

SPECYFIKACJA TECHNICZNA ST-08

Instalacje elektryczne

SPIS TREŚCI:

1.	WSTĘP	3
1.1.	Przedmiot zamówienia	3
1.2.	Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną	3
1.3.	Określenia podstawowe	3
1.4.	Opis prac towarzyszących	3
1.5.	Informacje o terenie budowy	3
1.6.	Nazwy i kody	3
2.	Materiały	3
2.1.	Zasilanie budynku i rozdział energii	3
2.2.	Oświetlenie	4
2.3.	Instalacja połączeń wyrównawczych	4
2.4.	System ochrony od porażeń	4
2.5.	Oświetlenie zewnętrzne	4
3.	Sprzęt	4
4.	Transport	4
5.	Wykonanie robót	4
5.1.	Wykonanie instalacji elektrycznych	5
5.1.1	Układanie przewodów na uchwytych i w korytkach kablowych	5
5.1.2	Układanie i mocowanie przewodów w tynku.	5
5.1.3	Łączenie przewodów	5
5.1.4	Przyłączanie odbiorników	6
5.1.5	Próby montażowe	6
5.2.	Wykonanie linii kablowych	6
5.2.1	Roboty ziemne przy układaniu kabli	6
5.2.2	Ogólne wymagania przy układaniu kabli	6
5.2.3	Układanie kabli w przygotowanym wykopie	6
5.2.4	Temperatura otoczenia i kabla	8
5.2.5	Zginanie kabli	8
5.2.6	Skrzyżowania i zbliżenia kabli między sobą	8
5.2.7	Skrzyżowania i zbliżenia kabli z innymi urządzeniami podziemnymi	8
5.2.8	Ochrona przeciwporażeniowa	9
5.2.9	Oznaczenie linii kablowych	9
5.3.	Montaż słupów oświetleniowych	9
5.3.1	Montaż fundamentów prefabrykowanych	9
5.3.2	Montaż słupów oświetleniowych	9
5.3.3	Montaż wysięgników	9
5.3.4	Montaż opraw oświetleniowych	10
5.3.5	Montaż przewodów	10
5.3.6	Ochrona przeciwporażeniowa	10
6.	Kontrola jakości robót	10
6.1.	Kontrola wykonania instalacji elektrycznych	10
6.1.1	Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym	10
6.1.2	Ochrona przed pożarem i skutkami cieplnymi.	11
6.1.3	Dobór przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia oraz dobór i nastawienie urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych.	11
6.1.4	Oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych	12
6.1.5	Umieszczenie schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji oraz oznaczenia obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.	12
6.1.6	Połączenie przewodów	12
6.2.	Kontrola wykonania linii kablowych	12
6.2.1	Badania przed przystąpieniem do robót	12
6.2.2	Badania w czasie wykonywania robót	13
6.2.3	Badania po wykonaniu robót	13
7.	Obmiar robót	14
8.	Odbiór robót	14
9.	Podstawa płatności	15
10.	Przepisy związane	15
10.1.	Normy	15
10.2.	Inne dokumenty	15

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot zamówienia

Projekt budowy oczyszczalni ścieków w Gałajnach z kanalizacją sanitarną dla miejscowości uzdrowiskowej. Szczegółowa charakterystyka planowanej inwestycji zawarta jest w dokumentacji projektowej.

1.2. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Niniejsza Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych określa zakres oraz wymagania techniczne wykonania i odbioru robót realizowanych w ramach ww. projektu.

Zakres robót obejmuje wykonanie:

- oświetlania ogólnego
- oświetlenia ewakuacyjnego
- oświetlenia zewnętrznego
- gniazd wtykowych ogólnego przeznaczenia
- kabli zasilających poszczególne urządzenia technologiczne

1.3. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe są zgodne z podanymi z ST-WO, punkt 1.3

1.4. Opis prac towarzyszących

Prace towarzyszące opisano w ST-WO, punkt 1.4

1.5. Informacje o terenie budowy

Informacje o terenie budowy podano w ST-WO, punkt 1.5

1.6. Nazwy i kody

45317300-5	Instalowanie rozdzielni elektrycznych
45315600-4	Instalacje elektryczne niskiego napięcia
45317000-2	Inne instalacje elektryczne

2. MATERIAŁY

Ogólne wymagania odnośnie materiałów podano w ST-WO punkt 2.

2.1. Zasilanie budynku i rozdział energii

Modernizowane obiekt oczyszczalni będzie zasilany z istniejącego złącza za pomocą kabla YKY 4x240mm². Zabezpieczenie w stacji wkładka bezpiecznikowa zwłoczna 125A. Na terenie projektuje się kanalizację kablową betonową i studzienki kablowe.

Rozdział energii elektrycznej w budynku nastąpi przy wejściu do budynku gdzie nastąpi podział przewodu PEN na N i PE a punkt rozdziału uziemić zgodnie z rysunkiem instalacji odgromowej. Rezystancja uziemienia $R \leq 10\Omega$.

Nowe kanały kablowe wybudować wg po trasach istniejących.

Kable do zasilania silników należy układać w przepustach i kanałach kablowych w oddzielnych osłonach.

2.2. Oświetlenie

Oprawy oświetlenia awaryjnego oraz ewakuacyjnego należy zasilić z obwodów oświetleniowych przypisanych do danego pomieszczenia sprzed łącznika. Dla potrzeb oświetlenia ewakuacyjnego i awaryjnego przewidziano oprawy z zainstalowanymi w nich 1-godzinnymi modułami zasilania autonomicznego podającymi zasilanie w momencie zaniku napięcia w sieci zasilającej.

