

# Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych

Inwestor: **ZAKŁAD USŁUG KOMUNALNYCH Sp. z o.o.**  
**Ul. Kasztanowa 18, 63-200 Jarocin**

Obiekt: **Linia kablowa oświetlenia ulicznego wraz z lokalizacją słupów oświetlenia ulicznego oraz lokalizacją złącza sterującego oświetleniem**

Przez działki: **431, 430, 412/1**

Lokalizacja: **Jarocin ul. Polna**

Jednostka ewidencyjna: **300602\_4 Jarocin miasto**

Obręb ewidencyjny: **0003 Jarocin**

Branża: **Elektryczna**

Kategoria obiektu bud: **XXVI**

Jednostka projektowa: **Zakład Usług Elektrycznych i Informatycznych**  
**ul. NSZZ Solidarności 4, 63-200 Jarocin**

Projektant: **mgr inż. Mirosław Gocki**

**upr. bud. nr WKP/0145/POOE/08**

podpis

*mgr inż. Mirosław Gocki*  
*Uprawniony projektant bez ograniczeń*  
*w specjalności sieci, instalacji i urządzeń*  
*elektrycznych i elektroenergetycznych*  
*WKP/0145/POOE/08*

**Jarocin, 15 marca 2017r.**

**Kody i nazwy robót ( CPV):**

45315100-9 Instalacyjne roboty elektrotechniczne

45315300-1 Instalowanie linii energetycznych/Instalacje zasilania elektrycznego

45315700-5 Instalowanie rozdzielni elektrycznych/ Instalowanie stacji rozdzielczych

45316100-6 Instalowanie urządzeń oświetlenia zewnętrznego

**Spis treści:**

1. Wstęp,
2. Materiały,
3. Sprzęt,
4. Transport,
5. Wykonanie robót,
6. Kontrola jakości robót,
7. Obmiar robót,
8. Odbiór robót,
9. Podstawa płatności,
10. Normy i przepisy związane.

**1. Wstęp****1.1. Przedmiot specyfikacji**

Przedmiotem specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z budową linii kablowej n/n oświetlenia ulicznego wraz z lokalizacją słupów oświetlenia ulicznego oraz lokalizacją złącza sterującego oświetleniem.

**1.2. Zakres stosowania ST**

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1. niniejszej specyfikacji.

**1.3. Zakres robót objętych ST**

Specyfikacja obejmuje następujący zakres robót: kablowe linie oświetleniowe, wykonanie i montaż złącza sterującego oświetleniem, montaż opraw i słupów oświetleniowych (słupów na fundamencie), ochronę przeciwporażeniową.

**1.4. Określenia podstawowe ST**

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi normami, przepisami budowy urządzeń elektroenergetycznych, warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych „Instalacje elektryczne”, projektem budowlanym oraz specyfikacją ST Wymagania ogólne.

Słup oświetleniowy – konstrukcja wsporcza osadzona na fundamencie, służąca do zamocowania oprawy oświetleniowej bezpośrednio na wysokości nie większej niż 7m.

Oprawa oświetleniowa – urządzenie służące do oświetlania, filtracji i przekształcania strumienia świetlnego wysyłanego przez źródło światła, zawierająca wszystkie niezbędne detale do przymocowania i połączenia z instalacją elektryczną.

Szafka sterująca – urządzenie sterownicze bezpośrednio zasilające sieć oświetleniową lub energetyczną.

Fundament – konstrukcja zagłębiona w ziemi, służąca do utrzymania złącza sterującego oświetleniem lub utrzymania słupa w pozycji pracy - pionowej.

Linia kablowa – kabel wielożyłowy w układzie wielofazowym albo kilka kabli jedno – lub wielożyłowych połączonych równolegle, łącznie z osprzętem, ułożone we wspólnej trasie i łączące zaciski tych samych dwóch urządzeń elektrycznych jedno – lub wielofazowych.

Trasa kablowa – pas terenu, na którym ułożone są jedna lub więcej linii kablowych – wyznaczona przez uprawnionego geodetę.

Osprzęt elektryczny linii kablowej – zbiór elementów przeznaczonych do łączenia, rozgałęziania i zakończenia kabli.

Skrzyżowanie – takie miejsce na trasie linii kablowej, w którym jakkolwiek część rzutu poziomego linii kablowej przecina lub pokrywa jakąkolwiek część rzutu poziomego innej linii kablowej lub innego urządzenia podziemnego.

Zbliżenie – takie miejsce na trasie linii kablowej, w którym odległość między linią kablową, urządzeniem podziemnym lub drogą komunikacyjną itp. jest mniejsza niż odległość dopuszczalna dla danych warunków układania bez stosowania przegród lub osłon zabezpieczających i w którym nie występuje skrzyżowanie.

Przepust kablowy – konstrukcja o przekroju najczęściej okrągłym, przeznaczona do ochrony kabla przed uszkodzeniem mechanicznym, chemicznym i działaniem łuku elektrycznego.

Dodatkowa ochrona przeciwporażeniowa – ochrona części przewodzących, dostępnych w wypadku pojawienia się na nich napięcia w warunkach zakłóceń.

