystancji połączeń.
C. Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim
Równoczesną ochronę przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim należy realizować przez stosowanie:
- układów bardzo niskiego napięcia SELV (nieuziemionych) a w szczególnie uzasadnionych przypadkach układów PELV (uziemionych),
- oddzielenia lub odizolowania układów SELV i PELV od innych obwodów, a w przypadku obwodów SELV również od ziemi,
- wtyczek i gniazd wtyczkowych obwodów SELV lub PELV tak wykonanych, aby było niemożliwe wkładanie ich do gniazd wtyczkowych i wtyczek na inne napięcie.

3.5.2.2 Wymagania dotyczące układów sieci i elementów instalacyjnych

3.5.2.2.1 Wymagania dotyczące instalowania w poszczególnych układach sieci urządzeń ochronnych róinicowoprądowych
1. Urządzenia ochronne różnicowoprądowe należy instalować zgodnie z projektem w obwodach instalacji budynku w obudowach (szafkach, tablicach) na szynach (listwach) montażowych TH.

2. Urządzenia ochronne różnicowoprądowe można stosować we wszystkich układach sieci z wyjątkiem układu TN-C po stronie obciążenia (za urządzeniem ochronnym różnicowoprądowym).
3. Przewód ochronny PE nie może przechodzić przez obwód urządzenia ochronnego różnicowoprądowego.
4. Urządzenia ochronne różnicowoprądowe powinny być montowane w obudowach (szafkach, rozdzielnicach) o stopniu ochrony IP 24.
5. W przypadku stosowania ochrony grupowej, przez szeregowo zainstalowane urządzenia ochronne różnicowoprądowe, należy zastosować minimum dwa takie urządzenia. Po stronie zasilania urządzenia ochronne różnicowoprądowe selektywne, a po stronie obciążenia urządzenie ochronne różnicowoprądowe bezzwłoczne lub krótkozwłoczne. Znamionowy prąd różnicowy urządzenia ochronnego różnicowoprądowego zainstalowanego po stronie zasilania powinien być równy co najmniej trzykrotnej wartości znamionowego prądu różnicowego urządzenia ochronnego różnicowoprądowego zainstalowanego po stronie obciążenia.
6. W każdym obwodzie z zainstalowanym urządzeniem ochronnym różnicowoprą-dowym konieczne jest zamontowanie zabezpieczenia nadprądowego zainstalowanego przed tym urządzeniem.
7. Urządzenia ochronne różnicowoprądowe (wyłączniki) należy instalować zgodnie z umieszczonymi oznaczeniami na obudowie.

3.5.2.3 Wymagania dotyczące przewodów ochronnych

3.5.2.3.1 Wymagania podstawowe

1. W instalacjach elektrycznych ułożonych na stałe przewód ochronno-neutralny PEN, w układzie sieci TN-C, powinien mieć przekrój żyły nie mniejszy niż 10 mm^2 Cu lub 16 mm^2 Al.
2. W związku z relacją pomiędzy przekrojami przewodu PEN i przewodów fazowych L, w odniesieniu do instalacji elektrycznej w budynkach (przekrój przewodu PEN w większości przypadków może kilkakrotnie przewyższać przekroje przewodów fazowych L) oraz dążeniem do poprawy stanu bezpieczeństwa przeciwporażeniowego użytkowników, konieczne jest stosowanie układu sieci TN-S lub TN-C-S.
3. W przypadku układu sieci TN-C-S rozdzielenie funkcji przewodu ochronno-neutralnego PEN na przewód ochronny PE i neutralny N powinno następować w rozdzielnicy głównej budynku, a punkt rozdziału powinien być uziemiony, ponieważ zapewnia utrzymanie potencjału ziemi na przewodzie ochronnym PE przyłączonym do części przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej.
4. Przewód ochronny PE i ochronno-neutralny PEN w układzie sieci TN, w którym stosowane jest samoczynne wyłączenie zasilania jako ochrona przed dotykiem pośrednim, należy wielokrotnie uziemiać - na przykład w złączu, rozdzielnicy głównej.
5. Instalacja elektryczna w budynkach powinna być wykonana w układzie sieci TN-S (przewody LI; L2; L3; N; PE).
6. Podział przewodów ochronnych ze względu na przeznaczenie - funkcję przedstawiono w tablicy 4.

Tablica 4. Podział przewodów ochronnych

Nazwa	Oznaczenie	Przeznaczenie - funkcja
Przewód ochronny	PE	przyłączenie do części przewodzących dostępnych
Przewód ochronno-neutralny[1]	PEN	przyłączenie do części przewodzących dostępnych i przesył energii elektrycznej przewodem neutralnym N
Przewód ochronno-środkowy	PEM Dla układów prądu stałego dc	przyłączenie do części przewodzących dostępnych i przesył energii elektrycznej przewodem środkowym M

Przewód ochronno-liniowy	PEL	przyłączenie do części przewodzących dostępnych i przesył energii elektrycznej przewodem liniowym L
Przewód uziemienia ochronnego[2']	PE	łączenie części przewodzących dostępnych, części przewodzących obcych, głównej szyny uziemiającej itp. z uziomem
Przewód połączenia wyrównawczego głównego	PE	połączenia wyrównawcze główne, łączące z główną szyną uziemiającą: przewód ochronny, przewód ochronno-neutralny , części przewodzące obce, części przewodzące dostępne
Przewód połączenia wyrównawczego dodatkowego (miejscowego)	PE	połączenia wyrównawcze dodatkowe, łączące z sobą: przewód ochronny, przewód ochronno-neutralny", części przewodzące dostępne, części przewodzące obce
Przewód połączenia wyrównawczego nieuziemionego	PE	nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe, łączące z sobą wszystkie nieuziemione części jednocześnie dostępne
Uziom	-	nadawanie określonym częściom przewodzącym potencjału ziemi
[1] Przy napięciach prądu stałego analogiczną funkcję może spełniać uziemiony biegun napięcia, np. szyny jezdne w trakcji elektrycznej (przewód PEL) lub uziemiony biegun środkowy (przewód PEM). 2 Przewód uziemienia ochronno-funkcjonalnego PE/FE w przypadku równoczesnego stosowania funkcjonalnych połączeń wyrównawczych i ich uziemiania.		

7. Przewody ochronne, ochronno-neutralne, uziemienia ochronnego, ochronno-funkcjonalnego i połączeń wyrównawczych powinny być oznaczone dwubarwnie, kolorem zielono-żółtym, przy zachowaniu następujących postanowień:
- barwa zielono-żółta może służyć tylko do oznaczenia i identyfikacji przewodów mających udział w ochronie przeciwporażeniowej,
- zaleca się, aby oznaczenie stosować na całej długości przewodu; dopuszcza się stosowanie oznaczeń nie na całej długości, ale powinny one znajdować się we wszystkich dostępnych i widocznych miejscach,
- przewód ochronno-neutralny powinien być oznaczony barwą zielono-żółtą, a na końcach jasnoniebieską; dopuszcza się, aby przewód ten oznaczano barwą jasnoniebieską, a na końcach zielono-żółtą.
8. Przewód neutralny i środkowy należy oznaczać barwą jasnoniebieską w sposób taki, jak opisany dla przewodów ochronnych.
9. Oznaczenia przewodów i zacisków urządzeń powinny być takie, jak podano w tablicy 5.

Tablica 5. Oznaczenia przewodów i zacisków urządzeń

Przeznaczenie	Oznaczenie	
	przewodu (żyły)	zacisku urządzenia
Przewody prądu przemiennego:		
Faza 1	L 1	U
Faza 2	L2	V
Faza 3	L3	W
Neutralny	N	N
Przewody prądu stałego:		
Biegun dodatni	L +	+ lub C
Biegun ujemny	L-	- lub D
Środkowy	M	M
Przewód ochronny	PE	PE
Przewód ochronno-neutralny	PEN	PEN

Przewód ochronno- środkowy	PEM	PEM
Przewód ochronno-liniowy	PEL	PEL
Przewód uziemienia funkcjonalnego	FE	FE
Przewód uziemienia ochronnego	PE	PE
Przewód uziemienia ochronno-funkcjonalnego	PE/FE	PE/FE
Przewód połączenia wyrównawczego funkcjonalnego	FB	FB
Przewód połączenia wyrównawczego ochronnego	PE	PE

12. W przypadku stosowania przewodu o określonym przeznaczeniu z innego materiału należy tak dobrać jego przekrój, aby została zachowana odpowiednia przewodność elektryczna.

3.5.2.3.2 Pozostałe wymagania dla przewodów ochronnych

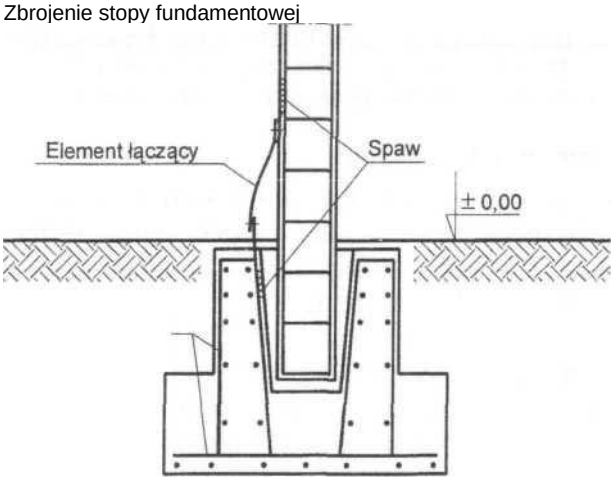
1. Aby określone elementy mogły zostać wykorzystane jako uziomy, muszą spełniać określone wymagania i musi być zgoda właściwej jednostki na ich wykorzystanie. Dotyczy to np. rur wodociągowych, kabli.
2. Niektóre elementy, jak np. rury gazu, palnych cieczy, nie mogą być wykorzystywane jako uziomy.
3. Natomiast wszystkie wyżej wymienione elementy powinny być w danym budynku połączone z sobą przez główną szynę uziemiającą, celem stworzenia ekwipotencjalizacji.
4. Aby zrealizować połączenia wyrównawcze, nie wykorzystując rur gazowych jako elementów uziemienia, za wystarczające uważa się zainstalowanie wstawki izolacyjnej na wprowadzeniu rury gazowej do budynku.
5. Jako przewody ochronne należy stosować:
- żyły w przewodach (kablach) wielożyłowych,
- izolowane lub gołe przewody prowadzone we wspólnej osłonie z przewodami czynnymi,
- ułożone na stałe przewody gołe lub izolowane,
- metalowe osłony, jak np. powłoki, ekrany i pancerze niektórych rodzajów przewodów (kabli), jeżeli spełniają wymagania dotyczące minimalnej konduktancji i ciągłości,
- metalowe rury lub inne metalowe osłony przewodów, jeżeli spełniają wymagania dotyczące minimalnej konduktancji i ciągłości,
- odpowiednie części przewodzące obce, jeżeli spełniają wymagania dotyczące minimalnej konduktancji i ciągłości.
6. W celu ograniczenia napięć występujących pomiędzy różnymi częściami przewodzącymi do wartości dopuszczalnych długotrwale w danych warunkach środowiskowych, należy stosować połączenia wyrównawcze.
7. Każdy budynek powinien mieć połączenia wyrównawcze główne.
8. Połączenia wyrównawcze główne należy realizować przez umieszczenie w najniższej (przyziemnej) kondygnacji budynku głównej szyny uziemiającej (zacisku), do której są przyłączone:
- przewody uziemienia ochronnego lub ochronno-funkcjonalnego,
- przewody ochronne lub ochronno-neutralne,
- przewody funkcjonalnych połączeń wyrównawczych (w przypadku ich stosowania),
- metalowe rury oraz metalowe urządzenia wewnętrznych instalacji wody zimnej, wody gorącej, kanalizacji, centralnego ogrzewania, gazu, klimatyzacji, metalowe powłoki i pancerze kabli elektroenergetycznych itp.,
- instalacje gazowe (należy objąć połączeniami wyrównawczymi rury gazowe instalacji wewnętrznej za wstawką izolacyjną oddzielającą od sieci gazowej zewnętrznej),
- metalowe elementy konstrukcyjne budynku, np. zbrojenia.
9. Elementy przewodzące wprowadzane do budynku z zewnątrz (rury, kable) powinny być przyłączone do głównej szyny uziemiającej możliwie jak najbliżej miejsca ich wprowadzenia.
10. W pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu porażeniem - np. w łazienkach wyposażonych w wannę lub/i basen natryskowy, hydroforniach, pomieszczeniach

wymienników ciepła, kotłowniach, pralniach, kanałach rewizyjnych, pomieszczeniach rolniczych i ogrodniczych oraz przestrzeniach, w których nie ma możliwości zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania po przekroczeniu wartości napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale na częściach przewodzących dostępnych - powinny być wykonane połączenia wyrównawcze dodatkowe (miejscowe).
11. Połączenia wyrównawcze dodatkowe (miejscowe) powinny obejmować wszystkie części przewodzące jednocześnie dostępne, takie jak:
- części przewodzące dostępne,
- części przewodzące obce,
- przewody ochronne wszystkich urządzeń, w tym również gniazd wtyczkowych i wypustów oświetleniowych,
- metalowe konstrukcje i zbrojenia budowlane.
12. Wszystkie połączenia i przyłączenia przewodów biorących udział w ochronie przeciwporażeniowej powinny być wykonane w sposób pewny, trwały w czasie, chroniący przed korozją.
13. Przewody należy łączyć z sobą zaciskami przystosowanymi do materiału, przekroju oraz liczby łączonych przewodów, a także środowiska, w którym połączenie to ma pracować.

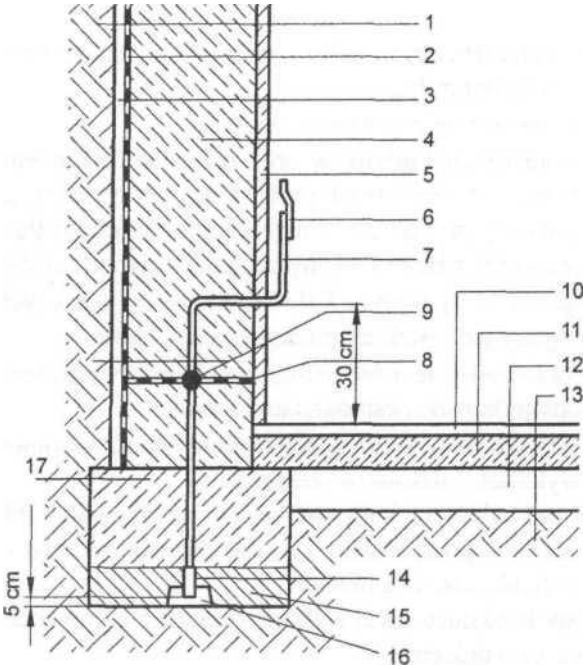
3.5.2.4 Uziomy

1. W instalacjach elektrycznych należy stosować w najszerszym zakresie przede wszystkim uziomy naturalne.
2. Jako uziomy naturalne należy wykorzystywać:
- metalowe konstrukcje budynków oraz zbrojenia fundamentów. W przypadku wykorzystania zbrojenia fundamentu jako naturalnego uziomu, przewody uziemiające należy przyłączać co najmniej do dwóch wzdłużnych prętów zbrojenia. Połączenia te należy wykonywać jako spawane, śrubowe lub zaciskowe,
- metalowe powłoki i pancerze kabli elektroenergetycznych, pod warunkiem uzyskania zgody jednostek eksploatujących te kable,
- metalowe przewody sieci wodociągowych, pod warunkiem uzyskania w tej mierze zgody jednostek eksploatujących sieci.
3. W przypadku braku lub niemożności wykorzystania uziomów naturalnych konieczne jest wykonanie uziomów sztucznych.
4. Uziomy sztuczne należy wykonywać ze stali ocynkowanej lub pomiedziowanej, a także z miedzi - w postaci taśm, rur, kształtowników, płyt i prętów ułożonych w ziemi lub w fundamencie z betonu.
5. Zbrojenie stopy fundamentowej wykorzystanej dla celów uziemienia należy wykonać zgodnie z rysunkiem 11.
6. Elementy metalowe umieszczone w fundamencie z betonu powinny stanowić sztuczny uziom fundamentowy, zgodnie z rysunkiem 12.

Zbrojenie stopy fundamentowej



Rys. 11. Przykład wykorzystywania zbrojenia stopy fundamentowej do uziemienia



Rys. 12. Przykład wykonania sztucznego uziomu fundamentowego
1 - grunt, 2 - izolacja pionowa, 3 - wyprawa zewnętrzna, 4 - ściana piwniczna, 5 - tynk wewnętrzny, 6 - połączenie (element łączeniowy), 7 - przewód uziemiający, 8 - izolacja pozioma, 9 - uszczelnienie przejścia przewodu uziemiającego, 10 - posadzka, 11 - podłoże betonowe, 12 - warstwa izolacji termicznej, 13 - grunt, 14 - sztuczny uziom fundamentowy (np. bednarka), 15 - warstwa betonu około 10 cm, 16 - podkładka dystansowa, 17 - lawa fundamentowa

3.5.2.4.1 Wykonanie uziomów sztucznych

1. Uziomy sztuczne pionowe z rur, prętów lub kształtowników pogrążać należy w gruncie w taki sposób, aby ich najniższa część była umieszczona na głębokości nie mniejszej niż 2,5 m, natomiast najwyższa część na głębokości nie mniejszej niż 0,5 m pod powierzchnią gruntu.
2. Uziomy sztuczne poziome z taśm lub drutów układać należy na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m pod powierzchnią gruntu.
3. Powyższe wymiary uwzględniają zarówno ochronę uziomów przed uszkodzeniami mechanicznymi, jak i zwiększanie się ich rezystancji uziemienia w wyniku zamarzania i wysychania gruntu.
4. Trwałą wartość rezystancji uziomów zarówno naturalnych, jak i sztucznych, należy zapewnić także przez odpowiednio trwałe połączenia, na przykład przez spawanie, połączenia śrubowe, zaciskanie lub nitowanie oraz ochronę antykorozyjną połączeń.