Do wykonania zasilania instalacji oświetleniowej należy zastosować przewody YDYp o przekroju żył 1,5mm²

2.3. Instalacja połączeń wyrównawczych

W obiekcie w rozdzielnicy RG zaprojektowano montaż szyny PE, do której przewidziano przyłączenie przewodu PE instalacji i odgałęzienia Fe/Zn 30*4 mm od uziomu instalacji piorunochronnej.

2.4. System ochrony od porażeń

Do ochrony od porażeń we wszystkich obwodach odbiorczych z odbiornikami o I klasie izolacji zaprojektowano wyłączniki ochronne różnicowo-prądowe działania bezpośredniego o prądzie różnicowym $\Delta I = 0,03$ A.

2.5. Oświetlenie zewnętrzne

Zasilanie oświetlenia prowadzane będzie z projektowanej rozdzielnicy RG. W celu oświetlenia terenu oczyszczalni ścieków, projektuje się instalację oświetleniową na słupach stalowych, ocynkowanych, sześciokątnych o wysokości 5,0m posadowionych na fundamentach betonowych. Przewiduje się oprawy oświetleniowe typu ulicznego LED o mocy 75W, zawieszone na wysięgnikach rurowych o długości 1,2m. Zasilanie oświetlenia projektuje się rozdzielnicy głównej „RG”. Załączanie oświetlenia odbywać się będzie automatycznie poprzez sterowanie zegarem astronomicznym z możliwością sterowania ręcznego.

3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST-WO punkt 3.

Wykonawca przystępujący do budowy linii kablowych oraz instalacji elektrycznych winien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu, gwarantujących właściwą jakość robót:

- spawarki transformatorowej,
- zagęszczarki wibracyjnej spalinowej,
- ręcznego zestawu świrdrów do wiercenia poziomego otworów do \varnothing 15 cm,
- wciągarki mechanicznej z napędem elektrycznym od 5 do 10 t.,
- zespołu prądotwórczego trójfazowego, przewoźnego 20 kVA.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące Transportu podano w ST- WO punkt 4

Wykonawca przystępujący do budowy linii kablowych oraz wykonania instalacji elektrycznych powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu:

- samochodu skrzyniowego,
- samochodu dostawczego,
- przyczepy do przewożenia kabli,

5. WYKONANIE ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót podano w ST- WO punkt 5

5.1. Wykonanie instalacji elektrycznych

Trasowanie przebiegów wykonać wg projektu, zwracając szczególną uwagę na zapewnienie bezkolizyjnego przebiegu instalacji elektrycznych z instalacjami innych branż. Trasy korytek kablowych oraz przewodów powinny przebiegać pionowo lub poziomo, równolegle do krawędzi ścian i stropów. Elementy kotwiące, haki, wsporniki, kołki należy dobrać do materiału, z którego wykonane jest podłoże.

Przy wykonywaniu instalacji jako szczelnej należy przewody i kable uszczelniać w sprężenie i osprężenie oraz aparatach za pomocą dławików. Średnica dławicy i otworu uszczelniającego pierścienia powinna być dostosowana do średnicy zewnętrznej przewodu lub kabla. Po dokręceniu dławic zaleca się dodatkowe uszczelnianie ich za pomocą odpowiednich uszczelniaczy.

5.1.1. Układanie przewodów na uchwytach i w korytkach kablowych

Na przygotowanej trasie należy zamontować uchwyty wg wcześniejszego opisu. Odległości od uchwytów nie powinny być większe od 0,5 m dla przewodów kabelkowych i 1.0 m. dla kabli. Rozstawienie uchwytów powinno być takie aby odległości między nimi ze względów estetycznych były jednakowe, uchwyty między innymi znajdowały się w pobliżu sprzętu i osprzętu do którego dany przewód jest wprowadzony oraz aby zwisy przewodów pomiędzy uchwytami nie były widoczne.

Przed wykonaniem instalacji jako szczelnej należy przewody i kable uszczelniać w osprężenie oraz aparatach za pomocą dławników.

Średnica głowicy i otworu uszczelniającego pierścienia powinna być dostosowana do średnicy zewnętrznej przewodu lub kabla.

Po dokręceniu dławic zaleca się dodatkowe uszczelnienie ich za pomocą odpowiednich uszczelnień.

Wykonanie instalacji w korytkach prefabrykowanych wymagać będzie zamontowania konstrukcji wsporczych dla korytek do istniejącego podłoża, ułożenia korytek na konstrukcjach wsporczych, ułożenia przewodów w korytku wraz z założeniem pokryw.

Wykonanie instalacji w listwach PCW wymagać będzie zamontowania listwy PCW na ścianie lub stropie za pomocą kołków rozporowych przykręcanych do podłoża, ułożenie przewodów w listwie, zamocowanie pokrywy z założeniem pokrywy.

5.1.2. Układanie i mocowanie przewodów w tynku.

W części socjalnej budynku projektuje się prowadzenie przewodów elektrycznych w tynkach, pod warunkiem pokrycia ich warstwą tynku o grubości, co najmniej 5mm.

Dopuszcza się stosowanie przewodów wielożyłowych płaskich.