**1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca jest odpowiedzialny za wykonanie robót zgodnie z:

- projektem budowlanym,
- specyfikacją ST Wymagania ogólne,
- uzgodnieniami i poleceniami kierownika budowy,
- Przepisami Budowy Urządzeń Elektrycznych i Prawem Budowlanym,
- warunkami przyłączenia wydanyymi przez operatora systemu ENERGA-OPERATOR S.A. – Oddział w Kaliszu

**2. Materiały****WYMAGANIA OGÓLNE:**

Wykonawca jest zobowiązany dostarczyć materiały zgodnie z wymaganiami projektu budowlanego i warunkami ogólnymi dotyczącymi materiałów podanymi w specyfikacji ST. Wykonawca powinien powiadomić kierownika budowy o proponowanych źródłach otrzymania materiałów przed rozpoczęciem ich dostawy. Wyroby i materiały producentów krajowych lub zagranicznych powinny posiadać aprobaty techniczne, certyfikaty lub deklaracje zgodności uprawniające do stosowania w Polsce. Jeżeli projekt budowlany lub specyfikacja przewidują możliwość wariantowego wyboru rodzaju materiałów w wykonywanych robotach, wykonawca powinien powiadomić kierownika

budowy o swoim wyborze najszybciej jak to jest możliwe przed użyciem materiałów, albo w okresie ustalonym przez kierownika budowy. W przypadku nie zaakceptowania materiałów ze wskazanego źródła, wykonawca powinien przedstawić do akceptacji kierownika budowy materiał z innego źródła. Wybrany i zaakceptowany rodzaj materiału nie może być później zmieniony bez zgody kierownika budowy. Każdy rodzaj robót, w którym znajdują się nie zaakceptowane materiały, wykonawca wykonuje na własne ryzyko, licząc się z jego nie przyjęciem i niezapłaceniem za wykonaną pracę. Zaprojektowane materiały i osprzęt zostały wyspecyfikowane w projekcie budowlanym, poniżej podano dodatkowe wymagania dla materiałów, wyrobów i urządzeń:

- kable elektroenergetyczne niskiego napięcia 0,4kV: wielożyłowe z żyłami aluminiowymi (miedzianymi) o izolacji i powłoce polwinilowej PN-93/E-90401. Przy budowie linii kablowych należy stosować zgodnie z projektem budowlanym kable typu: YAKY, YKY o napięciu 1kV,
- przewody elektroenergetyczne do układania na stałe, o izolacji i powłoce polwinilowej, okrągłe, na napięcie 450/750V; PN-87/E-90056,
- rury ochronne z polietylenu wysokiej gęstości HDPE, do układania kabli w terenie narażonym na obciążenia mechaniczne, zalecane do wykonywania przecisków i przewiertów: gładkościenne ze złączką kielichową; ZN-96/TP SA,
- rury ochronne z polietylenu wysokiej gęstości HDPE, karbowaną warstwą zewnętrzną i gładką warstwą wewnętrzną, zamknięta konstrukcja ścianki zapewniająca rurowi bardzo wysoką sztywność obwodową, stosowane na przepusty pod drogami i ulicami, skrzyżowania i zbliżeniami z innymi sieciami, łączone złączkami zewnętrznymi; ZN-96/TP SA, PN-ISO 11922-1:2013-12 i PN-EN ISO 1452-3:2010,
- szafka sterownicza wyposażona wg dyspozycji projektu budowlanego: wg PN-EN 60529:2002, PN-EN 60079-11:2007, PN-87/E-05110 (sterowanie: SLC – Systemy sterowania oświetleniem ulicznym)
- latarnie z oprawami ulicznymi ledowymi LED o mocy 30 W na słupach o wys. 7 m do montażu bezpośrednio na słupie - bez wysięgników,
- do zasypywania rowów kablowych może być użyty grunt wydobyty z tego samego wykopu, jeśli jest nie zamarznięty i bez zanieczyszczeń takich jak: kamienie, gruz, odpadki budowlane itp., W przypadku wystąpienia gruntów wysadzinowych dokonać wymiany gruntu na grunt zagęszczalny.
- do wykonania podsypki na dnie rowu kablowego oraz nasypania warstwy piasku nałożonym w rowie kablu użyć piasku odpowiadającego wymaganiom PN-EN 13043:2004
- folia z tworzywa sztucznego do oznakowania trasy kabli – kalandrowa z uplastycznionego PVC, barwy niebieskiej, grubości min. 0,5 mm, gat. I, szerokości dopasowanej do ilości kabli w wykopie, jednak nie mniejszej niż 200mm, wg BN-68/6353-03,
- trwale oznaczniki trasy kabla tj. słupki betonowe i opaski kablowe,
- wazelina techniczna,
- bednarka stalowa ocynkowana wg PN-76/H-92325,

#### **2.1. Odbiór materiałów na budowie**

Materiały na budowę należy dostarczać łącznie ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi i protokołami odbioru technicznego. Dostarczane na miejsce budowy materiały należy sprawdzić pod względem: zgodności z projektem budowlanym oraz kompletności i zgodności z danymi producenta. W razie stwierdzenia wad lub wystąpienia wątpliwości co do jakości materiałów, należy przed ich wbudowaniem poddać je badaniom określonych przez kierownika budowy.