3.5.2.5 Warunki stosowania urządzeń elektrycznych, w tym opraw oświetleniowych o określonych klasach ochronności, zapewniających ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym

1. Urządzenia klasy ochronności 0, w tym oprawy oświetleniowe klasy 0, można stosować jedynie:
- przy użyciu separacji elektrycznej (indywidualnej dla jednego urządzenia) lub -jeżeli urządzenie to jest eksploatowane na izolowanym stanowisku.
2. Urządzenia klasy ochronności I, w tym oprawy oświetleniowe klasy I, muszą mieć części przewodzące dostępne przyłączone do przewodu ochronnego PE, przy zastosowaniu samoczynnego wyłączenia zasilania jako środka ochrony przed dotykiem pośrednim.
3. Do gniazd wtyczkowych i wypustów oświetleniowych należy doprowadzać przewód ochronny PE.

3.5.2.5.1 Instalacje elektryczne w warunkach zwiększonego zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym

1. Przy wykonywaniu instalacji elektrycznych w warunkach zwiększonego zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym należy stosować obostrzenia polegające na:
- umieszczaniu urządzeń elektrycznych tylko w określonych miejscach (strefach),
- zakazie stosowania niektórych środków ochrony, takich jak: bariery, umieszczanie poza zasięgiem ręki, izolowanie stanowiska, nieuziemione połączenia wyrównawcze miejscowe,
- stosowaniu urządzeń o odpowiednich stopniach ochrony IP XXX,
- konieczności stosowania dodatkowych (miejscowych) połączeń wyrównawczych,
- konieczności obniżenia napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale w określonych warunkach otoczenia do wartości 25 V i 12 V prądu przemiennego oraz odpowiednio 60 V i 30 V prądu stałego,
- konieczności stosowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (wyłączniki różnicowoprądowe, wyłączniki współpracujące z przekaźnikami różnicowoprądowymi) o znamionowym prądzie różnicowym, nie większym niż 30 mA jako uzupełniającego środka ochrony przed dotykiem bezpośrednim,

2. We wszystkich przypadkach, gdy powinna być obniżona wartość napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale, należy również skrócić maksymalny dopuszczalny czas samoczynnego wyłączenia zasilania.
3. W przypadku zasilania napięciem nie przekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim), należy stosować układy SELV, a w szczególnie uzasadnionych przypadkach - układy PELV.
4. Miejsca i pomieszczenia stwarzające zwiększone zagrożenie oraz stosowane w nich środki ochrony i rozwiązania instalacji elektrycznych przedstawione są poniżej.

3.5.2.5.2 Pomieszczenia wyposażone w wannę lub/i basen natryskowy

• **strefa 0** - wnętrze wanny lub basenu natryskowego,
• **strefa 1** - ograniczona płaszczyznami: pionową- przebiegającą wzdłuż ze-
wnętrznej krawędzi obrzeża wanny, basenu natryskowego lub w odległości 0,60 m od prysznica w przypadku basenu natryskowego oraz poziomą - na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi,
• **strefa 2** - ograniczona płaszczyznami: pionową, przebiegającą w odległości
0,60 m na zewnątrz od płaszczyzny ograniczającej strefę 1 oraz poziomą- na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi,
• **strefa 3** - ograniczona płaszczyznami: pionową, przebiegającą w odległości
2,40 m na zewnątrz od płaszczyzny ograniczającej strefę 2 oraz poziomą- na wysokości 2,25 m od poziomu podłogi.

2. W pomieszczeniach z wanną lub/i basenem natryskowym należy stosować następujące podstawowe zasady w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz instalowania sprzętu, osprzętu, przewodów i odbiorników:
■ należy wykonać połączenia wyrównawcze dodatkowe (miejscowe), łączące wszystkie części przewodzące obce z 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, jak np. armaturę i grzejniki (rozporządzenie Ministra Infrastruktury, Dz.U. 2002 nr 75, poz. 690);
należy instalować gniazda wtyczkowe w strefie 3 lub w odległości nie mniejszej niż 0,60 m od otworu drzwiowego prefabrykowanej kabiny natryskowej, przedstawionej na rysunku 15. Gniazda należy zabezpieczać wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA albo zasilać indywidualnie z

transformatora separacyjnego lub napięciem o wartości nie przekraczającej 25 V (układ SELV).
3. W pomieszczeniach z wanną lub basenem natryskowym należy instalować:
- przewody wielożyłowe izolowane o powłoce izolacyjnej lub przewody jednożyłowe w rurach z materiału izolacyjnego,
- puszki, rozgałęźniki i odgałęźniki oraz urządzenia rozdzielcze i sprzęt łączeniowy poza strefami 0, 1 i 2,
- elektryczne podgrzewacze wody jedynie w strefie 1, a w strefie 2 oprawy oświetleniowe o II klasie ochronności oraz elektryczne podgrzewacze wody.
4. Istnieje 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.
5. Można zamontować w podłodze grzejniki pod warunkiem pokrycia ich metalową siatką lub blachą, objętą połączeniami wyrównawczymi dodatkowymi (miejscowymi).
6. Należy instalować sprzęt i osprzęt o stopniu ochrony nie mniejszym niż IP X7 w strefie 0, IP X5 w strefie 1, IP X4 w strefie 2 (IP X5 w łazienkach publicznych) oraz IP Xl w strefie 3 (IP X5 w łazienkach publicznych).

3.5.2.6 Przestrzenie ograniczone powierzchniami przewodzącymi

1. Przestrzenie ograniczone powierzchniami przewodzącymi są to przestrzenie, w otoczeniu których znajdują się głównie metalowe lub przewodzące części, zaś wewnątrz których dotknięcie powierzchnią ciała otaczających elementów przewodzących jest prawdopodobne, a możliwość przerwania tego dotyku jest ograniczona.
2. Dotyczy to hydroforni, wymiennikowni ciepła, kotłowni, pralni, kanałów rewizyjnych itp.
3. W przestrzeniach tych obowiązują następujące podstawowe zasady w zakresie ochrony przeciwporażeniowej:
- narzędzia ręczne i przenośne urządzenia pomiarowe należy zasilać napięciem nie przekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (układ SELV) lub indywidualnie z transformatora separacyjnego - zaleca się stosowanie urządzeń o II klasie ochronności; jeżeli korzystamy z urządzenia o I klasie ochronności, to powinno ono mieć co najmniej uchwyt wykonany z materiału izolacyjnego lub pokryty materiałem izolacyjnym,
- lampy ręczne należy zasilać napięciem nie przekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (układ SELV),
- urządzenia zainstalowane na stałe należy chronić przez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania, wraz z wykonaniem połączeń wyrównawczych dodatkowych (miejscowych), albo zasilać indywidualnie z transformatora separacyjnego lub napięciem nie przekraczającym napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale (układ SELV),
- źródła napięcia zasilającego należy instalować na zewnątrz przestrzeni ograniczonych powierzchniami przewodzącymi,
- przy stosowaniu uziemień funkcjonalnych niektórych urządzeń zainstalowanych na stałe (np. aparatów pomiarowych i sterowniczych) należy wykonać połączenia wyrównawcze dodatkowe (miejscowe), łączące z uziemieniem funkcjonalnym wszystkie części przewodzące dostępne i części przewodzące obce.

3.5.3 Instalacje ochrony przed prądami przeciążeniowymi i zwarciowymi

3.5.3.1 Wymagania ogólne

1. Do zabezpieczenia przewodów przed przeciążeniami i zwarciami należy wykorzystywać aparaty samoczynnie wyłączające zasilanie.
2. Jako urządzenie zabezpieczające należy stosować wyłączniki wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe i wyzwalacze zwarciowe lub bezpieczniki topikowe.
3. Jako urządzenia zabezpieczające przed skutkami przeciążeń należy wykorzystywać:
- wyłączniki wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe,
- wkładki topikowe typu *g* z pełnozakresową charakterystyką wyłączania.
4. Jako urządzenia zabezpieczające przed skutkami zwarć należy stosować:
- wyłączniki wyposażone w wyzwalacze zwarciowe,

- wkładki topikowe typu *g* z pełnozakresową charakterystyką wyłączania,
- wkładki topikowe typu *a* z niepełnozakresową charakterystyką wyłączania (wkładki dobezpieczające).

5. Jako urządzenia zabezpieczające przed skutkami przeciążeń i przed skutkami zwarć należy stosować:
- wyłączniki wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe i wyzwalacze zwarciowe,
- wyłączniki współpracujące z bezpiecznikami topikowymi,
- wyłączniki wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe i dobezpieczające wkładki topikowe typu *a,*
- wkładki topikowe typu *g.*

6. Zabezpieczenia (wyłączniki, bezpieczniki) należy instalować na początku każdego obwodu instalacji elektrycznej.
7. Zabezpieczenia (wyłączniki, bezpieczniki) należy instalować przed punktem w obwodzie, w którym następuje zmiana:
- przekroju przewodów w instalacji na mniejszy,
- rodzaju przewodów na przewody o mniejszej obciążalności prądowej,
- sposobu ułożenia lub budowy instalacji pogarszającej warunki chłodzenia.

8. Stosowanie zabezpieczeń przed prądami przeciążeniowymi i zwarciowymi nie jest wymagane w przypadku zasilania ze źródeł, których maksymalny prąd nie może przekroczyć dopuszczalnej obciążalności przewodów (np. przewody zasilane z transformatorów dzwonkowych, agregatów spawalniczych).
9. Zabezpieczenia przewodów przeważnie nie zapewniają zabezpieczenia odbiorników przyłączonych do tych przewodów.
10. W obwodach końcowych zabezpieczenie odbiornika musi również spełniać wymagania jako zabezpieczenie przewodu.

3.5.3.2 Zabezpieczenia przeciążeniowe

1. Zabezpieczenia powinny być tak dobrane, aby wyłączenie zasilania (przerwanie prądu przeciążeniowego) nastąpiło, zanim powstanie niebezpieczeństwo uszkodzenia izolacji, połączeń, zacisków lub otoczenia na skutek nadmiernego wzrostu temperatury.
2. Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym nie są wymagane, gdy:
• przewody znajdują się za miejscem zmniejszenia obciążalności długotrwałej, co występuje w przypadku zmiany:
- przekroju przewodu,
- rodzaju przewodu,
- sposobu ułożenia przewodu,
- instalowania przewodu (są skutecznie zabezpieczone od strony zasilania przed prądem przeciążeniowym),

• do przewodów nie są przyłączone gniazda wtyczkowe,
• ponadto w instalacjach telekomunikacyjnych, sterowania i sygnalizacji (zabezpieczanie wg innych zasad).

3. Nie wymaga się dodatkowych zabezpieczeń przed prądem przeciążeniowym także w miejscach zmiany przekroju, rodzaju, sposobu ułożenia przewodów lub budowy instalacji, powodujących zmniejszenie obciążalności przewodów, o ile ich długość nie przekracza 3 m i nie mają one rozgałęzień, przyłączonych gniazd wtyczkowych oraz nie znajdują się w pobliżu materiałów łatwopalnych, a wykonanie instalacji ogranicza do minimum powstanie zwarcia.
część ma zabezpieczenie urządzeniem ochronnym różnicowoprądowym (przypadki dotyczą sieci lub jej części) oraz gdy całe wyposażenie łącznie z przewodami jest zabezpieczone przed skutkami zwarć.
4. Zaleca się nie stosowanie zabezpieczeń przed prądem przeciążeniowym w obwodach zasilających odbiorniki, których niezamierzone wyłączenie powoduje zagrożenie, a więc w obwodach:
- wzbudzenia maszyn wirujących,
- zasilających elektromagnesy dźwigowe,
- wtórnych przekładników prądowych.

5. Zaleca się, aby w przypadkach uzasadnionych (np. elektromagnesy dźwigowe) stosować urządzenia sygnalizujące powstanie przeciążenia.

3.5.3.3 Zabezpieczenia zwarciowe

1. Zabezpieczenia zwarciowe powinny być tak dobrane, aby wyłączenie zasilania (przerwanie prądu zwarciowego) nastąpiło, zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach lub ich połączeniach.
2. Zabezpieczenie zwarciowe powinno mieć zdolność do przerywania prądu zwarciowego o wartości większej od przewidywanego (spodziewanego) prądu zwarciowego.
3. Czas przepływu prądu zwarciowego powinien być taki, aby temperatura przewodów nie przekroczyła wartości dopuszczalnej temperatury granicznej, jaką mogą osiągać przewody podczas zwarcia.
4. Jedno zabezpieczenie zwarciowe może zabezpieczać kilka połączonych równolegle przewodów, po warunkiem, że charakterystyka działania tego urządzenia i sposób zainstalowania przewodów są odpowiednio skoordynowane.
5. Zabezpieczenia zwarciowe powinny być zainstalowane na początku obwodu przed punktem, w którym następuje zmiana:
- przekroju przewodu w instalacji na mniejszy,
- rodzaju przewodów na przewody o mniejszej obciążalności prądowej,
- sposobu ułożenia przewodów lub budowy instalacji, pogarszających warunki chłodzenia.
6. Zabezpieczenia zwarciowe nie muszą być stosowane w przypadkach:
- przewodów łączących generatory, transformatory, prostowniki, baterie akumulatorów z tablicami sterowniczymi, jeżeli zabezpieczenia znajdują się na tych tablicach,
- obwodów, których niezamierzone wyłączenie może spowodować zagrożenie funkcjonowania instalacji,
- określonych obwodów pomiarowych, jeżeli spełnione są jednocześnie dwa następujące warunki:
a) przewody są ułożone w sposób ograniczający do minimum możliwość powstania zwarcia, np. przez dodatkowe zabezpieczenie przewodów przed wpływami zewnętrznymi,
b) przewody nie są ułożone w pobliżu materiałów łatwopalnych.
7. Dopuszcza się inne niż w punkcie 5 usytuowanie zabezpieczeń zwarciowych w dwu następujących przypadkach:
- gdy przewody znajdujące się za miejscem obniżenia obciążalności prądowej są skutecznie chronione przez inne, usytuowane bliżej zasilania, zabezpieczenie zwarciowe,
- gdy po zmianie przekroju przewodu spełnione są trzy następujące warunki:
a) odcinek oprzewodowania, o mniejszym przekroju, ma długość nie przekraczającą 3 m,
b) odcinek jest wykonany w sposób ograniczający do minimum powstanie zwarcia (np. przez dodatkowe zabezpieczenie przewodów przed wpływami zewnętrznymi),
c) odcinek nie znajduje się w pobliżu materiałów łatwopalnych.

3.5.3.4 Zabezpieczenia przeciążeniowo-zwarciowe

1. Zabezpieczenia przeciążeniowo-zwarciowe przewodów mogą być wykonane przez:
- wspólne zabezpieczenie przeciążeniowe i zwarciowe,
- osobne zabezpieczenie przeciążeniowe i zwarciowe.
2. W zależności od układu sieci zabezpieczenie przeciążeniowo-zwarciowe powinno spełniać niżej podane wymagania.
A. Zabezpieczenie przewodów fazowych
1. Zabezpieczenie przed prądem przetężeniowym powinno być stosowane we wszystkich przewodach fazowych i w zasadzie powinno przerywać prąd tylko w przewodzie, w którym przetężenie nastąpiło.
2. Przerywanie prądu we wszystkich fazach jest wymagane w przypadkach, gdy przerwa prądu w jednym przewodzie może spowodować powstanie zagrożenia, na przykład w silnikach trójfazowych.
3. W układzie sieci TT, w obwodach zasilanych przewodami fazowymi bez przewodu

neutralnego N, można nie stosować zabezpieczenia przed prądem przetężeniowym w jednym z przewodów fazowych, jeżeli są spełnione dwa warunki:
- obwody nie objęte zabezpieczeniem przez urządzenie ochronne różnicowo-prądowe nie mają przewodu neutralnego N przyłączonego do punktu neutralnego sieci,
- obwód lub układ zasilania jest wyposażony w zabezpieczenie urządzeniem ochronnym różnicowoprądowym przerywającym przepływ prądu jednocześnie we wszystkich przewodach fazowych.

B. Zabezpieczenie przewodu neutralnego N w układzie sieci TN

1. Jeżeli przekrój przewodu neutralnego N jest co najmniej równy lub równoważny przekrojowi przewodów fazowych, nie wymaga się stosowania w tym przewodzie zabezpieczeń przetężeniowych i wyposażenia go w urządzenia do przerywania przepływu prądu.
2. Jeżeli przekrój przewodu neutralnego N jest mniejszy niż przekrój przewodów fazowych, wymagane jest zastosowanie w tym przewodzie zabezpieczenia przetężeniowego, odpowiedniego do jego przekroju. W przewodzie neutralnym można nie stosować zabezpieczeń przetężeniowych, jeżeli są spełnione dwa warunki:
- przewód neutralny jest zabezpieczony przed skutkami prądu zwarciowego przez zabezpieczenia usytuowane w przewodach fazowych,
- największa wartość prądu w przewodzie neutralnym, przewidziana w normalnych warunkach pracy, jest wyraźnie mniejsza od obciążalności długotrwałej dla tych przewodów. Warunek ten jest spełniony, gdy moc przesyłana jest równomiernie rozłożona na fazy.

