

# **SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

---

**E.01.00.00 SST**

**ROBOTY ELEKTRYCZNE**

**Kod CPV 45311100-1 - ROBOTY INSTALACYJNE ELEKTRYCZNE**

## **SPIS TREŚCI**

1.	CZĘŚĆ OGÓLNA	strona	2
2.	WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW	strona	6
3.	WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU, MASZYN I NARZĘDZI	strona	10
4.	WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU	strona	10
5.	WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT	strona	11
6.	KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	strona	15
7.	WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIARU I OBMIARU ROBÓT	strona	17
8.	SPOSÓB ODBIORU ROBÓT	strona	17
9.	PODSTAWA ROZLICZENIA ROBÓT PODSTAWOWYCH, TYMCZASOWYCH I PRAC TOWARZYSZĄCYCH	strona	19
10.	DOKUMENTY ODNIESIENIA	strona	20

## **NAJWAŻNIEJSZE OZNACZENIA I SKRÓTY**

ST	Specyfikacja Techniczna
SST	Szczegółowa Specyfikacja Techniczna
ITB	Instytut Techniki Budowlanej
PZJ	Program Zabezpieczenia Jakości
BHP	Bezpieczeństwo i higiena pracy podczas wykonywania robót budowlanych

## 1. CZĘŚĆ OGÓLNA

### 1.1 Nazwa nadana zamówieniu przez Zamawiającego

**Modernizacja układu elektroenergetycznego kampusu w tym nowego zasilania budynku ( B ) i ( F ) Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach przy ulicy Bogucickiej 3a i 14a ( działka Nr 11/7, 11/9, 11/10, 18/4, 18/8, 131, 149, 136, 147 ).**

### 1.2 Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót elektrycznych. Szczegółowe dane dotyczące przedmiotu robót podano w ST B.01.00.00 - Wymagania ogólne - pkt. 1.2. oraz w „Projekcie budowlano -wykonawczym modernizacji układu elektroenergetycznego kampusu, w tym nowego zasilania budynku ( B ) i ( F ) Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach przy ulicy Bogucickiej 3a i 14a ( działka Nr 11/7, 11/9, 18/4, 11/10, 131, 149, 136, 147 )”. Zakres opracowania obejmuje:

- modernizację zasilania elektroenergetycznego serwerowni w budynku ( A ),
- zasilanie rezerwowe budynku ( B ) - budowa przyłącza elektroenergetycznego.

### 1.3 Zakres stosowania SST

Specyfikacja techniczna (ST) stanowi podstawę opracowania szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) stosowanej jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.2. Projektant sporządzający dokumentację projektową i odpowiednie szczegółowe specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych podaje w niniejszej specyfikacji uściślenia odpowiednie dla przewidzianych projektem robót, uwzględniające konkretne warunki realizacji robót, niezbędne do uzyskania wymaganego standardu i jakości tych robót. Odstępstwa od wymagań podanych w niniejszej specyfikacji mogą mieć miejsce tylko w przypadkach prostych robót o niewielkim znaczeniu, dla których istnieje pewność, że podstawowe wymagania będą spełnione przy zastosowaniu metod wykonania wynikających z doświadczenia oraz uznanych reguł i zasad sztuki budowlanej oraz przy uwzględnieniu przepisów bhp.

### 1.4 Przedmiot i zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej Szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) dotyczą zasad wykonywania i odbioru robót związanych z:

- układaniem kabli w ziemi, na mostach oraz w budynkach,
- montażem muf i głowic kablowych,
- montażem konstrukcji wsporczych do układania kabli,

wraz z transportem i składowaniem materiałów, trasowaniem linii, robotami ziemnymi, przygotowaniem podłoża i robotami towarzyszącymi.

Szczegółowa specyfikacja techniczna (SST) dotyczy wszystkich czynności mających na celu wykonanie robót związanych z:

- kompletacją materiałów potrzebnych do wykonania podanych wyżej prac,
- wykonaniem wszelkich robót pomocniczych w celu przygotowania podłoża,
- ułożeniem wszystkich materiałów w sposób i w miejscu zgodnym z dokumentacją techniczną,
- wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich elementów wyznaczonych w dokumentacji technicznej,
- wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich wyznaczonych kabli i linii,

- przeprowadzeniem wymaganych prób i badań oraz potwierdzenie protokołami kwalifikującymi montowany element linii energetycznej do eksploatacji.

#### 1.5 Określenia podstawowe, definicje

Określenia podane w niniejszej specyfikacji technicznej są zgodne z odpowiednimi normami oraz określeniami podanymi w ST „Wymagania ogólne” - Kod CPV 45000000-7, pkt. 1.4. a także podanymi poniżej:

- 1.5.1 Kabel elektroenergetyczny - odmiana przewodu, służąca do przesyłania energii elektrycznej.
- 1.5.2 Kabel sygnalizacyjny - przewód wykorzystywany w obwodach sygnalizacyjnych, sterowniczych, kontrolno -pomiarowych, zabezpieczających.
- 1.5.3 Linia kablowa - kabel wielożyłowy lub wiązka kabli jednożyłowych w układzie wielofazowym albo kilka kabli połączonych równolegle, które wraz z osprzętem ułożone są na wspólnej trasie, łącząc zaciski dwóch urządzeń elektroenergetycznych.
- 1.5.4 Trasa kablowa - pas terenu lub przestrzeń, w której osi symetrii ułożono jedną lub więcej linii kablowych.
- 1.5.5 Skrzyżowanie - miejsce na trasie kabla, w którym rzuty poziome różnych linii kablowych pokrywają się lub przecinają.
- 1.5.6 Zbliżenie - miejsce na trasie kabla, w którym odległość pomiędzy różnymi liniami kablowymi, urządzeniem podziemnym lub drogą komunikacyjną jest mniejsza niż odległość dopuszczalna dla danych warunków układania bez stosowania przegród lub osłon zabezpieczających i nie występuje skrzyżowanie.
- 1.5.7 Studzienka kablowa - przestrzeń podziemna przeznaczona do instalowania muf kablowych, ułatwiająca przeciąganie i łączenie kabli prowadzonych pod ziemią oraz w kanałach, rurach, blokach betonowych itp ).
- 1.5.8 Blok kablowy - osłona otaczająca kabel; posiada otwory przeznaczone do wciągania kabli.
- 1.5.9 Napięcie znamionowe kabla  $U_0/U$  - napięcie na jakie zbudowano i oznaczono kabel, przy czym  $U_0$  - napięcie pomiędzy żyłą a ziemią lub ekranem kabla, natomiast  $U$  - napięcie międzyprzewodowe kabla. W kraju produkuje się kable elektroenergetyczne na napięcia znamionowe: 0,6 / 1 kV, 3,6 / 6 kV, 6 / 10 kV, 8,7 / 15 kV, 12 / 20 kV, 18 / 30 kV, 23 / 40 kV dla napięcia 64/110 kV stosuje się kable olejowe, gazowe lub o izolacji polietylenowej. Ilość żył tych kabli może wynosić od 1 do 5, natomiast przekroje znamionowe według oferty producenta od 1 do 1000 mm<sup>2</sup> ( praktycznie od 4 mm<sup>2</sup> ). Kable sygnalizacyjne produkowane są na napięcia znamionowe 0,6 / 1 kV - ilość żył od 2 do 75, przekroje znamionowe od ( 0,64 ) 0,75 do 10 mm<sup>2</sup>.
- 1.5.10 Żyła robocza - izolowana żyła wykonana z miedzi lub aluminium - w kablu elektroenergetycznym, służy do przesyłania energii elektrycznej, w kablu sygnalizacyjnym służy do przesyłania lub odcinania sygnału, impulsu itp. Jako część przewodząca może występować drut o przekroju kołowym, owalnym lub wycinek koła ( sektorowe ) lub linka, złożona z wielu drutów o mniejszym przekroju. Ze względu na duże natężenie pola elektrycznego na ostrych krawędziach ogranicza się stosowanie kabli z żyłami sektorowymi do napięć znamionowych 0,6 / 1 kV i 3,6 / 6 kV i przekrojach powyżej 16 mm<sup>2</sup>. Żyły wielodrutowe zapewniają większą elastyczność kabla, są jednak droższe. Sploty poszczególnych wiązek, zawierających po kilka żył splatane są we współosiowe warstwy w kierunkach przemiannych. Kable sygnalizacyjne posiadają w swej budowie dodatkowo żyłę licznikową ( brązową ) i kierunkową ( niebieską ) dla ułatwienia rozpoznawania i liczenia kolejnych warstw kabla.

