

**1. WSTĘP****1.1. Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem instalacji elektrycznych zewnętrznych.

**1.2. Zakres stosowania ST**

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

**1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót elektrycznych i obejmują instalacje elektryczne, a w szczególności:

a) Linie elektro – energetyczne

**1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi normami:

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| - PN-87/E-01201      | - PN-IEC 61024-1-1      |
| - PN-84/E-02033      | - PN-IEC 60364-5-523    |
| - PN-IEC 60364-1     | - PN-IEC 60364-7-704    |
| - PN-IEC 60050-826   | - PN-90/E-05023         |
| - PN-IEC 60364-3     | - PN-89/E-05027         |
| - PN-IEC 60364-4-43  | - PN-89/E-05028         |
| - PN-IEC 60364-4-45  | - PN-92/E-05031         |
| - PN-IEC 60364-4-46  | - PN-E-05032/1994       |
| - PN-IEC 60364-4-47  | - PN-E-05033/1994       |
| - PN-IEC 60364-4-473 | - PN-87/E-5110/01       |
| - PN-IEC 60364-4-482 | - PN-87/E-5110/02       |
| - PN-IEC 60364-5-51  | - PN-87/E-5110/03       |
| - PN-IEC 60364-5-53  | - PN-87/E-5110/05       |
| - PN-IEC 60364-5-537 | - PN-92/E-06150/51      |
| - PN-IEC 60364-5-54  | - PN-82/E-06290         |
| - PN-IEC 60364-5-56  | - PN-82/E-06291         |
| - PN-IEC 60364-6-61  | - PN-75/E-06300/13      |
| - PN-IEC 60364-7-701 | - PN-92/E-08106         |
| - PN-IEC 61024-1     | - PN-IEC 364-1-481/1994 |
|                      | - PN-IEC 439-1AC/1994   |

**2. MATERIAŁY****2.1. Materiały wykorzystywane do wykonania robót**

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu zewnętrznych instalacji elektrycznych wg zasad niniejszej specyfikacji są:

- kable z żyłami Cu w izolacji i powłoce z PCV,
- kable z żyłami AL w izolacji i powłoce z PCV,
- słup strunobetonowy,
- słup oświetleniowy stalowy,
- rury osłonowe PCV,
- konstrukcje stalowe słupowe,
- fundamenty słupowe, płyty ustrojowe,
- oprawy oświetleniowe,
- izolatory nn,
- ogranicznik napięć,
- mufa kablowa.

**2.2. Materiały pomocnicze**

- folia kablowa kalandrowana,
- opaski kablowe OKI,

- końcówki kablowe,
- śruby,
- bednarka stalowa ocynkowana,
- osprzęt odgromowy,
- tabliczki słupowe,
- źródło światła,
- piasek.

Wszystkie materiały użyte do budowy powinny spełniać warunki określone w odpowiednich normach przedmiotowych, a w przypadku braku normy, powinny odpowiadać warunkom technicznym wytwórni lub innym umownym warunkom.

**2.3. Warunki dostawy**

- przyjęcie materiałów (w tym również elementów konstrukcji, urządzeń i maszyn) do magazynu na budowie powinno być poprzedzone jakościowym i ilościowym odbiorem tych materiałów,
- Wykonawca jest zobowiązany dostarczać na budowę wyroby i materiały nowe (tzn. nieużywane). Materiały używane mogą być stosowane wyłącznie za pisemną zgodą Inwestora,
- Parametry techniczne materiałów i wyrobów powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w projekcie technicznym i powinny odpowiadać wymaganiom obowiązujących norm państwowych, przepisów dotyczących budowy urządzeń elektrycznych. Jeśli w projekcie lub kosztorysie przy określonym materiale, wyrobie lub urządzeniu podany jest numer katalogowy, to dostarczony na budowę wyrób powinien ściśle odpowiadać opisowi katalogowemu. Materiały i wyroby o zbliżonych, lecz nie identycznych, jak podano w projekcie lub kosztorysie, parametrach można zastosować na budowie wyłącznie za pisemną zgodą projektanta i inwestora,
- materiały, wyroby i urządzenia dla których wymaga się świadectw jakości, np.: aparaty, kable, urządzenia prefabrykowane itp., należy dostarczać wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi lub protokołami odbioru technicznego,
- urządzenia dostarczane przez zleceniodawcę, powinny być zaopatrzone w świadectwa jakości.

