

# **SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT**

## **INSTALACJE ELEKTRYCZNE (budynek biurowy, portiernia, garaż)**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Temat:                   | Przebudowa budynku portierni oraz przebudowa budynku biurowego z budową instalacji wewnętrznej wentylacji mechanicznej i hybrydowej wraz z remontem budynku garażowego wraz z przebudową i rozbudową wewnętrznej instalacji kanalizacji deszczowej na działkach nr 38/2 i 38/3 przy ul. Olszewskiej 6 w Warszawie. |
| Inwestor:                | Komenda Główna Policji<br>ul. Puławska 148/150<br>02-624 Warszawa  |
| Adres:                   | Działka nr 38/3 i 38/2, obręb 1-01-13<br>jedn. ewidencyjna 146505<br>mśc. Warszawa, gmina Warszawa   |
| Kategoria:               | Kategoria XII – budynki administracji publicznej<br>Kategoria VIII - inne budowle  |
| Data:                    | 07.2017 r.   |
| Jednostka<br>Projektowa: | Marcin Marzec INSTAL-TECH<br>NIP: 864-182-66-20, ul. Nowohucka 92A/15, 30-728 Kraków   |

mgr inż. Tomasz Kopeć  
Uprawnienia budowlane  
nr ewid. - LUB/0132/PWOE/10  
do projektowania i kierowania  
robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w szczególności instalacyjnej w zakresie  
sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych  
i elektroenergetycznych

Opracował: mgr inż. Tomasz Kopeć

Lublin 2017

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej części specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z budową instalacji teletechnicznych w budynku Komendy Głównej Policji na działkach nr: 38/3 i 38/2, obręb 1-01-13, jedn. ewidencyjna 146505, msc. Warszawa, gmina Warszawa 620/5, 620/4, 287 obr. 01 Annopol.

### **UWAGA:**

Inne materiały i urządzenia o parametrach odpowiadających tym, które zostały wymienione w specyfikacji technicznej, przedmiarach robót lub dokumentacji projektowej mogą zostać wykorzystane przy prowadzeniu przedsięwzięcia.

### **1.2. Zakres stosowania ST**

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### **1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej ST dotyczą wykonania robót wymienionych w punkcie 1.1 związanych z budową instalacji ELEKTRYCZNYCH.

Zakres robót obejmuje:

1. Wymiana rurażu dla potrzeb zasilenia garażu i portierni, budowa rurażu dla potrzeb zasilenia bramy.
2. Dobudowa zabezpieczenia w rozdzielnicy SZR i budowa rozdzielni zasileń pożarowych PZP.
3. Przebudowa rozdzielnicy głównej RGA z układem przełącznika autom. SZR sieć-agregat oraz głównym wyłącznikiem prądu
4. Przebudowa rozdzielnicy rezerwowanej RGK z układem przełącznika autom. RGA-UPS oraz głównym wyłącznikiem prądu
5. Przebudowa rozdzielnic R0, R1
6. Dopuszczenie rozdzielnic R2, R3, R4
7. Wymiana zabezpieczeń w rozdzielnicach RK1, RK2, RK3, RK4
8. Konstrukcje wsporcze dla kabli i przewodów – uzupełnienie istniejących i dobudowa nowych elementów
9. Koryta kablowe DLP n/t dla kabli i przewodów – uzupełnienie istniejących i dobudowa nowych elementów
10. Instalacje dla urządzeń technologicznych
  - Brama wjazdowa
11. Instalacje sanitarne, wentylacja mechaniczna
  - zasilanie central wentylacyjnych
  - zasilanie klimatyzatorów przypodłogowych/kasetonowych
  - zasilanie wentylatorów wyciągowych
  - zasilanie jednostek zewnętrznych
  - zasilanie kurtyn powietrznych
12. Serwerownia
13. Instalacje oświetleniowe wewnętrznego
  - oświetlenia podstawowego
  - oświetlenia awaryjnego
14. Gniazda
  - gniazda 230 V~ ogólne
  - gniazda 230V~ komputerowe
  - gniazda siłowe 400/230V~
15. Instalacje uziemiające i połączeń wyrównawczych

16. Instalacje odgromowe
17. Instalacje ochrony od porażeń
18. Instalacje ochrony przepięciowej
19. Ochrona pożarowa obiektu
  - Wyłączniki pożarowe

#### **1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej specyfikacji technicznej są zgodne z właściwymi obowiązującymi przepisami i właściwymi zharmonizowanymi Polskimi lub Europejskimi Normami :

- aparatura rozdzielcza i sterownicza – ogólna nazwa aparatów elektrycznych, a także zespół tych aparatów ze związanym wyposażeniem, wewnętrznymi połączeniami, osprzętem, obudowami i konstrukcjami wsporczymi – służąca do łączenia, sterowania, pomiaru, zabezpieczeń i regulacji pracy obwodów elektrycznych;
- instalacja elektryczna – zespół odpowiednio połączonych przewodów i kabli wraz ze sprzętem i osprzętem elektroinstalacyjnym, a także urządzeniami oraz aparatami – przeznaczony do przesyłu, rozdziału, zabezpieczenia i zasilania odbiorników energii elektrycznej.

#### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót i ich zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną i poleceniami inspektora nadzoru, za sposób ich prowadzenia zgodny z obowiązującymi normami i przepisami, oraz za przestrzeganie przepisów bhp oraz bezpieczeństwa ruchu.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Wszystkie zakupione przez wykonawcę materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument. Inne materiały powinny być wyposażone w takie dokumenty na polecenie inspektora nadzoru.