- 1.5.11 Żyłka ochronna „żo” - izolowana żyłka w kablu elektroenergetycznym, oznaczona barwą zielono -żółtą izolacji, bezwzględnie wymagana przez określone środki ochrony przeciwporażeniowej. Łączy metalowe części przewodzące - dostępnego urządzenia elektrycznego (które mogą przypadkowo znaleźć się pod napięciem), części przewodzące obcych instalacji elektrycznych, główną szynę ( zacisk ) uziemiającą i uziemiony punkt neutralny. Stosowana w kablach na napięcie od 0,6 / 1 kV, przy czym dla napięć znamionowych do 12 / 20 kV przekrój żyły nie musi być identyczny z przekrojem roboczym kabla ( np dla żyły roboczej do 50 mm<sup>2</sup> - przekrój żyły ochronnej minimum 16 mm<sup>2</sup>, natomiast powyżej 95 mm<sup>2</sup> - minimum 50 mm<sup>2</sup> ).
- 1.5.12 Żyłka powrotna ( stara nazwa „ochronna” ) - wymagana bezwzględnie dla kabli elektroenergetycznych o izolacji z tworzyw sztucznych na napięcia znamionowe 3,6 / 6 kV i wyższe. Wykonana zwykle jako warstwa metaliczna ( druty lub taśmy miedziane ), współosiowa z przewodzącym ekranem niemetalicznym, znajdującego się na izolacji żyły lub w środku kabla. Służy przewodzeniu prądów zwarciovych i wyrównawczych ( prądów zakłóceńowych ) w układzie wielofazowym.
- 1.5.13 Żyłka probiercza „żp” - izolowana żyłka w kablu elektroenergetycznym, zwykle umieszczona w wielodrutowej żyłce roboczej - służy do pomiarów, sygnalizacji, obsługi urządzenia elektrycznego. Stosowana głównie dla kabli jednożyłowych, aluminiowych o przekrojach znamionowych ponad 400 mm<sup>2</sup>, w formie 1 - 2 żył o przekroju 1,5 lub 2,5 mm<sup>2</sup>.
- 1.5.14 Przewód neutralny lub żyłka neutralna - izolowana żyłka robocza, oznaczona kolorem niebieskim, w kablach czterożyłowych pełni rolę przewodu ochronno-neutralnego PEN. Przekrój uzależniony od przekroju roboczego kabla, zwykle mniejszy np dla przekrojów roboczych powyżej 35 mm<sup>2</sup> może wynosić 50% tego przekroju. W pewnych przypadkach i w określonych warunkach funkcję przewodu neutralnego i ochronnego mogą być zespolone w jednym przewodzie.
- 1.5.15 Identyfikacja przewodów:
- przewód neutralny lub środkowy ( 514.3.1.Z1 ) powinny być oznakowane kolorem niebieskim na całej długości,
  - przewód ochronny ( 514.3.1.Z2 ) powinien być oznakowany kombinacją dwukolorową zielono -żółtą i ta kombinacja nie powinna być używana do innych celów,
  - przewody ochronne PEN ( 514.3.2 ) powinny być oznakowane kolorami zielonym i żółtym wzdłuż całej ich długości i dodatkowo kolorem niebieskim na końcach przy zaciskach, lub kolorem niebieskim na całej ich długości i dodatkowo kolorami zielonym i żółtym na końcach przy zaciskach,
  - przewody ochronne PEL i PEM ( 514.3.2 ) powinny być oznakowane kolorami zielonym i żółtym wzdłuż całej ich długości, i dodatkowo kolorem niebieskim na końcach przy zaciskach,
  - inne przewody powinny być oznakowane kolorem z uwzględnieniem wymagań normy ( od 514.3.Z2 do 514.3.Z4 ).
- 1.5.16 Mufa kablowa - osprzęt kablowy służący połączeniu odcinków kabla lub kabli.
- 1.5.17 Głowica kablowa - osprzęt kablowy służący wykonaniu zakończeń kabli, ułatwiających ich podłączenie do innego elementu instalacji elektrycznej.
- 1.5.18 Stacja transformatorowa - węzłowy punkt sieci elektroenergetycznej, w którym odbywa się zmiana parametrów użytkowych sieci ( napięcie ) oraz usytuowane są urządzenia rozdzielcze energii elektrycznej.

1.5.19 Przygotowanie podłoża - zespół czynności wykonywanych przed układaniem kabli mających na celu zapewnienie możliwości ich ułożenia zgodnie z dokumentacją; zalicza się tu następujące grupy czynności:

- wiercenie i przebijanie otworów przelotowych i nieprzelotowych,
- osadzanie kołków w podłożu, w tym ich wstrzeliwanie,
- montaż uchwytów do mocowania i układania kabli oraz montaż powłok z tworzyw sztucznych lub metalowych,
- montaż konstrukcji wsporczych i tuneli kablowych,
- odkrywanie i zakrywanie kanałów kablowych.

## 1.6 Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacjami technicznymi i poleceniami Inspektora nadzoru. Ogólne powszechnie stosowane wymagania dotyczące robót podano w ST „Wymagania ogólne” - Kod CPV 45000000-7, pkt. 1.5.

## 1.7 Dokumentacja robót montażowych

Dokumentację robót montażowych elementów instalacji elektrycznej stanowią:

- projekt budowlano -wykonawczy w zakresie wynikającym z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno -użytkowego ( Dz. U. z 2004 r. Nr 202, poz. 2072 ze zmianami Dz. U. z 2005 r. Nr 75, poz. 664 ),
- specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót ( obligatoryjne w przypadku zamówień publicznych ), sporządzone zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno -użytkowego ( Dz. U. z 2004 r. Nr 202, poz. 2072, ze zmianami Dz. U. z 2005 r. Nr 75, poz. 664 ),
- dziennik budowy prowadzony zgodnie z Rozporządzeniem 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. z 2002 r. Nr 108, poz. 953 z późniejszymi zmianami ),
- dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego lub jednostkowego zastosowania użytych wyrobów budowlanych, zgodnie z Ustawą z 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych ( Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881 ), karty techniczne wyrobów lub zalecenia producentów dotyczące stosowania wyrobów,
- protokoły odbiorów częściowych, końcowych oraz robót zanikających i ulegających zakryciu z załączonymi protokołami z badań kontrolnych,
- dokumentacja powykonawcza ( zgodnie z art. 3, pkt 14 ustawy Prawo budowlane z dnia 07.07.1994 r. ( Dz.U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późniejszymi zmianami ).

Montaż elementów instalacji kablowych linii energetycznych należy wykonywać na podstawie dokumentacji projektowej i szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót montażowych i instalacyjnych, opracowanych dla konkretnego przedmiotu zamówienia.

## 1.8 Zabezpieczenie terenu budowy

Na czas prowadzenia robót Wykonawca jest zobowiązany do wykonania tymczasowej organizacji ruchu aż do zakończenia i odbioru ostatecznego robót. Każda zmiana, w stosunku do zatwierdzonego projektu organizacji ruchu, wymaga każdorazowo ponownego zatwierdzenia projektu. W czasie wykonywania robót Wykonawca dostarczy, zainstaluje i będzie obsługiwał wszystkie tymczasowe urządzenia zabezpieczające takie jak: zapory, światła ostrzegawcze, sygnały, itp, zapewniając w ten sposób bezpieczeństwo pojazdów i pieszych. Wykonawca zapewni stałe warunki widoczności w dzień i w nocy tych zapór i znaków, dla których jest to nieodzowne ze względów bezpieczeństwa. Wszystkie znaki, zapory i inne urządzenia zabezpieczające będą akceptowane przez inspektora nadzoru. Fakt przystąpienia do robót Wykonawca obwieści publicznie przed ich rozpoczęciem w sposób uzgodniony z Inspektorem nadzoru oraz przez umieszczenie, w miejscach i ilościach określonych przez Inspektora nadzoru, tablic informacyjnych, których treść będzie zatwierdzona. Tablice informacyjne będą utrzymywane przez Wykonawcę w dobrym stanie przez cały okres realizacji robót. Koszt zabezpieczenia terenu budowy nie podlega odrębnej zapłacie i przyjmuje się, że jest włączony w cenę kontraktową.

## 2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW

### 2.1 Ogólne wymagania dotyczące właściwości materiałów, ich pozyskiwania i składowania podano w ST „Wymagania ogólne” - Kod CPV 45000000-1, pkt 2.