#### **2.2. Składowanie materiałów na budowie**

Wszystkie materiały użyte do budowy powinny być składowane zgodnie z zaleceniami producenta, w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się ich właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych i fizykochemicznych. Należy zachować wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego. Materiały takie jak: kable, przewody, osprzęt, szafki energetyczne, źródła światła, oprawy oświetleniowe, tabliczki bezpiecznikowe itp. należy przechowywać jedynie w pomieszczeniach przeznaczonych do tego celu, to jest zamkniętych, przewietrzonych i suchych. Rury na przepusty kablowe należy składować w wiązkach w pozycji leżącej. Kable w czasie składowania powinny znajdować się na bębnoch. Dopuszcza się składowanie krótkich odcinków w kręgach. Bębny powinny być ułożone na krawędziach tarczy a kręgi ułożone poziomo. Piasek należy składować w pryzmach na placu budowy. Przy składowaniu materiałów należy zachować wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

#### **3. Sprzęt**

Warunki ogólne stosowania sprzętu podano w specyfikacji : Warunki ogólne.

Wykonawca zobowiązany jest do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót, zarówno w miejscu tych robót, jak też przy wykonywaniu czynności pomocniczych oraz w czasie transportu, załadunku materiałów, sprzętu itp. Przy robotach w pobliżu istniejących instalacji oraz sieci kablowych podziemnych prace należy wykonywać zgodnie z Przepisami eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych. Przewiduje się użycie następującego sprzętu: żuraw samochodowy do 4t, samochód specjalny podnośnik hydrauliczny koszowy, spawarka transformatorowa, wiertnica na podwoziu samochodowym, zagęszczarka wibracyjna spaliniowa.

Sprzęt będący własnością wykonawcy lub wynajęty do wykonania robót powinien być utrzymany w dobrym stanie. Powinien być on zgodny z normami środowiska i przepisami bhp dotyczącymi jego użytkowania. Powinien posiadać ważne badania techniczne.

#### **4. Transport**

Warunki ogólne stosowania transportu podano w Specyfikacji ST 00.00: Wymagania ogólne.

Wykonawca przystępujący do budowy linii energetycznej niskiego napięcia i montażu słupów oświetleniowych powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu (dopuszcza się wynajęcie- podnajem sprzętu): samochód skrzyniowy do 5t, samochód dostawczy do 0,9t, żuraw samochodowy (podnośnik), przyczepa do przewożenia kabli do 4t, samochód samowyladowczy.

Środki i urządzenia transportu powinny być odpowiednio przystosowane do transportu materiałów i urządzeń niezbędnych do wykonywania robót. W czasie transportu należy zabezpieczyć materiały i urządzenia przed przemieszczeniami w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Zaleca się dostarczanie materiałów i urządzeń na stanowisko montażu, bezpośrednio przed montażem w celu uniknięcia dodatkowego transportu z magazynu budowy. Transport kabli należy wykonywać z zachowaniem następujących warunków:

- kable należy przewozić na bębnoch, dopuszcza się przewożenie kabli w kręgach, jeżeli masa kręgu nie przekracza 80kg, a temp. otoczenia nie jest niższa niż +4 st. C i wewnętrzna średnica kręgu nie powinna być mniejsza niż 40-krotna średnica zewnętrzna kabla,
- zaleca się przewożenie bębnoch z kablami w skrzyniach samochodów ciężarowych lub przyczepach,
- bębny z kablami przewożone w skrzyniach samochodu powinny być ustawione na krawędzi tarcz, a tarcze bębnoch powinny być przymocowane do dna skrzyni samochodu tak, aby bębny nie mogły się przetaczać,

- zabronione jest przebywanie osób w skrzyni samochodu w czasie przewożenia bębna z kablami,
- umieszczanie i zdejmowanie bębnow z kablami ze skrzyni samochodu zaleca się przy pomocy żurawia,
- swobodne staczanie bębnow z kablami ze skrzyni samochodu oraz zrzucanie kręgów kabli jest zabronione.

## **5. Wykonywanie robót**

### **5.1. Ogólne warunki wykonywania robót**

Podstawowe warunki wykonywania robót podano w Specyfikacji Wymagania ogólne.

Wykonawca przedstawi kierownikowi budowy do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty elektroenergetyczne.

Budowa linii kablowych i oświetleniowych winna być realizowana w następującej kolejności:

- geodezyjne wytyczenie tras kablowych i usytuowania słupów oświetleniowych i szafki sterującej oświetleniem,
- roboty ziemne,
- ułożenie rur, ustawienie fundamentów: słupów i szafek energetycznych,
- ułożenie kabli i uziomów powierzchniowych,
- montaż słupów z zamontowanymi wcześniej oprawami,
- montaż szafki sterującej,
- montaż osprzętu i podłączenie kabli, uziomów,
- próby montażowe,
- zasypanie rowów zgodnie ze sztuką i przywrócenie terenu do stanu pierwotnego,
- odtworzenie nawierzchni.

### **5.2. Roboty przygotowawcze**

Przy robotach liniowych należy spełnić następujące warunki:

- zgłosić z wyprzedzeniem fakt przystąpienia do robót w Urzędzie Gminy Jarocin,
- ustalić z władzami administracyjnymi zakres i termin prowadzenia robót w celu ograniczenia strat i zakłóceń lokalnych odnośnie: ustalenia dróg dojazdowych i miejsc składowania, niedopuszczenia do zbędnego zajmowania terenu oraz zmniejszenia uciążliwości dla mieszkańców,
- projekt organizacji ruchu drogowego podczas przejścia kablem przez ulicę,
- przed przystąpieniem do prac należy: zorganizować nadzór (Inspektor Nadzoru), przygotować miejsca pracy oraz ustalić czynności wymagające wydanie poleceń na pracę.