3.5.3.5 Selektywność (wybiórczość) zabezpieczeń

Urządzenia zabezpieczające powinny działać w sposób selektywny (wybiórczy), to znaczy w przypadku uszkodzeń wywołujących przetężenie powinno działać tylko jedno zabezpieczenie zainstalowane najbliżej miejsca uszkodzenia w kierunku źródła zasilania. Działanie zabezpieczenia powinno spowodować wyłączenie uszkodzonego odbiornika lub obwodu, zachowując ciągłość zasilania odbiorników i obwodów nieuszkodzonych. Zabezpieczenia przetężeniowe działają selektywnie (wybiórczo), jeżeli ich pasmowe charakterystyki czasowo-prądowe nie przecinają się i nie mają wspólnych obszarów działania.

3.5.4 Instalacje ochrony przed skutkami oddziaływania cieplnego

3.5.4.1 Wymagania ogólne

1. Przez ochronę przed skutkami oddziaływania cieplnego należy rozumieć zapobieganie negatywnym efektom nagrzewania lub promieniowania cieplnego, wywołanego przez pracujące urządzenia elektryczne.
2. Ochronę przed skutkami oddziaływania cieplnego stosuje się niezależnie od ochrony przed prądem przetężeniowym.
3. Ludzie, urządzenia zainstalowane na stałe oraz materiały trwale zamocowane, znajdujące się w pobliżu urządzeń elektrycznych, powinny być zabezpieczone przed szkodliwymi skutkami nagrzewania lub promieniowania cieplnego, wywołanego przez pracujące urządzenia elektryczne.
4. Zabezpieczenia te mają chronić przed:
- spaleniem lub zniszczeniem materiałów (ochrona przeciwpożarowa),
- oparzeniem (ochrona przed poparzeniem),
- zakłóceniem bezpiecznego działania zainstalowanych urządzeń (ochrona przed przegrzaniem).

3.5.4.2 Ochrona przeciwpożarowa

1. Urządzenia elektryczne nie powinny stwarzać zagrożenia pożarowego dla znajdujących się w pobliżu materiałów. Wymóg ten jest spełniony wówczas, gdy są zachowane zasady podane niżej oraz wymagania podane w instrukcjach przez producentów urządzeń.
2. W ochronie przeciwpożarowej należy wyróżniać zagrożenia wynikające z:

- temperatury obudowy urządzeń,
- łuku elektrycznego lub iskrzenia, spowodowanych przez urządzenia,
- promieniowania cieplnego wytwarzanego przez urządzenia,
- płynów palnych znajdujących się w urządzeniach.

3.5.4.3 Ochrona przed zagrożeniem spowodowanym temperaturą obudowy urządzeń elektrycznych

1. Urządzenia powinny być montowane na materiałach lub w materiałach odpornych na takie temperatury i mających odpowiednio niską przewodność cieplną.
2. Urządzenia należy odgrodzić od elementów obiektu budowlanego materiałami odpornymi na takie temperatury i mającymi odpowiednio niską przewodność cieplną.
3. Urządzenia należy instalować tak, aby ciepło było rozproszone w bezpiecznej odległości od wszystkich materiałów, a szkodliwe skutki efektów cieplnych nie zagrażały tym materiałom, przy czym podłoże (podstawa) tych urządzeń powinno mieć odpowiednio niską przewodność cieplną. 4. Obudowy urządzeń elektrycznych powinny spełniać następujące wymagania:
- materiały, z których są wykonywane obudowy urządzeń elektrycznych powinny wytrzymywać najwyższą temperaturę, jaka może zostać wytworzona przez to urządzenie,
- materiały palne nie nadają się do wykonywania obudów urządzeń elektrycznych, jeśli nie zostaną zastosowane środki zabezpieczające przed zapaleniem (np. przez pokrycie materiałami niepalnymi lub trudnozapalnymi o odpowiednio niskiej przewodności cieplnej).

3.5.4.4 Ochrona przed lukiem elektryczny lub iskrzeniem

1. Urządzenia elektryczne podłączone na stałe, które podczas normalnej pracy mogą spowodować powstanie łuku elektrycznego lub iskrzenia, powinny być chronione przez:
- całkowite osłonięcie materiałami odpornymi na działanie łuku elektrycznego,
- odgrodzenie materiałami odpornymi na działanie łuku elektrycznego od tych elementów obiektu budowlanego, w których łuk mógłby spowodować szkody.
2. Materiały odporne na działanie łuku elektrycznego, stosowane na osłony lub ogrodzenia, powinny:
- być niepalne,
- mieć niską przewodność cieplną,
- mieć odpowiednią wytrzymałość mechaniczną i grubość.

3.5.4.5 Ochrona przed promieniowaniem cieplnym

Urządzenia elektryczne, zainstalowane na stałe, wytwarzające zogniskowane lub skupione promieniowanie cieplne, powinny znajdować się w odpowiedniej, dostatecznej odległości od wszelkich przedmiotów lub elementów obiektu budowlanego, tak aby w normalnych warunkach pracy nie narażały ich na osiągnięcie niebezpiecznej temperatury.

3.5.4.6 Ochrona przed poparzeniem

1. Dostępne części urządzeń elektrycznych, znajdujące się w zasięgu ręki, nie powinny osiągać temperatur mogących spowodować oparzenie ludzi, a ich temperatury nie mogą przekroczyć wartości podanych w tablicy 8.

Tablica 8. Najwyższe dopuszczalne temperatury, w normalnych warunkach pracy, dla znajdujących się w zasięgu ręki części urządzeń elektrycznych

Części dostępne	Rodzaj powierzchni dostępnej	Najwyższa dopuszczalna temperatura
Elementy manewrowe ręczne	metalowe	55
	niemetalowe	65
Elementy przeznaczone do dotykania, nie do trzymania w ręce	metalowe	70
	niemetalowe	80

Elementy, które nie muszą być dotykane podczas pracy normalnej	metalowe	80
	niemetalowe	90

2. Wszystkie elementy instalacji, które w normalnych warunkach eksploatacji mogą nawet na krótko osiągnąć temperatury przekraczające wartości podane w tablicy 8, powinny być dodatkowo osłonięte, tak aby niemożliwe było przypadkowe ich dotknięcie.
3. Jeżeli normy przedmiotowe na urządzenia elektryczne podają inne dopuszczalne temperatury niż zawarte w tablicy 8, należy przyjąć wymagania norm przedmiotowych.

3.5.4.7 Ochrona przed przegrzaniem

1. Ochrona przed przegrzaniem dotyczy:
- systemów wymuszonego ogrzewania powietrzem,
- urządzeń do wytwarzania gorącej wody lub pary.
2. W przypadku stosowania systemów wymuszonego ogrzewania powietrzem należy przestrzegać następujących warunków:
a) elementy grzejne nie mogą być włączone przed ustaleniem się odpowiedniego przepływu powietrza,
b) elementy grzejne muszą być wyłączone przy ustaniu przepływu powietrza,
c) system musi zostać wyposażony w dwa, niezależne od siebie, regulatory temperatury, których zadaniem jest zapobieganie wzrostowi temperatury w kanałach powietrznych, ponad wartość dopuszczalną.
3. Warunki 2a) i 2b) nie muszą być spełnione w centralnych grzejnikach akumulacyjnych.
4. Korpusy i obudowy elementów grzejnych powinny zostać wykonane z materiałów niepalnych.

3.5.4.8 Urządzenia do wytwarzania gorącej wody lub pary

Urządzenia do wytwarzania gorącej wody lub pary powinny spełniać następujące wymagania:
- należy je skonstruować lub usytuować w sposób zabezpieczający przed przegrzaniem w każdych warunkach pracy,
-jeżeli urządzenie jako całość nie spełnia wymagań odpowiednich norm, należy zastosować zabezpieczenie (np. ogranicznik temperatury, wyłącznik termiczny) nie powracające po zadziałaniu do pierwotnego położenia, funkcjonujące niezależnie od termostatu,
-jeżeli urządzenie nie ma swobodnego odpływu wody, powinno być wyposażone w przyrząd ograniczający jej ciśnienie (zawór bezpieczeństwa).

3.5.4.9 Odporność ogniowa przewodów i kabli

1. Przewody i kable prowadzone w przestrzeni podpodłogowej podłogi podniesionej, wykorzystywanej do wentylacji lub ogrzewania pomieszczenia, powinny mieć osłonę lub obudowę o klasie odporności ogniowej co najmniej EI 30, a w budynku wysokościowym lub ze strefą pożarową o gęstości obciążenia ogniowego ponad 4000 MJ/m^2 - co najmniej EI 60.
2. 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.
3. Dopuszcza się ograniczenie czasu zapewnienia ciągłości dostawy energii elektrycznej 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.

3.5.4.10 Przeciwpożarowy wyłącznik prądu

1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu, odcinający dopływ prądu do wszystkich obwodów z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru, należy stosować w strefach pożarowych o kubaturze

przekraczającej 1000 m^3 lub zawierających strefy zagrożone wybuchem.
2. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu należy umieszczać w pobliżu głównego wejścia do obiektu lub złącza i odpowiednio oznaczać.
3. Odcięcie dopływu prądu przeciwpożarowym wyłącznikiem nie może powodować samoczynnego załączenia drugiego źródła energii elektrycznej, w tym zespołu prądotwórczego, z wyjątkiem źródła zasilającego oświetlenie awaryjne, jeżeli występuje ono w budynku.

3.5.5 Instalacje ochrony przed obniżeniem napięcia

1. Przez pojęcie ochrony podnapięciowej należy rozumieć zapobieganie negatywnym skutkom obniżenia lub zaniku napięcia, a następnie samorozruchowi urządzeń po powrocie napięcia.
2. Ochronę przed obniżeniem napięcia należy stosować wówczas, gdy obniżenie lub zanik napięcia, a następnie jego powrót, mogą spowodować:
- zagrożenia dla ludzi,
- zagrożenia dla budynku lub jego wyposażenia,
- uszkodzenie instalacji elektrycznej lub jej fragmentów,
- uszkodzenie odbiorników energii elektrycznej.
3. Zabezpieczenia przed obniżeniem napięcia (podnapięciowe) powinny działać przy przestrzeganiu następujących ogólnych zasad:
- zwłokę w działaniu zabezpieczeń podnapięciowych można stosować tylko wówczas, gdy urządzenie chronione dopuszcza - bez szkody - krótkotrwały zanik lub obniżenie napięcia,
- w przypadku zwłoki w działaniu zabezpieczenia podnapięciowego nie może ona utrudniać natychmiastowego zamykania i otwierania łączników przez urządzenia sterownicze i zabezpieczające,
- charakterystyki zabezpieczeń podnapięciowych powinny spełniać wymagania norm przedmiotowych w zakresie rozruchu i użytkowania chronionych urządzeń,
- jeżeli ponowne załączenie napięcia może spowodować powstanie zagrożeń, wymienionych w punkcie 2, nie może się ono odbywać samoczynnie (automatycznie) po powrocie napięcia.
4. Zabezpieczeń podnapięciowych nie trzeba stosować, jeżeli ich brak nie spowoduje zagrożenia dla ludzi, a ewentualne inne straty są mało prawdopodobne lub niewielkie.
5. Zabezpieczeń podnapięciowych można nie stosować lub stosować z długą zwłoką, jeżeli dopuszcza się samorozruch urządzeń, a brak napięcia może spowodować większe straty i zagrożenia niż brak zabezpieczeń podnapięciowych (np. napędy wzbudnic, napędy pomp zasilających kotły parowe itp.).

Tablica 9. Wartości i czasy dopuszczalnych przepięć o częstotliwości sieciowej w instalacjach i urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia spowodowanych doziemieniem w sieci wysokiego napięcia

Rodzaj sieci	Dopuszczalne przepięcia o częstotliwości sieciowej w instalacjach i urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia [V]	Czas wyłączenia [s]
Sieć wysokiego napięcia mająca długie czasy	Uo+250V	>5
Sieć wysokiego napięcia mająca krótkie czasy	*Uo*+ 1200 V	<5
U_o - napięcie fazowe (między przewodami fazowymi a przewodem neutralnym lub ochronno-neutralnym) w sieci niskiego napięcia.		

3.6 Montaż instalacji elektrycznych według różnych systemów wykonawczych

3.6.1 Wymagania ogólne

1. Systemy wykonawcze instalacji elektrycznych muszą zapewniać:
- właściwą ochronę przeciwporażeniową i przeciwpożarową,
- trwałość i bezpieczeństwo obsługi,

- uniezależnienie od konstrukcji budowlanych,
- funkcjonalność i estetykę,
- prostotę montażu,
- możliwość i łatwość rozbudowy istniejącej instalacji.

2. Przed przystąpieniem do montażu instalacji elektrycznej należy:
- zapoznać się z projektem instalacji elektrycznej,
- skompletować niezbędną ilość elementów zastosowanego systemu układania instalacji,
- skompletować przewody, sprzęt i osprzęt,
- wytyczyć trasę instalacji,
- wykonać przepusty umożliwiające montaż instalacji.

3.6.2 Trasowanie

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

3.6.3 Instalacje wykonywane przewodami szynowymi

1. Trasowanie należy wykonać zgodnie z punktem 3.6.2.
2. Zaleca się, aby odległości między punktami podparcia (zawieszenia) nie były większe niż 6 m.
3. Przed mocowaniem wszystkie elementy przewodu zaleca się układać na podłodze wzdłuż trasy, sprawdzając wzrokowo stan elementów.
4. Mocowanie przewodów do konstrukcji należy wykonać po zakończeniu wszystkich prac budowlanych w danym pomieszczeniu.
5. Wsporniki należy ustawiać w linii prostej oraz mocować przez:
- kotwienie,
- obejmy,
- uchwyty.

6. Można łączyć poszczególne elementy proste przewodów na podłodze w ciągu o długości nie większej niż 6 m.
7. Układanie elementów na konstrukcjach powinno rozpoczynać się od miejsca oznaczonego na projekcie jako początek trasy.
8. Poszczególne odcinki przewodów szynowych należy umieszczać na wyznaczonej pozycji ręcznie lub za pomocą urządzeń podnośnikowych. Podnoszenie elementu prostego przewodu szynowego powinno odbywać się w pozycji poziomej.
9. Po podniesieniu dany element przewodu szynowego należy umocować na uchwytach, wieszakach, a następnie połączyć go z innym odcinkiem za pomocą połączeń śrubowych.
10. Odcinki proste przewodów szynowych należy łączyć zgodnie z ogólnymi zasadami montażu, zwracając uwagę na oczyszczenie styków i właściwy docisk elementów łączących.
11. Szczegółowy sposób montażu danego typu przewodów szynowych powinien być zawarty w instrukcjach montażu w zależności od rozwiązań zastosowanych przez producenta.
12. Po ułożeniu i zamocowaniu do konstrukcji pierwszego elementu prostego przewodu szynowego należy ułożyć następny, a po sprawdzeniu prawidłowości przylegania łączonych szyn i obudowy należy mocować je do konstrukcji.
13. Przed połączeniem szyn w ciąg należy miejsca połączeń oczyścić i posmarować

bezkwasowym smarem technicznym.
14. W przypadku przewodów szynowych oświetleniowych należy zawiesić oprawy oświetleniowe zgodnie z istniejącym dla danego typu przewodów sposobem mocowania (haczyki, uchwyty itp).
15. Przyłączenie opraw do przewodu szynowego obudowanego powinno odbywać się przez specjalną wtyczkę.
Uwaga: Przy montażu konstrukcji wsporczych należy przestrzegać wymagań producenta.

3.6.4 Instalacje elektryczne w korytkach na drabinkach kablowych oraz na uchwytach, wspornikach i wieszakach

3.6.4.1 Wymagania ogólne

1. Instalacje te w wykonaniu zwykłym lub szczelnym należy stosować w pomieszczeniach suchych, wilgotnych, z wyziewami żrącymi oraz w piwnicach, barakach, kanałach i tunelach kablowych.
2. Trasowanie należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 3.6.2.
3. Na przygotowanej trasie należy mocować konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych (bez względu na rodzaj instalacji elementy te powinny zostać zamocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji).
4. Na zainstalowanych podłożach, konstrukcjach i uchwytach należy układać przewody wielożyłowe (kabelkowe) i kable; w zależności od wymagań określonych w projekcie, rodzaju przewodów i kabli oraz kierunku trasy (poziomego, pionowego) mogą być one układane „luzem" lub mocowane. Zaleca się, aby odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia nie przekraczały:
a) 0,4 m dla przewodów wielożyłowych (kabelkowych) i kabli nieopancerzonych o powłoce ołowianej przy zawieszeniu poziomym lub pochyłym pod kątem do 30°,
b) 0,8 m przy instalowaniu poziomym lub pochyłym pod kątem 30° kabli innych niż w punkcie a), z wyjątkiem kabli opancerzonych drutami oraz przy pochyłym zawieszeniu (przekraczającym 30°) kabli według punktu a),
c) 1,5 m przy instalowaniu poziomym lub pochyłym pod kątem 30° kabli opancerzonych drutami oraz przy zawieszeniu pochyłym pod kątem większym niż 30° kabli innych niż w punkcie a).
5. Rozstawienie punktów zamocowań powinno być takie, aby odległości między nimi ze względów estetycznych były jednakowe, a mocowania znajdowały się w pobliżu sprzętu i osprzętu, do którego dany przewód lub kabel jest wprowadzony oraz aby zwisy przewodów między zamocowaniami nie były widoczne.
6. Przy wykonywaniu instalacji przewodami w „wiązkach" należy dodatkowo uwzględnić wymagania odpowiednich instrukcji montażu.
7. Łączenie przewodów i kabli, podejścia i przyłączanie odbiorników należy wykonać zgodnie z punktem 3.7.7.
8. Przy wykonaniu szczelnym wszystkie podejścia do sprzętu, osprzętu, odbiorników i urządzeń należy uszczelniać za pomocą dławnic.