Przy wykonaniu robót budowlano -montażowych należy stosować materiały i wyroby elektroinstalacyjne dopuszczone do odbioru i powszechnego stosowania w budownictwie. Przydatność materiału lub wyrobu do stosowania musi być potwierdzona przynajmniej jednym z następujących dokumentów:

- a/ kryteria techniczne w odniesieniu do wyrobów podlegających certyfikacji na znak bezpieczeństwa, zgodnie w przepisami o badaniach certyfikacji,
- b/ właściwą przedmiotowo Polską Normę,
- c/ aprobatą techniczną w odniesieniu do wyrobu, dla którego nie ustanowiono Polskiej Normy lub wyrobu, którego właściwości użytkowe różnią się od właściwości podanych w Polskiej Normie,
- d/ atestami fabrycznymi lub świadectwami jakości wydanymi przez producenta dla aparatów elektrycznych, osprzętu elektrycznego, przewodów i kabli elektroenergetycznych.

Do wykonania i montażu instalacji, urządzeń elektrycznych i odbiorników energii elektrycznej w obiektach budowlanych należy stosować kable, osprzęt oraz aparaturę i urządzenia elektryczne posiadające dopuszczenie do stosowania w budownictwie. Za dopuszczone do obrotu i stosowania uznaje się wyroby, dla których producent lub jego upoważniony przedstawiciel:

- dokonał oceny zgodności z wymaganiami dokumentu odniesienia według określonego systemu oceny zgodności,
- wydał deklarację zgodności z dokumentami odniesienia, takimi jak: zharmonizowane specyfikacje techniczne, normy opracowane przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (IEC) i wprowadzone do zbioru Polskich Norm, normy krajowe opracowane z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa Międzynarodowej Komisji do spraw Przepisów Dotyczących Zatwierdzenia Sprzętu Elektrycznego (CEE), aprobaty techniczne,
- oznakował wyroby znakiem CE lub znakiem budowlanym B zgodnie z obowiązującymi przepisami,

- wydał deklarację zgodności z uznanymi regułami sztuki budowlanej, dla wyrobu umieszczonego w określonym przez Komisję Europejską wykazie wyrobów mających niewielkie znaczenie dla zdrowia i bezpieczeństwa,
- wydał oświadczenie, że zapewniono zgodność wyrobu budowlanego, dopuszczonego do jednostkowego zastosowania w obiekcie budowlanym, z indywidualną dokumentacją projektową, sporządzoną przez projektanta obiektu lub z nim uzgodnioną.

Zastosowanie innych wyrobów, wyżej nie wymienionych, jest możliwe pod warunkiem posiadania przez nie dopuszczenia do stosowania w budownictwie i uwzględnienia ich w zatwierdzonym projekcie dotyczącym montażu urządzeń elektroenergetycznych w obiekcie budowlanym.

## 2.2 Rodzaje materiałów

Wszelkie nazwy własne produktów i materiałów przywołane w szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) służą do ustalenia pożądanego standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji technicznej dla projektowanych rozwiązań. Dopuszcza się zamieszczenie rozwiązań w oparciu o produkty ( wyroby ) innych producentów pod warunkiem:

- spełniania tych samych właściwości technicznych,
- przedstawienia zamiennych rozwiązań na piśmie ( dane techniczne, atesty, dopuszczenia do stosowania, uzyskanie akceptacji projektanta ).

Wszystkie materiały do wykonania instalacji elektrycznej powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w dokumentach odniesienia ( normach, aprobatkach technicznych ). Jednocześnie praktyczne przykłady zastosowania elementów linii kablowych, w tym urządzeń elektroenergetycznych zawierają opracowania typizacyjne - szczególnie albumy producentów lub specjalizujących się w tym zakresie biur naukowo-badawczych i projektowych, które mogą być wykorzystane w praktyce.

### 2.2.1 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne - rodzaje i układy

- Izolacja żył - jako izolację stosuje się papier, gumę i tworzywa sztuczne. Izolacja papierowa wykonana jest z taśm z papieru kablowego przesyczonego syciwem elektroizolacyjnym, dla polepszenia własności dielektrycznych i utrudnienia procesu zawilgocenia izolacji. Syciwa mogą być ściekające ( dla kabli układanych standardowo ) lub nieściekające ( dla kabli układanych przy dużych różnicach poziomów ) - kable te dodatkowo zabezpiecza powłoka ( pancerz ołowiany ).
- Powłoka - chroni izolację kabla przed czynnikami zewnętrznymi, głównie wilgocią, szkodliwymi związkami chemicznymi, podwyższa także bezpieczeństwo użytkowania kabla w określonym środowisku. Stosuje się powłoki metalowe: ołowiane i aluminiowe oraz z taśm stalowych lub z tworzyw sztucznych. Obecnie coraz szersze zastosowanie znajdują kable z powłoką z tworzyw sztucznych usieciowanych o zwiększonej odporności na działanie ognia - klasa ich ognioodporności zawarta jest w symbolu kabla np (N) HXH FE180/E90 0,6 / 1 kV.
- Wypełnienie - materiał izolacyjny, stosowany pomiędzy żyłami kabla a powłoką, w celu ograniczenia możliwości jonizacji powietrza w przestrzeni wnętrza kabla. Jako wypełnienie stosuje się: papier, tworzywa sztuczne, materiały włóknopochodne nasyczone olejami.
- Pancerz - stosowany dla ochrony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi w formie drutów lub taśm stalowych zabezpieczonych przed korozją np ocynkowanych, nawiniętych spiralnie na osłonę powłoki kabla.

- e/ Osłona zewnętrzna - ( warstwa wytłoczona lub zewnętrzny obwój ) chroni kabel przed szkodliwym wpływem czynników chemicznych i wilgoci. Osłony wykonuje się z materiałów włóknopochodnych, pokrytych warstwą polewy ochronnej lub z tworzyw sztucznych ( polwinitu lub polietylenu ).
- f/ Oznaczenia kabli - w celu łatwiejszego rozróżniania i identyfikacji kabli opracowano krajowe systemy oznaczania kabli, różniące się między sobą symboliką, zwykle zbieżne z zawartością informacji o danym kablu np polskie oznaczenie OWY 300/500V i odpowiednik wg symboliki DIN: H05VV-F. W opisie symbolami zawarte są najczęściej dane na temat: materiału żył, typu izolacji, ochronności ogniowej ( lub o rozprzestrzenianiu się ognia ), typu powłoki, izolacji, opancerzenia, rodzaju syciwa, typu żył specjalnych itp, za symbolem literowym umieszcza się symbol cyfrowy, zawierający dane o napięciu fazowym i międzyprzewodowym oraz na końcu symbolu ilość i przekrój żył.

#### 2.2.2 Osprzęt kablowy - mufy i głowice

Służą do połączeń i zakończeń kabli, zapewniając zachowanie możliwie niezmiennych właściwości użytkowych kabla oraz uniemożliwiając przenikanie wilgoci do wnętrza kabla. Mufy kablowe wykonywane są jako przelotowe lub odgałęźne ( trójkątowe ), głowice kablowe jako wewnętrzne i napowietrzne. Dla prawidłowego ich montażu opracowano „karty montażowe”, oddzielnie dla każdego z rodzajów osprzętu. „Karty montażowe” zostały usystematyzowane według metody zakończenia lub połączenia kabli:

- Zakończenia bezgłowicowe - stosowane dla wewnętrznych zakończeń kabli na napięcie do 1 kV i napowietrznych do 3,6 / 6 kV, pod warunkiem niełączenia w mufie z kablami o izolacji papierowej oraz zabezpieczenia przed wnikaniem wody i skroplin.
- Osprzęt tradycyjny oraz jego modyfikacje - przeznaczony dla złączy na niskie i średnie napięcia, wykonywanych na kablach o izolacji papierowej i polwinitowej. W skład osprzętu tradycyjnego wchodzi:
  - korpusy metalowe, chroniące przed uszkodzeniami mechanicznymi ( żeliwne, aluminiowe lub inne ),
  - izolatory porcelanowe, izolatory i rury izolacyjne i ochronne z tworzyw sztucznych do ochrony przed oddziaływaniem wpływów atmosferycznych przy głowicach napowietrznych,
  - środki ochrony przed wilgocią np syciwa, zalewy bitumiczne, impregnaty,
  - papier izolacyjny do odtwarzania izolacji przy złączu.
- Osprzęt z taśm - stosowany głównie dla kabli YHAKXS na napięcia znamionowe 15 - 20 kV, o izolacji z tworzyw sztucznych - polietylenowej. Wyróżnia się następujące typy taśm:
  - półprzewodzące, wykonane jako samoprzylepne, służą do likwidacji i łagodzenia ostrych elementów części przewodzącej ( metalowe złączki, końcówki, ekrany lub elementy o nieregularnych kształtach ),
  - sterujące, wykonane jako samoprzylepne, służą do regulacji pola elektrycznego przy krawędziach, po usunięciu ekranu kabla na napięcie powyżej 6 kV,
  - izolacyjne - wykonane jako samoprzylepne lub przylepne, służą do odtwarzania izolacji kabla. Taśmy przylepne, stosowane jako izolacja lub ochrona przed wilgocią kabli na napięcie do 1 kV,