### **2.2. Materiały elektryczne**

Przy budowie instalacji elektrycznych należy stosować materiały zgodne z dokumentacją projektową i ST.

### **2.3. Kable i przewody**

W instalacjach elektrycznych należy stosować kable i przewody:

- przewody z żyłą miedzianą wielodrutową o izolacji polwinitowej 750V,
- kable elektroenergetyczne z żyłami miedzianymi o izolacji i powłoce polwinitowej, z żyłą ochronną zielono-żółtą i pozostałymi o barwach czarna, niebieska, brązowa i czarna, na napięcie znamionowe 0,6/1kV, wg PN-93/E-90401, PN-93/E-90400,
- przewody instalacyjne wielożyłowe z żyłami miedzianymi o izolacji i powłoce polwinitowej z żyłą ochronną zielono-żółtą, na napięcie znamionowe 450/750V, do układania na stałe bez dodatkowych osłon przed uszkodzeniami mechanicznymi na tynku i pod tynkiem w pomieszczeniach suchych i wilgotnych, wg PN-87/E90056,
- kable bezhalogenowe ognioodporne NHXH(-J) 300/500V
- kable teletechniczne F/FTP kat. 6A w wykonaniu zewnętrznym (kable układane w kanalizacji)

Przekrój żył przewodów i kabli powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciovowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Bębny z przewodami należy przechowywać w miejscach zadaszonych, zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi i bezpośrednim działaniem promieni słonecznych, na utwardzonym podłożu.

Piasek stosowany przy układaniu kabli powinien być co najmniej gatunku „3”, odpowiadającego wymaganiom BN-87/6774-04.

#### **2.4. Rozdzielnice elektryczne**

Rozdzielnice niskiego napięcia według PN-IEC 60439. Napięcie izolacji rozdzielnic powinno być dostosowane do największego napięcia znamionowego instalacji. Rozdzielnice powinny zapewniać poprawną i bezpieczną pracę instalacji i urządzeń elektrycznych w obiekcie, zaciski rozdzielnic powinny być dostosowane do przekrojów i średnic przewodów, rurek oraz uchwytów stosowanych podczas robót. Rozdzielnice powinny być wyposażone w szyny, zaciski N i PE i przystosowane do układu sieciowego TN-C-S. Przewody ochronne powinny być oznaczone kombinacją barw żółtej i zielonej.

Rozdzielnice powinny posiadać oznakowania wykonane w sposób wyraźny, jasny i w kolorze kontrastowym z kolorem rozdzielnic. Należy na rozdzielnicach umieścić oznakowanie ostrzegawcze. Rozdzielnice należy wyposażyć w aktualny schemat elektryczny umieszczony na drzwiczkach.

W przypadku braku drzwiczek przy rozdzielnicy należy je zamontować oraz uziemić drzwiczki.

#### **2.5. Oprawy oświetleniowe**

Oprawy oświetleniowe według PN-IEC 60598 oraz norm jak niżej. Oprawy oświetleniowe powinny zapewniać poprawną i bezpieczną eksploatację. Oprawy oświetleniowe powinny zapewniać właściwą ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym. Oprawy wykonane w I klasie izolacji powinny być wyposażone w zaciski PE i przystosowane do układu sieciowego TN-C-S. Nie dopuszcza się opraw wykonanych w 0 klasie izolacji. Zaleca się stosowanie opraw wykonanych w II klasie izolacji oraz w obudowie przeciwwybuchowej. Przewody ochronne powinny być oznaczone kombinacją barw żółtej i zielonej.

Oprawy powinny być dostosowane do warunków środowiskowych, w których zostaną zamontowane, tj. temperatury otoczenia oraz posiadać odpowiednie zabezpieczenie przed:

- przedostaniem się ciał stałych, pyłu i wilgoci;
- zapaleniem;
- uderzeniem.

Oprawy powinny być wyposażone w osprzęt dostosowany do źródła światła.

Oprawy powinny być wyposażone w zintegrowane źródła światła typu LED i elementy optyczne dostosowane do charakteru pomieszczenia i wykonywanych w nim czynności oraz powinny zapewniać ochronę przeciwpożarową.

Oprawy oświetlenia awaryjnego typu LED powinny być wyposażone w moduł zasilania awaryjnego, czas pracy podtrzymania zasilania min. 1 h.

Oprawy powinny być w sposób widoczny oznakowane. Powinny spełniać wymagania normy PN-IEC 60598-2-22.

Znaki ewakuacyjne umieszczone na oprawach oświetlenia ewakuacyjnego powinny być zgodne z PN-92/N-01256-02 i PN-N-01256-5.

Za zarządzanie i monitoring opraw awaryjnych odpowiada centralka typu RUBIC MINI UNA. Zabudowa centralki w pom. siłowni na poz. piwnicy w obudowie n/t typu Golf, IP40, drzwi pełne.

#### **Opis systemu:**

System RUBIC MINI UNA jest nowoczesnym kompaktowym rozwiązaniem przeznaczonym do monitorowania opraw awaryjnych o unikatowych adresach w obiektach o małej wielkości. System ma możliwość kontrolowania pracy do 500 opraw awaryjnych, wyposażonych w źródła zasilania typu RS zarówno fluorescencyjne, jak i LED. Podstawowym atutem centralki są jej małe gabaryty oraz możliwość bezpośredniego montażu na szynie TH-35 (DIN-3). System został maksymalnie uproszczony, pozostawiając jednak najważniejsze funkcje z punktu widzenia użytkownika. Każda centralka wyposażona jest w wejścia magistrali komunikacyjnej RS, gniazdo RJ45, cztery diody sygnalizacyjne informujące o statusie systemu, trzy przyciski funkcyjne, które można zaprogramować z poziomu urządzenia, a także reset oraz service pin służący do nadawania indywidualnego adresu IP. Dodatkowo centralka posiada dwa wejścia bezpotencjałowe oraz dwa wyjścia napięciowe tzw. otwarty kolektor. Komunikacja z oprawami awaryjnymi typu RS odbywa się za pomocą magistrali komunikacyjnej prowadzonej w

standardzie RS485. Długość pojedynczej magistrali w topologii liniowej wynosi 1000m. Komunikacja z oprawami dokonuje się w sposób ciągły.