Przewody wprowadzone do puszek powinny mieć nadwyżkę długości niezbędną do wykonania połączeń.

Zagięcia i łuki w płaszczyźnie przewodu powinny być łagodne, w tym celu należy przeciąć wzdłuż mostki pomiędzy żyłami przewodu nie uszkadzając ich izolacji.

Podłoże do układania na nim przewodów powinno być gładkie.

Przewody należy mocować do podłoża za pomocą klamerek.

Mocowanie przewodów należy wykonywać w odstępach około 50cm.

Zabrania się układania przewodów bezpośrednio w betonie, w warstwie wyrównawczej podłogi, w złączach płyt itp. bez stosowania osłon rurowych.

5.1.3. Łączenie przewodów

W instalacjach elektrycznych wewnętrznych łączenia przewodów należy dokonywać w sprężenie i osprężenie instalacyjnym i w odbiornikach. Nie wolno stosować połączeń skręcanych. W przypadku gdy odbiorniki elektryczne mają wyprowadzone fabrycznie na zewnątrz przewody, a samo ich podłączenie do instalacji nie zostało opracowane w projekcie, sposób podłączenia należy uzgodnić z projektantem lub kompetentnym przedstawicielem Inżyniera.

Przewody muszą być ułożone swobodnie i nie mogą być narażone na naciągi i dodatkowe naprężenia. Do danego zacisku należy przyłączyć przewody o rodzaju wykonania, przekroju i liczbie, dla jakich zacisk ten jest przygotowany.

W przypadku zastosowania zacisków, do których przewody są przyłączone za pomocą oczek, pomiędzy oczkiem a nakrętką oraz pomiędzy oczkami powinny znajdować się podkładki

metalowe zabezpieczone przed korozją w sposób umożliwiający przepływ prądu. Długość odizolowanej żyły przewodu powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie.

Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie może powodować uszkodzeń mechanicznych. W przypadku stosowania żył ocynowanych proces czyszczenia nie powinien uszkadzać warstwy cyny.

Końce przewodów miedzianych z żyłami wielodrutowymi (linek) powinny być zabezpieczone zaprasowanymi tulejkami lub ocynowane (zaleca się zastosowanie tulejek zamiast cynowania).

5.1.4. Przyłączanie odbiorników

Miejsca połączeń żył przewodów z zaciskami odbiorników powinny być dokładnie oczyszczone. Samo połączenie musi być wykonane w sposób pewny, pod względem elektrycznym i mechanicznym oraz zabezpieczone przed osłabieniem siły docisku, korozją itp. Połączenia mogą być wykonywane jako sztywne lub elastyczne w zależności od konstrukcji odbiornika i warunków technologicznych. Przyłączenia sztywne należy wykonywać w rurach sztywnych wprowadzonych bezpośrednio do odbiorników oraz przewodami kabelkowymi i kablami.

Połączenia elastyczne stosuje się gdy odbiorniki narażone są na drgania o dużej amplitudzie lub przystosowane są do przesunięć lub przemieszczeń.

Połączenia te należy wykonać:

- przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi lub oponowymi,
- przewodami izolowanymi jednożyłowymi w rurach elastycznych,
- przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi lub oponowymi w rurach elastycznych.

5.1.5. Próby montażowe

Po zakończeniu robót należy przeprowadzić próby montażowe obejmujące badania i pomiary. Zakres prób montażowych należy uzgodnić z inwestorem. Zakres podstawowych prób obejmuje:

- pomiar rezystancji izolacji instalacji,
- pomiar rezystancji izolacji odbiorników,
- pomiary impedancji pętli zwarciovych,
- pomiary rezystancji uziemień.

5.2. Wykonanie linii kablowych

5.2.1. Roboty ziemne przy układaniu kabli

W ramach robót ziemnych należy wykonać wykopy wraz z zasypką pod przewody kanalizacyjne oraz dla studni kanalizacyjnych.

5.2.2. Ogólne wymagania przy układaniu kabli

Układanie kabli powinno być wykonane 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 4 kg/m. Rolki powinny być ustawione w takich odległościach od siebie, aby spoczywający na nich kabel nie dotykał podłoża.

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

- szczelne zalutowanie powłoki,
- nałożenie kapturka z tworzywa sztucznego (rodzaju jak izolacja).

5.2.3. Układanie kabli w przygotowanym wykopie

- wytyczyć trasy linii kablowych,
- przygotowywać trasę i sposób prowadzenia kabla w kanale, wykopie, na konstrukcji itp., przygotowywanie studzienek,

- wciągnąć kabel do przygotowanej trasy, zazwyczaj mierzonej metodą ręczną i półmechaniczną,
- ułożyć i umocować kable w ziemi z przykryciem i oznakowaniem;
- wykonać próby izolacji - pomiar oporności indukcyjnym i próba napięciowa wg warunków technicznych.

Kable należy układać na dnie rowu pod kable, jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Nie należy układać kabli bezpośrednio na dnie wykopu kamiennego lub w gruncie, który mógłby uszkodzić kabel, ani bezpośrednio zasypywać takim gruntem.

Kable należy zasypywać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15 cm, a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego. Odległość folii od kabla powinna wynosić co najmniej 25 cm.

Grunt należy zagęszczać warstwami co najmniej 20 cm. Wskaźnik zagęszczenia gruntu powinien osiągnąć co najmniej 0,85 wg BN-72/8932-01.