- osprzęt z żywic chemoutwardzalnych - przeznaczony do kabli o izolacji papierowej i z tworzyw sztucznych na napięcie znamionowe 1 - 10 kV. Montażu dokonuje się metodą odlewania kadłubów z żywicy epoksydowej w formie rozbieralnej ( wielokrotnego użytku ) lub nierozbieralnej.
- Osprzęt z materiałów termokurczliwych i zimnokurczliwych - przeznaczony do kabli o izolacji z tworzyw sztucznych na napięcie znamionowe do 1 kV dla materiałów termokurczliwych i do 6 kV dla materiałów zimnokurczliwych. Do produkcji osprzętu wykorzystuje się tworzywa sztuczne usieciowane, posiadające własność odkształcalności powrotnej (pamięć kształtu) po podgrzaniu lub po ochłodzeniu.
- Osprzęt mieszany ( kombinowany ), prefabrykowany i inne - przeznaczony do dokonywania połączeń lub zakończeń kabli, z pominięciem wad innych typów osprzętu lub w sposób nietypowy np różnych typów kabli.

### 2.2.3 Wsporniki i drabinki kablowe

Służą do układania kabli, między innymi, w tunelach i kanałach i produkowane są jako stalowe elementy z blachy o długości przeważnie 2,0 lub 3,0 m. Jako materiał na drabinki kablowe używa się blach o zwiększonej odporności korozyjnej na powietrzu np blachy stalowe ocynkowane o grubości 0,5 do 1,0 mm. Istnieje szereg wzorów przekroju drabinek, najczęściej jest to „C” lub „U”; dodatkowo produkuje się szereg łączników ułatwiających prowadzenie linii kablowej wg PB-W. Drabinki układa się na wspornikach lub mocuje bezpośrednio do podłoża, przy czym odległość pomiędzy punktami podparcia powinna być mniejsza niż 3,0 m. Kable układane poziomo nie wymagają mocowania, z wyjątkiem kabli jednożyłowych tworzących jedną linię. Kable układane pionowo należy mocować do drabinki przy użyciu uchwytów indywidualnych, systemowych lub taśm do mocowania kabli.

### 2.2.4 Zestawienie podstawowych materiałów

a/ linia zasilająca tablicę bezpiecznikową w serwerowni z rozdzielnicą głównej ( RG ) nN w budynku ( A )

- kabel elektroenergetyczny typu YKY 5 x 35	TELEFONIKA	mb	100
- osłona rurowa typu KR 75 koloru niebieskiego			
o średnicy zewn. 75 mm	AROT	mb	1

b/ linia zasilająca rozdzielnicę nN w budynku ( B ) z rozdzielnicą nN w stacji elektroenergetycznej KY-69

- kabel elektroenergetyczny typu YAKY 4 x 240		mb	180
- dzielona osłona rurowa AROT typu A110PS	AROT	mb	69
- rura osłonowa trudnopalna ( nierozprzestrzeniająca płomienia ) SPYRA PRIMO typu RHDPEt 110/6,3	SPYRA PRIMO	mb	80
- taśma ostrzegawcza kabla 200 x 0,4 mm			
- niebieska	AROT	mb	100
- taśma ostrzegawcza kabla 200 x 0,4 mm			
- czerwona	AROT	mb	5
- uchwyty ściennie AROT typu VF 110	AROT	szt.	81

- 2.3. Warunki przyjęcia na budowę materiałów do robót montażowych linii energetycznych
- Wyroby do robót montażowych mogą być przyjęte na budowę, jeśli spełniają następujące warunki:
- są zgodne z ich wyszczególnieniem i charakterystyką podaną w dokumentacji projektowej i Szczegółowej specyfikacji technicznej (SST),
  - są właściwie oznakowane i opakowane,
  - spełniają wymagane właściwości wskazane odpowiednimi dokumentami odniesienia,
  - producent dostarczył dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego lub jednostkowego zastosowania, a w odniesieniu do fabrycznie przygotowanych prefabrykatów również karty katalogowe wyrobów lub firmowe wytyczne stosowania wyrobów,
  - dostawa kabli o izolacji, powłoce lub osłonie z tworzyw sztucznych powinna odbywać się przy temperaturze wyższej niż (-)15°C, natomiast bębny z nawiniętym kablem nie mogą być zrzucane i przewracane na ich tarcze ( na płask ).

Niedopuszczalne jest stosowanie do robót montażowych wyrobów i materiałów nieznanego pochodzenia. Przyjęcie materiałów i wyrobów na budowę powinno być potwierdzone wpisem do dziennika budowy.

2.4 Warunki przechowywania materiałów do montażu instalacji elektrycznych

Wszystkie materiały pakowane powinny być przechowywane i magazynowane zgodnie z instrukcją producenta oraz wymaganiami odpowiednich norm. Kable należy przechowywać na bębnach lub jeśli ilość kabla jest niewielka zwinięte w tzw „ósemkę”. Końce kabli producent zabezpiecza przed przedostawaniem się wilgoci do wnętrza i wyprowadza poza opakowanie dla ułatwienia kontroli parametrów ( ciągłość żył, przekrój ), w przypadku gdy dokonuje się odcięcia części kabla - należy zabezpieczyć pozostający w magazynie odcinek zalutowaną osłoną ołowianą lub kapturkiem, najlepiej termokurczliwym. W magazynie o miękkim podłożu należy ułożyć twarde podkłady pod tarcze bębna i zabezpieczyć klinami przed samoczynnym toczeniem. Pozostały sprzęt i osprzęt podstawowy i pomocniczy należy przechowywać w oryginalnych opakowaniach, kartonach, opakowaniach foliowych itp. Szczególnie należy chronić przed wpływami atmosferycznym oraz zawilgoceniem. Pomieszczenie magazynowe do przechowywania wyrobów opakowanych powinno być suche i zabezpieczone przed zawilgoceniem.

**3. WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU, MASZYN I NARZĘDZI**

3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST „Wymagania ogólne” Kod CPV 45000000-7, pkt 3

3.2 Sprzęt do wykonania instalacji elektrycznych

Wykonawca jest zobowiązany do używania takiego sprzętu i narzędzi, które nie spowodują niekorzystnego wpływu na jakość materiałów i wykonywanych robót oraz będą przyjazne dla środowiska. Przy doborze sprzętu i narzędzi należy uwzględnić również wymagania producenta. Sprzęt używany przez Wykonawcę powinien uzyskać akceptację Inspektora nadzoru..

**4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU**

4.1 Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST „Wymagania ogólne” - Kod CPV 45000000-7, pkt 4.

#### 4.2 Transport materiałów

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót. Podczas transportu materiałów na budowę ze składu przyobiektowego do miejsca wbudowania, należy zachować ostrożność aby nie uszkodzić materiałów do montażu. Minimalne temperatury wykonywania transportu ze względu na możliwość uszkodzenia izolacji, wynoszą dla kabli nawiniętych na bębny (-)15°C oraz (-)5°C dla zwiniętych w „ósemkę” odcinków. Stosować dodatkowe opakowania materiałów w przypadku możliwości uszkodzeń transportowych.

### 5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT

#### 5.1 Ogólne zasady wykonania robót podano w ST „Wymagania ogólne” - Kod CPV 45000000-7, pkt. 5.

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z dokumentacją techniczną i umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i jakość wykonanych robót. Roboty powinny być wykonane zgodnie z projektem budowlano -wykonawczym, wymaganiami SST oraz poleceniami Inspektora nadzoru. Przed przystąpieniem do robót należy dokonać przy udziale geodety trasowania przebiegu linii energetycznej, z zaznaczeniem np palikami jej charakterystycznych punktów.