Najważniejsze parametry:

- monitorowanie do 500 opraw awaryjnych
- maksymalna długość pojedynczej magistrali 1000m
- diody sygnalizujące stan systemu
- trzy przyciski funkcyjne
- dwa wejścia bezpotencjałowe (pętle prądowe)
- dwa wyjścia napięciowe (do sterowania zewnętrznymi przełącznikami)
- pamięć wewnętrzna przechowująca raporty systemu awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego zgodnego z PN-EN 50172
- tryb pracy nocnej (dozorowanej)
- możliwość indywidualnego testowania oprawy lub grupy opraw
- wewnętrzny akumulator podtrzymujący zasilanie centrali
- złącze RJ45 do bezpośredniej komunikacji z dowolnym komputerem poprzez sieć Ethernet
- indywidualny programowany adres IP
- podgląd stanu systemu poprzez dowolną przeglądarkę internetową
- ciągła komunikacja z oprawami w systemie
- zarządzanie i wizualizacja systemu za pomocą dedykowanego oprogramowania SmartVISIO

## **2.6. Osprzęt instalacyjny**

Osprzęt instalacyjny powinien spełniać wymagania PN-E-93201, PN-IEC 884, PN-E-93208, PN-E-93207, PN-EN 60669 oraz norm wymienionych niżej. Osprzęt powinien zapewniać poprawną i bezpieczną eksploatację oraz zapewniać właściwą ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym. Napięcie znamionowe izolacji osprzętu powinno być dostosowane do napięcia znamionowego instalacji (400V, 230V). Osprzęt powinien być dostosowany do warunków środowiskowych, w których zostanie zamontowany, tj. temperatury otoczenia oraz posiadać odpowiednie zabezpieczenie przed:

- przedostaniem się ciał stałych, pyłu i wilgoci;
- zapaleniem;
- uderzeniem.

Osprzęt powinien być dostosowany do sposobu montażu na obiekcie, odpowiednio:

- podtynkowy;
- natynkowy.

i dostosowany do przekrojów i średnic przewodów, rurek, uchwytów stosowanych podczas robót.

## **2.7. Korytka i drabinki kablowe**

Przy wykonywaniu tras prowadzenia przewodów zaleca się stosowanie systemowych korytek i konstrukcji nośnych stalowych, ocynkowanych. Korytka kablowe i konstrukcje wsporcze powinny być dostosowane do ilości i ciężaru kabli i przewodów, które są przewidziane dla danej trasy. Konstrukcje wsporcze powinny być dostosowane do sposobu montażu na obiekcie.

## **2.8. Przepusty i rury osłonowe**

Przepusty, rury powinny być wykonane z materiałów niepalnych, z tworzyw sztucznych wytrzymałych mechanicznie, chemicznie i odpornych na działanie łuku elektrycznego. Rury powinny być dostatecznie wytrzymałe na działanie sił ściskających, z jakimi należy liczyć się w miejscu ich ułożenia. Wnętrza ścianek powinny być gładkie lub powleczone warstwą wygładzającą ich powierzchnię, dla ułatwienia przesuwania się kabli. Rury powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-80/C-89205.

Rury i listwy należy przechowywać na utwardzonym podłożu, w nienasłonecznionych miejscach, zabezpieczonych przed działaniem sił mechanicznych.

## **2.9. Kanalizacja energetyczna i teletechniczna**

Dla zasilenia garażu, portierni, bramy wjazdowej projektuje się ułożenie kanalizacji energetycznej z rur DVK-T 160/75.

Dla ułożenie instalacji sygnalizacyjnych, kontroli dostępu, monitoringu projektuje się ułożenie obok kanalizacji z rur DVK-T 160 drugiej rury DVK-T 160 łączącej portiernię i budynek główny. Kanalizację układać na głębokości min 0,6 m.

Kanalizacja pierwotna powinna spełniać następujące wymagania:

1. Zgodność z ZN-96/TPSA-012.
2. Stosowanie rur z tworzyw sztucznych.
3. Stosowanie rur prostych z dopuszczeniem stosowania w uzasadnionych wypadkach rur giętkich dla kanalizacji rozdzielczej.
4. Stosowanie kanalizacji wtórnej dla kabli światłowodowych, telewizji kablowej itp.
5. Stosowanie łuków rur (rur giętkich) zamiast studni na łagodnych zakrętach kanalizacji z rur prostych, przy zapewnieniu możliwości prawidłowego zaciągania kabli (zalecenie).
6. Usytuowanie trasy kanalizacji pierwotnej wg zatwierdzonej dokumentacji formalno - prawnej, sporządzonej na aktualnych mapach (podkładach geodezyjnych). Przy ustalaniu trasy kanalizacji pierwotnej należy się kierować wytycznymi podanymi w ZN-96/TPSA-012.
9. Głębokość ułożenia taka, aby najmniejsze przykrycie liczone od poziomu nawierzchni do górnej powierzchni kanalizacji wynosiło:
  - ☐ dla kanalizacji magistralnej 0,7 m
  - ☐ dla kanalizacji rozdzielczej 2 - otworowej 0,6 m
  - ☐ dla kanalizacji rozdzielczej 1 - otworowej 0,5 m
10. Przy przejściach pod jezdniami oraz w sytuacjach technicznych wykluczających możliwość spełnienia powyższych warunków należy kierować się wytycznymi podanymi w normie ZN-96/TPSA-012.
11. Przy wprowadzaniu do komór kablowych i budynków powinny być zachowane zasady podane w normie ZN-96/TPSA-012.
12. Otwory puste, kanalizacja wtórna oraz otwory z kablami powinny być uszczelnione uszczelnkami wg ZN-96/TPSA-021.