**3. SPRZĘT**

- Urządzenia pomocnicze, transportowe i ochronne, wykonywane na placu budowy i stosowane przy robotach elektrycznych powinny odpowiadać ogólnie przyjętym wymaganiom co do ich jakości, jak również wytrzymałości,
- w wyjątkowych przypadkach, w pełni usprawiedliwionych mechanicznie, gdy przy robotach muszą być stosowane urządzenia techniczne o złożonej konstrukcji, co do których nie zostały wydane przepisy dotyczące wykonania tych urządzeń, sposobu ich stosowania i obsługi – wykonawca robót powinien udostępnić sporządzoną przez producenta dokumentację urządzenia wraz z niezbędnymi obliczeniami,
- maszyny, urządzenia i sprzęt zmechanizowany używane na budowie powinny mieć ustalone parametry techniczne i powinny być ustawione zgodnie z wymaganiami producenta oraz stosowane zgodnie z ich przeznaczeniem,
- urządzenia i sprzęt zmechanizowany podlegające przepisom o dozorcze technicznym, eksploatowane na budowie, powinny mieć aktualnie ważne dokumenty uprawniające do ich eksploatacji,
- należy uniemożliwić dostęp do maszyn i urządzeń na miejscu prowadzenia robót osobom nieuprawnionym do obsługi, a na widocznym miejscu wywiesić odpowiednią instrukcję. W uzasadnionych przypadkach wymagane jest specjalne przeszkolenie personelu obsługi oraz strzeżenie maszyn i urządzeń przez dozorców,
- używane na budowie maszyny i urządzenia można uruchamiać dopiero po uprzednim zbadaniu ich stanu technicznego i działania. Należy je zabezpieczyć przed możliwością uruchomienia przez osoby niepowołane,
- przekraczanie parametrów technicznych określonych dla maszyn i urządzeń w trakcie ich pracy na budowie jest zabronione.

**4. TRANSPORT I SKŁADOWANIE**

- 4.1. Środki i urządzenia transportowe powinny być odpowiednio przystosowane do transportu materiałów, elementów, konstrukcji, urządzeń itp. niezbędnych do wykonywania danego rodzaju robót

elektrycznych. W czasie transportu należy zabezpieczyć przemieszczane przedmioty w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu.

4.2. Zaleca się dostarczanie urządzeń i ich konstrukcji oraz aparatów na stanowiska montażu bezpośrednio przed montażem, w celu uniknięcia dodatkowego transportu wewnętrznego z magazynu budowy. Dotyczy to szczególnie dużych i ciężkich elementów.

4.3. Transport kabli należy wykonywać z zachowaniem następujących warunków:

- kable należy przewozić na bębnach; dopuszcza się przewożenie kabli w kręgach, jeżeli masa kręgu nie przekracza 80 kg, a temperatura otoczenia nie jest niższa niż +4°C, przy czym wewnętrzna średnica kręgu nie powinna być mniejsza niż 40-krotna średnica zewnętrzna kabla,
- zaleca się przewożenie bębnow z kablami na specjalnych przyczepach; dopuszcza się przewożenie bębnow z kablami a skrzyniach samochodów ciężarowych lub w przyczepach,
- bębny z kablami przewożone w skrzyniach samochodów powinny być ustawione na krawędziach tarcz (oś bębna pozioma), a tarcze bębnow powinny być przymocowane do dna skrzyni samochodu tak, aby bębny nie mogły się przetaczać; stawianie bębnow z kablami w skrzyni samochodu płasko (oś bębna w pionie) jest zabronione; kręgi kabla należy układać poziomo (płasko),
- zabronione jest przebywanie osób w skrzyni samochodu w czasie przewożenia bębna z kablami.
- Umieszczanie i zdejmowanie bębnow z kablami ze skrzyni samochodu zaleca się wykonywać za pomocą żurawia; swobodne staczanie bębnow z kablami ze skrzyni samochodu oraz zrzucanie kręgów kabli jest zabronione.

4.4. Materiały, aparaty, urządzenia i maszyny elektryczne należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych przystosowanych do tego celu, suchych, przewietrzanych, i dobrze oświetlonych.

4.5. Kształtowniki stalowe o większych przekrojach i niektóre materiały budowlane można składować na placu, jednak w miejscu, gdzie nie będą narażone na uszkodzenia mechaniczne, działanie korozji (przy odpowiednim zabezpieczeniu).