3.6.4.2 Instalacje w korytkach i na drabinkach

1. System układania w korytkach należy stosować w przypadku konieczności równoległego układania kilkunastu obwodów na jednej trasie (gdy liczba obwodów przekracza 5).
2. Można stosować systemy korytek metalowych i z tworzyw sztucznych.
3. Trasowanie należy wykonać zgodnie z punktem 3.6.2 i projektem technicznym.
4. Przy mocowaniu do podłoża konstrukcji wsporczych, na których będą zamocowane korytka lub drabinki, należy uwzględnić nośność tych konstrukcji, aby spełnione były wymagania wytrzymałości mechanicznej ciągów instalacyjnych.
5. Obliczenia wytrzymałościowe należy wykonywać indywidualnie dla każdego ciągu instalacyjnego lub korzystać z danych podawanych przez konstruktorów i producentów systemu.

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

3.6.4.3 Instalacje na uchwytach (wspornikach)

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

3.6.4.4 Instalacje w rurach osłonowych z tworzyw sztucznych

1. Instalacje w rurach z tworzyw sztucznych należy stosować tam, gdzie ich wytrzymałość na uszkodzenia mechaniczne jest wystarczająca. Jeżeli konieczna jest większa wytrzymałość lub zachodzi potrzeba zwiększenia bezpieczeństwa pożarowego budynku, należy układać przewody w rurach metalowych.
2. Rury należy układać w odpowiednio przygotowanych bruzdach, prefabrykowanych kanałach, zakrytych później tynkiem, a jeżeli konstrukcja ścian nie pozwala na to - po wierzchu, mocowane do podłoża na konstrukcjach wsporczych. Należy jednak pamiętać, że taki sposób układania rur obniża estetykę pomieszczenia, w związku z tym można go

stosować w pomieszczeniach technicznych.
3. Trasowanie należy wykonać zgodnie z punktem 3.6.2.
4. Na przygotowanej trasie należy układać rury na konstrukcjach wsporczych mocowanych do podłoża.
5. Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj technologii (system), powinny być zamocowane do podłoża (ścian i stropów) w sposób trwały.
6. Dobór elementów wsporczych powinien uwzględniać warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji.
7. Zmiany kierunku trasy należy dokonywać przy użyciu odpowiednich elementów kątowych i rozgałęźnych (złączek kątowych i rozgałęźnych).
8. Można wykonywać łuki na trasach. Spłaszczenie średnicy rury na łuku nie może być większe niż 15% wewnętrznej średnicy rury. Promień gięcia rury oraz zastosowane złączki muszą zapewnić możliwość swobodnego wciągania przewodów.
9. W zależności od przyjętej technologii montażu łączenie rur między sobą oraz ze sprzętem i osprzętem należy wykonać poprzez:
- wsuwanie końców rur w otwory sprzętu i osprzętu z równoczesnym uszczelnieniem,
- wkręcanie w sprzęt i osprzęt nagwintowanych końców rur,
- wkręcanie lub wsuwanie nagrzanych końców rur w otwory sprzętu i osprzętu z równoczesnym uszczelnieniem,
- wsunięcie nagrzanego końca rury (kielicha) na koniec drugiej rury.
10. Przed przystąpieniem do wciągania przewodów należy sprawdzić prawidłowość i przelotowość wykonanego rurowania zamontowanego sprzętu, osprzętu i połączeń.
11. Wciąganie przewodów należy wykonać za pomocą specjalnego osprzętu montażowego (np. sprężyny instalacyjnej). Nie wolno wykorzystywać do tego celu przewodów, które zostaną potem użyte w instalacji.

3.6.5 Instalacje w tynku

3.6.5.1 Trasowanie

Trasowanie należy wykonać zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 3.6.2.

3.6.5.2 Mocowanie puszek

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

3.6.5.3 Układanie i mocowanie przewodów

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

3.6.5.4 Przygotowanie końców żył i łączenie przewodów

Przygotowanie końców żył i łączenie przewodów należy wykonać zgodnie z wymaganiami

podanymi w punkcie 3.7.7.

3.6.5.5 Instalacje wykonywane przewodami wielożyłowymi (kabelkowymi) i kablami układanymi w kanałach konstrukcji budowlanych

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

3.7 Montaż elementów instalacji elektrycznych

3.7.1 Montaż aparatury

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

3.7.2 Montaż opraw oświetleniowych

1. Liczba, rozmieszczenie i konstrukcja opraw oświetleniowych powinna spełniać odpowiednie parametry:
- natężenia oświetlenia,
- równomierności oświetlenia,
- stopnia zabezpieczenia przed olśnieniem.

Oprawy rozmieścić zgodnie z projektem.
2. W sieci oświetlenia podstawowego wewnętrznego należy stosować napięcie nie wyższe niż 250 V względem ziemi.
3. Wprowadzenie do obudowy oświetleniowej więcej niż jednego przewodu fazowego jest dopuszczalne tylko dla opraw wielofazowych. Oprawy o napięciu międzyfazowym przekraczającym 250 V powinny zostać w sposób trwały oznaczone.
4. W pomieszczeniach o powierzchni powyżej 100 m^2 oprawy powinny być przyłączone do dwóch różnych obwodów elektrycznych.
5. Do obwodu oświetleniowego danej fazy należy przyłączyć nie więcej niż 30 opraw z lampami fluorescencyjnymi.
6. Obwody oświetlenia podstawowego wnętrzowego nie mogą mieć zabezpieczeń nadprądowych większych niż 25 A.
7. Oprawy zamocowane na zewnątrz pomieszczeń i w pomieszczeniach innych niż suche powinny być mocowane w odległości większej niż 250 cm od powierzchni podłoża (jeżeli są mocowane niżej, to powinny być zasilane napięciem nie przekraczającym napięcia dotykowego dupuszczalnego długotrwale - układ SELV).
8. Oprawy oświetleniowe powinny być przystosowane do przyłączenia ich do sieci zasilającej.
9. Uchwyty do opraw zwieszakowych do montowania w stropach należy mocować przez:
- wkręcanie do zamocowanej w stropie puszki sufitowej,
- wkręcanie w kołek rozporowy,
- wbetonowanie,
- zaczepy do mocowania na lince nośnej o fi = 6 -12 mm.
10. Podane wyżej mocowanie powinno wytrzymać:
- siłę 500 N dla opraw o masie do 10 kg,
- siłę w niutonach równą 50-krotności masy oprawy w kilogramach dla opraw o masie powyżej 10 kg.
11. Zawieszenie opraw zwieszakowych powinno umożliwiać ruch wahadłowy oprawy.
12. Przewody opraw oświetleniowych należy łączyć za pomocą złączek z przewodami wypustów.
13. Dopuszcza się podłączanie opraw oświetleniowych przelotowo pod warunkiem zastosowania złączy przelotowych.

3.7.3 Montaż elementów instalacji w wykonaniu szczelnym

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

3.7.4 Montaż liczników

1. Liczniki energii elektrycznej należy montować zgodnie z projektem technicznym, wymaganiami producentów i jednostki prowadzącej rozliczenia.
2. Liczniki należy instalować na tablicach licznikowych, przystosowanych do montażu na nich elementów układu pomiarowego.
3. Przewody układu pomiarowego powinny być prowadzone za tablicą licznikową, w sposób ułatwiający ich kontrolę i sprawdzenie, w rurach osłonowych, oddzielnie przewody prądowe i napięciowe układu pomiarowego.
4. Dostęp do przewodów za płytą montażową powinien być zabezpieczony poprzez przystosowanie tablicy licznikowej do plombowania.
5. Tablice, na których mocowane są liczniki, powinny zostać wykonane z materiału

izolacyjnego, a otwory w tablicach do wprowadzania przewodów nie powinny mieć ostrych krawędzi.
6. Liczniki niezależnych układów mogą być montowane obok siebie lub jeden pod drugim.
7. Na tablicy licznikowej należy umieścić napisy i opisy w sposób trwały i czytelny.
8. Liczniki powinni montować pracownicy przedsiębiorstwa energetycznego dostarczającego energię elektryczną do budynku.

3.7.5 Mocowanie sprzętu i osprzętu

1. Należy stosować następujący sprzęt i osprzęt instalacyjny:
- rozgałęźniki,
- puszki instalacyjne,
- wyłączniki i przełączniki,
- łączniki oświetlenia,
- gniazda wtyczkowe,
- wtyczki do mocowania na stałe,
- gniazda bezpiecznikowe,
- skrzynki (obudowy) rozdzielcze,
- przyciski sterownicze.

2. Instalowanie gniazd wtyczkowych i łączników powinno być zgodne z technologią wykonania instalacji (systemem instalacyjnym) w danym pomieszczeniu.
3. Łączniki oświetlenia należy instalować na wysokości 1,2 m od podłogi, przy drzwiach od strony klamki (odległość łącznika od otworu ościeżnicy powinna wynosić nie więcej niż 20 cm).
4. Przy rozmieszczaniu gniazd w pomieszczeniach należy uwzględnić charakter i kształt pomieszczenia oraz ustawienie mebli. Zaleca się, aby gniazda umieszcza się na wysokości 0,9 m nad podłogą.
5. W pomieszczeniach suchych należy stosować sprzęt instalacyjny w wykonaniu zwykłym, natomiast w pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu - sprzęt w wykonaniu szczelnym.
6. Sprzęt i osprzęt należy zamocować do podłoża w sposób zapewniający jego pewne, trwałe i bezpieczne osadzenie (najczęściej przez przykręcenie).

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

1. Powierzchnie stykających się elementów torów prądowych oraz przekładek i podkładek metalowych przewodzących prąd, powinny być dokładnie oczyszczone i wygładzone. Zanieczyszczone styki (zaciski aparatów, przewody itp.) pokryte powłoką metalową ogniową lub galwaniczną należy zmywać tylko odczynnikami chemicznymi i szlifować pastą polerską.
2. Powierzchnie styków należy zabezpieczać przed korozją.
3. Połączenia należy wykonać za pomocą spawania, zacisków śrubowych lub w inny sposób określony w projekcie technicznym.
4. W instalacjach elektrycznych wnętrzowych, łączenie przewodów należy wykonywać w sprzęcie i osprzęcie instalacyjnym.
5. W przypadku łączenia przewodów nie należy stosować połączeń skręcanych.
6. Długość odizolowanej żyły przewodu powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie.
7. Przewody w miejscach połączeń powinny mieć zapas długości. Przewód ochronny PE powinien mieć większy zapas niż przewody czynne.
8. Przewody powinny być ułożone swobodnie i nie powinny zostać narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia.
9. Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie powinno powodować uszkodzeń mechanicznych.
10. Do danego zacisku należy przyłączać przewody o rodzaju, przekroju i liczbie, do jakich zacisk jest przystosowany.
11. Żyły jednodrutowe powinny mieć zakończenia:
- proste, nie wymagające obróbki po zdjęciu izolacji, przyłączane do zacisków śrubowych lub

samozaciskowych,
- oczkowe, dla przewodów podłączanych pod śrubę lub wkręt; oczko o średnicy wewnętrznej większej o około 0,5 mm od średnicy gwintu,
- z końcówką.
12. Żyły wielodrutowe powinny mieć zakończenia:
- proste, nie wymagające obróbki; po zdjęciu izolacji podłączone do specjalnie przystosowanych zacisków zapewniających obciśnięcie żyły i nie powodujące uszkodzenia struktury zakończenia żyły,
- z końcówką,
- z tulejką (końcówką rurową) umocowaną przez zaprasowanie.
13. W gniazdach bezpiecznikowych przewód doprowadzający należy połączyć z szyną gniazda (śrubą stykową), a przewód zabezpieczany z gwintem.
14. W oprawach oświetleniowych i podobnym sprzęcie przewód fazowy lub „+" należy łączyć ze stykiem wewnętrznym, a przewód neutralny lub „-" z gwintem (oprawką).
15. Śruby i wkręty do łączenia szyn oraz przewodów powinny mieć taką długość, aby po skręceniu połączenia wystawały co najmniej na wysokość 2-6 zwojów.
16. Śruby, nakrętki i podkładki stalowe powinny zostać pokryte galwanicznie metalową warstwą antykorozyjną.

4 WYKONANIE INSTALACJI PIORUNOCHRONNEJ WEWNĘTRZNEJ

4.1 Wymagania dotyczące instalacji piorunochronnej wewnętrznej

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

4.1.1 Ekwipotencjalizacja

1. Ekwipotencjalizację uzyskuje się za pomocą przewodów wyrównawczych lub ograniczników przepięć, łączących instalacje piorunochronna, konstrukcję metalową obiektu, metalowe instalacje, zewnętrzne części przewodzące, uziemienie oraz elektryczne i telekomunikacyjne instalacje w obrębie chronionych obiektów.
2. Połączenia wyrównawcze należy wykonywać na poziomie ziemi lub w części podziemnej obiektu budowlanego, łącząc z główną szyną uziemiającą obiektu uziom wraz z instalacją piorunochronna, wszystkie wprowadzone do obiektu instalacje metalowe, metalowe konstrukcje obiektu budowlanego, powłoki i osłony metalowe kabli oraz przewodów, przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN instalacji elektrycznej.
3. W obiektach rozległych należy zainstalować więcej niż jedną szynę uziemiającą, zapewniając ich wzajemne połączenie.
4. Występujące w ciągach instalacji metalowych wstawki izolacyjne należy mostkować dodatkowymi połączeniami wyrównawczymi. Połączenia wyrównawcze urządzeń, które nie mogą mieć galwanicznych połączeń z innymi instalacjami należy wykonywać za pomocą ograniczników przepięć.
5. Instalacje piorunochronne i inne metalowe instalacje łączone z urządzeniami elektrycznymi, na których w stanie awaryjnym może wystąpić napięcie (stojaki dachowe, trzony izolatorów, obudowy metalowe, powłoki metalowe), należy objąć stosowanym w obiekcie systemem ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem pośrednim (ochrony przy uszkodzeniu).
6. W instalacjach wykonywanych kablami o powłokach metalowych lub prowadzonych w osłonach metalowych, należy łączyć metalowe powłoki kabli i ich osłony bezpośrednio z główną szyną uziemiającą obiektu.
7. Połączenia wyrównawcze instalacji telekomunikacyjnych, sygnalizacyjnych itp. powinny

być wykonywane w następujący sposób:
-jeżeli instalacje wykonywane są przy użyciu przewodu lub kabla o powłoce metalowej, powłokę przewodu lub kabla należy połączyć z główną szyną uziemiającą obiektu,
- jeżeli instalacje wykonywane są przewodami bez powłok metalowych, należy połączyć przewody tej instalacji z główną szyną uziemiającą obiektu przez ograniczniki przepięć lub poprowadzić równolegle do instalacji przewód osłonowy o wymiarach podanych w tablicy 11 oraz przewód ten połączyć z główną szyną uziemiającą obiektu.
8. Jeżeli w przewodach instalacji gazowej lub wodociągowej występują wstawki izolacyjne, to powinny zostać one zbocznikowane za pomocą ograniczników przepięć.

4.1.2 Odstępy izolacyjne

1. Minimalne odstępy izolacyjne między instalacją piorunochronną a innymi urządzeniami i instalacjami metalowymi wewnątrz obiektu należy pzyjąć według obliczeń w projekcie.
2. Jeżeli zachowanie minimalnego odstępu izolacyjnego nie jest możliwe, należy zastosować w miejscu zbliżenia połączenie wyrównawcze bezpośrednie lub ograniczniki przepięć.