#### 5.2 Układanie kabli

Przy układaniu kabli w ziemi zakres robót obejmuje:

- wyznaczenie trasy linii kablowej,
- wykonanie robót ziemnych, w tym staranne ubijanie warstwami przy zasypywaniu dołów oraz wymianę gruntu w przypadku nieodpowiedniego składu gruntu rodzimego,
- nasypianie warstwy piasku na dno rowu kablowego,
- układanie kabli w rowach i wykopach,
- układanie kabli w rurach i blokach, ułożonych w ziemi,
- ułożenie folii oznaczeniowej,
- zasypianie rowów i wykopów kablowych z rozplantowaniem lub wywiezieniem nadmiaru ziemi.

Uwagi dodatkowe:

- Wytaczanie trasy linii kablowej powinien dokonywać uprawniony geodeta, lub za zgodą Inspektora nadzoru - Wykonawca robót, na podstawie projektu budowlano -wykonawczego oraz map geodezyjnych. Przebieg trasy wyznaczają wbijane w grunt paliki drewniane lub pręty metalowe. Należy jednocześnie prowadzić trasę kablową w taki sposób, aby zachować odpowiednie odległości od innych elementów znajdujących się w ziemi, w okolicy trasy np minimum 50,0 cm od fundamentów budynków i granicy pasa jezdni, 150,0 cm od rosnących drzew, itp. Szczegółowe wartości odległości kabli od innych elementów znajdujących się w ziemi zawiera norma N SEP-E-004.
- W przypadku rozpoczynania prac ziemnych, dla robót prowadzonych w terenie zabudowanym lub dostatecznie nierozpoznanym, należy zwrócić szczególną uwagę aby nie uszkodzić istniejącego uzbrojenia. W tym celu, przy zachowaniu dużej ostrożności, należy dokonać przekopów próbnych na głębokość większą od projektowanego dna wykopu i o długości około 2,00 m przez linię trasy kablowej, prostopadle do jej osi. Podobne obostrzenia dotyczą wykopów prowadzonych przy istniejących budynkach i budowlach.

Szerokość rowu kablowego zależy od liczby i rodzaju kabli układanych równolegle, jednak nie powinna być mniejsza od: 30,0 cm dla głębokości do 60,0 cm i 40,0 ( 50,0 ) cm w pozostałych przypadkach. Głębokość minimalna układania, mierzona w osi kabla, zależy od rodzaju, przeznaczenia oraz napięcia znamionowego kabla ( ze względu na warstwę podsypki piaskowej oraz średnicę kabla wykop jest kilkanaście centymetrów głębszy ):

- 50,0 cm dla kabli układanych pod chodnikami i przeznaczonymi do zasilania oświetlenia, związanego z ruchem drogowym,
  - 70,0 cm dla pozostałych rodzajów i przeznaczeń kabli o napięciu do 1 kV,
  - 80,0 cm dla kabli o napięciu do 15 kV, układanych poza terenami rolniczymi,
  - 90,0 cm dla kabli o napięciu do 15 kV, układanych na terenach rolniczych,
  - 100,0 cm dla kabli o napięciu powyżej 15 kV.
- Linie kablowe pod drogami, ulicami, torami kolejowymi należy prowadzić w osłonach otaczających ( rury ochronne lub bloki kablowe ), układanych w wykopach. W niektórych przypadkach można dokonać ułożenia osłon bez konieczności rozbiórki drogi, toru lub ulicy, stosując technologię podkopów i przecisków. Podkopy wykonuje się specjalnymi łopatami, które posiadają zmniejszoną powierzchnię roboczą oraz wydłużone trzonki, w celu ułatwienia kopania. Przeciski wykonuje się specjalnie do tego celu przystosowanymi urządzeniami.
- Układanie kabli w rowach i wykopach:
- kabel należy ułożyć na dnie wykopu na podsypce piaskowej grubości min 10,0 cm,
  - dopuszcza się pominięcie podsypki dla gruntów piaszczystych.
  - linia układanego wykopu - zasadą jest układanie w jednym rowie kabli na jednym poziomie, przy czym odległość minimalna od kabli sąsiednich zależy od napięcia znamionowego i wynosi: 10,0 cm dla kabla do 1 kV i 25,0 cm dla kabla powyżej 1 kV. Dla kabli układanych na terenie zakładu przemysłowego dopuszcza się warstwowe układanie kabli, z zachowaniem odległości 15,0 cm pomiędzy warstwami i oddzieleniem warstw od siebie przegrodami np z cegieł lub bloczków betonowych. Dla ułatwienia lub umożliwienia robót naprawczych należy przewidzieć układanie kabli z zapasem, przy każdym elemencie, gdzie następuje połączenie lub podłączenie kabla ( mufy, złącza kablowego, stacji transformatorowej itp ).
  - stosuje się dwa sposoby układania kabli:
    - a/ ręczny
      - przenoszenie lub przesuwanie kabla w rękach,
      - przesuwanie kabla na rolkach,
    - b/ mechaniczny:
      - przemieszczanie kabla, znajdującego się na bębnie, wozonym przez pojazd ( traktor z przyczepą lub skrzyniowy samochód ciężarowy o napędzie terenowym, stojaki do bębnow ),
      - przy pomocy rolek napędzanych ( skrzyniowy samochód ciężarowy, wyposażony wciągarkę i żurawik, zespół rolek i zasilanie ich napędów poprzez agregat prądotwórczy lub zestaw kabli przenośnych, stojaki do bębnow ),
      - przy pomocyciągarki ( tzw uciąg czołowy ) - podobny zestaw jak dla układania przy pomocy rolek napędzanych, dodatkowo komplet uchwyty na żyły i pończoch stalowych. W celu uniknięcia uszkodzeń kabla wciągarka musi być wyposażona w ogranicznik siły

ciągnięcia, jej wartość dopuszczalną wyznacza się w zależności od całkowitego przekroju kabla.

- zasypanie następną warstwą piaskową grubości min 10,0 cm i ubicie warstwy, a następnie gruntem rodzimym ubijanym warstwami grubości do 15,0 cm ( większość inwestorów wymaga wymiany gruntu wykopu na piasek ),
  - ułożenie folii oznaczeniowej o grubości powyżej 0,5 mm i o szerokości powyżej 20,0 cm, przykrywającej przysypany warstwą piasku kabel. Kolory folii używanych do oznaczeń wskazują napięcie znamionowe kabla: niebieska do 1 kV i czerwona powyżej 1 kV.
- Układanie kabli w rurach i blokach umieszczonych w ziemi

Kable układane w miejscach, gdzie są szczególnie narażone na uszkodzenia, chroni się poprzez osłony kablowe z rur kanalizacyjnych kamionkowych, PCV sztywnych lub giętkich, stalowych oraz jedno lub wielootworowych blokach betonowych. Instalacje osłonowe dłuższe niż 60,0 m lub posiadające rozgałęzienia i zmiany kierunku prowadzenia linii kablowej wyposaża się w studnie kablowe. Studnie żelbetowe są najpopularniejsze i posiadają wymiary minimalne 800 x 800 mm, powinny posiadać odwodnienie ( kanalik ) i zamykany włącz lub przykrycie z płyty betonowej lub żelbetowej, a także odpowietrznik dla umożliwienia odpływu ewentualnych gazów jakie mogą się zebrać w studzienice. Średnica otworu osłony kabla powinna mieć co najmniej 1,5 średnicy kabla, jednak nie mniej niż 50 mm. Zasadą jest prowadzenie jednego kabla w danym otworze, jednak dopuszcza się odstępstwa od tej zasady w przypadku zestawu kabli jednożyłowych tworzących wiązkę wielofazową, zestawu kabli sygnalizacyjnych podłączonych do jednego urządzenia, zestawu kabli energetycznych i sygnalizacyjnych podłączonych do jednego urządzenia. Po wprowadzeniu kabla ( lub kabli ) do osłony należy oba końce uszczelnić, szczególnie kiedy następuje przejście pomiędzy odrębnymi strefami wydzielenia pożarowego ( stosuje się wtedy przepusty ogniowe lub specjalne materiały izolujące, w zależności od wymaganego stopnia ochrony pożarowej ). Wciąganie kabli do rur można wykonywać przy budowie nowych linii, niekiedy występuje konieczność wykonania osłon kablowych na ułożonych wcześniej kablach lub ich odcinkach - wtedy stosuje się technologię z zastosowaniem rur osłonowych dwudzielnych.