Przed wykopaniem rowów kablowych powinno być wykonane przez odpowiednie służby geodezyjne trasowanie linii kablowych, wytyczenie usytuowania słupów oświetleniowych i szafki sterującej oświetleniem. Za zgodą kierownika budowy trasowanie powyższe może przeprowadzić przedsiębiorstwo wykonawcze mające uprawnionego geodetę.

### **5.3. Roboty ziemne**

Metoda wykonywania robót ziemnych powinna być dobrana w zależności od głębokości wykopu, ukształtowania terenu oraz rodzaju gruntu. Pod kable zaleca się wykonywanie wykopów wąsko przestrzennych ręcznie. Ich obudowa i zabezpieczenie przed osypaniem powinno odpowiadać wymaganiom BN-83/8836-02. Zaleca się wykonywanie kompletnych odcinków linii kablowych z wykopaniem i zasypaniem rowów tego samego dnia, chyba, że teren wykopów będzie ogrodzony i zabezpieczony przed dostępem osób trzecich, szczególnie dzieci. Rów kablowy powinien mieć głębokość minimum 1,0m. Szerokość rowu na dnie powinna być nie mniejsza niż 0,4m. Zmianę kierunku rowu należy wykonać po łuku. Głębokość jest podyktowana planowaną przebudową chodnika oraz ze względu na krawędź rowu.

### **5.4. Układanie kabla**

Układanie kabli wykonać zgodnie z normą N SEP-E-004.

Kable należy układać jeśli nie zalecono inaczej (np. kabel w rurze na całej długości) na dnie rowów kablowych, jeżeli grunt jest piaszczysty lub na warstwie z piasku grubości minimum 10 cm i przykryć je warstwą o tej samej grubości. Na warstwę piasku należy nasypać warstwę gruntu rodzimego grubości 15 cm, przykryć folią ostrzegawczą z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim i zasypać gruntem. Zaleca się: układanie kabli niezwłocznie po wykopaniu rowu kablowego, doprowadzenie do szybkiego odbioru robót ulegających zakryciu przez inspektora oraz geodetę, i możliwe szybkie zasypanie rowu kablowego. Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu nie powinna być niższa niż 0 stopni C dla kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych. Przy układaniu kable można zginać w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż 10 – krotna zewnętrzna średnica kabla. W miejscu skrzyżowania układanego kabla z istniejącym lub projektowanym uzbrojeniem podziemnym terenu, korzeniami drzew, kable należy zabezpieczyć rurami ochronnymi PVC o średnicy min. 70mm. Wprowadzenie i wyprowadzenie kabla z rury powinny być uszczelnione. Zaleca się wykonanie uszczelnień z materiałów włóknistych, np. sznura konopnego lub pianki uszczelniającej. Rura ochronna założona na kable powinna wystawać minimum 0,5 m po obu stronach skrzyżowanego uzbrojenia podziemnego. Kable w rowie powinny być ułożone w jednej warstwie, faliście z zapasem od 1 do 3 % długości rowu, wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Głębokość wykonania przekopu pod ulicą powinna wynosić min. 1m od górnej powierzchni drogi do górnej powierzchni rury ochronnej. Głębokość rowu kablowego pod dnem rowu odwadniającego drogę powinna być taka, aby górna powierzchnia rury ochronnej oddalona była od dna rowu odwadniającego drogę minimum 0,5 m. Kable ułożone w ziemi powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz przy: mufach, w miejscach skrzyżowania z istniejącym uzbrojeniem podziemnym terenu i przy wejściu do przepustów. Na oznaczniku należy umieścić trwałe napisy zawierające, co najmniej: typu kabla i roku ułożenia, co zasila oraz znaki rozpoznawcze właściciela. Przy układaniu kabli, przy skrzyżowaniach i zbliżeniach z innymi obiektami podziemnymi, należy zachowywać minimalne odległości od innych sieci i urządzeń podziemnych, określone w normie N SEP-E-004.

### **5.5. Montaż osprzętu**

Do łączenia i zakończenia kabli należy stosować osprzęt kablowy spełniający wymagania PN-90/E-06401/01 do 03. Połączenia i zakończenia kabli należy wykonywać w warunkach ograniczających możliwości niekorzystnego oddziaływania czynników zewnętrznych na izolację oraz montowanych połączeń i zakończeń.

### **5.6. Montaż fundamentu szafki sterującej**

Pod fundament dla szafki sterującej zaleca się ręczne wykonywanie wykopu wąsko przestrzennego. Ich obudowa i zabezpieczenie przed osypowaniem powinno odpowiadać wymaganiom BN-83/8836-02. Wykopy wykonane powinny być bez naruszania naturalnej struktury dna



wykopu i zgodnie z PN-68/B-06050. Montaż fundamentów wykonać zgodnie z wytycznymi montażu dla konkretnego fundamentu. Wykop należy zasypać piaskiem, ubijając go warstwami co 20 cm. Stopień zagęszczenia gruntu minimum 0,9 wg BN-88/8932-01. Złącze należy zamocować na fundamencie wg instrukcji montażu dostarczonej przez producenta. Instrukcja powinna zawierać wskazówki dotyczące montażu i kolejności wykonywania robót, a mianowicie: montaż fundamentu, ustawienie i zmontowanie złącza, wykonanie instalacji ochrony przeciwporażeniowej, podłączenie do szafek kabli zasilających i sterowniczych, zasypanie wykopu i roboty wykończeniowej.