#### Układanie i łączenie rur

Układanie rur kanalizacji kablowej należy wykonać następująco: na dno wykopu przygotowane. należy ułożyć kilka rur połączonych w warstwę przekładkami dystansowymi z tworzywa sztucznego. W przypadku układania następnych warstw ułożoną warstwę zasypać piaskiem lub przesianą ziemią i lekko ubić polewając wodą w celu dokładnego wypełnienia szczelin między rurami. Dla zapewnienia spójności kanalizacji wielootworowej szczeliny między rurami należy, co 20 m na odcinku 0,8m należy zapłacić masą betonową ( mieszanina cementu i piasku w proporcji 1:3). Złącza rur należy wykonać zgodnie z normą PN-96/TPSA

#### Zasypywanie kanalizacji z rur

Ostatnią warstwę rur należy przysypać warstwą piasku lub przesianej ziemi o, gr. co najmniej 5cm a następnie warstwa piasku lub przesianej ziemi o gr., co najmniej 20 cm, przy czym ziemia nie powinna zawierać gruzu i kamieni o średnicy większej niż 5 cm. Następnie należy zasypywać wykop warstwami 20 cm, ubijanymi mechanicznie. Stopień zagęszczenia gruntu powinien być badany stosownie do wymagań administracji terenowej

### 2.10. Folia

Folię należy stosować do ochrony kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi. Zaleca się stosowanie folii kalandrowanej z uplastycznionego PCW o grubości od 0,4 do 0,6 mm, I gatunku . Dla ochrony kabli o napięciu znamionowym do 1kV należy stosować folię koloru niebieskiego. Szerokość folii powinna być taka, aby przykrywała ułożone kable, lecz nie węższa niż 20 cm. Folia powinna spełniać wymagania BN-68/6353-03.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót, zarówno w miejscu tych robót, jak też przy wykonywaniu czynności pomocniczych oraz w czasie transportu, załadunku i wyładunku materiałów, sprzętu itp. Sprzęt używany przez wykonawcę powinien uzyskać akceptację inspektora nadzoru.

Liczba i wydajność sprzętu powinna gwarantować wykonanie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach inspektora nadzoru, w terminie przewidzianym kontraktem.

Montaż wykonać przy użyciu sprzętu specjalistycznego do tego typu robót.

Wykonawca przystępujący do wykonania instalacji elektrycznych wewnętrznych winien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu, gwarantujących właściwą jakość robót:

- spawarki transformatorowej do 500A,
- innego drobnego sprzętu montażowego.

Wykonawca przystępujący do wykonania linii kablowych nn w terenie winien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu gwarantujących właściwą jakość robót:

- żurawia samochodowego 4t,
- samochodu dostawczego do 0,9 t,
- samochodu samowyładowczego do 5t,
- samochodu skrzyniowego do 5t,
- przyczepy do przewozu kabli do 4t,
- samochody specjalnego linowego z platformą i balkonem,
- urządzenia wiertniczego do otworów pod słupy na sam. 800 mm/3m,
- zestawu świrdrów do wiercenia poziomego otworów,
- zagęszczarki wibracyjnej spalinowej o wyd. 70-90 m<sup>3</sup>/h,
- innego drobnego sprzętu montażowego.

#### **4. TRANSPORT**

##### **4.1. Ogólne wymagania**

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót.

Liczba środków transportu powinna gwarantować prowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach inspektora nadzoru, w terminie przewidzianym kontraktem.

##### **4.2. Środki transportu**

Wykonawca przystępujący do wykonania instalacji elektrycznych wewnętrznych powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu:

- samochodu skrzyniowego 5-10 t,
- samochodu dostawczego 0,9 t.

Przewożone materiały na środkach transportu powinny być zabezpieczone przed przemieszczaniem się i powinny być układane zgodnie z warunkami transportu wydanymi przez producenta.

#### **5. WYKONANIE ROBÓT**

##### **5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Wykonawca przedstawi do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki w jakich będzie wykonana instalacja elektryczna.

##### **5.2. Instalacje**

###### **5.2.1. Instalacje elektryczne**

Montaż instalacji powinien być wykonany przez wykwalifikowany personel z zastosowaniem właściwych materiałów.

Przed montażem listew instalacyjnych i korytek kablowych wykonać trasowanie uwzględniając konstrukcję budynku oraz bezkolizyjność z innymi instalacjami. Trasa powinna być prosta umożliwiającą konserwację i rozbudowę. Trasy powinny być prowadzone w liniach poziomych i pionowych. Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych i teletechniczne oraz sprzęt i osprzęt instalacyjny, powinny być zamocowane do podłoża w sposób trwały, uwzględniając warunki lokalne i technologiczne.

Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, stropy i itp. powinny być chronione przed uszkodzeniami i uszczelnione materiałami ognioochronnymi odbudowującymi wytrzymałość ogniową tych elementów.

Przewody powinny być oznaczone zgodnie z PN-90/E-05023.