Głębokość ułożenia kabli w gruncie mierzona od powierzchni gruntu do zewnętrznej powierzchni kabla powinna wynosić nie mniej niż:

- 70 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, z wyjątkiem kabli ułożonych w gruncie na użytkach rolnych,
- 80 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, lecz nie przekraczającym 15 kV, z wyjątkiem kabli ułożonych w gruncie na użytkach rolnych,
- 90 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 15 kV ułożonych w gruncie na użytkach rolnych,
- 100 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 15 kV .

Kable powinny być ułożone w rowie linią falistą z zapasem (od 1 do 3% długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Przy mufach zaleca się pozostawić zapas kabli po obu stronach mufy, łącznie nie mniej niż:

- 4 m - w przypadku kabli o izolacji papierowej nasyczonej lub z tworzyw sztucznych, o napięciu znamionowym od 15 do 40 kV,
- 3 m - w przypadku kabli o izolacji papierowej nasyczonej lub z tworzyw sztucznych, o napięciu znamionowym od 1 do 10 kV,
- 1 m - w przypadku kabli o izolacji z tworzyw sztucznych, o napięciu znamionowym 1 kV

Tablica 1. Odległości między kablami ułożonymi w gruncie przy skrzyżowaniach i zbliżeniach

Skrzyżowanie lub zbliżenie	Najmniejsza dopuszczalna odległość w cm	
	pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe do 1 kV z kablami tego samego rodzaju lub sygnalizacyjnymi	25	10
Kable sygnalizacyjnych i kable przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego rodzaju	25	mogą się stykać
Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe do 1 kV z kablami elektroenergetycznymi na napięcie znamionowe wyższe niż 1 kV	50	10
Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe wyższe niż 1 kV i nie przekraczające 10 kV z kablami tego samego typu	50	10
Kable elektroenergetycznych na napięcie znamionowe wyższe niż 10 kV z kablami tego samego rodzaju	50	25
Kable elektroenergetycznych z kablami telekomunikacyjnymi	50	50
Kable różnych użytkowników	50	50
Kable z mufami sąsiednich kabli`	-	25

5.2.4. Temperatura otoczenia i kabla

Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu nie powinna być niższa niż:

- a) 4°C - w przypadku kabli o izolacji papierowej o powłoce metalowej,
- b) 0°C - w przypadku kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych.

W przypadku kabli o innej konstrukcji niż wymienione w pozycji a) i b) temperatura otoczenia i temperatura układanego kabla - wg ustaleń wytwórcy. Zabrania się podgrzewania kabli ogniem. Wzrost temperatury otoczenia ułożonego kabla na dowolnie małym odcinku trasy linii kablowej powodowany przez sąsiednie źródła ciepła, np. rurociąg ciepły, nie powinien przekraczać 5°C.

5.2.5. Zginanie kabli

Przy układaniu kabli można zginać kabel tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż:

- a) 25-krotna zewnętrzna średnica kabla - w przypadku kabli olejowych,
- b) 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,
- c) 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.

5.2.6. Skrzyżowania i zbliżenia kabli między sobą

Skrzyżowania kabli między sobą należy wykonywać tak, aby kabel wyższego napięcia był zakopany głębiej niż kabel niższego napięcia, a linia elektroenergetyczna lub sygnalizacyjna głębiej niż linia telekomunikacyjna.

5.2.7. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z innymi urządzeniami podziemnymi

Zaleca się krzyżować kable z urządzeniami podziemnymi pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w najwęższym miejscu krzyżowanego urządzenia. Każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożony bezpośrednio w gruncie powinien być chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania. Przy skrzyżowaniu kabli z rurociągami podziemnymi zaleca się układanie kabli nad rurociągami.

Tablica 2. Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli ułożonych w gruncie od innych urządzeń podziemnych

Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość w cm	
	pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłe, gazowe z gazami niepalnymi i rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu do 0,5 at	80 ¹⁾ przy średnicy rurociągu do 250 mm i 150 ²⁾	50
Rurociągi z cieczami palnymi	przy średnicy	100
Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 0,5 at i nie przekraczającym 4 at	większej niż 250 mm	100
Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 4 at	BN-71/8976-31 [17]	
Zbiorniki z płynami palnymi	200	200
Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)	-	80
Ściany budynków i inne budowle, np. tunele, kanały	-	50
Urządzenia ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	50	50

¹⁾ dopuszcza się zmniejszenie odległości do 50 cm pod warunkiem zastosowania rury ochronnej

2) dopuszcza się zmniejszenie odległości do 80 cm pod warunkiem zastosowania rury ochronnej.

5.2.8. Ochrona przeciwporażeniowa

Metalowe głowice kabli powinny być połączone z uziemieniami w sposób widoczny. Powłoki aluminiowe kabli mogą być bezpośrednio połączone w rozdzielni z szyną zerową lub uziemiającą.

Pancerze i powłoki metalowe kabli oraz metalowe kadłuby muf powinny stanowić nieprzerwany ciąg przewodzący linii kablowej.

5.2.9. Oznaczenie linii kablowych

Kable ułożone w gruncie powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki (np. opaski kablowe typu OK.) rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz przy mufach i miejscach charakterystycznych, np. przy skrzyżowaniach.

Kable ułożone w powietrzu powinny być zaopatrzone w trwałe oznaczniki przy głowicach oraz w takich miejscach i w takich odstępach, aby rozróżnienie kabla nie nastręczało trudności.