- Układanie kabli w kanałach i tunelach

Kanały kablowe wykonuje się jako element przykrywany na całej długości płytami, prowadzony w podłodze lub w ziemi a także w stropie lub w ścianie budynku albo budowli. Szczególną formą tej technologii układania kabli jest prowadzenie linii kablowej pod podłogą podniesioną lub techniczną np w korytach kablowych prefabrykowanych. Przykrycie kanału może być zdejmowane całkowicie lub odcinkowo. Kanały nie są przystosowane do poruszania się obsługi w jego wnętrzu, natomiast powinny być podzielone na odcinki poprzez wygrodzienia pożarowe ( grodzie ). Grodzie należy wykonywać jeśli długość kanału przekracza 50,0 m, najprostszą grodzia może być warstwa piasku o grubości 1,00 m, obmurowana obustronnie cegłą. Tunele kablowe pozwalają na poruszanie się wewnątrz obsługi. Wygrodzienia pożarowe w formie ścian ceramicznych lub płyt gipsowo-kartonowych izolowanych wewnątrz materiałami ognioodpornymi z drzwiami przełazowymi, stosuje się co 100,0 m długości tunelu. Jeśli strefy pożarowe nie przekraczają 50,0 m wystarczy otwór przełazowy ( bez drzwi ).

Kanały i tunele kablowe powinny być budowane z materiałów niepalnych, maksymalnie ograniczać wnikanie wody i wilgoci do wnętrza, posiadać system odprowadzania wody ściekowej i kondensacyjnej oraz system przewietrzania, jednocześnie umożliwiać swobodny dostęp do kabli w czasie ich układania, kontroli lub wymiany. Wysokość minimalna tuneli wynosi 2,00 m, szerokość komunikacyjna nie mniej niż 80,0 cm. W kanałach i tunelach układać można kable o powłoce:

- ołowianej,
- aluminiowej z osłoną przeciwkorozyjną trudno palną lub bez niej, jeśli środowisko nie jest niszczące dla aluminium i powłoka nie jest wykorzystywana jako żyła ochronna,
- z tworzyw sztucznych.

Układanie kabli w kanałach i tunelach należy przeprowadzić z zachowaniem odpowiednich odległości pomiędzy kablami, innymi rurociągami, ścianami i dnem. Ważne jest zachowanie rozdziału w grupach napięć znamionowych kabli i montaż poszczególnych typów na wydzielonych wspornikach np. wspornik SN, koryto nn, kable sygnalizacyjne, itp. Wyjątek stanowią zestawy kabli jednożyłowych tworzących wiązkę wielofazową, zestawy kabli sygnalizacyjnych podłączonych do jednego urządzenia, zestawy kabli energetycznych i sygnalizacyjnych podłączonych do jednego urządzenia, stanowiących tory jednej linii wielofazowej i zasilające instalację oświetleniową, które mogą się stykać. Układanie kabli może odbywać się sposobem ręcznym lub mechanicznie. Do układania kabli służą wsporniki lub drabinki kablowe sposoby mocowania kabli zawiera pkt. 2.1.4. Odległości minimalne pomiędzy sąsiednimi mocowania kabli układanych na pochyłościach wynoszą od 40,0 do 150,0 cm, w zależności od kąta układania i rodzaju kabla. Kable bez pancerza należy mocować przy użyciu uchwytów z elastycznymi (miękkimi) wkładkami i szerokości co najmniej równej średnicy zewnętrznej kabla, aby zapobiec uszkodzeniom powłok izolacyjnych.

- Układanie kabli w budynkach

Wszelkie typy kabli z wyjątkiem, posiadających osłonę ochronną włóknistą, układa się bezpośrednio na ścianach lub sufitach, na konstrukcjach wsporczych osadzonych w elementach konstrukcyjnych budynku oraz kanałach – niektóre sposoby układania omówiono w pozycjach poprzednich. Szczególną uwagę należy zwrócić przy przejściach kabli przez ściany i stropy z zastosowaniem przepustów kablowych. Rura lub specjalny przepust powinny być zabetonowane lub wmurowane w otwór, oba końce uszczelnione materiałem niepalnym na długości 8,0 cm dla stropów i 10,0 cm dla ścian. Dodatkowe zabezpieczenia wykonuje się w przypadkach szczególnych np izolacja od żrących oparów ( pomieszczenia akumulatorowni ) lub przeciwpożarowa przy przejściu pomiędzy wydzielonymi strefami ochrony pożarowej i wewnątrz stref. Dla pomieszczeń zagrożonych pożarem lub wybuchem przepusty powinny być oddzielne dla każdego kabla, również jednożyłowego. Skrzyżowania kabli należy wykonać w taki sposób, aby minimalne odległości pomiędzy kablami wynosiły 5,0 cm dla kabli na napięcie do 1 kV i 15,0 cm dla kabli na napięcie powyżej 1 kV. Odległości minimalne od rurociągów podaje N SEP-E-004 i wynoszą od 20,0 do 150,0 cm. Jeśli nie można spełnić warunków minimalnej odległości, podanych w normie jw, należy bezwzględnie prowadzić kable w rurach ochronnych.

- Układanie kabli na mostach, pomostach, budowlach wodnych (mola, nabrzeża itp )

Podstawowym warunkiem jest zapewnienie zachowania właściwości konstrukcyjnych budowli, na której układa się kable. Stosuje się kable o powłokach z tworzyw sztucznych lub metalowych oraz kable opancerzone drutami stalowymi.

Przy układaniu kabla na mostach wymagana jest odporność na drgania, co osiąga się poprzez dobór kabla lub konstrukcję osłon i kanałów, także wymagane jest uziemienie linii po obu stronach mostu. Szczegółowe metody układania kabli na mostach, pomostach budowlach wodnych dobiera się, uwzględniając miejscowe warunki.

### 5.3 Montaż osprzętu kablowego i oznaczanie linii kablowych - montaż muf i głowic kablowych

- a/ Montaż osprzętu kablowego powinni wykonywać pracownicy dodatkowo przeszkoleni przez producenta lub organ uprawniony, w czasie tego samego dnia.
- b/ Stosowany osprzęt powinien być nowy, chyba że inwestor wyda pisemną zgodę na ponowne zastosowanie osprzętu pochodzącego z demontażu.
- c/ Osprzęt powinien być montowany w miejscu docelowego ułożenia lub jeśli to jest niemożliwe w najbliższym sąsiedztwie np obok rowu kablowego. Nie wolno wykonywać połączenia głowic kablowych na poziomie terenu, a następnie umieszczać je na wymaganej wysokości, na słupie.
- d/ Nie wolno stosować muf w miejscach zagrożonych wybuchem, natomiast w miejscach ogólnodostępnych powinny znajdować się w studzienkach kablowych np na mostach.
- e/ Przy montażu zestawu muf na kablach jednożyłowych, tworzących wiązkę, należy kolejne mufy montować z przesunięciem odpowiadającym długości mufy + min 1,00 m.

oznaczanie linii kablowych.

Uwagi dodatkowe:

- a/ Oznaczniki kabli stosuje się w celu umożliwienia identyfikacji ułożonych i będących pod napięciem kabli. Rozmieszczenie oznaczników powinno ułatwiać prace pracownikom dokonującym rozpoznania i dlatego należy oznaczniki montować na końcach i łukach kabla, w sąsiedztwie osprzętu ( mufy i głowice ) oraz w miejscach charakterystycznych takich jak, skrzyżowania, przepusty, zbliżenia, a także w prostych odcinkach linii kablowej ułożonej w ziemi co 10,0 m, natomiast w kanałach, tunelach, pomostach co 20,0 m.
- b/ Prawidłowe oznaczenia kabla powinny zawierać następujące dane:
  - użytkownika, symbol i numer ewidencyjny linii kablowej,
  - rok ułożenia kabla,
  - symbol typu i przekrój kabla wg odpowiedniej normy,
  - znak fazy ( przy kablach jednożyłowych ).

Znakowanie trasy kablowej

W terenie niezabudowanym oznacza się trasę poprzez wkopanie wzdłuż trasy słupków betonowych z literą „K” oraz nazwą użytkownika i kierunkiem przebiegu. Miejsca oznakowania: początek i koniec trasy, skrzyżowania, zbliżenia, zmiany kierunku oraz na odcinkach prostych co 100,0 m. Zaleca się podobnie oznaczać miejsca montażu muf z tym, że stosuje się wtedy oznaczenie literowe „M”. Miejsce zainstalowania muf można także oznaczać na budynkach lub innych trwałych elementach zabudowy przy pomocy tabliczek, zamocowanych na wysokości 1,5 m nad poziomem terenu.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1 Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST „Wymagania ogólne” -Kod CPV 45000000-7, pkt. 6.

6.2 Badania przed przystąpieniem do robót

Szczegółowy wykaz oraz zakres pomontażowych badań kabli i przewodów zawarty jest w PN-IEC 60364-6-61:2000 i PN-E-04700:1998/Az1:2000.