#### **5.7. Montaż słupów oświetleniowych**

Przed przystąpieniem do montażu słupów należy sprawdzić stan powłoki antykorozyjnej zarówno słupa jak i fundamentu. Fundament należy zasypać piaskiem, ubijając go warstwami co 20 cm. Ziemię z wykopu należy zgospodarować. Podczas ustawiania słupów należy zwrócić uwagę, aby nie spowodować odkształcenia elementów, ich zniszczenia lub uszkodzenia powłok antykorozyjnych. Odchylenie osi słupa od pionu nie może być większe niż  $r = h/300$ , gdzie:  $r$  – odchylenie wierzchołka słupa od osi pionowej w każdym kierunku w (m),  $h$  – wysokość nadziemna słupa w (m).

#### **5.8. Montaż opraw oświetleniowych**

Przed zamontowaniem każdą oprawę należy podłączyć do sieci i sprawdzić jej działanie (sprawdzenie zaświecenia się lampy). Oprawy można montować na słupie leżącym, po uprzednim wciągnięciu przewodów zasilających do słupów. Oprawy powinny być mocowane w sposób trwały, aby nie zmieniały swego położenia pod wpływem stawiania słupów i warunków atmosferycznych. Dopuszcza się również montaż opraw na już postawionych słupach.

#### **5.9. Montaż urządzeń zabezpieczających**

Każde źródło światła umieszczone w jednej oprawie oświetleniowej na słupie oświetlenia ulicznego należy zaopatrzyć na przewodzie fazowym w oddzielne zabezpieczenie topikowe o prądzie znamionowym zależnym od poboru mocy zainstalowanych źródeł światła, jednak nie mniejszym niż 2 A. Zabezpieczenia należy umieszczać na typowych tabliczkach bezpiecznikowych zawierających poza bezpiecznikami również jeden komplet zacisków dla trzech kabli (dochodzącego i dwóch odchodzących). Tabliczki bezpiecznikowe należy instalować we wnękach słupów osłoniętych blaszanymi drzwiczkami przykręcanymi do słupa.

#### **5.10 Montaż instalacji ochrony przed porażeniem oraz dodatkowych uziomów roboczych**

1. W instalacji oświetlenia ulicznego można instalować oprawy oświetleniowe:

- klasy I – pod warunkiem zastosowania ochrony dodatkowej przed porażeniem poprzez szybkie wyłączenie,
- klasy II – nie wymagające żadnej ochrony dodatkowej przed porażeniem.

2. Ochronie przeciwporażeniowej poprzez szybkie wyłączenie podlegają:

- słupy oświetleniowe stalowe,
- oprawy oświetleniowe klasy II w obudowie metalowej,
- drzwiczki i konstrukcje wsporcze tabliczek bezpiecznikowych w słupach oświetleniowych,
- ogólnie dostępne obudowy metalowe rozdzielnic oświetleniowych.

3. Przewód ochronny PEN należy przyłączyć do zacisków śrubowych specjalnie do tego celu przewidzianych.

4. Przewody ochronne i uziomy należy wykonać z materiałów i w sposób przewidziany w projekcie budowlanym.

5. Przewody uziemiające i uziomy należy zabezpieczyć przed korozją w sposób trwały.

6. Wszelkie połączenia przewodów uziemiających należy wykonać poprzez spawanie lub złącza do tego przewidziane.

Uziomy poziome należy wykonywać w następujący sposób. Uziomy sztuczne z drutu lub taśm należy układać w gruncie na głębokości nie mniejszej niż 0,6 m, jeśli projekt budowlany nie stanowi inaczej. Wykopy ziemne na uziomy poziome należy wykonywać zgodnie z wymaganiami dotyczącymi robót ziemnych przy wykopach wąkoprzestrzennych. Uziomy poziome należy układać na dnie wykopów, bez podsypki i zasypywać je gruntem drobnopziarnistym bez kamieni, żwiru, cegły, gruzu itp., Uziomy pionowe należy wykonać w następujący sposób: uziomy pionowe należy pograć w grunt do głębokości nie mniejszej niż 3,0 m w ten sposób, aby górne końce uziomów znajdowały się co najmniej 0,5 m pod powierzchnią gruntu. - uziomy pionowe wkręcane lub pograżane wibromiotelem należy zagłębiać na taką głębokość, aby w miarę możliwości uzyskać wymaganą rezystancję uziomu przy zastosowaniu uziomu pojedynczego, - pręty stalowe używane do wykonania uziomu pionowego wkręcane wibromiotelem należy łączyć przez spawanie tulejki łączącej. Dopuszcza się również inne rodzaje połączeń odpowiednio mocnych i nie utrudniających pograżania, - górną krawędź uziomu pionowego należy usytuować na głębokości około 0,5 m poniżej gruntu, - jeśli pojedynczy uziom pionowy nie spełnia podanych w projekcie budowlanym wymagań dopuszczalnej rezystancji uziomu, należy na podstawie pisemnego porozumienia z inwestorem wykonać układ uziomów składający się z dwóch lub większej liczby pojedynczych uziomów pionowych bądź mieszany układ uziomów składający się z uziomów poziomych i pionowych. Uziomów nie wolno zabezpieczać przed korozją powłokami nieprzewodzącymi, połączenia śrubowe należy potawotować.