4.6. Przy składowaniu poszczególnych materiałów należy przestrzegać następujących wymagań:

- rury instalacyjne stalowe należy składować w pomieszczeniach suchych, w oddzielnych dla każdego wymiaru przegrodach – w wiązkach w pozycji pionowej,
- rury instalacyjne stalowe należy składować w pomieszczeniach suchych, w oddzielnych dla każdego wymiaru przegrodach – w wiązkach, w pozycji pionowej,
- rury instalacyjne sztywne, z tworzywa sztucznego należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych o temperaturze nie niższej niż -15°C i nie wyższej niż +25°C w pozycji pionowej, w wiązkach odpowiednio gęsto wiązanych (dla uniknięcia wyboczenia), z dala od urządzeń grzewczych,
- rury instalacyjne karbowane z tworzywa sztucznego należy przechowywać analogicznie j.w. lecz w kręgach związanych związanych sznurkiem co najmniej w trzech miejscach; kręgi w liczbie nie większej niż 10 mogą być układane jeden na drugim,
- przewody izolowane i taśmy izolacyjne należy przechowywać w pomieszczeniach suchych i chłodnych,
- składowanie kabli i osprzętu powinno być zgodne z następującymi warunkami:
  - a)** kable w czasie składowania powinny znajdować się na bębnach; dopuszcza się składowanie krótkich odcinków kabla w kręgach,
  - b)** bębny z kablami powinny być umieszczone na utwardzonych podłożach; bębny powinny być ustawione na krawędziach tarcz (oś bębna pozioma), a kręgi ułożone poziomo (płasko),
  - c)** osprzęt kablowy powinien być składowany w pomieszczeniach; zaleca się składowanie zestawów montażowych z taśm elektroizolacyjnych oraz z rur termokurczliwych w pomieszczeniach o temperaturze +20°C,
- silniki elektryczne, prądnice, transformatory suche, spawarki itp., należy składować w pomieszczeniach suchych i ogrzewanych, zabezpieczonych od kurzu, na podłodze lub drewnianych podkładach; można przechowywać na placach bez zadaszenia, wymagają one jednak okresowego sprawdzania oleju (niebezpieczeństwo wycieku oleju),
- wyroby metalowe i drobniejsze stalowe wyroby hutnicze, jak druty, liny, cienkie blachy, drobne kształtowniki itp., należy składować w pomieszczeniach suchych, z odpowiednim zabezpieczeniem przed działaniem korozji,
- cement i gips w workach papierowych należy składować w pomieszczeniach suchych, zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi i wilgocią; należy zwracać uwagę na okres zdolności wiązania cementu i gipsu, który jest stosunkowo krótki, szczegółowe warunki są podane w odnośnych normach państwowych,
- prefabrykaty betonowe (żelbetonowe), takie jak: słupy energetyczne i oświetleniowe, szczytła itp. Można magazynować na placu składowym poziomo obok siebie, na przemian grubszymi i

cieńszymi końcami, na drewnianych przekładkach odległych co 1/5 długości słupa, w 2 lub 3 warstwach.

## 5. WYKONYWANIE ROBÓT

### 5.1. Roboty elektryczne zewnętrzne

Wykopy, rowy

- szerokość rowu na dnie nie powinna być mniejsza niż 0,5 m. Dopuszcza się szerokość rowu równą 0,3 m dla rowów o głębokości do 0,6 m,
- zmianę kierunku rowu należy wykonywać po łuku, z tym że minimalne promienie łuków nie powinny być mniejsze niż minimalne promienie zgięcia danego typu kabla,
- głębokość rowu powinna być taka, aby po uwzględnieniu warstwy piasku (0,1 m) oraz średnicy kabla lub wiązki kabli odległość górnej powierzchni kabla do powierzchni gruntu wynosiła co najmniej:
  - 0,5 m w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1 kV ułożonych pod chodnikiem, przeznaczonych do oświetlenia ulicznego, do zasilania podświetlonych znaków drogowych i sygnalizacji ruchu ulicznego,
  - 0,7 m w przypadku pozostałych kabli o napięciu znamionowym do 1 kV,
  - 0,8 m w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, lecz nie przekraczającym 15 kV,
  - 0,9 m w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 15 kV ułożonych w ziemi na użytkach rolnych,
  - 1,0 m w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 15 kV.

Jednocześnie wymaga się, by minimalne promienie łuków nie były mniejsze niż:

- 0,5 m dla kabli o izolacji i powłoce z PCV o napięciu do 1 kV,
- 1,0 m dla kabli pozostałych o napięciu do 15 kV,
- 1,5 m dla kabli o napięciu do 30 kV.