### 6.3 Badania materiałów

Badanie materiałów przeprowadza się pośrednio na podstawie zapisów w dzienniku budowy dotyczących przyjęcia materiałów na budowę oraz dokumentów towarzyszących wysyłce materiałów przez dostawcę, potwierdzających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji projektowej i niniejszej specyfikacji technicznej. Przed przystąpieniem do robót, Wykonawca powinien sprawdzić, czy producent materiałów posiada atesty wyrobów zgodnie ze specyfikacją techniczną. Niezależnie od posiadanych atestów, Wykonawca powinien żądać od producenta wyników bieżących badań wyrobów. Poza tym, przed przystąpieniem do robót Wykonawca sprawdza wyrób w zakresie wymagań podanych w specyfikacji technicznej i wyniki badań przedstawia Inspektorowi nadzoru do akceptacji.

### 6.4 Badania w czasie robót

Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót. Jakość robót budowlano -montażowych jest sprawdzana przez osoby upoważnione, wymienione w odpowiednich przepisach Prawa Budowlanego.

### 6.5 Badania, próby i pomiary pomontażowe

Podstawowym celem badań jest stwierdzenie za pomocą pomiarów i prób czy zainstalowane przewody, kable, aparaty oraz środki ochrony:

- a/ spełniają wymagania określone w odpowiednich normach,
- b/ spełniają rolę ochrony i zabezpieczenia osób i mienia przed negatywnym, oddziaływaniem instalacji elektrycznej,
- c/ nie mają uszkodzeń, wad lub odporności mniejszej niż wymagana,
- d/ są dobrane, zainstalowane i wykazują parametry określone w projekcie.

Należy wykonać następujące próby i pomiary:

- a/ sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych,
- b/ pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej,
- c/ pomiary kabli nN - 1kV,
- d/ pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

### 6.6 Ocena wyników badań

Wyniki badań zawarte w protokołach powinny być zgodne z wymaganiami obowiązującymi dla kontrolowanego elementu instalacji elektrycznej. Wyniki badań powinny być wpisywane do dziennika budowy i akceptowane przez Inspektora nadzoru.

### 6.7 Ponadto należy wykonać sprawdzenia odbiorcze składające się z oględzin częściowych i końcowych polegających na kontroli:

- a/ zgodności dokumentacji powykonawczej z projektem i ze stanem faktycznym,
- b/ jakości i zgodności wykonania robót z ustaloną w dokumentacji powykonawczej, normami, przepisami budowy oraz bhp,
- c/ poprawności wykonania i zabezpieczenia połączeń śrubowych instalacji elektrycznej potwierdzonych protokołem przez Wykonawcę montażu,
- d/ pomiarach rezystancji uziemień i wszelkich innych wynikających z dokumentacji technicznej, norm, przepisów budowy i eksploatacji lub uzgodnień z Inspektorem nadzoru.

Po wykonaniu oględzin należy sporządzić protokoły z przeprowadzonych badań zgodnie z wymogami zawartymi w normie PN-IEC 60364-6-61:2000.



- 6.8 Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami i materiałami  
Wszystkie materiały, urządzenia i aparaty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach specyfikacji, zostaną odrzucone. Jeśli materiały nie spełniające wymagań zostały wbudowane lub zastosowane, to na polecenie Inspektora nadzoru Wykonawca wymieni je na właściwe, na własny koszt. Na pisemne wystąpienie Wykonawcy Inspektor nadzoru może uznać wadę za niemającą zasadniczego wpływu na jakość funkcjonowania instalacji i ustalić zakres i wielkość potrąceń za obniżoną jakość.
- 7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIARU I OBMIARU ROBÓT**
- 7.1 Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru podano w ST „Wymagania ogólne” - Kod CPV 45000000-7, pkt. 7.
- 7.2 Szczegółowe zasady obmiaru  
Obmiar robót określać będzie faktyczny zakres robót wykonywanych zgodnie z dokumentacją projektową i specyfikacją techniczną w ustalonych jednostkach. Książka obmiarów stanowi dokument pozwalający na rzeczywisty obmiar robót budowlanych. Obmiar wykonanych robót dokonuje w sposób ciągły kierownik budowy.
- 7.3 Zasady określania ilości materiałów i robót  
Obmiaru robót dokonuje się z natury ( wykonanej roboty ) przyjmując jednostki miary odpowiadające zawartym w dokumentacji i tak:  
a/ dla konstrukcji wsporczych - ( szt ), ( kpl ), ( kg ), ( t ),  
b/ dla kabli - ( km ), ( m ) lub ( kpl ),  
c/ dla osprzętu linii - ( szt ), ( kpl ),  
d/ dla robót ziemnych - ( m ), ( m<sup>3</sup> ).
- 7.4 Czas przeprowadzenia pomiarów  
Pomiary należy przeprowadzić przed częściowym lub ostatecznym odbiorem odcinków robót. Obmiar robót zanikających należy przeprowadzić w czasie ich wykonywania. Obmiar robót ulegających zakryciu przeprowadza się przed ich zakryciem.
- 7.5 Dla budowy linii kablowej można ustalić inne szczegółowe zasady przedmiaru i obmiaru przedmiotowych robót
- 8. SPOSÓB ODBIORU ROBÓT**
- 8.1 Ogólne zasady odbioru robót podano w ST „Wymagania ogólne” Kod CPV 45000000-7, pkt. 8.
- 8.2 Rodzaje odbioru robót  
Roboty podlegają następującym etapom odbioru:  
a/ odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu,  
b/ odbiór częściowy,  
c/ odbiór ostateczny,  
d/ odbiór pogwarancyjny.
- 8.2.1 Odbiór międzyoperacyjny  
Odbiór międzyoperacyjny przeprowadzany jest po zakończeniu danego etapu robót mających wpływ na wykonanie dalszych prac. Odbiorowi takiemu mogą podlegać między innymi:  
a/ kanały kablowe, bloki, rury osłonowe,  
b/ montaż koryt, drabinek, wsporników,  
c/ podsypki i zasypki.

#### 8.2.2 Odbiór częściowy

Odbiór częściowy należy przeprowadzić dla robót zanikających oraz elementów urządzeń, które ulegają zakryciu ( np wszelkie roboty zanikające ), uniemożliwiając ocenę prawidłowości ich wykonania po całkowitym ukończeniu prac. Podczas odbioru należy sprawdzić prawidłowość montażu oraz zgodność z obowiązującymi przepisami i projektem budowlano -wykonawczym:

- a/ wydzielonych instalacji,
- b/ wykonanie wykopów, jakość i prawidłowość wykonania fundamentów.

#### 8.2.3 Odbiór końcowy

Badania pomontażowe jako techniczne sprawdzenie jakości wykonanych robót należy przeprowadzić po zakończeniu robót elektrycznych przed przekazaniem użytkownikowi całości linii elektro-energetycznych. Parametry badań oraz sposób przeprowadzenia badań są określone w normach PN-IEC 60364-6-61:2000 i PN-E-04700:1998/Az1:2000. Wyniki badań należy zamieścić w protokole odbioru końcowego.

#### 8.3 Zasady odbioru robót

Odbiór robót w każdym zakresie należy prowadzić zgodnie z:

- a/ obowiązującymi normami i przepisami,
- b/ „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano -montażowych” - tom V sprawdzając aktualność norm i przepisów związanych wymienionych w tym opracowaniu.

Niezbędnymi dokumentami wymaganymi przy czynnościach odbiorowych są:

- a/ protokoły odbioru robót zanikających i ulegających zakryciu,
- b/ karty gwarancyjne,
- c/ wymagane certyfikaty i aprobaty techniczne,
- d/ dokumentacja powykonawcza,
- e/ protokół z pomiarów,
- f/ protokół odbioru robót w zakresie wymaganych przez Zakład Elektroenergetyczny.

#### 8.4 Warunki odbioru instalacji energetycznych i urządzeń

Wykonawca robót obowiązany jest przedłożyć komisji następujące dokumenty:

- a/ dokumentację projektową z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonywania robót,
- b/ szczegółowe specyfikacje techniczne ze zmianami wprowadzonymi w trakcie wykonywania robót,
- c/ dziennik budowy i książki obmiarów z zapisami dokonywanymi w toku prowadzonych robót, protokoły kontroli spisywane w trakcie wykonywania prac,
- d/ dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego zastosowania użytych materiałów i wyrobów budowlanych,
- e/ protokoły odbiorów robót ulegających zakryciu i odbiorów częściowych,
- f/ instrukcje producenta,
- g/ wyniki badań laboratoryjnych i ekspertyz.