#### **6. Kontrola jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w Specyfikacji ST 00.00: Wymagania ogólne.

Celem kontroli robót jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót. Wykonawca robót ma obowiązek wykonania pełnego zakresu badań na budowie w celu wykazania kierownikowi budowy zgodności dostarczonych materiałów i realizacji robót z projektem budowlanym oraz wymaganiami Specyfikacji ST 00.00: Wymagania ogólne. Przed przystąpieniem do badania wykonawca powinien powiadomić kierownika budowy o rodzaju i terminie badania. Po wykonaniu badania wykonawca przedstawia na piśmie wyniki badań do akceptacji kierownika budowy. Wykonawca powiadamia pisemnie kierownika budowy o zakończeniu każdej roboty zanikającej, którą może kontynuować dopiero po pisemnej akceptacji odbioru przez kierownika budowy i użytkownika.

#### **6.1. Roboty przygotowawcze, roboty ziemne**

Sprawdzeniu podlega zgodność wykonania robót z projektem budowlanym: sprawdzenie lokalizacji szafki sterującej, słupów oświetleniowych, wymiarów i zabezpieczenia ścian wykopu. Po ustawieniu fundamentów – sprawdzeniu stopnia zagęszczenia gruntu (piasku) i usunięcia nadmiaru ziemi wokół słupa.

#### **6.2. Linie kablowe**

Sprawdzenie i odbiór powinny być wykonane zgodnie z normą N SEP-E-004.

W czasie wykonywania i po zakończeniu robót kablowych sprawdzeniu i kontroli powinno podlegać:

- głębokość zakopania kabli,

- grubość podsypki piaskowej pod i nad kablem,
- odległość folii ochronnej od kabla,
- stopień zagęszczenia gruntu nad kablem i rozplanowanie nadmiaru ziemi,
- ułożenie kabli w rowach kablowych.

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

- Sprawdzenie ciągłości żył

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

- Pomiar rezystancji izolacji

Pomiar należy wykonać za pomocą megaomomierza 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 0,75 wartości dopuszczalnej wartości izolacji kabli wykonanych wg PN -93/E-90401.

- 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. 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-93/E-90401.
- wartość prądu upływu dla poszczególnych żył nie przekroczy 300 mikroamperów i nie wzrasta w czasie ostatnich 4 min. badania; w liniach od długości nie przekraczającej 300 m dopuszcza się wartość prądu upływu 100 mikroamperów.

### 6.3. Słupy oświetleniowe

Elementy słupów oświetleniowych powinny być zgodne z projektem budowlanym i PN-90 / B-03200.

Słupy oświetleniowe po ich montażu podlegają sprawdzeniu pod kątem:

- dokładności ustawienia pionowego,
- jakości połączeń kabli i przewodów na tabliczce zaciskowej oraz na zaciskach oprawy,
- jakości połączeń śrubowych słupów i opraw,
- stanu antykorozyjnej powłoki ochronnej wszystkich elementów.

### 6.4. Szafka sterująca

Przed zamontowaniem szafki należy sprawdzić czy urządzenia lub ich części odpowiadają tym wymaganiom projektu budowlanego, których spełnienie może być stwierdzone bez użycia narzędzi i bez demontażu podzespołów. Sprawdzeniem należy objąć jakość wykonania i wykończenia, a zwłaszcza:

- badanie wyłączników, ciągłości przewodów ochronnych i ich podłączenie do wszystkich metalowych elementów mogących znaleźć się pod napięciem,
- jakość wykonania połączeń w obwodach głównych, pomocniczych i ochronnych,
- jakość konstrukcji.

Po zamontowaniu szafek na fundamentach należy sprawdzić:

- jakość połączeń śrubowych pomiędzy fundamentem a konstrukcją szafki,
- stan powłok antykorozyjnych,
- jakość połączeń kabli: zasilającego, odpływowych i sterowniczego,
- zgodność opisów obwodów ze stanem faktycznym,
- wyposażenia szafek w schematy połączeń dla użytkownika.

### 6.5. Instalacja przeciwporażeniowa

Podczas wykonywania uziomów powierzchniowych należy wykonać pomiary głębokości ułożenia bednarki oraz sprawdzić stan połączeń spawanych a po jej zasypaniu, sprawdzić stopień zagęszczenia i rozplanowania gruntu. Bednarka powinna być zakopana nie płycej niż 60 cm. Stopień zagęszczenia gruntu – jak dla wykopów pod fundamenty. Po wykonaniu instalacji należy pomierzyć impedancję pętli zwariowych. Wszystkie wyniki pomiarów należy zamieścić w protokole pomiarowym ochrony przeciwporażeniowej.

### 6.6. Kontrola w trakcie montażu

Urządzenia i aparaty elektryczne oraz kable elektroenergetyczne powinny posiadać atest fabryczny lub świadectwo jakości wydane przez producenta. kontrola i badania w trakcie robót:

- sprawdzenie i badanie kabli po ułożeniu, przed zasypaniem,
- sprawdzenie przepustów kablowych przed zasypaniem, pomiary geodezyjne przed zasypaniem, uziemienia ochronne przed zasypaniem.

### 6.7. Badania i pomiary pomontażowe

Po zakończeniu robót należy wykonać próby po montażowe i sprawdzić:

- badania kabli elektroenergetycznych na rezystancję izolacji, zachowania ciągłości żył roboczych, a także zgodności faz w miejscach odbiorów, pomiary rezystancji uziomów,
- pomiary skuteczności ochrony od porażeń,
- prawidłowości wykonania ochrony przeciwporażeniowej oraz ciągłości przewodów tej instalacji,
- prawidłowość montażu urządzeń.

Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót oraz sprawdzenie zgodności robót z projektem budowlanym. Urządzenia i materiały powinny posiadać atest fabryczny lub świadectwo jakości wydane przez producenta. Wykonawca zobowiązany jest do kontroli i badań w trakcie robót oraz badań i pomiarów po montażowych.

## 7. Obmiar robót

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w Specyfikacji: Wymagania ogólne.

Obmiar robót polega na określeniu faktycznego zakresu robót oraz obliczeniu rzeczywistych ilości użytych materiałów. Sporządzony obmiar wykonawca uzgadnia z kierownikiem budowy w trybie ustalonym w umowie. Wyniki obmiaru robót należy porównać z dokumentacją techniczną – kosztorysową w celu określenia ewentualnych rozbieżności.

Jednostką obmiaru jest:

- m, km – dla linii kablowej oświetleniowej i elektroenergetycznej,
- szt., kpl. – dla elementów oświetleniowych i szafki sterującej,
- m<sup>3</sup> – dla robót ziemnych.

## **8. Odbiór robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w Specyfikacji : Wymagania ogólne. Stosowane są odbiory robót częściowy i końcowy.

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

Odbiory robót przewidzianych do zakrycia (zanikowych):

- stan rowu kablowego,
- ułożenie kabli w rowach kablowych przed zasypaniem ( pozostawienie wymaganych zapasów kabla),
- wykonanie osłon na kablach (ułożenie rur osłonowych),
- wykonanie uziemienia przed zasypaniem,
- fundamenty pod szafkę sterującą i słupy oświetleniowe, wykonanie pomiarów geodezyjnych i inwentaryzacji przez uprawnioną jednostkę geodezyjną i zgłoszenie powykonawcze do ośrodka geodezyjnego.

### **8.2. Zasady odbioru końcowego robót**

Odbioru robót dokonuje zespół powołany przez inwestora z udziałem kierownika budowy, po całkowitym zakończeniu prac i dokonaniu prób. Przyjęcie robót może nastąpić tylko w przypadku pozytywnego wyniku przeprowadzonych prób i pomiarów jak również wykonania prac zgodnie z projektem budowlanym, uzgodnieniami z kierownikiem budowy oraz obowiązującymi normami i przepisami. Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć zamawiającemu następujące dokumenty: dokumentację powykonawczą, geodezyjną dokumentację powykonawczą – inwentaryzację kabla , słupów i złącza sterującego, protokoły z dokonanych pomiarów elektrycznych oraz zagęszczenia gruntu, protokół odbioru robót zanikowych.

## **9. Podstawa płatności**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w: Wymagania ogólne.

Płatność należy przyjmować zgodnie z obmiarem, oceną jakości użytych wyrobów i materiałów oraz jakości wykonywanych robót na podstawie wyników pomiarów i badań kontrolnych. Ceny te będą pełnym wynagrodzeniem za dostarczenie i ułożenie wszystkich materiałów użytych do budowy oświetlenia, szafek energetycznych oraz robociznę, sprzęt i wszystkie inne czynności niezbędne do należytego wykonania robót. Cena budowy całej inwestycji obejmuje: wyznaczenie trasy linii kablowej przez uprawnionego geodetę, roboty pomocnicze i przygotowawcze, dostarczenie materiałów, wykonanie wykopów, ułożenie rur osłonowych, wykonanie przewiertów, odwodnienie wykopów, ułożenie kabli, wciągnięcie kabli do rur osłonowych, wykonanie robót ziemnych, w tym staranne ubijanie warstwami przy zasypywaniu dołów oraz wymianę gruntu w przypadku nieodpowiedniego składu gruntu rodzimego, ułożenie folii oznaczeniowej, przygotowanie podłoża, wykonanie izolacji słupów lub szafki, ustawienie fundamentów, słupów i szafki, montaż opraw oświetleniowych, połączenia w słupach oświetleniowych, zasypianie wykopów, wykonanie uziomów słupów i szafki, doprowadzenie terenu do stanu pierwotnego, wywiezienie i zagospodarowanie nadmiaru ziemi.

**Wytyczanie trasy** linii kablowej powinien dokonywać uprawniony geodeta, lub za zgodą inwestora – wykonawca robót, na podstawie projektu technicznego linii 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 cm od fundamentów budynków i granicy pasa jezdni, 150 cm od rosnących drzew, itp. Szczegółowe wartości odległości kabli od innych elementów znajdujących się w ziemi zawiera norma N SEP-E-004. W przypadku braku możliwości zachowania odpowiednich odległości kable należy prowadzić w rurach ochronnych.

**Roboty ziemne:** ze względu na podobieństwo do wykopów wykonywanych przy robotach liniowych dla instalacji sanitarnych należy przyjąć zasady zawarte w ST Kod CPV 45111200-0 pt.: „Roboty ziemne przy wykonywaniu wykopów liniowych pod rurociągi w gruntach kat. I-IV”. W przypadku rozpoczynania prac ziemnych, dla robót prowadzonych w terenie zabudowanym lub dostatecznie nierozpoznany, 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 m przez linię trasy kablowej, prostopadłe 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: 40 cm. 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 cm dla kabli układanych pod chodnikami i przeznaczonymi do zasilania oświetlenia, związanego z ruchem drogowym,
- 70 cm dla pozostałych rodzajów i przeznaczeń kabli o napięciu do 1 kV,
- 80 cm dla kabli o napięciu do 15 kV, układanych poza terenami rolniczymi,
- 90 cm dla kabli o napięciu do 15 kV, układanych na terenach rolniczych,
- 100 cm dla kabli o napięciu powyżej 15 kV.