Wykopy w miejscach dostępnych dla osób nie zatrudnionych przy robotach należy zabezpieczyć poręczami ochronnymi zaopatrzonymi w napis „Osobom postronnym wstęp wzbroniony”, a w nocy czerwonymi światłami ostrzegawczym. Poręcze powinny być umieszczone na wysokości 1,1 m ponad terenem i ustawione w odległości nie mniejszej niż 1,0 m od krawędzi wykopu. W sytuacjach uzasadnionych względami bezpieczeństwa wykop należy szczelnie przykryć balami.

Przejścia dla pieszych powinny być wyznaczone w miejscach zapewniających bezpieczeństwo. W miejscach przejść przez rowy należy wykonać pomosty o szerokości dostosowanej do intensywności ruchu, jednak nie mniejszej niż 0,75 m dla ruchu jednokierunkowego i 1,2 m dla ruchu dwustronnego. Przejścia powinny być zabezpieczone barierą składającą się z deski krawężnikowej o wysokości 0,15 m i poręczy ochronnej umieszczonej na wysokości 1,1 m. Wolna przestrzeń między deską krawężnikową a poręczą powinna być zaopatrzona w skuteczne zabezpieczenie pracowników lub przechodniów.

Wykop należy zasypywać ziemią bez kamieni ubijając ją warstwami co 20 cm.

Stopień zagęszczenia gruntu minimum 0,85 według BN-88/8932-01

### 5.2. Układanie kabli

- w gruntach piaszczystych kable należy układać na dnie wykopu i zasypywać do wypełnienia wykopu gruntem rodzimym,
- w gruntach nie piaszczystych kable należy układać na warstwie piasku o grubości 0,1 m, umieszczonej na dnie wykopu i zasypywać warstwą piasku, tak aby grubość tej warstwy nad kablem (lub nad obrysem wiązki kabli) wynosiła 0,1 m, a pozostałą część wykopu należy wypełnić gruntem rodzimym (miejscowym),
- w gruntach innych niż piaszczyste kable można układać w gruncie rodzimym (bez warstw piasku) po uzyskaniu odpowiedniego dopuszczenia,
- zaleca się ubijanie gruntu w wykopie (np. za pomocą wibratorów),
- kable powinny być ułożone w rowie w jednej warstwie. Dopuszcza się układanie kabli w dwóch lub kilku warstwach na zamkniętym terenie zakładu przemysłowego. Odległość pionowa w świetle pomiędzy poszczególnymi warstwami kabli powinna wynosić co najmniej 0,15 m,
- głębokość ułożenia kabli podano w punkcie 5.4.2.,
- kable powinny być ułożone w wykopie linią falistą z zapasem wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu, nie mniejszym niż 1% długości wykopu. Po obydwu stronach muf zaleca się zostawienie zapasów kabla (np. pętla), łącznie nie mniejszych niż:
  - 4 m dla kabli o izolacji papierowej lub z tworzyw sztucznych o napięciu 15 – 30 kV,

3 m dla pozostałych kabli.

- kable jednożyłowe układane w wiązках należy łączyć ze sobą opaskami w odległościach nie przekraczających 2,5 m,
- kable układane na skarpach i w terenach górzystych – na stokach – powinny być skutecznie zabezpieczone przed działaniem naprężeń rozciągających za pomocą uchwytów związanych z podłożem. Odległości pomiędzy uchwytami powinny być zgodne z określonymi w projekcie linii, z uwzględnieniem kąta nachylenia terenu i masy kabla,
- zaleca się układać kable niezwłocznie po wykonaniu wykopu, doprowadzać do szybkiego odbioru robót ulegających zakryciu i możliwie szybko zasypywać wykop.

### 5.3. Stawianie słupów nn

Przed zamontowaniem konstrukcji wsporczych dla słupów należy je skompletować, po uprzednim ich skontrolowaniu zakresie w zakresie ich stanu technicznego. Nie wolno stosować elementów uszkodzonych.

5.3.1. Izolatory montować na konstrukcji leżącej przed jej posadowieniem. Powierzchnia izolatorów powinna być czysta i nie uszkodzona. Izolatory w czasie pracy nie powinny ulegać pochyleniu.

5.3.2. Przewody należy mocować zgodnie z zaleceniem projektanta w zależności od obustrzeń.

5.3.3. Przewody odgromowe słupów el-en. należy mocować zgodnie z PN.

### 5.4. Montaż opraw oświetleniowych na słupach.

Przed montażem opraw oświetleniowych na słupach –należy sprawdzić ich działanie oraz prawidłowość połączeń,

Oprawy na słupach należy mocować na słupach po ich ustawieniu.