Na oznaczniakach powinny znajdować się trwałe napisy zawierające:

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

Trasa kabli ułożonych w gruncie na terenach niezabudowanych z dala od charakterystycznych stałych punktów terenu, powinna być oznaczona trwałymi oznaczniakami trasy, np. słupkami betonowymi typu SD wkopanymi w grunt, w sposób nie utrudniający komunikacji. Na oznaczniakach trasy należy umieścić trwały napis w postaci ogólnego symbolu kabla „K”. Na prostej trasie kabla oznaczniki powinny być umieszczone w odstępach około 100 m, ponadto należy je umieszczać w miejscach zmiany kierunku kabla i w miejscach skrzyżowań lub zbliżeń.

Oznaczniki trasy kabli układanych w gruncie na użytkach rolnych należy umieszczać tak, aby nie utrudniały prac rolnych i stosować takie oznaczniki, które umożliwią łatwe i jednoznaczne określenie przebiegu trasy kabla.

5.3. Montaż słupów oświetleniowych

5.3.1. Montaż fundamentów prefabrykowanych

Fundament prefabrykowany powinien być ustawiony zgodnie z wymaganiami producenta słupów oświetleniowych.

Przed przystąpieniem do zasypania fundamentu, należy sprawdzić rzędne posadowienia, stan zabezpieczenia antykorozyjnego ścianek i poziom górnej powierzchni, do której przytwierdzona jest płyta mocująca, kotwy i śruby powinny być ocynkowane.

Wymagania dotyczące fundamentów konstrukcji wsporczych wg PN-EN 1997-1:2008

5.3.2. Montaż słupów oświetleniowych

Słupy należy montować zgodnie z instrukcją montażu producenta. Przed przystąpieniem do ustawiania słupów na fundamentach, należy sprawdzić stan powierzchni styków elementów mocujących. Wszystkie powierzchnie powinny być czyste. Podczas montażu Wykonawca powinien zadbać, aby nie wystąpiło odkształcenie lub zniszczenie poszczególnych elementów. Słupy należy ustawiać tak aby wnęka znajdowała się od strony chodnika, nie powinna być położona niżej niż 30 cm od powierzchni chodnika lub gruntu. Drzwiczki powinny zapewniać ochronę wnętrza w stopniu IP 43. Wymagania dotyczące obciążenia wiatrem słupów oświetleniowych wg PN-EN 1991-1-4:2008.

5.3.3. Montaż wysięgników

Wysięgniki należy montować na słupach stojących zgodnie instrukcją montażu wydaną przez producenta. Pion wysięgnika należy ustalać pod obciążeniem oprawą oświetleniową lub ciężarem równym jej ciężarowi.

5.3.4. Montaż opraw oświetleniowych

Każdą oprawę przed zamontowaniem jej na słupie, należy podłączyć do sieci i sprawdzić jej działanie. Oprawy oświetleniowe należy montować po ustawieniu słupów oświetleniowych z samochodu z platformą i balkonem. Źródła światła powinny być dostosowane do opraw oświetleniowych. Oprawy powinny być mocowane w sposób trwały, aby nie zmieniały swego położenia pod wpływem warunków atmosferycznych i parcia wiatru. Klasa ochronności 2, stopień ochrony dla osprzętu elektrycznego IP 54.

5.3.5. Montaż przewodów

Przewody zasilające oprawy oświetleniowe należy zaciągać do słupów i wysięgników przed zamontowaniem opraw. Przewody łączące oprawy oświetleniowe z tabliczkami bezpiecznikowymi słupa powinny posiadać żyły miedziane w izolacji polwinilowej o przekroju nie mniejszym niż 1,5 mm² na napięcie 750 V.

5.3.6. Ochrona przeciwporażeniowa

Jako ochronę przeciwporażeniową dodatkową należy stosować szybkie wyłączanie. Metalowe części słupów należy połączyć z zaciskiem uziemiającym.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST-WO punkt 6.

6.1. Kontrola wykonania instalacji elektrycznych

Sprawdzeniu i kontroli w czasie wykonywania robót oraz po ich zakończeniu powinno podlegać:

- zgodność wykonania robót z dokumentacją projektową,
- właściwe podłączenie przewodu fazowego i neutralnego do gniazd,
- załączanie punktów świetlnych zgodnie z założonym programem,
- wykonanie pomiarów rezystancji uziemienia, izolacji, pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej z przekazaniem wyników do protokołu odbioru.

Przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji należy wykonać oględziny instalacji elektrycznych. Celem oględzin jest stwierdzenie, czy zainstalowane urządzenia, aparaty i środki zabezpieczeń i ochrony spełniają wymagania bezpieczeństwa zawarte w odpowiednich normach przedmiotowych. Podstawowy zakres oględzin obejmuje przede wszystkim sprawdzenie prawidłowości:

- ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym
- ochrony przed pożarem i przed skutkami cieplnymi,
- doboru przewodów do obciążalności prądowej i spadku napięcia oraz doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających i łączących,
- doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych,
- oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych,
- umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji oraz oznaczenia obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków, itp.,
- połączeń przewodów.

Podstawowe czynności, jakie powinny być wykonane podczas oględzin, a także wymagania norm, których spełnienie należy stwierdzić w trakcie wykonywania poszczególnych sprawdzeń, podane są poniżej z zachowaniem kolejności wymienionego zakresu oględzin.