Połączenia między przewodami oraz między przewodami i innym wyposażeniem powinny być wykonane w taki sposób, aby był zapewniony bezpieczny i pewny styk.

Wszystkie elementy wyposażenia powinny być zainstalowane tak, aby nie zostały pogorszone projektowane warunki chłodzenia.

Elementy wyposażenia mogące spowodować wzrost temperatury lub powstanie łuku elektrycznego powinny być umieszczone lub osłonięte tak, aby nie powstało ryzyko zapalenia materiałów palnych. W przypadku gdy temperatura jakiejkolwiek odsłoniętej części wyposażenia może spowodować poparzenie ludzi, części te należy umieścić lub osłonić tak, aby uniemożliwić przypadkowy kontakt z nimi.

Instalacja elektryczna powinna być wykonana tak, aby nie występowało wzajemne szkodliwe oddziaływanie między tą instalacją a innymi instalacjami nieelektrycznymi stanowiącymi wyposażenie obiektu.

Urządzenia odłączające powinny być zainstalowane w sposób zapewniający odłączenie instalacji elektrycznej, obwodów lub poszczególnych aparatów, gdy jest to wymagane ze względu na konserwację, sprawdzenie, wykrycie uszkodzenia lub naprawę.

Wyposażenie elektryczne powinno być zainstalowane i rozmieszczone tak, aby zapewnić do niego dostęp, gdy jest to niezbędne, tj.:

- odpowiednią przestrzeń dla umożliwienia montażu oraz wykonania przewidywanych zmian i wymiany poszczególnych części wyposażenia,
- dostęp obsługi do wyposażenia w celu sprawdzenia, przeglądu, konserwacji i napraw.

Wszystkie elementy wyposażenia elektrycznego powinny być dobrane do maksymalnych zastosowanych napięć roboczych (wartość skuteczna dla prądu przemiennego), jak również do mogących wystąpić przepięć.

Wszystkie elementy wyposażenia elektrycznego powinny być dobrane z uwzględnieniem maksymalnych prądów roboczych (wartość skuteczna prądu przemiennego), które mogą wystąpić w normalnych warunkach eksploatacji oraz z uwzględnieniem prądów mogących wystąpić w warunkach zakłóceń w określonym czasie, podczas którego może być spodziewany przepływ prądu przetężeniowego.

Wszystkie elementy wyposażenia powinny być dobrane tak, aby były zabezpieczone przed wszelkimi oddziaływaniami oraz warunkami otoczenia i środowiska, na które mogą być narażone.

Gdy w przypadku pojawienia się niebezpieczeństwa zaistnieje konieczność natychmiastowego wyłączenia zasilania, urządzenie wyłączające powinno być łatwo dostępne i odpowiednio oznaczone w celu szybkiego jego uruchomienia.

Przewody elektryczne i teletechniczne układać w sposób podany w dokumentacji projektowej:

- podtynkowo,
- natynkowo,
- w rurkach instalacyjnych,
- w korytkach kablowych.

Aparaty montować w miejscach podanych w dokumentacji projektowej.

### **5.3. Instalacja odgromowa**

Montaż instalacji powinien być wykonany przez wykwalifikowany personel z zastosowaniem właściwych materiałów. Instalację odgromową należy wykonać zgodnie z projektem technicznym i z PN-EN62305(1-5):2006, 2009

Części składowe urządzenia piorunochronnego dla obiektu to:

- zwody poziome i pionowe;
- przewody odprowadzające;
- przewody uziemiające.

Części urządzenia piorunochronnego mogą być naturalne w postaci przewodzących elementów budynku lub sztuczne, zainstalowane na budynku specjalnie do celów ochrony odgromowej. Urządzenia piorunochronne powinny być wykonywane z wykorzystaniem w pierwszej kolejności występujących w obiekcie części naturalnych (pokrycie dachu).



Zwody poziome wykonywać drutem stalowym min  $\varnothing$  8 mm.

Zwody pionowe i poziome powinny być tak rozmieszczone, aby chronione elementy znajdowały się wewnątrz ich stref ochronnych.

Przewody odprowadzające należy wykorzystać istniejące, a w przypadku braku wykonać drutem stalowym ocynkowanym  $\varnothing$  8 mm.

Przewody odprowadzające należy rozmieszczać równomiernie na obwodzie obiektu.

Przewody odprowadzające należy łączyć z uziomem poprzez złącza kontrolne umieszczone w obudowach izolacyjnych zabudowanych w izolacji cieplnej budynku.

#### **5.4. Instalacja połączeń wyrównawczych**

Główną szynę wyrównawczą należy przyłączyć do systemu uziemień obiektu. Główna szyna wyrównawcza musi być trwale oznakowana. Główną szynę wyrównawczą zamontować w miejscu i w sposób wskazany w Projekcie. Przewody wyrównawcze należy łączyć z elementami przewodzącymi wyposażenia obiektu w sposób zapewniający pewne i trwałe połączenie elementów przewodzących wyposażenia z przewodem wyrównawczym. Do instalacji wyrównawczej należy przyłączyć wszystkie metalowe elementy instalacji wodociągowej, grzewczej, klimatyzacyjnej, metalowe elementy tras kablowych, a także inne elementy przewodzące wyposażenia obiektu, na których może pojawić się potencjał elektryczny w przypadku wystąpienia stanów awaryjnych lub innych zakłóceń.

#### **5.5. Wykonanie dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej**

Systemem sieci jest układ TN-C-S. W projektowanych obwodach ochronę przed dotykiem pośrednim zapewnia samoczynne wyłączenie zasilania realizowane przez wyłączniki nadprądowe i wyłączniki różnicowo-prądowe.