Wysięgniki należy mocować na słupach w sposób trwały, uniemożliwiający ich obrót.

### 5.5. Próby montażowe

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

- pomiar kabli zasilających,
  - pomiar ochrony odgromowej.
- Z prób montażowych należy sporządzić protokół.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Zasady jakości kontroli robót

W trakcie odbioru instalacji elektrycznych należy przedłożyć komisji protokoły z badań. Stąd też instalacje w budynku powinny być poddane szczegółowym oględzinom i próbom, obejmującym także niezbędny zakres pomiarów w celu sprawdzenia, czy spełniają wymagania dotyczące ochrony ludzi, zwierząt i mienia przed zagrożeniami, których może stać się przyczyną. Członkowie komisji, przed przystąpieniem do oględzin i prób powinni otrzymać i zapoznać się z uaktualnioną dokumentacją techniczną oraz z protokołami ze sprawdzeń częściowych. Osoby wykonujące pomiary powinny posiadać odpowiednie kwalifikacje, potwierdzone uprawnieniami do wykonywania badań. W czasie wykonywania prób należy zachować szczególną ostrożność, celem zapewnienia bezpieczeństwa ludziom i uniknięcia uszkodzeń obiektu lub zainstalowanego wyposażenia. Kontrola jakości wykonania instalacji elektrycznych powinna obejmować przede wszystkim sprawdzenie:

- zgodności zastosowanych do wbudowania wyrobów i zastosowanych urządzeń z dokumentacją techniczną, normami i certyfikatami,
- prawidłowości wykonania połączeń przewodów,
- poprawności wykonania oprzewodowania oraz zachowania wymaganych odległości od innych instalacji i urządzeń,
- poprawności wykonania przejść przewodów przez stropy i ściany,
- prawidłowości zamontowania urządzeń elektrycznych oraz sprzętu i osprzętu, dostosowania do warunków środowiskowych i warunków pracy w miejscu ich zainstalowania,
- prawidłowego oznaczania obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.,
- prawidłowego umieszczania schematów, tablic ostrzegawczych oraz innych informacji,
- prawidłowości oznaczenia przewodów neutralnych, ochronnych i ochronnoneutralnych,
- prawidłowości doboru urządzeń i środków ochrony od wpływów zewnętrznych (warunków środowiskowych w jakich pracują),

- spełnienia dodatkowych zaleceń projektanta lub inspektora nadzoru wprowadzonych do dokumentacji technicznej.

Zasady umieszczania schematów, tablic ostrzegawczych oraz innych istotnych informacji, o których jest mowa powyżej, określone są następującymi normami:

- PN-88/E-08501 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa.
- PN-92/N-01256/01 Znaki bezpieczeństwa. Ochrona przeciwpożarowa.
- PN-92/N-01256/02 Znaki bezpieczeństwa. Ewakuacja.
- PN-92/N-01256/03 Znaki bezpieczeństwa. Ochrona i higiena pracy.

### 6.2. Oględziny instalacji elektrycznych.

Oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji. Celem oględzin jest stwierdzenie, czy zainstalowane urządzenia, aparaty i środki zabezpieczeń i ochrony spełniają wymagania bezpieczeństwa zawarte w odpowiednich normach przedmiotowych (stwierdzenie zgodności ich parametrów technicznych z wymaganiami norm), zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane oraz oznaczone zgodnie z projektem, czy nie mają widocznych uszkodzeń wpływających na pogorszenie bezpieczeństwa. Podstawowy zakres oględzin obejmuje przede wszystkim sprawdzenie prawidłowości:

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

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

#### 6.2.1. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

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

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

- wymagania ogólne podane w normie PN-IEC 60364-4-47 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.
- wymagania szczegółowe podane w normie PN-IEC 60364-4-41 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przeciwporażeniowa.

W normach tych określone są środki ochrony przed:

- dotykiem bezpośrednim, poprzez:
  - izolowanie części czynnych,
  - zastosowanie urządzeń ochronnych różnicowoprądowych o znamionowym prądzie zadziałania nie większym niż 30 mA, jako uzupełniającego środka ochrony przed dotykiem bezpośrednim,
- dotykiem pośrednim, poprzez:
  - zastosowanie samoczynowego wyłączenia zasilania i połączeń wyrównawczych głównych oraz dodatkowych (miejscowych),
  - zastosowanie urządzeń II klasy ochronności lub izolacji równoważnej,
  - nie uziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych,
  - zastosowanie oprzewodowania o izolacji wzmocnionej.