6.1.1. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Przed przystąpieniem do sprawdzania należy ustalić, jakie środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) i pośrednim (ochrona dodatkowa) przewidywano do zastosowania oraz stwierdzić prawidłowość doboru środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.

Zastosowane środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym powinny spełniać przede wszystkim:

- Wymagania ogólne podane w normie PN-HD 60364-4-41:2009

- Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
 - Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo.
 - Postanowienia ogólne.
 - Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
 - Wymagania szczegółowe podane w normie PN-HD 60364-4-41:2009
 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
 - Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo.
 - Ochrona przeciwporażeniowa.
- W normach tych określone są środki ochrony przed:
- dotykiem bezpośrednim – poprzez: izolowanie części czynnych, zastosowanie urządzeń ochronnych różnicowoprądowych o znamionowym prądzie zadziałania nie większym niż 30 mA, jako uzupełniającego środka ochrony przed dotykiem bezpośrednim.
 - dotykiem pośrednim, przez zastosowanie: samoczynnego wyłączenia zasilania i połączeń wyrównawczych głównych oraz dodatkowych (miejscowych), urządzeń II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej, nie uziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych, przewodowanie o izolacji wzmocnionej,

6.1.2. Ochrona przed pożarem i skutkami cieplnymi.

Należy ustalić, czy:

- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których bądź obok których są zainstalowane,
- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie,
- dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniem,
- urządzenia do wytwarzania gorącej wody mają wymagane normami zabezpieczenia przed przegrzaniem,
- urządzenia wytwarzające promieniowanie ciepłe, skupione lub zogniskowane, nie zagrażają wystąpieniem niebezpiecznych temperatur.

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

W tym przypadku należy sprawdzić:

- prawidłowość odbioru parametrów technicznych kompatybilność i dostosowanie do warunków pracy urządzeń:
 - zabezpieczających przed prądem przeciążeniowym,
 - zabezpieczających przed prądem zwarciovym, różnicowoprądowych,
 - zabezpieczających przed przepięciami,
 - zabezpieczających przed zanikaniem napięcia,
- do odłączenia izolacyjnego a także, czy zastosowane środki ochrony są wykonane zgodnie z dokumentacją techniczną we właściwych miejscach instalacji elektrycznej:
 - prawidłowość nastawienia parametrów urządzeń (aparatów) zabezpieczających,
 - prawidłowość zainstalowania i nastawienia urządzeń sygnalizacyjnych do stałej, kontroli stanu izolacji i innych jeśli takie przewidziano w projekcie,
 - prawidłowość doboru urządzeń zabezpieczających, ze względu na wybiórczość, (selektywność) działania,
 - czy przewody zostały dobrane do przewidywanych obciążeń prądem elektrycznym i zabezpieczono je przed przeciążeniem lub zwarcim oraz czy nie są przekroczone dopuszczalne spadki napięcia.

Sprawdzenie prawidłowości doboru przewodów, urządzeń zabezpieczających sygnalizacyjnych, o których mowa wyżej, dokonuje się przez stwierdzenie spełnienia:

- warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać instalacje elektroenergetyczne podanych w Przepisach Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych – zeszyt 9, wydanych przez Instytut Energetyki - w przygotowaniu jest Polska Norma dotycząca tych zagadnień, wymagań norm:
 - dla doboru i montażu wyposażenia elektrycznego — PN-HD 60364-5-51:2011 Instalacje w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne

- dla urządzeń zabezpieczających przed prądem przetężeniowym -PN-IEC 60364-4-43:2012 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym i PN-IEC 60364-4-43 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym.

Umieszczenie odpowiednich urządzeń odłączających i łączących należy sprawdzić, czy instalacja i urządzenia spełniają wymagania w zakresie:

- odłączania od napięcia zasilającego całej instalacji oraz każdego jej obwodu,
- środków zapobiegających przypadkowemu załączeniu i możliwości wyłączenia awaryjnego:
 - wynikającym z potrzeb sterowania,
 - wynikającym z wymagań bezpieczeństwa przy zachowaniu zasad odłączania izolacyjnego i łączy roboczych, wyłączania do celów konserwacji, wyłączania awaryjnego,
- wynikającym z odłączania w celu wykonania konserwacji urządzeń mechanicznych.

Należy sprawdzić prawidłowość zastosowanych rozwiązań technicznych w zależności od warunków środowiskowych, w jakich pracują i jakim podlegają wpływom. Podczas oględzin należy ustalić prawidłowość doboru urządzeń i środków ochrony ze względu na:

- konstrukcję obiektu budowlanego oraz temperaturę i wilgotność powietrza,
- obecność ciał obcych, wody lub innych substancji wywołujących korozję,
- narażenie mechaniczne, promieniowanie słoneczne, wstrząsy sejsmiczne, wyładowania atmosferyczne, oddziaływanie elektromagnetyczne, elektrostatyczne lub jonizujące,
- przepięcia atmosferyczne i łączeniowe, kontakt ludzi z potencjałem ziemi, warunki ewakuacji oraz zagrożenia pożarem, wybuchem, skażeniem, kwalifikacje osób.

6.1.4. Oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych

Sprawdzenie prawidłowości oznaczenia przewodów neutralnych N i ochronnych PE polega na stwierdzeniu odpowiedniego oznaczenia wszystkich przewodów ochronnych, neutralnych oraz stwierdzeniu, że kolory: zielono-żółty i jasno-niebieski - nie zostały zastosowane do oznaczania przewodów fazowych.