4.1.3 Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi

1. Ochronę przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi w instalacjach elektrycznych należy zapewnić poprzez zastosowanie ograniczników przepięć oraz poprawnie wykonanych połączeń wyrównawczych.
2. W systemie ochrony przeciwprzepięciowej szczególnie ważny jest podstawowy układ ochrony zainstalowany na początku instalacji. Tworzące ten układ ograniczniki przepięć powinny zapewnić podstawową ochronę przed wszelkiego rodzaju przepięciami łączeniowymi, awariami w sieci elektroenergetycznej oraz przepięciami atmosferycznymi nawet w przypadku bezpośredniego uderzenia piorunu w budynek.
3. Ograniczniki te należy instalować w rozdzielnicy głównej. Ograniczniki powinny być włączone między każdy przewód fazowy i uziom oraz między przewód neutralny N i uziom, jeżeli przewód N nie jest uziemiony na początku instalacji.
4. Należy zastosować możliwie najkrótsze przewody łączące ograniczniki przepięć (najlepiej, aby całkowita ich długość nie przekraczała 0,5 m). Przewody uziemiające ograniczników przepięć powinny mieć przekrój nie mniejszy niż 4 mm^2 Cu, a przy istnieniu instalacji piorunochronnej nie mniejszy niż 10 mm^2 Cu.
5. Dla większości urządzeń elektrycznych ograniczenie się tylko do ograniczników tworzących podstawowy układ ochrony jest niewystarczające. Trzeba zastosować w dalszych częściach instalacji elektrycznej ograniczniki przepięć tworzące kolejne stopnie ochrony odpowiednio do przyjętej kategorii wytrzymałości udarowej (kategorii przepięć).
6. Ograniczniki te należy instalować w rozdzielnicach i tablicach rozdzielczych, a w przypadku urządzeń specjalnie chronionych w gniazdach wtyczkowych, puszkach instalacyjnych lub bezpośrednio w chronionym urządzeniu. Powinny być one włączone między każdy przewód czynny (LI; L2; L3; N) i szynę uziemiającą lub przewód ochronny.
7. Przy stosowaniu ochrony przeciwprzepięciowej wielostopniowej, dla zapewnienia koordynacji działania poszczególnych aparatów, odległości pomiędzy ogranicznikami przepięć z iskiernikami (odgromniki) a ogranicznikami warystorowymi (ochronniki) powinny wynosić od kilku do kilkunastu metrów. Szczegółowe zalecenia w tym zakresie podają producenci ograniczników przepięć. W innym przypadku konieczne jest zastosowanie pomiędzy nimi dodatkowego aparatu w postaci tzw. „indukcyjności odsprzęgającej".

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

1. Naturalne przewody odprowadzające powinny być połączone najkrótszą drogą ze zwodami (naturalnymi lub sztucznymi) oraz z uziomami w ziemi, bezpośrednio lub za pośrednictwem przewodzących elementów w konstrukcji.
2. Połączenia elementów instalacji piorunochronnej można wykonać jako:
- spawane lub zgrzewane,

- śrubowe,
- zaciskowe,
- stykowe, przy użyciu nakładek przyspawanych do zbrojenia elementów prefabrykowanych, usytuowanych nad sobą,
- powiązane drutem wiązałkowym i zalane betonem pręty zbrojeniowe elementów żelbetowych,
- nitowane, klejone i zaprasowywane, jeżeli elementy mają cienkie izolacyjne powłoki antykorozyjne.

3. Połączenia te znajdują zastosowanie w ochronie podstawowej bez ograniczeń oraz w ochronie obostrzonej z określonymi ograniczeniami i specjalnymi zaleceniami.
4. Połączenia przewodów odprowadzających (naturalnych i sztucznych) z uziomami sztucznymi należy wykonywać w sposób rozłączny, za pomocą zacisków probierczych (zaleca się, aby zaciski usytuowane były na wysokości od 0,3 do 1,8 m nad ziemią).

4.3 Wykonywanie uziomów

1. Do uziemienia instalacji piorunochronnej należy wykorzystywać przede wszystkim uziomy naturalne, przedstawione w punkcie 4.1.
2. Uziomy sztuczne należy wykonywać, jeżeli uziomy naturalne:
- znajdują się w odległości większej niż 10 m od chronionego obiektu,
- mają rezystancję większą od wymaganej.

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

5 WYKONANIE LINII KABLOWYCH Nn I OŚWIETLENIA ZEWNĘTRZNEGO

5.1 Wykopy pod lampy

Przed przystąpieniem do wykonywania wykopów Wykonawca ma obowiązek sprawdzenia zgodności rzędnych terenu z danymi w Dokumentacji Projektowej oraz oceny warunków gruntowych. Metoda wykonywania robót ziemnych powinna być dobrana w zależności od głębokości wykopu, ukształtowania terenu oraz rodzaju gruntu. Pod fundamenty prefabrykowane zaleca się wykonywanie wykopów wąsko przestrzennych ręcznie. Ich obudowa i zabezpieczenie przed osypywaniem powinno odpowiadać wymaganiom BN-83/8836-02. Wykopy pod słupy oświetleniowe zaleca się wykonywać mechanicznie przy zastosowaniu wiertnicy na podwoziu samochodowym. W obu przypadkach wykopy wykonane powinny być bez naruszenia naturalnej struktury dna wykopu i zgodnie z PN-B-06050.

5.2 Montaż fundamentów prefabrykowanych

Wykonanie i montaż fundamentów zgodnie z wytycznymi wykonania montażu dla konkretnego fundamentu, zamieszczonymi w Dokumentacji Projektowej. Fundament prefabrykowany powinien być ustawiany przy pomocy dźwigu na 10 cm warstwie betonu B 1O spełniającego wymagania PN-B-06250 lub ubitego żwiru spełniającego wymagania PN-B-11111. Przed zasypaniem fundamentu należy sprawdzić rzędne posadowienia, stan zabezpieczenia antykorozyjnego ścianek i poziom górne] powierzchni, do której przytwierdzona jest płyta mocująca. Maksymalne odchylenie górnej powierzchni fundamentu od poziomu nie powinno przekroczyć 1:1500 z dopuszczalną tolerancją rzędnej posadowienia ± 2 cm. Ustawienie fundamentu w planie powinno być wykonane z dokładnością± 10 cm. Wykop należy zasypywać ziemią bez kamieni ubijając ją warstwami co 2 cm. Stopień zagęszczenia gruntu min. 0,95 wg BN-72/8932-01.

5.3 Montaż slupów

Słupy ustawiać dźwigiem w uprzednio przygotowane i częściowo wykonane fundamenty, Spód słupa powinien opierać się na warstwie betonu marki B 10 wg PN-B-06250 grub. Min. 10 cm lub na płycie chodnikowej o wymiarach 50 x 50 x 7 cm. Głębokość posadowienia słupa oraz typ fundamentu należy wykonać wg Dokumentacji Projektowej. Odchyłka osi słupa od pionu, po jego ustawieniu, nie może być większa niż 0,001 wysokości słupa. Słup należy ustawiać tak, aby jego wnęka znajdowała się od strony chodnika, a przy jego braku od strony przeciwnej niż nadjeżdżające pojazdy oraz me powinna być położona niżej niż 20 cm od powierzchni chodnika lub gruntu. Odległość słupów od krawędzi jezdni minimum 0,5 m.

5.4 Montaż koron

Korony należy montować na słupach stojących przy pomocy dźwigu i samochodu z balkonem. Część pionową korony należy wsunąć do oporu w rurę znajdującą się w górnej części słupa oświetleniowego i po ustawieniu jej w pionie należy unieruchomić ją śrubami znajdującymi się w nagwintowanych otworach. Zaleca się ustawianie pionu korony przy obciążeniu jej oprawą lub ciężarem równym ciężarowi oprawy. Połączenia korony ze słupem chronić kapturkiem osłonowym. Szczeliny między kapturkiem osłonowym, koroną i rurą wierzchołkową słupa wypełnić kitem miniowym.

5.5 Montaż opraw.

Montaż opraw na zamontowanych na słupach i koronach należy wykonywać przy pomocy podnośnika montażowego PHM zamontowanego na samochodzie. Każdą oprawę przed zamontowaniem należy podłączyć do sieci i sprawdzić jej działanie (sprawdzenie zaświecenia się lampy). Oprawy montować po uprzednim wciągnięciu przewodów zasilających do słupów i koron. Należy stosować przewody pojedyncze o izolacji wzmocnionej z żyłami miedzianymi o przekroju żyły nie mniejszym niż 1,5 mm2. Ilość

przewodów zależna od ilości opraw. Od tabliczki bezpiecznikowej lub bezpieczników sieciowych do każdej oprawy należy wprowadzić po trzy przewody. Oprawy należy mocować na wysięgnikach i głowicach masztów w sposób wskazany przez producenta opraw po wprowadzeniu do nich przewodów zasilających i ustawieniu ich w położeniu pracy. Oprawy powinny być mocowane w sposób trwały, aby nie zmieniały swojego położenia pod wpływem warunków atmosferycznych i parcia wiatru.

5.6 Układanie kabli.

Przed przystąpieniem do prac ziemnych należy wytrasować przebieg trasy istniejących i projektowanego przyłącza kablowego oraz innych instalacji podziemnych kolidujących z nim.

Projektowane kable należy układać w sposób uniemożliwiający ich uszkodzenie. Przy układaniu kabli powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanych linii oraz przestrzegane zasady ochrony środowiska.

Zastosowana technologia układania kabli powinna uniemożliwiać:

- tarcie zewnętrznej warstwy kabla o ściany lub dno wykopu, kanału albo tunelu,
- przekroczenie dopuszczalnej siły naciągu.

Temperatura kabla przy układaniu powinna być nie niższa od wartości podanej przez producenta. Przy układaniu kabel można zginać tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być nie mniejszy od podanego przez producenta kabla.

W miejscach, w których w zwykłych warunkach użytkowania przewiduje się występowanie naprężeń mechanicznych mogących spowodować uszkodzenie kabli, kable należy układać w osłonach. W szczególności należy osłaniać kable:

- ułożone na mostach, wiaduktach i przyczółkach,
- ułożone na wysokości nie przekraczającej 200 [cm] w miejscach dostępnych dla osób nie należących do obsługi urządzeń elektrycznych,
- ułożone w ziemi pod drogami, torami itp.

Dopuszcza się układanie kabli o napięciu znamionowym nie większym niż 30 [kV] bez osłon otaczających:

- pod drogami z nawierzchnią rozbieralną,
- pod drogami zbiorczymi, lokalnymi dojazdowymi z nawierzchnią nierozbieralną pod warunkiem ułożenia do trasy kablowej osłony otaczającej.

W miejscach wyjścia z osłon kable należy tak ułożyć i zabezpieczyć, aby nie były narażone na uszkodzenie np. ścinanie i zgniatanie. Kabel należy układać w taki sposób, aby w normalnych warunkach pracy nie wywoływały niepożądanych zjawisk w innych liniach kablowych. Kable ułożone obok siebie nie powinny się stykać. Dopuszcza się jednak stykanie ze sobą na całej długości kabli:

- sygnalizacyjnych z sygnalizacyjnymi,
- sygnalizacyjnych z kablami z elektroenergetycznymi do 1 kV przyłączonymi do tego samego odbiornika,
- elektroenergetycznych jednożyłowych stanowiących jedną linię,
- elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych.

Dopuszcza się stykanie kabli o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV, jeżeli kable te nie rezerwują się wzajemnie. Kable jednożyłowe o powłokach metalowych, kable jednożyłowe opancerzone lub kable jednożyłowe z żyłą powrotną obciążone prądem przemiennym należy tak układać, aby nagrzewanie kabli przez indukowane prądy były jak najmniejsze. Kable ułożone pionowo lub pochyło powinny być tak zamocowane, aby siła naciągu
nie wywoływała nadmiernych naprężeń w kablu, nie powodowała osiowego przesunięcia kabla i aby miejsca połączeń, tj. mufy i głowice nie były narażone na naprężenia wzdłużne.

Jeżeli nie można uniknąć siły naciągu w miejscu łączenia kabli opancerzonych drutami, to do łączenia tych kabli należy stosować mufy przystosowane do przenoszenia naciągu, umożliwiające połączenie pancerzy obu odcinków kabli. W przypadku łączenia innych kabli należy przy mufie zostawić zapas wystarczający do skompensowania możliwych przesunięć kabla. Zakończenia kabli o napięciu znamionowym powyżej 1 [kV] należy wykonywać głowicami kablowymi. Kable należy łączyć za pomocą muf kablowych. Mufy i głowice kablowe powinny być dostosowane do typu kabla, jego napięcia znamionowego, przekroju i liczby żył oraz warunków otoczenia w miejscu zainstalowania. Mufy i głowice powinny być dostosowane do warunków zwarciowych występujących w miejscu zainstalowania oraz ustalonej obciążalności prądowej. W przypadku wiązek kabli składających się z kabli jednożyłowych, zaleca się przesunięcie względem siebie (wzdłuż kabla) muf na poszczególnych kablach. Miejsca połączeń żył kabli w mufach powinny być izolowane oddzielnie. Do łączenia żył kabli należy stosować złączki grubościenne z przegrodą.

Projektowane kable ułożone w ziemi należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone
w odstępach nie większych niż 10 [m] oraz w miejscach charakterystycznych, np. przy skrzyżowaniach, wejściach do kanałów i osłon otaczających. Kable ułożone w powietrzu powinny być zaopatrzone w trwałe oznaczniki przy głowicach i odbiornikach oraz w takich miejscach i odstępach, aby identyfikacja kabla była jednoznaczna. Na oznacznikach należy umieścić trwałe napisy zawierające co najmniej:

- numer ewidencyjny linii,
- typ kabla,
- znak użytkownika kabla,
- rok ułożenia kabla.

Szczegółową treść opisu należy uzgodnić w trakcie realizacji z Inwestorem. Trasa projektowanej linii kablowej ułożonej w ziemi powinna być na całej długości i szerokości oznaczona folią typu TO-ENN/30/50 o trwałym kolorze niebieskim dla linii niskiego napięcia i kolorze czerwonym dla linii średniego napięcia. Grubość folii powinna wynosić co najmniej 0,3 [mm]. Folia powinna być wykonana z tworzywa sztucznego, które w temperaturze 20 [°C] ma wydłużenie przy zerwaniu co najmniej 200 [%]. Krawędzie folii powinny wystawać co najmniej 50 [mm] poza zewnętrzną krawędź ułożonego kabla. Trasa kabli ułożonych w ziemi na terenach niezabudowanych powinna być oznaczona trwałymi i widocznymi oznacznikami. Na prostej trasie kabla oznaczniki powinny być rozmieszczone w odstępach nie większych niż 100 [m]. Ponadto należy je umieszczać w miejscach zmiany kierunku ułożenia kabla oraz w miejscach skrzyżowań i zbliżeń. Kable należy układać na dnie wykopu linią falistą z zapasem 3 [%], jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie pisaku o grubości co najmniej 10 [cm]. Ułożone kable należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 [cm], następnie 15 [cm] warstwą piasku lub gruntu rodzimego i oznaczyć folią kablową. Folia kablowa powinna znajdować się nad ułożonymi kablami na wysokości nie mniejszej niż 25 [cm] i nie większej niż 35 [cm]. W przypadku skrzyżowań, oznaczenia linii krzyżujących się powinny znajdować się na tej samej wysokości. Przy układaniu bednarki uziemiającej w tym samym wykopie, w którym ułożono kabel, bednarkę należy zakopać w dnie rowu kablowego na głębokości co najmniej 10 [cm].

Głębokość ułożenia projektowanych kabli w ziemi, mierzona prostopadle od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabli, powinna wynosić co najmniej:

- 50 [cm] - w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1 [kV] ułożonych pod chodnikiem, drogą rowerową, przeznaczonych do oświetlenia ulicznego, do zasilania prześwietlonych znaków drogowych i sygnalizacji ruchu ulicznego,
- 70 [cm] - w przypadku pozostałych kabli o napięciu znamionowym do 1 [kV], z wyjątkiem kabli ułożonych w ziemi na użytkach rolnych.

– 80 cm - dla kabla o napięciu znamionowym do 30 [kV] układanego poza użytkami rolnymi,

– 90 cm - dla kabla układanego na użytkach rolnych.

Dopuszcza się układanie kabli o napięciu znamionowym do 30 [kV] bezpośrednio w ziemi, w dwóch lub więcej warstwach. Pionowa odległość między warstwami kabli powinna wynosić co najmniej 15 [cm]. Kable należy układać poza częściami dróg i ulic przeznaczonymi do ruchu kołowego, w odległości co najmniej 50 [cm] od jezdni i fundamentów budynków.

Dopuszcza się układanie w częściach ulic i dróg przeznaczonych do ruchu kołowego kabli w osłonach otaczających na głębokości co najmniej 100 [cm] dla kabli o napięciu znamionowym do 30 [kV]. Długość i kształt osłon otaczających kabli ułożonych pod drogami i ulicami musi umożliwiać wymianę osłoniętego kabla. Zaleca się aby pod drogami kable należy układać w rurach przepustowych typu SRS albo RHDPE prod. Arot. Średnicę wewnętrzną rury osłonowej należy uzależnić od średnicy zewnętrznej kabla. Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 50 [cm] w przypadku kabli o napięciu znamionowym $U_N \leq 30$ [kV] oraz co najmniej 80 [cm] w przypadku kabli o napięciu znamionowym powyżej 30 [kV]. Osłony otaczające powinny wystawać:

- krawężnik lub krawędź jezdni na długość co najmniej 50 [cm] z każdej strony,
- rów odwadniający lub nasyp drogi co najmniej 100 [cm] z każdej strony.

Jeżeli głębokości te nie mogą być zachowane, np. przy skrzyżowaniu lub obejściu urządzeń podziemnych,
to dopuszczalne jest ułożenie kabli na mniejszej głębokości, jednak na tym odcinku kabel należy chronić osłoną otaczającą, tj. rurą osłonową z tworzywa sztucznego typu DVK 160 prod. Arot, koloru niebieskiego dla linii nn. Kabel w miejscach wyprowadzenia z rur nie powinien opierać się o krawędź otworów. Przepusty powinny być w tych miejscach zaślepione za pomocą termokurczliwych palczatek uszczelniających typu AKR 5 lub kształtek uszczelniających typu ‘End-Cap’ prod. Radpol. Przy układaniu projektowanej linii kablowej należy zachować poniżej wymienione odległości między kablami ułożonymi bezpośrednio w ziemi nie należącymi do tej samej linii kablowej.