#### 6.2.2. Ochrona przed pożarem i skutkami cieplnymi

Należy ustalić czy:

- instalacje i urządzenia elektryczne nie stwarzają zagrożenia pożarowego dla materiałów lub podłoży, na których bądź obok których są zainstalowane,

- urządzenia mogące powodować powstawanie łuku elektrycznego są odpowiednio zabezpieczone przed jego negatywnym oddziaływaniem na otoczenie,
- dostępne części urządzeń i aparatów nie zagrażają poparzeniem,
- urządzenia do wytwarzania pary, gorącej wody lub gorącego powietrza mają wymagane normami zabezpieczenia przed przegrzaniem,
- urządzenia wytwarzające promieniowanie cieplne, skupione lub zogniskowane, nie zagrażają wystąpieniem niebezpiecznych temperatur.

Powyższych ustaleń dokonuje się przez stwierdzenie spełnienia wymagań norm:

- PN-IEC 60364-4-42 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przed skutkami oddziaływania ciepłego.
- PN-IEC 60364-4-482 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Ochrona przeciwpożarowa.

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

W tym przypadku należy sprawdzić:

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

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

- normy PN-IEC 60364-5-523 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
- Warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać instalacje elektroenergetyczne podanych w Przepisach Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych – zeszyt 9, wydanych przez Instytut Energetyki (w przygotowaniu jest PN dotycząca tych zagadnień).
- Wymagań norm: dla odbioru i montażu wyposażenia elektrycznego p PN-IEC 60364-5-51 Instalacje w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego..

Postanowienia wspólne:

- dla aparatury łączeniowej i sterowniczej – PN-IEC 60364-5-53 Instalacje w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza.
- dla urządzeń do odłączania izolacyjnego i łączenia – PN-IEC 60364-5-537 Instalacje w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
- Dla urządzeń zabezpieczających przed prądem przetężeniowym – PN-IEC 60364-4-43 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przed prądem przetężeniowym i PN-IEC 60364-4-473 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym.

#### 6.2.4. Umieszczenie odpowiednich urządzeń odłączających i łączących.

Należy sprawdzić, czy instalacja i urządzenia spełniają wymagania w zakresie:

- odłączenia od napięcia zasilającego całej instalacji oraz każdego jej obwodu,

- środków zapobiegających przypadkowemu załączeniu i możliwości wyłączenia awaryjnego,
- wynikającym z potrzeb sterowania,
- wynikającym z wymagań bezpieczeństwa przy zachowaniu zasad:
  - odłączania izolacyjnego i łączeń roboczych,
  - wyłączania do celów konserwacji,
  - wyłączania awaryjnego,
- wynikającym z odłączenia w celu konserwacji urządzeń mechanicznych.

Wymagania dla urządzeń do odłączania izolacyjnego i łączenia podane są w normach: PN-ICE 60634-4-46 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Odłączanie i łączenie oraz PN-IEC 60634-5-537 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza. Urządzenie do odłączania izolacyjnego i łączenia.

#### 6.2.5. Dobór urządzeń i środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych.

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

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

Cechy jakie powinny posiadać urządzenia w zależności od skodyfikowanych wpływów zewnętrznych i środowiskowych podane są w normach:

- PN-IEC 60364-5-51 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia wspólne,
- PN-IEC 60364-3 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ustalenia ogólnych charakterystyk,
- PN-IEC 60364-4-443 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi.

#### 6.2.6. Oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych oraz ochronno – neutralnych.

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

Oznaczenia przewodów powinny spełniać wymagania norm:

- PN-IEC 60364-5-54 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne,
- PN-90/E-05023 Oznaczenia identyfikacyjne przewodów elektrycznych barwami lub cyframi.

#### 6.2.7. Umieszczanie schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji oraz oznaczenia obwodów, bezpieczników, łączników, zacisków itp.