Ręczne wykopy należy wykonywać z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i wg zaleceń jak w ST „Roboty w zakresie przygotowania terenu pod budowę i roboty ziemne” kod CPV 45111200.

Linie kablowe pod drogami, ulicami, torami kolejowymi należy prowadzić w osłonach otaczających z polietylenu wysokiej gęstości HDPE, układanych metodą przecisku/przewiertu. 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 cm –dopuszcza się pominięcie podsypki dla gruntów piaszczystych. Linia układanego kabla powinna być falista, aby ilość ułożonego kabla była większa o 1-3% od długości 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 cm dla kabla do 1 kV i 25 cm dla kabla powyżej 1 kV. Stosuje się dwa sposoby układania kabli:



- ręczny: a) przenoszenie lub przesuwanie kabla w rękach,  
b) przesuwanie kabla na rolkach
- mechaniczny: a) przemieszczanie kabla, znajdującego się na bębnie, wozonym przez pojazd (traktor z przyczepą lub skrzyniowy samochód ciężarowy o napędzie terenowym, stojaki do bębnow),  
b) przy pomocy rolek napędzanych (skrzyniowy samochód ciężarowy, wyposażony w cięgarkę i żurawik, zespół rolek i zasilanie ich napędów poprzez agregat prądowłórczy, stojaki do bębnow),  
c) przy pomocy cięgarki (tzw. uciąg czołowy). W celu uniknięcia uszkodzeń kabla wciągarka musi być wyposażona w ogranicznik siły ciągnięcia, jej wartość dopuszczalną wyznacza się dla danego przekroju kabla.

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

## 10. DOKUMENTY ODNIESIENIA

### 10.1. Normy

- PN-IEC 60050(604):1999 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki – Wytwarzanie, przesyłanie i rozdzielanie energii elektrycznej Eksploatacja.
- PN-EN 60298:2000 Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcia znamionowe powyżej 1 kV do 52 kV włącznie.
- PN-EN 60298:2000/A11:2002 (U) Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcia znamionowe powyżej 1 kV do 52 kV włącznie.
- PN-EN 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe – Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.
- PN-EN 60439-1:2003/A1:2006 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe – Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.
- PN-IEC 60466:2000 Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach izolacyjnych na napięcia znamionowe wyższe niż 1 kV do 38 kV włącznie.
- PN-EN 62271-200:2005 (U) Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza – Część 200: Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcia znamionowe wyższe niż 1 kV do 52 kV włącznie.
- PN-EN 60446:2004 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja – Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami albo cyframi.
- PN-90/E-05029 Kod do oznaczania barw.
- PN-IEC 60364-6-61:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Sprawdzanie – Sprawdzanie odbiorcze.
- PN-E-04700:1998 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych – Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.
- N SEP-E-0004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-90/E-06401.01 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Postanowienia ogólne.
- PN-90/E-06401.02 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Połączenia i zakończenia żył.
- 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.
- PN-90/E-06401.04 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Mufy przelotowe na napięcie powyżej 0,6/1 kV.
- PN-90/E-06401.05 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Głowice wewnętrzne na napięcie powyżej 0,6/1 kV.
- PN-90/E-06401.06 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV. Głowice napowietrzne na napięcie powyżej 0,6/1 kV.
- PN-EN 61330:2001 Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie.
- PN-IEC 742+A1:1997 Transformatory separacyjne i transformatory bezpieczeństwa. Wymagania.
- PN-86/E-04070.15 Transformatory. Metody badań. Pomiar intensywności wyładowań niepełnych przy napięciu przemiennym.
- PN-86/E-06041 Transformatory olejowe o mocy znamionowej 25 kVA i większej. Wyposażenie podstawowe.
- PN-EN 60076-1:2001/A12:2004 Transformatory. Wymagania ogólne.
- PN-IEC 60076-8:2002 Transformatory. Część 8: Przewodnik stosowania.
- PN-IEC 60354:1999 Przewodnik obciążenia transformatorów olejowych.
- PN-EN 60726:2003 (U) Transformatory suche. PN-69/E-04070 Transformatory. Metody badań.
- PN-81/E-04070.00 Transformatory. Metody badań. Postanowienia ogólne, ogłędziny.
- PN-81/E-04070.01 Transformatory. Metody badań. Badanie oleju.
- PN-81/E-04070.01/Az1:2001 Transformatory. Metody badań. Badanie oleju (Zmiana Az1).
- PN-EN 61558-1:2000 Bezpieczeństwo transformatorów mocy, jednostek zasilających i podobnych. Ogólne wymagania i badania.
- PN-EN 61558-1:2006 (U) Bezpieczeństwo transformatorów mocy, jednostek zasilających, dławików i urządzeń podobnych – Część 1: Ogólne wymagania i badania.
- PN-EN 61558-2-6:2000 Bezpieczeństwo transformatorów mocy, jednostek zasilających i podobnych. Szczegółowe wymagania dotyczące transformatorów bezpieczeństwa do ogólnego stosowania.
- PN-HD 605 S1:2002 (U) Kable elektroenergetyczne. Dodatkowe metody badań.
- PN-HD 605 S1:2002/A3:2003 (U) Kable elektroenergetyczne. Dodatkowe metody badań (Zmiana A3).