L.p.	**Charakterystyka kabli krzyżujących się i zbliżających**	Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm]	
		pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
1.	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 [kV] z kablami o tym samym napięciu znamionowym lub kablami sygnalizacyjnymi	15	5
2.	Kable sygnalizacyjne i kable przeznaczone do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego przeznaczenia	5	mogą się stykać
3.	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1[kV] z kablami elektroenergetycznymi o napięciu znamionowym 1 [kV] $\leq U_N \leq$ 30 [kV]	15	25
4.	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym 1 [kV] $\leq U_N \leq$ 30 [kV] z kablami tego samego przedziału napięć znamionowych		10
5.	Kable różnych użytkowników o napięciu znamionowym do 30 [kV]		25
6.	Kable z mufami innych kabli	nie dopuszcza się	jak w l.p. 1-5
7.	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym wyższym niż 30 [kV] z kablami tego samego przedziału napięć znamionowych	50	50

W przypadku, gdy z uzasadnionych powodów odległości te nie mogą być zachowane, dopuszcza się ich zmniejszenie pod warunkiem, że każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych ułożony bezpośrednio w ziemi będzie chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości co najmniej 50 [cm] w obie strony od skrzyżowania

osłoną otaczającą, a przy zbliżeniu przegrodą. W takim przypadku projektowaną linię kablową należy wprowadzić w rurę osłonową typu DVK, natomiast na istniejące kable należy założyć rury osłonowe dwudzielne typu A 110 PS lub A 160 PS prod. Arot. Średnicę wewnętrzną rury osłonowej należy uzależnić od średnicy zewnętrznej kabla.

Norma dopuszcza stykanie się kabli o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV, jeżeli kable te nie rezerwują się wzajemnie. Przy układaniu projektowanej linii kablowej należy zachować poniżej wymienione odległości między kablami ułożonymi bezpośrednio w ziemi od innych urządzeń podziemnych.

l.p.	**Rodzaj urządzenia podziemnego**	Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm]	
		pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
1.	Rurociągi wodociągowe, ściekowe, cieplne, gazowe z gazami niepalnymi	25 + średnica rurociągu	25 + średnica rurociągu
2.	Rurociągi z gazami i cieczami palnymi	uzgodnić z właścicielem, ale nie mniej niż w l.p. 1	
3.	Zbiorniki z gazami i cieczami palnymi	nie mogą się krzyżować	200
4.	Części podziemne linii napowietrznej (ustój, podpora, odciążka)	nie mogą się krzyżować	40
5.	Ściany budynków i inne budowle, np. przyczółki, z wyjątkiem urządzeń wyszczególnionych w l.p. 1, 2, 3, 4	nie mogą się krzyżować	50
6.	Urządzenia do ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	wg PN-86/05003/01	

Dopuszcza się zmniejszenie w/w odległości pod warunkiem zastosowania osłon otaczających.

W takim przypadku projektowane kable ułożone bezpośrednio w ziemi powinny być chronione przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości, co najmniej po 50 [cm] w obie strony od miejsca skrzyżowania z urządzeniem podziemnym, za pomocą rury osłonowej typu DVK o średnicy wewnętrznej rury osłonowej dobranej do średnicy zewnętrznej kabla.

Osłony otaczające ułożone w ziemi powinny być ze sobą szczelnie połączone tak, aby nie przedostawała się do ich wnętrza woda i aby nie były zamulane. Do tego celu należy zastosować złączki wodoszczelne typu MT XX T, zapewniające szczelność połączeń na poziomie IP 67. W jednej osłonie otaczającej powinien być ułożony tylko jeden kabel; nie dotyczy to kabli jednożyłowych tworzących układ wielofazowy, kabli sygnalizacyjnych oraz kabla elektroenergetycznego i kabli sygnalizacyjnych przyłączonych do tego samego urządzenia – mogą one być umieszczone w jednej osłonie otaczającej.

Średnica wewnętrzna osłony otaczającej powinna być równa co najmniej 1,5 krotnej zewnętrznej średnicy kabla, jednak nie mniejsza niż 50 [mm]. W przypadku ułożenia kilku kabli w jednej osłonie otaczającej powierzchnia otworu nie powinna być mniejsza niż trzykrotna suma powierzchni przekrojów ułożonych kabli.

Głębokość umieszczenia osłon otaczających w ziemi, mierzona od powierzchni terenu do górnej osłony linii kablowej powinna wynosić, co najmniej:

- 40 [cm] – przy układaniu kabli pod chodnikami,
- 80 [cm] – przy układaniu kabli w częściach dróg i ulic przeznaczonych do ruchu kołowego.

Dopuszcza się zmniejszenie podanej głębokości, jeżeli wymusza to konstrukcja istniejących budowli na trasie kabla lub przeszkoda, której nie można usunąć lub obejść z zachowaniem normatywnych odległości.

Kabel przy wprowadzaniu do budynku powinien być zabezpieczony przed uszkodzeniami mechanicznymi osłoną otaczającą o średnicy wewnętrznej większej o co najmniej 50 % od

średnicy zewnętrznej kabla. Osłony otaczające powinny przechodzić przez całą grubość fundamentu lub ściany budynku ze spadkiem w kierunku zewnętrznym. Miejsce wprowadzenia kabla do budynku należy zabezpieczyć przed przedostawaniem się wody do wnętrza budynku.

Przejścia kabli przez ściany wewnętrzne i stropy budynków należy uszczelnić materiałem niepalnym o odporności ogniowej nie mniejszej niż pomieszczenie, w którym zostało zastosowane. W przypadku przejścia kabli przez ściany lub stropy oddzielające pomieszczenia wilgotne, niebezpieczne pod względem wybuchowym lub w których istnieją pary
i gazy żrące, otwory przepustowe należy wypełnić materiałem odpornym na te czynniki. W pomieszczeniach zagrożonych wybuchem lub pożarem należy wykonać przepusty oddzielne dla każdego kabla. Jeżeli trasa kabla przechodzi przez ściany lub stropy ognioodporne, to konstrukcje wsporcze należy zakończyć z każdej strony w odległości co najmniej 10 [cm] od ściany lub stropu. Do wnętrza obiektu kable należy wprowadzać poprzez istniejące przepusty kablowe.

Kable należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci do jego wnętrza. Kable niskiego napięcia należy zakończyć termokurczliwymi czteropalczatkami typu AK prod. Radpol. Na żyły kabli należy założyć termokurczliwe oznaczniki faz typu ZOK prod. Radpol. Do wykonania głowic kablowych należy stosować końcówki kablowe grubościenne oraz szczelne typu DKAp prod. Radpol.

Wymagania pomontażowe:

1. Końce poszczególnych żył kabli powinny być jednakowo oznaczone.
2. Końce żył kabli sygnalizacyjnych powinny być jednoznacznie oznaczone.
3. W linii kablowej powinna być zachowana zgodność faz oraz ciągłość żył roboczych i powrotnych.
4. Należy sprawdzić rezystancję oraz wykonać próbę napięciową izolacji żył kabli. Dopuszcza się niewykonywanie próby napięciowej izolacji linii kablowej o napięciu znamionowym do 1 [kV] pod warunkiem wykonania pomiaru rezystancji izolacji miernikiem o napięciu 2,5 [kV].

Badanie linii kablowej:

- sprawdzenie zgodności wykonania linii kablowej z projektem technicznym oraz wymaganiami norm i przepisów,
- sprawdzenie zgodności kabli i osprzętu z wymaganiami norm i dokumentów na podstawie których zostały wykonane (atestów, certyfikatów, protokołów itp.),
- wykonanie badań pomontażowych w zakresie:
  a) sprawdzenie zgodności faz oraz ciągłości żył roboczych i powrotnych,
  b) pomiar rezystancji izolacji żył kabla,
  c) próba napięciowa izolacji żył kabla,
  d) próba szczelności powłoki zewnętrznej,
  e) pomiar rezystancji żył roboczych i powrotnych,
  f) pomiar pojemności kabla.

5.7 Zabezpieczenie obwodów i opraw.

Zabezpieczenie obwodów oświetleniowych w rozdzielnicach, szafach sterowniczych SO wkładkami topikowymi o działaniu zwłocznym typu WTN-00 lub wyłącznikami instalacyjnymi o charakterystyce C. Zabezpieczenie opraw oświetleniowych w każdej latarni, na tabliczce zaciskowej wyłącznika instalacyjnego B-6A.

5.8 Wykonanie dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

System dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej dla instalacji oświetleniowej może być stosowany jako szybkie wyłączenie. Układ sieci zasilającej TN-C i odbiorczej TN-S.

5.9 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym zgodnie z normą PN-IEC 60364-4 oraz N-SEP-E-001. Ochronę przed dotykiem bezpośrednim stanowią podstawowe środki ochrony w postaci izolacji roboczej kabli- i przewodów oraz aparatów elektrycznych, a także przegród izolacyjnych i osłon wnęk słupów oraz szafek sterowniczych SO. Ochronę dodatkową stanowi szybkie wyłączenie. Sieć kablowa oświetlenia ulicznego w układzie TN-S z wykorzystaniem oddzielnej żyły PE i N kabli zasilających oraz wspólnego zacisku PE w latarniach oświetleniowych. Przewody zasilające oprawy w latarniach w układzie TN-S.

6 ODBIÓR INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ W BUDYNKU

6.1 Warunki odbioru robót budowlanych niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznej w budynku

1. Wykonawca robót budowlanych, niezbędnych do montażu instalacji elektrycznej, powinien zapoznać się z konstrukcją oraz technologią wykonania budynku, a także stwierdzić odpowiednie jego przygotowanie do prac elektromontażowych.
2. Odbiór robót budowlanych, niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznej, odbywa się przed przystąpieniem do wykonywania robót elektrycznych.
3. Odbiór robót od inwestora (zleceniodawcy) przeprowadza wykonawca robót elektrycznych.
4. Szczegółowy zakres odbioru robót zależy od charakteru i rodzaju robót przewidzianych do wykonania.
5. Zakres i termin odbioru robót budowlanych, niezbędnych do wykonania instalacji elektrycznej, oraz stan budynku (lub jego części) przekazywanego do wykonania instalacji, powinien być zgodny z ustaleniami zawartymi w umowie o realizację inwestycji.
6. Odbiór robót powinien zostać udokumentowany protokółem.
7. Przy przekazywaniu robót zleceniodawca jest obowiązany dostarczyć wykonawcy plan instalacji i urządzeń podziemnych, znajdujących się na terenie robót lub złożyć pisemne oświadczenie, że w danym obszarze nie ma żadnych instalacji i urządzeń podziemnych.

6.2 Warunki odbioru wykonanej instalacji elektrycznej

6.2.1 Odbiór międzyoperacyjny

1. Odbioru międzyoperacyjnego dokonuje kierownik budowy (robót) lub wyznaczony przez niego pracownik techniczny, przy udziale zainteresowanych mistrzów i brygadzistów, którzy uczestniczyli w wykonaniu danego rodzaju robót. W odbiorze międzyoperacyjnym może również uczestniczyć przedstawiciel generalnego wykonawcy lub inwestora i ewentualnie inne osoby, których udział w komisji odbiorczej jest celowy.
2. Przy odbiorze międzyoperacyjnym należy sprawdzić zgodność odbieranych robót z projektem technicznym i z ewentualnymi zapisami uprawnionych osób w dzienniku budowy (robót). Przy odbiorach międzyoperacyjnych należy zwrócić szczególną uwagę na jakość wykonania zgodnie z warunkami technicznymi wykonywania danego rodzaju robót.
3. Z każdego przeprowadzonego odbioru międzyoperacyjnego powinien być sporządzony protokół podpisany przez wszystkich członków komisji, zawierający ocenę wykonanych robót i ewentualne zalecenia, które należy wykonać przed podjęciem dalszych prac. Wyniki odbioru międzyoperacyjnego powinny zostać wpisane do dziennika budowy (robót).

6.2.2 Odbiór częściowy

1. Odbiorem częściowym może być objęta część obiektu, instalacji lub robót, stanowiąca etapową całość. Jako odbiór częściowy traktuje się również odbiór dotyczący całokształtu robót zleconych do wykonania jednemu spośród wykonawców (podwykonawcy). Odbiór

częściowy ma na celu jakościowe i ilościowe sprawdzenie wykonanych robót.
2. Do odbiorów częściowych zalicza się też odbiory elementów obiektu lub robót przewidzianych do zakrycia, w celu sprawdzenia jakości wykonania robót oraz dokonania ich obmiaru.
3. Odbiór częściowy powinien zostać przeprowadzony komisyjnie, w obecności inwestora (zleceniodawcy). Wykonawca obowiązany jest zawiadomić i uzgodnić z zamawiającym termin odbioru. Zawiadomienie można wykonać w formie wpisu do dziennika budowy (robót), listem poleconym lub telegraficznie (w przypadkach uzasadnionych również telefonicznie, z odnotowaniem rozmowy w dzienniku budowy). Z odbioru robót ulegających zakryciu sporządza się protokół, którego wyniki należy wpisać do dziennika budowy (robót), w tym również wyniki oceny jakości.
4. W systemie generalnego wykonawstwa robót odbioru częściowego dokonuje generalny wykonawca od podwykonawcy, a następnie inwestor od generalnego wykonawcy. Inwestor po uzgodnieniu z generalnym wykonawcą może przeprowadzić odbiór częściowy równocześnie z odbiorem robót od podwykonawcy przez generalnego wykonawcę. W przypadku bezpośredniego wykonawstwa odbiór częściowy ogranicza się do odbioru robót przez inwestora.
5. Częściowy odbiór obiektu powinna przeprowadzić komisja powołana przez inwestora (zamawiającego). W skład komisji powinni wchodzić: przedstawiciel inwestora, przedstawiciel generalnego wykonawcy, kierownicy robót specjalistycznych (podwykonawcy) i ewentualnie inne powołane osoby.
6. Z odbioru częściowego należy spisać protokół, w którym wymienia się ewentualne wykryte wady (usterki) oraz określone terminy ich usunięcia. Równocześnie należy zrobić odpowiedni wpis w dzienniku budowy (robót) z ewentualnym dołączeniem kopii protokółu.
7. Po zgłoszeniu przez wykonawcę usunięcia wad (usterek) wymienionych w protokóle, zamawiający (inwestor) sprawdza to komisyjnie lub jednoosobowo (tzw. odbiór pousterkowy) i opisuje w oddzielnym protokóle z równoczesnym wpisem w dzienniku budowy (robót) informującym o usunięciu usterek.

6.2.3 Obowiązki kierownika (wykonawcy) robót elektrycznych w zakresie przygotowania instalacji do odbioru

Kierownik robót elektrycznych w obiekcie budowlanym zobowiązany jest do:
1. Zgłaszania inwestorowi do sprawdzenia lub odbioru wykonanych robót ulegających w dalszym etapie zakryciu.
2. Zapewnienia wykonania wymaganych przepisami lub ustalonych w umowie o przyłączenie do sieci elektroenergetycznej prób i odbiorów częściowych instalacji oraz związanych z nimi urządzeń przed zgłoszeniem budynku do odbioru.
3. Przygotowania dokumentacji powykonawczej instalacji elektrycznych w budynku, uzupełnionej o wszelkie późniejsze zmiany, jakie zostały wniesione w trakcie budowy.
4. Zgłoszenia do odbioru końcowego instalacji elektrycznej i piorunochronnej budynku. Zgłoszenie to powinno zostać odpowiednio wpisane do dziennika budowy.
5. Uczestniczenia w czynnościach odbioru.
6. Przekazania inwestorowi oświadczenia o zgodności wykonania instalacji elektrycznych z projektem, warunkami pozwolenia na budowę, warunkami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej oraz obowiązującymi przepisami.

6.2.4 Odbiór końcowy

6.2.4.1 Wymagania ogólne dotyczące inwestorskiego odbioru końcowego

1. Odbiór końcowy od wykonawcy przeprowadza przedstawiciel zamawiającego (inwestora). Może on w tym celu powołać komisję odbiorczą złożoną z rzeczoznawców i przedstawicieli użytkownika oraz kompetentnych organów.
2. Dokonywany przez inwestora odbiór końcowy robót wykonanych w obiekcie może być połączony z odbiorem mającym na celu przekazanie obiektu użytkownikowi do eksploatacji.
3. Odbiór końcowy powinien być poprzedzony technicznymi odbiorami częściowymi (jeśli

takie przewidziano) oraz przeprowadzeniem rozruchu technologicznego, jeśli rozruch taki inwestor (zamawiający) zlecił wykonawcy robót. Zakończenie i wyniki wymienionych prac powinny zostać właściwie udokumentowane.
4. Przed przystąpieniem do odbioru końcowego kierownik budowy (główny wykonawca robót) jest zobowiązany do przygotowania dokumentów potrzebnych do należytej oceny wykonywanych robót.
5. Do przeprowadzenia odbioru konieczne jest przygotowanie dokumentacji powykonawczej. Kierownik (główny wykonawca) robót elektrycznych przygotowuje instalację elektryczną oraz niezbędne dokumenty do odbiorów.
6. Przy odbiorze końcowym należy:
- sprawdzić zgodność wykonanych robót z umową, projektem technicznym, warunkami technicznymi wykonania, normami i przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej,
- sprawdzić udokumentowanie jakości wykonanych robót odpowiednimi protokółami sprawdzeń odbiorczych oraz ewentualnymi protokółami z rozruchu technologicznego, oceniając przy tym wykonanie zaleceń oraz ustaleń zawartych w protokółach prób i odbiorów międzyoperacyjnych i częściowych,
- w przypadku odbioru całości obiektu stwierdzić, czy spełnia on zasady prawidłowej eksploatacji i może być użytkowany lub stwierdzić istniejące wady i usterki.
7. Z odbioru końcowego powinien być sporządzony protokół podpisany przez upoważnionych przedstawicieli zamawiającego i oddającego wykonany obiekt (lub roboty) oraz przez osoby biorące udział w czynnościach odbioru. Protokół powinien zawierać ustalenia poczynione w toku odbioru, stwierdzone ewentualne wady i usterki oraz uzgodnione terminy ich usunięcia. W przypadku, gdy wyniki odbioru końcowego upoważniają do przyjęcia obiektu do eksploatacji (przyjęcia we władanie), protokół powinien zawierać odnośne oświadczenie zamawiającego lub, w przeciwnym przypadku, odmowę wraz z jej uzasadnieniem; w obu przypadkach konieczny jest odpowiedni wpis w dzienniku budowy (robót).