6.1.5. Umieszczenie schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji oraz oznaczenia obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.

W tym zakresie sprawdzenie polega na stwierdzeniu, czy:

- umieszczone napisy oraz tablice ostrzegawcze, informacyjne i identyfikacyjne znajdują się we właściwym miejscu,
- obwody, bezpieczniki, łączniki, zaciski itp. są oznaczone w sposób umożliwiający ich identyfikację zgodnie z oznaczeniami na schematach i innych środkach informacyjnych,
- tabliczki znamionowe oraz inne środki identyfikujące aparaty łączeniowe, 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.

6.1.6. Połączenie przewodów

Sprawdzeniu podlega stan połączenia przewodów, a więc to, czy są wykonane w sposób zgodny z wymaganiami, przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu, oraz czy nacisk na połączenia nie jest wywierany przez izolację, a także czy zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody. Zaciski bez gwintowe rozłączalne do łączenia przewodów o przekrojach do 16mm. W trakcie oględzin możliwe jest wykrycie wad, błędów montażowych i innych usterek w instalacji elektrycznej. Usterki te muszą być usunięte przed przystąpieniem do prób i pomiarów. Wykonywanie tych prób bez usunięcia usterek, mogących mieć wpływ na wynik badań jest niedopuszczalne.

6.2. Kontrola wykonania linii kablowych

6.2.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót, Wykonawca powinien uzyskać od producentów zaświadczenia o jakości lub atesty stosowanych materiałów.

Na żądanie inżyniera, należy dokonać testowania sprzętu posiadającego możliwość nastawienia mechanizmów regulacyjnych.

W wyniku badań testujących należy przedstawić świadectwa cechowania.

6.2.2. Badania w czasie wykonywania robót

Rowy pod kable

Po wykonaniu rowów pod kable, sprawdzeniu podlegają wymiary poprzeczne rowu i zgodność ich tras z dokumentacją geodezyjną.

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

Kable i osprzęt kablowy

Sprawdzenie polega na stwierdzeniu ich zgodności z wymaganiami norm przedmiotowych lub dokumentów, według których zostały wykonane, na podstawie atestów, protokółów odbioru albo innych dokumentów.

Układanie kabli

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

- głębokości zakopania kabla,
- grubości podsypki piaskowej nad i pod kablem,
- odległości folii ochronnej od kabla,
- stopnia zagęszczenia gruntu nad kablem i rozplantowanie nadmiaru gruntu.

Pomiary należy wykonywać co 10 m budowanej linii kablowej, a uzyskane wyniki mogą być uznane za dobre, jeżeli odbiegają od założonych w dokumentacji nie więcej niż o 10%.

Sprawdzenie ciągłości żył

Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i powrotnych oraz zgodności faz należy wykonać przy użyciu przyrządów o napięciu nie przekraczającym 24 V. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli poszczególne żyły nie mają przerw oraz jeśli poszczególne fazy na obu końcach linii są oznaczone identycznie.

Pomiar rezystancji izolacji

Pomiar należy wykonać za pomocą megaomierza o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV, dokonując odczytu po czasie niezbędnym do ustalenia się mierzonej wartości. Wynik należy uznać za dodatni, jeżeli rezystancja izolacji wynosi co najmniej:

- 20 MΩ/km - linii wykonanych kablami elektroenergetycznymi o izolacji z papieru nasyczonego, o napięciu znamionowym do 1 kV,
- 50 MΩ/km - linii wykonanych kablami elektroenergetycznymi o izolacji z papieru nasyczonego, o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV oraz kablami elektroenergetycznymi o izolacji z tworzyw sztucznych,

Próba napięciowa izolacji

Próbie napięciowej izolacji podlegają wszystkie linie kablowe. Dopuszcza się niewykonywanie próby napięciowej izolacji linii wykonanych kablami o napięciu znamionowym do 1 kV. Próbę napięciową należy wykonać prądem stałym lub wyprostowanym.

W przypadku linii kablowej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, prąd upływu należy mierzyć oddzielnie dla każdej żyły.

Wynik próby napięciowej izolacji należy uznać za dodatni, jeżeli:

- izolacja każdej żyły wytrzyma przez 20 min. bez przeskoku, przebicia i bez objawów przebicia częściowego, napięcie probiercze o wartości równej 0,75 napięcia probierczego kabla wg PN-HD 621 S1:2003 [4]
- wartość prądu upływu dla poszczególnych żył nie przekroczy 300 μA/km i nie wzrasta w czasie ostatnich 4 min. badania; w liniach o długości nie przekraczającej 300 m dopuszcza się wartość prądu upływu 100 μA.

6.2.3. Badania po wykonaniu robót

W przypadku zadawalających wyników pomiarów i badań wykonanych przed i w czasie wykonywania robót, na wniosek Wykonawcy, kierownik budowy może wyrazić zgodę na niewykonywanie badań po wykonaniu robót.

7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST – WO punkt 7.

Roboty obmierza się w jednostkach przyjętych w przedmiarze robót.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST – WO punkt 8.

Instalacje elektryczne podlegają odbiorowi technicznemu. Odbioru tego dokonuje wykonawca instalacji, w obecności inspektora oraz właściciela (inwestora).