#### **5.6. Układanie kabli w ziemi**

Kable należy układać w trasach wytyczonych przez fachowe służby geodezyjne. Układanie kabli powinno być zgodne z normą N-SEP-E-004. Kable powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Ponadto przy układaniu powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanej linii.

Zaleca się stosowanie rolek w przypadku układania kabli o masie większej niż 4kg/m. Rolki powinny być ustawione w takich odległościach od siebie, aby spoczywając na nich kabel nie dotykał podłoża.

Podczas przechowywania, układania i montażu, końce kabla należy zabezpieczyć przed wilgocią oraz wpływami chemicznymi i atmosferycznymi przez:

- nałożenie kapturka z tworzywa sztucznego (rodzaj jak izolacja).

Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu kabli nie powinna być niższa niż 0°C w przypadku kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych. W przypadku kabli o innej konstrukcji temperatura otoczenia i temperatura układania kabla – wg ustaleń wytwórcy.

Zabrania się ogrzewania kabli ogniem.

Kabel można zginać jedynie w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, jednak nie mniejszy niż:

- 25-krotna zewnętrzna średnica kabla – w przypadku kabli olejowych,
- 20-krotna zewnętrzna średnica kabla – w przypadku kabli jednożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce ołowianej, kabli o izolacji polietylenowej i o powłoce polwinitowej oraz kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce aluminiowej, o liczbie żył nie przekraczających 4,
- 15-krotna zewnętrzna średnica kabla – w przypadku kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce ołowianej oraz w przypadku kabli wielożyłowych skręcanych z kabli jednożyłowych o liczbie żył nie przekraczających 4.

Bezpośrednio w gruncie kable należy układać na głębokości: 0,7m w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1kV z dokładnością  $\pm 5$  cm, na warstwie piasku o grubości 10 cm, z przykryciem również 10 cm warstwą piasku, a następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości co najmniej 15 cm. Grunt należy zagęszczać warstwami co najmniej 20cm. Wskaźnik zagęszczenia gruntu powinien osiągnąć co najmniej 0,85.

Jako ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi, wzdłuż całej trasy, co najmniej 25 cm nad kablem, należy układać folię koloru niebieskiego o szerokości min. 20 cm.

Przy skrzyżowaniu z innymi instalacjami podziemnymi lub z drogami, kabel należy układać w przepustach kablowych. Przepusty powinny być zabezpieczone przed przedostawaniem się do ich wnętrza wody i przed ich zamuleniem. Przepusty kablowe oraz rury osłonowe należy wykonywać z rur PVC. W jednym przepuscie powinien być ułożony tylko jeden kabel, nie dotyczy to kabli jednożyłowych tworzących układ wielofazowy i kabli sygnalizacyjnych. Kable w miejscach wprowadzenia i wyprowadzenia z rur ochronnych nie powinny opierać się o krawędzie otworów. Kable powinny mieć zapas długości umożliwiający przemieszczenie kabla.

Kabel ułożony w ziemi na całej swej długości powinien posiadać oznaczniki identyfikacyjne rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz przy mufach i miejscach charakterystycznych. Na oznacznikach powinny znajdować się trwałe napisy zawierające:

- symbol i numer ewidencyjny linii,
- oznaczenie kabla,
- znak użytkownika kabla,
- znak fazy (przy kablach jednożyłowych),
- rok ułożenia kabla.

### **5.7. Instalacja podgrzewania rynien i wpustów dachowych**

Kable grzejne mogą być stosowane tylko zgodnie z zaleceniami i wytycznymi producenta. Wszystkie połączenia z armaturą i siecią mogą być wykonywane tylko przez autoryzowanego instalatora, a podczas projektowania i wykonania nie wolno przekraczać dopuszczalnej mocy jednostkowej.

Powierzchnia, na której będą układane kable, musi być gładka, wolna od ostrych krawędzi i uskoków. Promień gięcia nie może być mniejszy niż 50mm a ponadto kable nie mogą się krzyżować lub przylegać do siebie. Kable nie mogą być skracane i przecinane. Po wykonaniu instalacji należy zmierzyć oporność kabla. Instalacja grzejna musi być wyposażona w wyłącznik umożliwiający całkowite odłączenie kabli i termostatu od sieci zasilającej.

Kable grzejne przeznaczone są do wykonywania systemów grzejnych instalowanych na dachach i w systemach rur spustowych zapewniających odwodnienie połaci dachowych. Typy kabli przewidzianych w zakresie systemu zgodnie z przedmiarem robót i opisem techn.:

Kabel typu DTCE20/1000W

Oprządkowanie dodatkowe:

Czujniki rynnowe

Łańcuch

Sterownik typu DEVIREG 850

Uchwyty pod przewody grzejne

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Przedmiotem kontroli będzie sprawdzanie wykonywania robót w zakresie ich zgodności z dokumentacją projektową, specyfikacją techniczną i poleceniami inspektora nadzoru.

Wykonawca jest zobowiązany do stałej i systematycznej kontroli prowadzonych robót w zakresie i z częstotliwością określoną w niniejszej ST i zaakceptowaną przez inspektora nadzoru.

Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót przy budowie instalacji elektrycznych i teletechnicznych.

Wykonawca ma obowiązek wykonania pełnego zakresu badań na budowie w celu wskazania inspektorowi nadzoru zgodności dostarczonych materiałów i realizowanych robót z dokumentacją projektową, ST.

Materiały posiadające atest producenta stwierdzający ich pełną zgodność z warunkami podanymi w specyfikacjach, mogą być przez inspektora nadzoru dopuszczone do użycia bez badań. Przed przystąpieniem do badania, wykonawca powinien powiadomić inspektora nadzoru o rodzaju i terminie badania.