W toku odbioru komisja zobowiązana jest zapoznać się z przedłożonymi dokumentami, przeprowadzić badania zgodnie z wytycznymi podanymi w niniejszej specyfikacji technicznej, porównać je z wymaganiami podanymi w dokumentacji projektowej i niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej, opracowanej dla odbieranego przedmiotu zamówienia, oraz dokonać oceny wizualnej.

Instalacja elektryczna powinna być odebrana, jeżeli wszystkie wyniki badań są pozytywne, a dostarczone przez Wykonawcę dokumenty są kompletne i prawidłowe pod względem merytorycznym. Jeżeli chociażby jeden wynik badań był negatywny instalacja elektryczna nie powinna być odebrana. W takim przypadku należy wybrać jedno z następujących rozwiązań:

- a/ jeżeli to możliwe należy ustalić zakres prac korygujących, usunąć nieprawidłowości wykonania instalacji elektrycznej w stosunku do wymagań określonych w dokumentacji projektowej i niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej i przedstawić je ponownie do odbioru,
- b/ jeżeli odchylenia od wymagań nie zagrażają bezpieczeństwu użytkownika i trwałości Zamawiający może wyrazić zgodę na dokonanie odbioru końcowego z jednoczesnym obniżeniem wartości wynagrodzenia w stosunku do ustaleń umownych,
- c/ w przypadku, gdy nie są możliwe podane wyżej rozwiązania Wykonawca zobowiązany jest usunąć wadliwie wykonaną instalację elektryczną, wykonać ją ponownie i powtórnie zgłosić do odbioru.

W przypadku niekompletności dokumentów odbiór może być dokonany po ich uzupełnieniu. Z czynności odbioru sporządza się protokół podpisany przez przedstawicieli Zamawiającego i Wykonawcy. Protokół powinien zawierać:

- a/ ustalenia podjęte w trakcie prac komisji,
- b/ ocenę wyników badań,
- c/ wykaz wad i usterek ze wskazaniem sposobu ich usunięcia,
- d/ stwierdzenie zgodności lub niezgodności wykonania instalacji elektrycznej z zamówieniem.

Protokół odbioru końcowego jest podstawą do dokonania rozliczenia końcowego pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą.

#### 8.5 Odbiór po upływie okresu rękojmi i gwarancji

Celem odbioru po okresie rękojmi i gwarancji jest ocena stanu instalacji elektrycznej po użytkowaniu w tym okresie oraz ocena wykonywanych w tym okresie ewentualnych robót poprawkowych, związanych z usuwaniem zgłoszonych wad. Odbiór po upływie okresu rękojmi i gwarancji jest dokonywany na podstawie oceny wizualnej, z uwzględnieniem zasad opisanych w pkt. 8.2.3 „Odbiór końcowy”. Pozytywny wynik odbioru pogwarancyjnego jest podstawą do zwrotu kaucji gwarancyjnej, negatywny do ewentualnego dokonania potrąceń wynikających z obniżonej jakości robót. Przed upływem okresu gwarancyjnego Zamawiający powinien zgłosić Wykonawcy wszystkie zauważone wady w wykonanych robotach.

### 9. PODSTAWA ROZLICZENIA ROBÓT PODSTAWOWYCH, TYMCZASOWYCH I PRAC TOWARZYSZĄCYCH

#### 9.1 Ogólne ustalenia dotyczące podstawy rozliczenia robót podano w ST „Wymagania ogólne” - Kod CPV 45000000-7, pkt. 9.

#### 9.2 Zasady rozliczenia i płatności

Rozliczenie robót elektrycznych może być dokonane jednorazowo po wykonaniu pełnego zakresu robót i ich końcowym odbiorze lub etapami określonymi w umowie, po dokonaniu odbiorów częściowych robót. Ostateczne rozliczenie umowy pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą następuje po dokonaniu odbioru pogwarancyjnego. Podstawę rozliczenia oraz płatności wykonanego i odebranego zakresu robót elektrycznych stanowi wartość tych robót obliczona na podstawie określonych w dokumentach umownych ( ofercie ) cen jednostkowych i ilości robót zaakceptowanych przez Zamawiającego lub ustalonej w umowie kwoty ryczałtowej za określony zakres robót.

Ceny jednostkowe wykonania robót elektrycznych uwzględniają:

- a/ przygotowanie stanowiska roboczego,
- b/ dostarczenie do stanowiska roboczego materiałów, narzędzi i sprzętu,
- c/ obsługę sprzętu nie posiadającego etatowej obsługi,
- d/ ustawienie i przestawienie drabin oraz lekkich rusztowań przestawnych umożliwiających wykonanie robót na wysokości,
- e/ usunięcie wad i usterek oraz naprawienie uszkodzeń powstałych w czasie robót,
- f/ uporządkowanie miejsca wykonywania robót,
- g/ usunięcie pozostałości, resztek i odpadów materiałów,
- h/ likwidację stanowiska roboczego.

## **10. DOKUMENTY ODNIESIENIA**

### **10.1 Normy**

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| a/ PN/E-05125              | Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe - Projektowanie i budowa.  |
| b/ PN/E-90050              | Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Ogólne wymagania i badania.  |
| c/ PN/E-05125              | Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe - Projektowanie i budowa.  |
| d/ PN-IEC 60050(604):1999  | Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Wytwarzanie, przesyłanie i rozdzielanie energii elektrycznej. Eksploatacja.   |
| e/ PN-HD 60364-1:2010      | Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje.  |
| f/ PN-HD 60364-5-51:2011   | Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne.   |
| g/ PN-IEC 60364-5-53:2000  | Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza.  |
| h/ PN-EN 60446:2004        | Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami albo cyframi.  |
| i/ N SEP-E-0004            | Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.   |
| j/ PN-HD 60364-4-41:2009   | Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4.41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym.   |
| k/ 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. |

l/ PN-IEC 60364-4-473:1999	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym.
m/ PN-90/E-05029	Kod do oznaczania barw.
n/ PN-90/E-06401.01	Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Postanowienia ogólne.
o/ PN-90/E-06401.02	Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Połączenia i zakończenia żył.
p/ PN-90/E-06401.03	Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Mufy przelotowe na napięcie nie przekraczające 0,6 /1 kV.
r/ PN-HD 605 S1:2002 (U)	Kable elektroenergetyczne. Dodatkowe metody badań.
s/ PN-HD 605 S1:2002/A3:2003 (U)	Kable elektroenergetyczne. Dodatkowe metody badań. ( Zmiana A3 ).
t/ PN-E-04700:1998	Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
u/ PN-E-04700:1998/Az1:2000	Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.

## 10.2 Ustawy

- a/ Ustawa z dnia 16.04.2004 r. - o wyrobach budowlanych ( Dz.U z 2004 r. Nr 92, poz. 881 ).
- b/ Ustawa z dnia 30.08.2002 r. - o systemie oceny zgodności ( tekst jednolity Dz.U z 2004 r. Nr 204, poz. 2087, z późniejszymi zmianami ).
- c/ Ustawa z dnia 07.07.1994 r. - Prawo budowlane ( tekst jednolity Dz.U z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 ).

## 10.3 Rozporządzenia

- a/ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno -użytkowego ( Dz.U z 2004 r. Nr 202, poz. 2072, zmiana Dz.U z 2005 r. Nr 75, poz. 664 ).
- b/ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 03.07.2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego ( Dz.U z 2003 r. Nr 120, poz. 1133 ).
- c/ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26.06.2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki, tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia ( Dz.U z 2002 r. Nr 108, poz. 953, z późniejszymi zmianami ).
- d/ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11.08.2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym ( Dz.U z 2004 r. Nr 198, poz. 2041, z późniejszymi zmianami ).

- e/ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie ( Dz.U z 2002 r. Nr 75, poz. 690, z późniejszymi zmianami ).
- f/ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych ( Dz.U z 2003 r. Nr 47, poz. 401 ).
- g/ Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28.05.1996 r w sprawie prac, które powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby ( Dz.U z 1996 r. Nr 62, poz. 288 ).

#### 10.4 Inne dokumenty

- a/ Katalog wyrobów firm: TELEFONIKA, AROT, LEGRAND, WAVIN i inne.
- b/ Przepisy budowy urządzeń elektroenergetycznych - Instytut Energetyki - WEMA.
- c/ Poradnik monter elektryka WNT - Warszawa 1997 r.
- d/ Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano -montażowych - część V - Warszawa, Wydawnictwo Akcydensowe 1981 r.