Odbiór techniczny polega na sprawdzeniu:

- zgodności wykonania instalacji z dokumentacją oraz ewentualnymi zmianami i odstępstwami, potwierdzonymi odpowiednimi zapisami w dzienniku budowy, a także zgodności z przepisami szczególnymi, odpowiednimi Polskimi Normami oraz wiedzą techniczną
- jakości wykonania instalacji elektrycznej
- skuteczności działania zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń prądem elektrycznym,
- spełnienia przez instalację wymagań w zakresie minimalnych dopuszczalnych oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów, zgodności oznakowania z Polskimi Normami i lokalizacji przeciwpożarowych wyłączników prądu.

Sprawdzenia skuteczności działania zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń prądem elektrycznym należy dokonać dla wszystkich obwodów zmontowanej instalacji elektrycznej od złącza do gniazd wtyczkowych i odbiorników energii elektrycznej zainstalowanych na stałe.

Pozytywne wyniki powyższych działań sprawdzających umożliwiają sporządzanie protokołu odbioru. W trakcie odbioru instalacji należy przedstawić następujące dokumenty:

- dokumentację techniczną z naniesionymi zmianami dokonanymi w czasie budowy
- dziennik budowy,
- protokoły z oględzin stanu sprawności połączeń sprzętu, zabezpieczeń, aparatów i oprzewodowania
- protokoły z wykonanych pomiarów rezystancji (oporności) izolacji przewodów oraz ciągłości przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych (miejscowych) połączeń wyrównawczych,
- protokoły z wykonanych pomiarów impedancji pętli zwarcia, rezystancji uziemień oraz prądu zadziałania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych,
- certyfikaty na urządzenia i wyroby,
- dokumentację techniczno-ruchową oraz instrukcje obsługi zainstalowanych urządzeń elektrycznych.

Uruchomienia instalacji dokonuje wykonawca przy udziale inspektora przedstawiciela inwestora, lub właściciela obiektu. Przed uruchomieniem instalacji, wykonawca powinien zapoznać się z dokumentacją dotyczącą odbioru technicznego instalacji elektrycznej.

W trakcie uruchamiania instalacji powinny być również sprawdzone i wyregulowane wszystkie urządzenia zabezpieczające i sygnalizacyjne. Nastawy tych urządzeń powinny zapewniać prawidłową ich reakcję na zakłócenia i odstępstwa od warunków normalnych. Instalację można uznać za uruchomioną gdy:

- wszystkie zamontowane urządzenia funkcjonują prawidłowo,
- sporządzono protokół uruchomienia, w którym m.in. jest zapis o przekazaniu instalacji do eksploatacji.

Instalację można uznać za przyjętą do eksploatacji, gdy protokół badań potwierdza zgodność parametrów technicznych z dokumentacją i przepisami szczególnymi oraz Polskimi Normami.

W trakcie odbioru instalacji elektrycznych należy komisji przedłożyć protokoły z badań. Stąd też instalacje w kanale powinny być poddane szczegółowym oględzinom i próbom obejmującym także niezbędny zakres pomiarów w celu sprawdzenia, czy spełniają wymagania dotyczące ochrony ludzi i mienia przed zagrożeniami. Członkowie komisji, przed przystąpieniem do oględzin i prób powinni otrzymać i zapoznać się z uaktualnioną dokumentacją techniczną oraz protokołami ze sprawdzeń częściowych. Osoby wykonujące pomiary powinny posiadać odpowiednie kwalifikacje, potwierdzone uprawnieniami do wykonywania badań (P-12). W czasie wykonywania prób należy zachować szczególną

ostrożność, celem zapewnienia bezpieczeństwa ludziom i uniknięcia uszkodzeń obiektu lub zainstalowanego wyposażenia.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Wymagania dotyczące podstawy płatności w ST-WO punkt 9.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

PN-EN 62305-1:2011. Ochrona odgromowa – część 1, zasady ogólne

PN-E-01002:1997 Słownik terminologiczny elektryki – kable i przewody.

PN-HD 629.1 S2:2006/A1:2008 Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV - Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej

PN-HD 621 S1:2003 Kable elektroenergetyczne średniego napięcia o izolacji papierowej przesyczonej

PN-EN 1329-1:2014-03 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do odprowadzania nieczystości i ścieków (o niskiej i wysokiej temperaturze) wewnątrz konstrukcji budynków -- Nieplastyfikowany poli(chlorek winylu) (PVC-U) -- Część 1: Specyfikacje rur, kształtek i systemu.

PN-EN 10224:2006 Rury i złączki ze stali niestopowej do transportu wody i innych płynów wodnych -- Warunki techniczne dostawy

BN-64/6791-02 Cegła budowlana pełna.

BN-72/8932-01 Budowle drogowe i kolejowe. Roboty ziemne.

BN-68/6353-03 Folia kalendrowana techniczna z uplastycznionego polichlorku winylu.

BN-87/6774-04 Kruszywa mineralne do nawierzchni drogowych. Piasek.

BN-71/8976-31 Odległości poziome gazociągów wysokiego ciśnienia od obiektów terenowych.

BN-73/3725-16 Znakowanie kabli, przewodów i żył (analogia).

BN-74/3233-17 Słupki oznaczeniowe i oznaczeniowo-pomiarowe.

E-16 Zalewy kablowe.

10.2. Inne dokumenty

- 1) Przepisy budowy urządzeń elektrycznych. PBUE wyd. 1980 r.
- 2) Przepisy budowy urządzeń elektroenergetycznych. Instytut Energetyki 1988 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.