W tym zakresie sprawdzenie polega na stwierdzeniu, czy:

- umieszczone napisy oraz tablice ostrzegawcze, informacyjne i identyfikacyjne znajdują się we właściwym miejscu,
- obwody, bezpieczniki, łączniki, zaciski itp. są oznaczone w sposób umożliwiający ich identyfikację i zgodzie z oznaczeniami na schematach i innych środkach informacyjnych,
- tabliczki znamionowe oraz inne środki identyfikujące aparaty łączeniowe i sterownicze znajdują się na właściwym miejscu, a ich zakres informacji pozwala na identyfikację,
- umieszczono we właściwych miejscach schematy oraz czy w wystarczającym zakresie pozwalają one na identyfikację instalacji, obwodów lub urządzeń.

Wymienionych wyżej stwierdzeń dokonuje się w oparciu o wymagania norm:

- PN-IEC 60364-5-51 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia wspólne,
- PN-92/E-01200 Symbole graficzne stosowane w schematach,
- PN-78/E-01245 Rysunek techniczny elektryczny. Ogólne wytyczne wykonywania schematów,
- PN-90/E-05023 Oznaczenia identyfikacyjne przewodów elektrycznych barwami lub cyframi.
- PN-89/E-05027 Kierunki ruchu elementów sterowniczych urządzeń elektrycznych,
- PN-89/E-05028 Barwy wskaźników świetlnych i przycisków,
- PN-88/E-08501 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa,
- PN-92/N-01256/01 Znaki bezpieczeństwa. Ochrona przeciwpożarowa,
- PN-92/N-01256/02 Znaki bezpieczeństwa. Ewakuacja,
- PN-92/N-01256/03 Znaki bezpieczeństwa. Ochrona i higiena pracy.

#### 6.2.8. Połączenie przewodów.

Sprawdzeniu podlega stan połączenia przewodów, a więc to, czy są wykonywane w sposób zgodny z wymaganiami, przy użyciu odpowiednich metod i osprzętu, oraz czy nacisk na połączenia nie jest wywierany przez izolację, a także czy zaciski nie są narażone na naprężenia spowodowane przez podłączone przewody.

Wymagania dotyczące połączeń przewodów podane są w normach:

- PN-82/E-06290 Zaciski bezgwintowe rozłączalne do łączenia przewodów o przekrojach do 16 mm<sup>2</sup>,
- PN-82/E-06291 Zaciski gwintowe do łączenia przewodów o przekrojach do 120 mm<sup>2</sup> w wyrobach elektroinstalacyjnych.

W trakcie oględzin możliwe jest wykrycie wad, błędów montażowych i innych usterek w instalacji elektrycznej. Usterki te muszą być usunięte przed przystąpieniem do prób i pomiarów. Wykonywanie tych prób bez usunięcia usterek, mogących mieć wpływ na wynik badań jest niedopuszczalne.

#### 6.3. Kontrola materiałów.

Wykonawca zobowiązany jest do sprawdzenia daty produkcji, daty przydatności do stosowania, stanu opakowań oraz właściwego przechowywania materiałów.

Gdy jakość zastosowanego materiału lub wykonanej roboty budzi wątpliwości, Inżynier może poddać je kontrolnemu badaniu w pełnym zakresie. W przypadku negatywnego wyniku tego badania, koszty z tym związane obciążają Wykonawcę.

#### 6.4. BHP i ochrona środowiska.

W miejscach roboczych, jak również w miejscach składowania, muszą być umieszczone napisy ostrzegawcze p.poż. Robotnicy powinni być poinstruowani o niebezpieczeństwie palenia ognia i papierosów w pobliżu wykonywanych prac.

#### 7. OBMAR ROBÓT

Obmiar robót będzie określać faktyczny zakres robót wykonanych zgodnie z dokumentacją projektową i specyfikacją techniczną, w ustalonych jednostkach. Książka obmiarów stanowi dokument pozwalający na rzeczywisty obmiar robót budowlanych. Obmiaru wykonanych robót dokonuje w sposób ciągły kierownik budowy.

#### 8. ODBIÓR ROBÓT

##### 8.1. Odbiór frontu robót

Przed przystąpieniem do robót montażowych należy odebrać protokółnie front robót od generalnego wykonawcy lub inwestora.

Stan robót budowlanych i wykończeniowych powinien być taki, aby roboty elektromontażowe można było prowadzić bez narażania instalacji na uszkodzenie, a pracowników na wypadki przy pracy.

##### 8.2. Odbiory międzyoperacyjne.

Odbiory międzyoperacyjne powinien przeprowadzić Inżynier.

Odbiorom międzyoperacyjnym podlegają:

- osadzone (zamocowane) konstrukcje wsporcze pod kable, drabinki, korytka, przewody szynowe, oprawy oświetleniowe itp.,
- ułożone rury, listwy, korytka lub kanały przed wciąganiem przewodów,
- osadzone (zamocowane) konstrukcje wsporcze przed zamontowaniem aparatów,
- instalacja przed załączeniem pod napięcie.