Po wykonaniu badania, wykonawca przedstawia na piśmie wynik badań do akceptacji inspektora nadzoru. Wykonawca powiadamia pisemnie inspektora nadzoru o zakończeniu każdej roboty zanikającej, którą może kontynuować dopiero po stwierdzeniu przez inspektora nadzoru założonej jakości.

## **6.2. Instalacje elektryczne**

Kontrola jakości wykonania instalacji powinna obejmować:

- zgodność zastosowanych do wbudowania wyrobów i zainstalowanych urządzeń z dokumentacją techniczną, normami i certyfikatami;
- poprawność wykonania przejść przewodów przez stropy i ściany;
- prawidłowość wykonania połączeń przewodów;
- ciągłość przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych (pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej – wykonać dla każdego obwodu oddzielnie od strony zasilania);
- pomiar oporności uziemienia;
- sprawdzenie prawidłowości adresowania poszczególnych elementów;
- próbę biegunowości;
- próbę wytrzymałości elektrycznej;
- próbę działania;
- poprawność ochrony przed pożarem i skutkami cieplnymi;
- pomiar spadku napięcia;
- pomiar natężenia oświetlenia;
- sprawdzenie zgodności podłączenia urządzeń;
- prawidłowość zamontowania urządzeń w dostosowaniu do warunków środowiskowych i warunków pracy w miejscu ich zainstalowania;
- prawidłowość rozmieszczania elementów na obiekcie;
- sprawdzenie zachowania odległości między instalacjami;
- sprawdzenie poprawności działania instalacji;
- sprawdzenie poprawności współdziałania systemów;
- prawidłowość rozmieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych oraz innych informacji;
- wykonanie dodatkowych zaleceń projektanta lub inspektora nadzoru, wprowadzonych do dokumentacji technicznej.

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

## **6.3. Instalacja odgromowa**

Kontrola jakości wykonania urządzenia piorunochronnego powinna obejmować:

- sprawdzenie zgodności zastosowanych do wbudowania wyrobów z dokumentacją techniczną, normami i certyfikatami;
- sprawdzenie ochrony wewnętrznej;
- oględziny rozmieszczenia elementów, sprawdzenie ich kompletności, wymiarów i materiałów, z których zostały wykonane;
- sprawdzenie prawidłowości wykonania połączeń elementów oraz zamocowań przewodów odprowadzających, w tym połączeń zacisków śrubowych poszczególnych odcinków zwodów i przewodów odprowadzających, a także ich zabezpieczenie przed korozją;
- pomiar rezystancji uziemienia;
- sprawdzenie stanu uziomów;
- spełnienie dodatkowych zaleceń projektanta lub inspektora nadzoru, wprowadzonych do dokumentacji technicznej.

Sprawdzenie ciągłości połączeń należy wykonać za pomocą omomierza lub mostka do pomiaru rezystancji przyłączonego z jednej strony do zwodów, z drugiej do wybranych przewodów instalacji piorunochronnej.

Pomiar rezystancji uziemienia należy wykonać miernikiem do pomiaru uziemień lub metodą techniczną.

Sprawdzenie stanu uziomów polega na losowym wybraniu co najmniej 10% połączeń przewodu uziemiającego z uziomem, odkopaniu go i sprawdzeniu stopnia skorodowania.

#### **6.4. Wykopy pod kable**

Po wykonaniu wykopów pod kable, słupy oświetleniowe sprawdzeniu podlegają wymiary poprzeczne wykopu i zgodność ich tras i lokalizacji z dokumentacją projektową i geodezyjną.

Odchyłka trasy rowu od wytyczenia geodezyjnego nie powinna przekraczać 0,5 m.

Po zasypaniu kabli należy sprawdzić wskaźnik zagęszczenia gruntu oraz sprawdzić sposób usunięcia nadmiaru gruntu z wykopu.

#### **6.5. Linia kablowa**

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

- głębokość zakopania kabla,
- grubość podsypki piaskowej nad i pod kablem,
- odległość folii ochronnej od kabla,
- rezystancji izolacji i ciągłości żył kabla.

Pomiary należy wykonywać co 10 m budowanej linii kablowej, za wyjątkiem pomiarów rezystancji i ciągłości żył kabla, które należy wykonywać dla każdego odcinka kabla.

Ponadto należy sprawdzić wskaźnik zagęszczenia gruntu nad kablem i splantowanie nadmiaru ziemi.

#### **6.6. Badania po wykonaniu robót**

W przypadku zadawalających wyników pomiarów i badań wykonanych przed i w czasie wykonywania robót, na wniosek wykonawcy, przedstawiciel inspektora nadzoru może wyrazić zgodę na niewykonywanie badań po wykonaniu robót.

### **7. OBMIAR ROBÓT**

#### **7.1. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową dla robót podanych w pkt. 1.3 są:

- m – z dokładnością do 0,01 jednostki wykonanych robót, na podstawie dokumentacji projektowej, SST i pomiaru w terenie;
- szt. – z dokładnością do 1 jednostki wykonanych robót, na podstawie dokumentacji projektowej, SST i pomiaru w terenie;
- kpl – z dokładnością do 1 jednostki wykonanych robót, na podstawie dokumentacji projektowej, SST i pomiaru w terenie.

### **8. ODBIÓR ROBÓT**

#### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami inspektora nadzoru, jeżeli wszystkie pomiary i badania dały wyniki pozytywne.

#### **8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu**

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- instalacje elektryczne podtynkowe.