6.2.4.2 Wymagania szczegółowe dotyczące odbioru końcowego

1. Po wykonaniu instalacji elektrycznej w budynku wykonawca robót elektrycznych zgłasza inwestorowi instalację do odbioru końcowego.
2. Odbioru końcowego dokonuje komisja odbiorcza powołana przez inwestora.
3. Odbiór końcowy instalacji elektrycznej obejmuje:
- sprawdzenie przedstawionych dokumentów (dokumentacji powykonawczej),
- sprawdzenie zgodności wykonanej instalacji z umową, warunkami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej, projektem instalacji, przepisami techniczno-budowlanymi, Polskimi Normami oraz zasadami wiedzy technicznej,
- oględziny instalacji,
- sprawdzenie skuteczności działania zabezpieczeń i środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- badania i próby montażowe,
- próby rozruchowe,
- sporządzenie protokółu odbioru.

6.2.4.3 Komisja odbioru

1. Komisję odbioru powołuje inwestor (zleceniodawca).
2. Przewodniczącym komisji odbiorczej jest przedstawiciel inwestora (inspektor nadzoru).
3. Skład komisji odbioru powinien liczyć co najmniej trzy osoby. Obowiązkowo w skład komisji wchodzą:
- przedstawiciele inwestora, w tym inspektor nadzoru,
- kierownik budowy (główny wykonawca robót),
- kierownik robót elektrycznych,
- przedstawiciele użytkownika obiektu.
4. W skład komisji odbioru mogą wchodzić także:
- zaproszeni rzeczoznawcy,

- przedstawiciel przedsiębiorstwa energetycznego (zazwyczaj w przypadku, gdy odbiór końcowy instalacji elektrycznej odbywa się równocześnie z odbiorem końcowym całego obiektu).
5. Do obowiązków komisji odbioru należy:
- sprawdzenie przedstawionych dokumentów,
- oględziny instalacji elektrycznej,
- rozruch instalacji elektrycznej,
- sporządzenie protokółu odbioru.
6. Komisja odbioru może przerwać swoje prace, jeżeli stwierdzi, że:
- zostały one wykonane niezgodnie z zawartą umową,
- przedłożona dokumentacja powykonawcza jest niekompletna,
- roboty elektryczne nie zostały ukończone,
- wykonana instalacja ma poważne wady, wymagające dużych przeróbek.

6.2.4.4 Protokół odbioru końcowego instalacji elektrycznej

Protokół odbioru końcowego instalacji elektrycznej powinien zawierać:
- tytuł protokółu, miejscowość i datę sporządzenia,
- nazwę i adres obiektu,
- imiona i nazwiska członków komisji oraz ich funkcje (stanowiska służbowe),
- datę wykonania badań odbiorczych,
- ocenę kompletności dokumentacji przedłożonej do odbioru,
- ocenę wyników badań odbiorczych,
- potwierdzenie użycia do wykonania instalacji elektrycznej wyrobów oraz urządzeń dopuszczonych do obrotu i stosowania w budownictwie,
- potwierdzenie realizacji wpisów do dziennika budowy o wykrytych wadach lub usterkach oraz stwierdzenie ich usunięcia,
- oświadczenie komisji odbioru o wykonaniu (lub niewykonaniu) instalacji elektrycznej zgodnie z umową, warunkami technicznymi przyłączenia do sieci elektroenergetycznej, projektem, przepisami techniczno-budowlanymi, Polskimi Normami oraz zasadami wiedzy technicznej,
- decyzję komisji odbioru o przekazaniu (lub nieprzekazaniu) obiektu do eksploatacji,
- ewentualne uwagi i zalecenia komisji,
- podpisy członków komisji, stwierdzające zgodność ustaleń zawartych w protokóle,
- wykaz dokumentów załączonych do protokółu.

6.3 Badania odbiorcze instalacji elektrycznych

1. Każda instalacja elektryczna w budynku powinna być poddana szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym niezbędny zakres pomiarów, w celu sprawdzenia czy spełnia wymagania dotyczące ochrony ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami.
2. Badania odbiorcze powinna przeprowadzać komisja składająca się z co najmniej dwóch osób, dobrze znających wymagania stawiane instalacjom elektrycznym.
3. Badania odbiorcze instalacji elektrycznych mogą przeprowadzać wyłącznie osoby posiadające świadectwa kwalifikacyjne. Osoba wykonująca pomiary może korzystać z pomocy osoby nie posiadającej takiego świadectwa, pod warunkiem, że była ona przeszkolona w zakresie BHP dla prac przy urządzeniach elektrycznych. Zakres badań odbiorczych obejmuje:
- oględziny instalacji elektrycznych,
- badania (pomiary i próby) instalacji elektrycznych,
- próby rozruchowe.
4. Oględziny, pomiary i próby powinny być wykonywane przez oddzielne zespoły, a komisja ustala jedynie stan faktyczny na podstawie dostarczonych protokółów.
5. Protokóły z badań (pomiarów i prób), sprawdzeń i odbiorów częściowych należy przedłożyć komisji w trakcie odbioru.
6. Komisja może być jednocześnie wykonawcą oględzin, badań i prób, z tym że z badań i

prób powinny zostać wykonane oddzielne protokóły.
7. Po zakończeniu badań odbiorczych komisja sporządza protokół końcowy. Protokół należy przedłożyć do odbioru końcowego budynku (instalacji elektrycznych w budynku). Protokół ten powinien zawierać co najmniej następujące dane:
- numer protokółu, miejscowość i datę sporządzenia,
- nazwę i adres obiektu,
- imiona i nazwiska członków komisji oraz stanowiska służbowe,
- datę wykonania badań odbiorczych,
- ocenę wyników badań odbiorczych,
- decyzję komisji odbioru o przekazaniu (lub nieprzekazaniu) obiektu do eksploatacji,
- ewentualne uwagi i zalecenia komisji,
- podpisy członków komisji, stwierdzające zgodność ustaleń zawartych w protokóle.

6.3.1 Oględziny instalacji elektrycznych

1. Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji.
2. Oględziny mają na celu stwierdzenie, czy wykonana instalacja lub urządzenie:
- spełniają wymagania bezpieczeństwa,
- zostały prawidłowo zainstalowane i dobrane oraz oznaczone zgodnie z projektem,
- nie mają widocznych uszkodzeń mechanicznych, mogących mieć wpływ na pogorszenie bezpieczeństwa użytkowania.
3. Zakres oględzin obejmuje sprawdzenie prawidłowości:
- wykonania instalacji pod względem estetycznym (jakość wykonanej instalacji),
- ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych,
- ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi,
- doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia,
- wykonania połączeń obwodów,
- doboru oraz nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających i łączących,
- rozmieszczenia oraz umocowania aparatów, sprzętu i osprzętu,
- oznaczenia przewodów fazowych, neutralnych, ochronnych oraz ochronno-neutralnych,
- umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych informacji na oznaczenie obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
- wykonania dostępu do instalacji i urządzeń elektrycznych w celu ich wygodnej obsługi i konserwacji.

6.3.2 Estetyka i jakość wykonanej instalacji

O jakości i estetyce wykonanej instalacji decyduje:
- zastosowanie tego samego rodzaju oraz zachowanie jednakowej kolorystyki sprzętu elektroinstalacyjnego,
- trwałość zamocowania sprzętu do podłoża oraz innych elementów mocujących i uchwytów,
- zamocowanie sprzętu na jednakowej wysokości w danym pomieszczeniu z zachowaniem zasad prostoliniowości mocowania,
- zachowanie we wszystkich pomieszczeniach jednolitej pozycji łączników oraz jednolite usytuowanie styku ochronnego w gniazdach wtyczkowych,
- właściwe zabezpieczenie przed korozją elementów urządzeń i instalacji narażonych na wpływ czynników atmosferycznych.

6.3.3 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

1. Należy ustalić, jakie środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim zostały zastosowane.
2. Należy stwierdzić prawidłowość dobrania środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznych oraz ich zgodność z obowiązującymi normami.

3. Sprawdza się zgodność z wymaganiami PN-IEC 60364-4-41:2000 oraz PN-IEC 60364-4-47:2001.

6.3.4 Ochrona przed pożarami i skutkami cieplnymi

1. Należy sprawdzić, czy:
- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których (w pobliżu których) są zainstalowane,
- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie,
- urządzenia zawierające ciecze palne są odpowiednio zabezpieczone przed rozprzestrzenianiem się tych cieczy,
- dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniem,
- urządzenia do wytwarzania pary, gorącej wody lub powietrza mają wymagane zabezpieczenie przed przegrzaniem,
- urządzenia wytwarzające promieniowanie cieplne są zabezpieczone przed wystąpieniem niebezpiecznych temperatur.
2. Ocenia się zgodność z wymaganiami PN-IEC 60364-4-42:1999 oraz PN-IEC 60364-4-482:1999.

6.3.5 Dobór przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia oraz dobór i nastawienie urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych

1. Należy sprawdzić prawidłowość doboru parametrów technicznych i kompatybilność dostosowania do warunków pracy urządzeń:
- zabezpieczających przed skutkami prądu przeciążeniowego,
- zabezpieczających przed skutkami prądu zwarciowego,
- ochronnych różnicowoprądowych,
- zabezpieczających przed przepięciami,
- zabezpieczających przed zanikiem napięcia,
- do odłączania izolacyjnego.
2. Należy sprawdzić prawidłowość
- nastawienia parametrów urządzeń (aparatów) zabezpieczających,
- zainstalowania i nastawienia urządzeń sygnalizacyjnych do stałej kontroli stanu izolacji oraz innych, jeśli takie przewidziano w projekcie,
- doboru urządzeń ze względu na selektywność działania,
- doboru przewodów do przewidywanych obciążeń prądem elektrycznym oraz ich zabezpieczeń przed przetężeniami.
3. Należy sprawdzić zgodność wykonania z wymaganiami PN-EC 60364-4-43:1999, PN-EC 60364-4-473:1999, PN-EC 60364-5-51:2000, PN-EC 60364-5-52:2002, PN-EC 60364-5-53:2000, PN-EC 60364-5-523:2001, PN-EC 60364-5-537:1999.

6.3.6 Umieszczenie odpowiednich urządzeń odłączających i łączących

1. Należy sprawdzić, czy instalacja i urządzenia spełniają wymagania w zakresie:
- odłączania od napięcia zasilającego całej instalacji oraz każdego obwodu,
- środków zapobiegających przypadkowemu załączeniu i możliwości wyłączenia awaryjnego,
- wynikającym z potrzeb sterowania,
- wynikającym z wymagań bezpieczeństwa przy zachowaniu zasad,
- wynikającym z odłączania w celu wykonania konserwacji urządzeń mechanicznych,
- odłączania izolacyjnego i łączeń roboczych,
- wyłączania do celów konserwacji,
- wyłączania awaryjnego.
2. Sprawdzenia dokonuje się na zgodność z wymaganiami PN-EC 60364-4-46:1999, PN-EC 60364-5-537:1999 oraz PN-EN 61293:2000.

6.3.7 Dobór urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych

1. Należy sprawdzić prawidłowość zastosowanych rozwiązań technicznych w zależności od warunków środowiskowych oraz ze względu na:
- konstrukcję obiektu budowlanego oraz temperaturę i wilgotność powietrza,
- obecność ciał obcych, wody lub innych substancji wywołujących korozję,
- narażenia mechaniczne,
- promieniowanie słoneczne, wstrząsy sejsmiczne, wyładowania atmosferyczne, oddziaływanie elektromagnetyczne, elektrostatyczne lub jonizujące,
- przepięcia atmosferyczne i łączeniowe,
- kontakt ludzi z potencjałem ziemi,
- warunki ewakuacyjne oraz zagrożenia pożarem, wybuchem i skażeniem,
- kwalifikacje osób.
2. Sprawdza się zgodność z wymaganiami PN-IEC 60364-3:2000, PN-IEC 60364-4-443:1999 i PN-IEC 60364-5-51:2000.

6.3.8 Oznaczenia przewodów

1. Sprawdzenie prawidłowości oznaczenia przewodów polega na stwierdzeniu odpowiedniego oznaczenia wszystkich przewodów ochronnych, neutralnych i ochron-no-neutralnych oraz ocenieniu, czy kolory zielono-żółty i jasnoniebieski nie zostały zastosowane do oznaczenia przewodów fazowych.
2. Sprawdzenia dokonuje się na zgodność z wymaganiami PN-IEC 60364-5-54:1999, PN-EN 60445:2002 oraz PN-EN 60446:2004.

6.3.9 Umieszczanie schematów, tablic ostrzegawczych itp. oraz oznaczenia obwodów, łączników, bezpieczników, zacisków itp.

1. Należy sprawdzić umieszczenie schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji oraz oznaczenia obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.
2. Należy sprawdzić, czy:
- umieszczone napisy oraz tablice ostrzegawcze, informacyjne i identyfikacyjne znajdują się we właściwym miejscu,
- obwody, łączniki, bezpieczniki, zaciski są oznaczone w sposób umożliwiający ich identyfikację i zgodnie z oznaczeniami na schematach oraz innych środkach informacyjnych,
- tabliczki znamionowe oraz inne środki identyfikujące aparaty łączeniowe i sterownicze znajdują się we właściwym miejscu, a ich zakres informacji pozwala na identyfikację,
- umieszczono we właściwych miejscach schematy oraz czy w wystarczającym zakresie pozwalają one na identyfikację instalacji, obwodów lub urządzeń.
3. Ocenia się zgodność z wymaganiami PN-IEC 60364-5-51:2000, PN-IEC 60038: 1999, PN-EN 60617-7:2002(U), PN-EN 60617-1 l:2002(U), PN-EN 60617-6: 2002(U), PN-88/E-O85O1, PN-92/N-01256/01, PN-92/N-01256/02 i PN-92/N-01256/03.

6.3.10 Połączenia przewodów

1. Należy sprawdzić, czy:
- połączenia przewodów są wykonane przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu,
- izolacja nie naciska na połączenia,
- zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody.
2. Należy zbadać zgodność wykonania z wymaganiami PN-EN 60998-1:2001, PN-EN 60998-2-1:2001, PN-EN 60998-2-2:1999, PN-EN 60999-1:2002 oraz PN-EN 61210:2000.

6.3.11 Badania (pomiary i próby) instalacji elektrycznych

1. Przed przystąpieniem do pomiarów i prób należy usunąć wszystkie wady, błędy montażowe i usterki wykryte w trakcie oględzin instalacji.
2. Pomiary i próby przeprowadza się w celu stwierdzenia, czy zainstalowane przewody, aparaty, urządzenia i środki ochrony:
- spełniają wymagania określone w odpowiednich normach,

- odpowiednio zabezpieczają osoby i mienie przed negatywnym oddziaływaniem instalacji elektrycznych,
- nie mają uszkodzeń, wad lub odporności mniejszej niż wymagana,
- są dobrane, zainstalowane i wykazują parametry określone w projekcie.

3. Podstawowy zakres pomiarów i prób obejmuje:
- sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych (miejscowych) połączeń wyrównawczych,
- pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznych,
- sprawdzenie ochrony przez oddzielenie od siebie obwodów,
- pomiar rezystancji izolacji ścian i podłogi,
- pomiar rezystancji izolacji kabli,
- pomiar rezystancji uziemienia oraz rezystywności gruntu,
- pomiar prądów upływowych,
- sprawdzenie biegunowości,
- sprawdzenie samoczynnego wyłączenia zasilania,
- sprawdzenie działania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych,
- sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej,
- przeprowadzenie prób działania,
- sprawdzenie ochrony przed spadkiem lub zanikiem napięcia.

4. Każda wyżej wymieniona praca pomiarowo-kontrolna powinna być zakończona sporządzeniem protokółu z przeprowadzonych badań i pomiarów. Protokół musi zawierać co najmniej następujące dane:
- nazwę badanego urządzenia i jego dane znamionowe,
- miejsce jego zainstalowania,
- rodzaj wykonanych pomiarów,
- nazwisko osoby wykonującej pomiary,
- datę wykonania pomiarów,
- spis użytych przyrządów i ich numery,
- liczbowe wyniki pomiarów
- uwagi i wnioski.

5. Ocenę końcową badań odbiorczych należy uznać za dodatnią wówczas, gdy wyniki wszystkich badań w zakresie oględzin, pomiarów i prób są dodatnie.
6. Jeżeli w trakcie badań stwierdzono usterki, to po ich usunięciu należy powtórzyć wszystkie badania, na które usterka mogła mieć wpływ.
7. Pomiary i próby przeprowadza się na zgodność z wymaganiami PN-IEC 60364-6-61:2000 i PN-E-04700:1998/Az 1:2000.