##### 8.3. Odbiory częściowe.

Odbiory robót ulegających zakryciu; odbiorom tym podlegają:

- ułożone, lecz nie przykryte kable,
- instalacje podtynkowe przed tynkowaniem,
- inne fragmenty instalacji, które będą niewidoczne lub bardzo trudne do sprawdzenia po zakończeniu robót montażowych.

Usterki wykryte przy odbiorze częściowym powinny być wpisane do dziennika robót (budowy). Brak wpisu należy traktować jako stwierdzenie należytego stanu elementów i prawidłowości montażu.

Pozostałe odbiory częściowe, przed odbiorem końcowym, dużych skomplikowanych instalacji elektrycznych należy przekazać inwestorowi poszczególne fragmenty instalacji w drodze odbiorów częściowych.

##### 8.4. Odbiór końcowy.

Instalacje podlegają odbiorowi technicznemu, którego dokonuje Inżynier w obecności Wykonawcy oraz Inwestora.

Odbiór techniczny polega na sprawdzaniu:

- zgodności wykonania instalacji z dokumentacją oraz ewentualnymi zmianami i odstępstwami, potwierdzonymi odpowiednimi zapisami w dzienniku budowy, a także zgodności z przepisami szczególnymi, odpowiednimi Polskimi Normami oraz wiedzą techniczną,
  - jakości wykonania instalacji elektrycznej,
  - skuteczności działania zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń przed prądem elektrycznym,
  - spełnienia przez instalację wymagań w zakresie minimalnych dopuszczalnych oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów,
  - zgodności oznakowania z Polskimi Normami i lokalizacji przeciwpożarowych wyłączników prądu.
- Sprawdzenia skuteczności działania zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń prądem elektrycznym należy dokonać dla wszystkich obwodów zmontowanej instalacji elektrycznej – od złącza do gniazda wtykowych i odbiorników energii elektrycznej zainstalowanych na stałe.

Pozytywne wyniki powyższych działań sprawdzających umożliwiają sporządzenie protokołu odbioru.

W trakcie odbioru instalacji należy przedstawić następujące dokumenty:

- dokumentację techniczną z naniesionymi zmianami dokonanymi w czasie budowy,
- dziennik budowy,
- protokoły z oględzin stanu sprawności połączeń sprzętu, zabezpieczeń, aparatów i oprzewodowania,
- protokoły z wykonanych pomiarów rezystancji (oporności) izolacji przewodów oraz ciągłości przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych (miejscowych) połączeń wyrównawczych,
- protokoły z wykonanych pomiarów impedancji pętli zwarcia, rezystancji uziemień oraz prądu zadziałania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych,
- protokół z wykonanych pomiarów instalacji odgromowej,
- protokół z pomiarów natężenia oświetlenia podstawowego i ewakuacyjnego,
- certyfikat na urządzenie i wyroby,
- dokumentację techniczną – ruchowe oraz instrukcje obsługi zainstalowanych urządzeń elektrycznych.

##### 8.5. Przekazanie instalacji do eksploatacji.

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

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

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

Instalacje można uznać za przyjęte do eksploatacji, gdy protokół badań potwierdza zgodność parametrów technicznych z dokumentacją, przepisami szczegółowymi i Polskimi Normami.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Rozliczenia obejmują następujące roboty:

- roboty tymczasowe i towarzyszące - zgodnie z zawartą umową.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

Normy:

PN-90/E-08106 Stopnie ochrony zapewnione przez obudowy.

Inne dokumenty:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1997. Prawo Budowlane (tekst jednolity – Dz.U. nr 106 z 2000 r. Poz. 1126 z późniejszymi zmianami)
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. nr 54 z 1997 r. Z późniejszymi zmianami)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 maja 2000 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wprowadzenia obowiązku stosowania niektórych Polskich Norm (Dz.U. nr 22 z 1999 r. poz. 209; Dz.U. nr 43 z 2000 r. poz. 617)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 r. w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity – Dz.U. nr 75 z 15 czerwca 2002r.)
- Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych, PBUE wyd. 1988 r.
- Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano – montażowych i rozbiórkowych (Dz.U. nr 13 z dnia 10 kwietnia 1972 r.)
- Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano – Montażowych. Część V – Instalacje elektryczne.