#### **8.3. Dokumenty do odbioru końcowego robót**

Do odbioru końcowego wykonawca jest zobowiązany przygotować:

- dziennik budowy,
- projektową dokumentację powykonawczą,
- protokoły z oględzin stanu sprawności połączeń sprzętu, zabezpieczeń, aparatów i oprzewodowania,
- protokoły z dokonanych pomiarów, w tym pomiary natężenia oświetlenia,
- protokoły z odbioru robót zanikających,
- certyfikaty na urządzenia i wyroby,
- dokumentacje techniczno-ruchowe oraz instrukcje obsługi zainstalowanych urządzeń.

W przypadku stwierdzenia usterek inspektor nadzoru ustali zakres robót poprawkowych, które wykonawca zrealizuje na własny koszt w terminie uzgodnionym z inspektorem nadzoru.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1. Płatności**

Należne płatności wyliczone będą za wykonane roboty zgodnie z dokumentacją projektową, obmiarem robót i oceną jakości wykonania robót – w oparciu o ceny jednostek obmiarowych podane w wycenionym przedmiarze robót.

Cena wykonania robót obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- zakup i transport materiałów,
- wykonanie instalacji elektrycznych, w tym:
  - wykonanie rozdzielnic elektrycznych,
  - wykonanie instalacji oświetleniowej i gniazd wtyczkowych,
  - wykonanie instalacji siłowej i sterowniczej,
  - wykonanie instalacji odgromowej;
- wykonanie ochrony przeciwporażeniowej;
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów i sprawdzeń;
- konserwację urządzeń w okresie gwarancji,
- uporządkowanie terenów z odpadków powstałych przy budowie,
- opracowanie dokumentacji powykonawczej.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **10.1. Normy**

1. PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych (zestaw norm)
2. N-SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
3. PN-76/E-90301 Kable elektroenergetyczne o izolacji z tworzyw termoplastycznych i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe 0,6/1 kV
4. PN-IEC 60050-826:2000 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
5. PN-84/O-79101 Opakowania transportowe. Odporność na narażanie mechaniczne opakowań o masie zawartości powyżej 150 kg. Wymagania i badania.
6. PN-E-01002:1997 Słownik terminologiczny elektryki. Kable i przewody
7. PN-EN 60664-1:2003(U) Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia.
8. PN-E-04700:1998 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych
9. PN-80/C-89205 Rury z nieplastifikowanego polichlorku winylu
10. PN-93/E-90401 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 6,6 kV. Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV
11. PN-83/E-06305 Elektryczne oprawy oświetleniowe. Typowe wymagania i badania
12. PN-79/E-06314 Elektryczne oprawy oświetleniowe zewnętrzne
13. PN-IEC 60439 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe
14. PN-EN 62305 – (1÷5) Ochrona odgromowa 2006, 2009
15. PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych (zestaw norm)
16. PN-61/E-01002 Przewody elektryczne. Nazwy i określenia.
17. PN-92/E-08106 Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (kod IP)
18. PN-IEC 60664-1:1998 Koordynacja izolacji urządzeń elektrycznych w układach niskiego napięcia. Zasady, wymagania i badania
19. PN-IEC 60439 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe
20. PN-IEC 60598 Oprawy oświetleniowe . Wymagania szczegółowe (zestaw norm)
21. PN-EN 12464-1:2004 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1. Miejsca pracy we wnętrzach
22. PN-EN 1838:2005 Zastosowanie oświetlenia. Oświetlenie awaryjne

23. PN-EN 50310:2006 Stosowanie połączeń wyrównawczych i uziemiających w budynkach z zainstalowanym sprzętem informatycznym
24. Polska norma opracowana na podstawie normy PN-EN 50310:2002. Zagadnienia uziemiania i połączeń wyrównawczych dla sprzętu informatycznego w budynkach omawiane są pod kątem spełnienia wymagań bezpieczeństwa, niezawodności działania i kompatybilności elektromagnetycznej.
25. PN-61/E-01002 Przewody elektryczne. Nazwy i określenia.
26. PN-90/E-05023 Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami lub cyframi.
27. PN-83/E-06305 Elektryczne oprawy oświetleniowe. Typowe wymagania i badania.
28. PN-79/E-06314 Elektryczne oprawy oświetleniowe zewnętrzne.
29. PN-68/B-06050 Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonywania badań przy odbiorze.
30. PN-80/C-89205 Rury z nieplastyfikowanego polichlorku winylu.
31. PN-93/E-90401 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 6,6kV. Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1kV.
32. PN-86/O-79100 Opakowania transportowe. Odporność na narażanie mechaniczne. Wymagania i badania.
33. BN-68/6353-03 Folia kalandrowana techniczna z uplastycznionego polichlorku winylu suspensyjnego.
34. BN-66/6774-01 Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Żwir i pospółka.
35. BN-87/6774-04 Kruszywa mineralne do nawierzchni drogowych. Piasek.
36. BN-83/8836-02 Przewody podziemne. Roboty ziemne. Wymagania i badania przy odbiorze.
37. BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.

## **10.2. Inne dokumenty**

1. Przepisy budowy urządzeń elektrycznych. PBUE wyd. 1997 r.
2. Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych Dz. U. Nr 13 z dnia 10.04.1972 r.
3. Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 26.11.1990 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej Dz.U. Nr 81 z dnia 26.11.1990 r.
4. Zarządzenie Nr 29 Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 17 lipca 1974 r. w sprawie doboru przewodów i kabli elektroenergetycznych do obciążeń prądem elektrycznym
5. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych – cz. V Instalacje elektryczne – wyd. COBR Elektromontaż