6.4 Warunki odbioru instalacji i urządzeń zasilających

6.4.1 Odbiór międzyoperacyjny i częściowy

6.4.1.1 Odbiór międzyoperacyjny

1. Odbiór międzyoperacyjny przeprowadzany jest po zakończeniu danego etapu robót, mających wpływ na wykonanie dalszych prac.
2. Odbiorowi takiemu podlegają m.in.:
- wykonanie i montaż konstrukcji,
- ustawienie rozdzielnicy,
- obwody zewnętrzne główne i pomocnicze,

6.4.1.2. Odbiór częściowy

1. Powinno przeprowadzić się badanie pomontażowe częściowe elementów urządzeń, które ulegają zakryciu, uniemożliwiając ocenę prawidłowości ich wykonania po całkowitym ukończeniu prac.
2. Podczas odbioru należy sprawdzić prawidłowość montażu oraz zgodność z obowiązującymi przepisami i projektem:
- instalacji wtynkowych i podtynkowych,

- sieci uziemiającej, kablowej i odwadniającej układanej bezpośrednio w ziemi,
- fundamentów, uziomów fundamentowych i przepustów umieszczonych w fundamentach.

6.4.2 Odbiór końcowy

6.4.2.1 Wymagania ogólne dotyczące pomontażowego odbioru urządzeń zasilających

1. Badania pomontażowe jako techniczne sprawdzenie jakości wykonanych robót należy przeprowadzić po zakończeniu robót elektrycznych przed przekazaniem użytkownikowi urządzeń zasilających.
2. Zakres badań obejmuje sprawdzenie:
- izolacji torów głównych,
- izolacji torów pomocniczych,
- działania funkcjonalnego obwodów pomocniczych,
- działania mechanicznego łączników, blokad itp.,
- instalacji ochronnej.
3. Parametry badań oraz sposób przeprowadzenia badań są określone w PN-IEC 60364-6-61:2000 i PN-E-04700:1998/AzI :2000.
4. Badania napięciem probierczym wykonuje się tylko jeden raz. Jeżeli producent dostarczył protokół z tych badań, rozdzielnice o napięciu do 1 kV - induktorem, sprawdzając tylko rezystancję izolacji.
5. Badania działania obwodów pomocniczych polegają na sprawdzeniu prawidłowości działania układów zabezpieczeń, sterowania, sygnalizacji, blokad, automatyki i samoczynnego załączania rezerwy. Badania należy przeprowadzić według programu, który powinien być częścią dokumentacji eksploatacyjnej.
6. Badania działania mechanicznego łączników, blokad itp. wykonuje się na napędach łączników oraz związanych z nimi blokadach mechanicznych. Należy wykonać 5 normalnych cykli roboczych (zamknięcie - otwarcie) każdego łącznika.
7. W rozdzielnicach dwuczłonowych należy wykonać 5 cykli przestawień każdego członu ruchomego - od stanu pracy do stanu spoczynku (próby) i od stanu spoczynku (próby) do stanu pracy.
8. Łączniki sterujące wyposażeniem członu należy zamykać i otwierać w stanie pracy i w stanie próby. W trakcie próby trzeba także sprawdzić prawidłowe działanie blokad tego członu.
9. Badania należy przeprowadzić według instrukcji rozdzielnicy. Wyniki badań trzeba zamieścić w protokóle.

7 ODBIÓR INSTALACJI PIORUNOCHRONNEJ BUDYNKU

7.1 Odbiór robót

7.1.1 Odbiory częściowe

1. W ramach odbiorów częściowych należy dokonać kontroli międzyoperacyjnych.
2. Kontrole obejmują:
• sprawdzenie prawidłowości wykonania połączeń metalicznych zbrojenia ścian i fundamentów przed zalaniem betonem, to jest:
- przekrojów poprzecznych zbrojenia i połączeń prętów zbrojeniowych,
- przekrojów przewodów uziemiających i prawidłowości ich połączeń,
- przygotowania prętów zbrojenia (wypustów) do połączeń z przewodami uziemiającymi,
- miejsc wyprowadzenia przewodów uziemiających, oznaczonych w dokumentacji,
- wyników pomiarów rezystancji uziemień, wykorzystujących zbrojenie fundamentów, przed wykonaniem kondygnacji naziemnych, zgodnie z zasadami przedstawionymi w punkcie 6.1.4,
• ocenę ułożenia krytych przewodów odprowadzających i uziemiających przed ich zakryciem,
• sprawdzenie instalacji uziemiającej w wykopach przed ich zasypaniem.

7.1.2 Odbiór końcowy

1. Przed przystąpieniem do odbioru końcowego wykonawca powinien:
- przygotować dokumentację powykonawczą, zgodnie z zasadami przedstawionymi w punkcie 6.1.3,
- sporządzić oświadczenie o zakończeniu robót.
2. Komisja odbioru powinna:
- zbadać aktualność i kompletność dokumentacji powykonawczej, według postanowień przedstawionych w punkcie 6.1.3,
- przeprowadzić oględziny urządzenia piorunochronnego zewnętrznego i wewnętrznego z punktu widzenia zgodności z dokumentacją jego materiałów, wymiarów i rozmieszczenia,
- sporządzić protokół odbioru, z uwzględnieniem wszystkich podstawowych uwag i podjętych zaleceń.

7.1.3 Dokumentacja powykonawcza instalacji piorunochronnej

Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji wykonawca obowiązany jest dostarczyć zleceniodawcy dokumentację powykonawczą, a w szczególności:
- dokumentację techniczną z naniesionymi na niej ewentualnymi zmianami,
- metrykę urządzenia piorunochronnego zewnętrznego (wg wzoru przedstawionego w załączniku nr 4),
- protokół badań urządzenia piorunochronnego zewnętrznego (wg wzoru przedstawionego w załączniku nr 3),
- dziennik budowy z adnotacjami dotyczącymi kontroli robót międzyoperacyj-nych,
- certyfikaty lub deklaracje zgodności, wydane dla wyrobów stosowanych w urządzeniach piorunochronnych.

7.1.4 Badania techniczne i pomiary kontrolne instalacji piorunochronnej

1. Badania techniczne i pomiary kontrolne instalacji piorunochronnej należy wykonać, uwzględniając wymagania zawarte w PN-IEC 61024-l:2001/Apl :2002, PN-IEC 61024-1-l:2001/Apl:2002, PN-IEC 61024-1-2:2002, PN-86/E-O5OO3/O1 i PN-IEC 60364-4-443:1999.
2. W zależności od rodzaju i przeznaczenia urządzenia piorunochronnego badania powinny obejmować:
- oględziny zbrojenia ścian i fundamentów przed zalaniem betonem,
- oględziny części nadziemnej,
- sprawdzenie ciągłości galwanicznej urządzenia piorunochronnego,
- pomiary rezystancji uziemienia,
- oględziny elementów uziemienia (po ich odkopaniu lub przed zasypaniem).
3. Oględziny dotyczą sprawdzenia:
- zgodności rozmieszczenia poszczególnych elementów urządzenia piorunochronnego,
- wymiarów użytych materiałów,
- rodzajów połączeń,
- bezpiecznych odstępów izolacyjnych pomiędzy urządzeniem piorunochron-nym i metalowymi elementami lub instalacjami budynku,
- prawidłowości doboru ograniczników przepięć zgodnie z projektem i klasą (strefą ochrony) B, C i D (I, II i III).
4. Sprawdzanie ciągłości galwanicznej powinno zostać wykonane przy użyciu omomierza przyłączonego z jednej strony do zwodów, a z drugiej do wybranych przewodów urządzenia piorunochronnego.
5. Pomiary rezystancji uziemienia powinny być wykonywane przy zastosowaniu metody technicznej.
6. Oględziny elementów uziemienia powinny być wykonywane dla 10% uziomów oraz ich przewodów uziemiających; wyboru badanych uziomów należy dokonać losowo.
7. W przypadku, gdy stopień korozji nie przekracza 40% przekroju jakiegokolwiek elementu, można te elementy pokryć farbami tlenkowymi przewodzącymi lub półprzewodzącymi w celu umożliwienia dalszego ich użytkowania.

8. W przypadku stwierdzenia stopnia korozji, przekraczającego 40% przekroju jakiegokolwiek elementu, należy ten element wymienić na nowy.
9. Każdy obiekt budowlany, podlegający ochronie odgromowej, powinien mieć metrykę urządzenia piorunochronnego.
10. Badania urządzenia piorunochronnego powinny być wykonane nie rzadziej niż przewidują to przepisy dla danego rodzaju obiektów. Badania powinny obejmować czynności wyszczególnione w protokóle badań urządzenia piorunochronnego.

8 ODBIÓR OŚWIETLENIA ZEWNĘTRZNEGO

8.1 Wykopy pod lampy

Sprawdzeniu podlega lokalizacja, wymiary i zabezpieczenie ścianek wykopu. Po ustawieniu fundamentów lub wykonanie ustojów, stopień zagęszczenia gruntu i usunięcia nadmiaru ziemi.

8.2 Fundamenty i ustoje.

Program badań powinien obejmować sprawdzenie kształtu i wymiarów, wyglądu zewnętrznego i wytrzymałości. Parametry te powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w Dokumentacji Projektowej oraz wymaganiami norm PN-B-03322 i PN-B-30000. Ponadto należy sprawdzić dokładność ustawienia w planie i rzędne posadowienia.

8.3 Latarnie.

Elementy latarń powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową i BN-79/90060-01. Latarnie, po ich montażu podlegają sprawdzeniu pod kątem:

- dokładności pionowego ustawienia słupów,
- jakości połączeń kabli i przewodów na tabliczkach bezpiecznikowo - zaciskowych oraz na zaciskach opraw,
- jakości połączeń śrubowych słupów, masztów, wysięgników i opraw,
- stanu antykorozyjnej powłoki ochronnej wszystkich elementów.

8.4 Linia kablowa

W czasie wykonywania i po zakończeniu robót kablowych; należy przeprowadzić następujące
pomiary:

- głębokości zakopania kabla,
- grubości podsypki piaskowej p[od i nad kablem,
- odległości folii ochronnej od kabla,
- rezystancji izolacji i ciągłości żył kabla.

Pomiary należy wykonywać co 10m budowanej linii kablowej za wyjątkiem pomiarów rezystancji i ciągłości kabla, które należy wykonywać dla każdego odcinka kabla. Ponadto należy sprawdza stopień zagęszczenia gruntu nad kablem i rozplantowanie nadmiaru ziemi.

8.5 Instalacja przeciwporażeniowa

Podczas wykonywania uziomów taśmowych należy wykonać pomiary głębokości ułożenia bednarki oraz sprawdzić stan połączeń spawanych a po jej zasypaniu, sprawdzić stopień zagęszczenia i rozplantowanie gruntu. Pomiary głębokości ułożenia bednarki wykonywać co 10 m, przy czym bednarka nie powinna być zakopana płycej niż 0,60 m. Stopień zagęszczenia gruntu jak dla układania kabli. Po wykonaniu uziomów ochronnych należy wykonać pomiary ich rezystancji. Otrzymane wyniki nie powinny być gorsze od wartości podanych w Dokumentacji Projektowej lub SST. Po wykonaniu instalacji oświetleniowej należy zmierzyć (przy zerowaniu) impedancję pętli zwarciowej dla stwierdzenia skuteczności zerowania. Wszystkie wyniki pomiarów należy zamieścić w protokole z pomiarów ochrony przeciwporażeniowej.

8.6 Pomiar natężenia oświetlenia.

Pomiary należy wykonywać po upływie co najmniej 0,5 godz. Od włączenia lamp. Lampy przed pomiarem powinny pracować przez minimum 100 godz. Pomiary należy wykonywać przy suchej i czystej nawierzchni, wolnej od pojazdów, pieszych i jakichkolwiek obiektów obcych mogących zniekształcić wyniki pomiarów. Pomiarów nie należy przeprowadzać podczas nocy księżycowych oraz w złych warunkach atmosferycznych (mgła, śnieżyca, unoszący się kurz itp.). Do pomiarów należy używać przyrządów pomiarowych o zakresach zapewniających przy każdym pomiarze odchylania wskaźników nie mniejsze od 30% całej skali w danym zakresie. Pomiary natężenia oświetlenia należy wykonywać za pomocą luksomierza wyposażonego w urządzenie do korekcji kątowej a element światłoczuły powinien posiadać osprzęt umożliwiający dokładne poziomowanie podczas pomiaru. Pomiary przeprowadzać dla punktów chodnika zgodnie z normą PN-E-02032.

8.7 Dokumenty.

Przy przekazywaniu oświetlenia drogowego do eksploatacji Wykonawca: zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu następujące dokumenty:

- aktualną powykonawczą dokumentację projektową,
- geodezyjną dokumentację powykonawczą,
- protokoły z dokonanych pomiarów ochrony przeciwporażeniowej,
- protokół odbioru robót.

9 WARUNKI PRZEKAZANIA INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ I PIORUNOCHRONNEJ DO EKSPLOATACJI

1. Instalacja i urządzenia elektryczne mogą być przyjęte do eksploatacji po stwierdzeniu:
- kompletności dokumentacji technicznej powykonawczej,
- gotowości instalacji i urządzeń elektrycznych do eksploatacji zgodnie z wymaganiami ustalonymi w założeniach techniczno-ekonomicznych i projekcie technicznym,
- przygotowania instalacji i urządzeń elektrycznych do pracy zgodnie z określonymi warunkami technicznymi odnośnie do budynków i urządzeń,
- przygotowania instalacji i urządzeń elektrycznych do pracy zgodnie z wymaganiami BHP, pożarowymi i ochrony środowiska,
- uzyskania pozytywnych wyników prób i pomiarów parametrów technicznych instalacji i urządzeń elektrycznych,
- poprawnej pracy poszczególnych odcinków instalacji elektrycznej i urządzeń elektrycznych,
- spełnienia warunków sanitarnych i sanitarno-bytowych.

2. Ostatecznym dokumentem potwierdzającym przyjęcie instalacji i urządzeń elektrycznych w budynku jest protokół przyjęcia, po ustaleniu, że nie zawiera ona żadnych braków i usterek. Protokół przyjęcia powinien zostać podpisany przez właściciela lub zarządcę przyjmującego instalację i urządzenia elektryczne w budynku.

3. Przekazanie obiektu do eksploatacji nie zwalnia wykonawcy od usunięcia ewentualnych wad i usterek stwierdzonych przy odbiorze końcowym oraz istotnych usterek zgłoszonych przez użytkownika w okresie trwania rękojmi, tj. w okresie gwarancyjnym.

4. Termin usunięcia wad i usterek w ramach rękojmi wyznacza inwestor w porozumieniu z wykonawcą.

5. W przypadku niedotrzymania przez wykonawcę budowy (robót) zobowiązań wynikających z rękojmi, zamawiający ma prawo do odszkodowania i do stosowania kar umownych.

10 WYMAGANIA OGÓLNE DOTYCZĄCE BHP PRZY WYKONYWANIU ROBÓT ELEKTRYCZNYCH I PIORUNOCHRONNYCH

1. Przy wykonywaniu robót każdy wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania obowiązujących przepisów w zakresie BHP.

2. Podstawowym aktem prawnym obowiązującym w zakresie BHP jest ustawa Kodeks pracy z dnia 26 czerwca 1974 r. z późniejszymi zmianami. W Dz. U. 2002 nr 199, poz. 1673 i nr

200, poz. 1679 opublikowano dwie ustawy, które wprowadzają zmiany do Kodeksu pracy z dniem 1 stycznia 2003 r.
3. Sprawy bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych szczegółowo reguluje rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. (Dz. U. 1999 nr 80, poz. 980).
4. Wykonawca robót powinien przestrzegać wymagań generalnego wykonawcy w zakresie BHP.
5. Wykonawca robót powinien mieć uprawnienia budowlane oraz świadectwo kwalifikacyjne D i E w zakresie dozoru i eksploatacji instalacji i urządzeń elektroenergetycznych, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 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; nr 129, poz. 1184).
6. Kwalifikacje personelu wykonawcy robót powinny zostać stwierdzone przez właściwą komisję egzaminacyjną i udokumentowane ważnym zaświadczeniem kwalifikacyjnym E.

11 BIBLIOGRAFIA

[1] ClCHOWSKIR., KREFTER K. H.: Lexikon der Instalationstechnik VDE Vort-schriften42. VDE-Verlag, Berlin 1988
[2] BOCZKOWSKI A., CENDROWSKl S., Gera M., LENARTOWICZ R.: Instalacje elektryczne. Warunki techniczne z komentarzami. Wymagania odbioru i eksploatacji. Przepisy prawne i normy. COBO-PROFIL, Warszawa 2000
[3] JABŁOŃSKI W., LEJDY B., LENARTOWICZ R.: Uziemienia, uziomy, połączenia wyrównawcze. COBR-Elektromontaż, Warszawa 2000
[4] Poradnik montera elektryka. Praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1997 [5] Instalacje elektryczne. Praca zbiorowa Tom 5. Arkady, Warszawa 1988
[5] BOCZKOWSKI, LENARTOWICZ R, WYBRAŃSKA.: Instalacje elektryczne. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część D: Roboty instalacyjne. INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ, Warszawa 2004