

# **SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

## **ST-12**

### **INSTALACJE ELEKTRYCZNE**

## Spis treści

<b>1. WSTĘP.....</b>	<b>276</b>
1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej .....	276
1.2. Zakres stosowania ST .....	276
1.3. Zakres Robót objętych ST .....	276
1.4. Określenia podstawowe .....	277
1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót .....	277
<b>2. MATERIAŁY – WYMAGANIA I STANDARDY .....</b>	<b>278</b>
2.1. Ogólne wymagania .....	278
2.2. Rozdzielnice elektryczne NN.....	279
2.2.1. Obudowy rozdzielnic .....	279
2.2.2. Wyposażenie wewnętrzne rozdzielnic .....	279
2.2.3. Połączenia szynowe i kablowe .....	283
2.2.4. Elementy mocujące rozdzielnice .....	284
2.3. Urządzenia elektryczne .....	284
2.3.1. Przemienne przekaźniki .....	284
2.3.2. Analizatory parametrów sieci elektrycznych .....	286
2.4. Baterie kondensatorów .....	286
2.5. Kable .....	286
2.6. Materiały stosowane przy układaniu kabli .....	287
2.6.1. Piasek .....	287
2.6.2. Folia .....	287
2.6.3. Przepusty kablowe .....	287
2.6.4. Materiały użyte do budowy .....	287
2.7. Fundamenty prefabrykowane.....	288
2.8. Materiały dla potrzeb instalacji elektrycznej i odgromowej.....	288
2.8.1. Warunki przyjęcia na budowę materiałów instalacji elektrycznej i odgromowej.....	288
2.8.2. Rodzaj użytych materiałów .....	288
2.9. Deklaracja zgodności .....	289
<b>3. SPRZĘT .....</b>	<b>289</b>
<b>4. TRANSPORT I SKŁADOWANIE.....</b>	<b>289</b>
<b>5. WYKONANIE ROBÓT.....</b>	<b>291</b>
5.1. Wymagania ogólne .....	291
5.2. Instalacje zewnętrzne i roboty kablowe .....	291
5.2.1. Układanie kabli .....	291
5.2.2. Zabezpieczenie kabla w rowie kablowym. ....	291
5.2.3. Zapas kabla.....	292
5.2.4. Oznaczenie linii kablowych.....	292
5.2.5. Zakończenie i łączenie kabli .....	292
5.2.6. Uszczelnianie otworów przepustów .....	292
5.2.7. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z innymi urządzeniami podziemnymi.....	292
5.2.8. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z drogami .....	293
5.2.9. Układanie przepustów kablowych.....	293
5.2.10. Montaż fundamentów prefabrykowanych.....	294
5.3. Układanie kabli w obiektach .....	294
5.3.1. Przesuwanie kabli .....	294
5.3.2. Ułożenie i mocowanie kabli wielożyłowych .....	294
5.3.3. Ułożenie i mocowanie wiązek kabli 1 –żyłowych .....	294
5.3.4. Wprowadzanie kabli do budynków.....	295
5.3.5. Przepusty kablowe przez ściany.....	295
5.4. Prefabrykacja rozdzielnic elektrycznych .....	295
5.5. Montaż rozdzielnic elektrycznych.....	296
5.6. Montaż baterii kondensatorów .....	297

5.7. Uziemienie budynku stacji transformatorowej.....	297
5.8. Instalacje elektryczne na obiekcie .....	298
5.8.1. Roboty podstawowe .....	298
5.8.2. Trasowanie.....	298
5.8.3. Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów .....	298
5.8.4. Przejścia przez ściany i stropy.....	298
5.8.5. Montaż sprzętu, osprzętu i opraw oświetleniowych .....	298
5.8.6. Układanie przewodów i kabli .....	299
5.8.7. Łączenie przewodów i kabli.....	300
5.8.8. Koryta kablowe.....	300
5.8.9. Podejścia do odbiorników.....	300
5.9. Instalacje oświetleniowe.....	301
5.9.1. Kable i przewody .....	301
5.9.2. Oświetlenie wewnętrzne.....	301
5.10. Instalacje siłowe .....	301
5.10.1. Instalacja gniazd wtyczkowych .....	301
5.10.2. Kable i przewody .....	301
5.11. Ochrona przeciwporażeniowa .....	302
5.12. Instalacja odgromowa .....	303
5.13. Instalacja uziemiająca .....	304
5.14. Instalacja połączeń wyrównawczych .....	304
5.15. Demontaż urządzeń .....	305
5.16. Roboty demontażowe rozdzielnic.....	305
5.17. Roboty przełączeniowe. ....	305
5.18. Kolejność i wytyczne wykonywania robót. ....	306
<b>6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....</b>	<b>306</b>
6.1. Wymagania ogólne .....	306
6.2. Kontrola w trakcie montażu .....	308
6.3. Badania i pomiary pomontażowe .....	308
<b>7. OBMIAR ROBÓT .....</b>	<b>309</b>
<b>8. ODBIÓR ROBÓT .....</b>	<b>309</b>
8.1. Wymagania ogólne .....	309
8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu. ....	309
8.3. Zasady odbioru końcowego robót .....	310
<b>9. PODSTAWA PŁATNOŚCI .....</b>	<b>310</b>
<b>10. PRZEPISY ZWIĄZANE .....</b>	<b>310</b>
10.1. Normy .....	310
<b>10.2. INNE .....</b>	<b>314</b>

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST-12) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru Robót w zakresie instalacji elektrycznych, które zostaną wykonane dla kontraktu pn. **„Przebudowa i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Skoczowie w zakresie gospodarki osadowej wraz z odzyskiem biogazu”**.

### 1.2. Zakres stosowania ST

Niniejsza specyfikacja techniczna (ST-12) jest stosowana jako dokument umowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w punkcie 1.1.

Ustalenia zawarte w niniejszej ST obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie wszystkich robót w zakresie instalacji elektrycznych przewidzianych do wykonania i ujętych w pkt. 1.3.

### 1.3. Zakres Robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej ST dotyczą prowadzenia robót w zakresie instalacji elektrycznych i obejmują roboty wykonywane w obiektach i na terenie oczyszczalni ścieków. Są to roboty ujęte w dokumentacji projektowej dla kontraktu pn. **„Przebudowa i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Skoczowie w zakresie gospodarki osadowej wraz z odzyskiem biogazu”**.

Roboty należy wykonywać z zachowaniem zasad bezpieczeństwa w zgodzie z obowiązującymi regulacjami prawnymi, normami, standardami i wymaganiami określonymi w Dokumentacji Projektowej i Specyfikacjach Technicznych.

#### ZAKRES RZECZOWY ROBÓT OBJĘTYCH SPECYFIKACJĄ

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą prowadzenia robót związanych z wykonaniem instalacji elektrycznych przy realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1 i dotyczą robót:

- związanych z wymianą rozdzielnic głównej RG 0,4kV wraz z układem pomiarowym dla potrzeb generatorów
- związanych z montażem obiektowych rozdzielnic niskiego napięcia zgodnie z dokumentacją projektową
- związanych z budową linii kablowych nn zasilających i sterowniczo-sygnalizacyjnych
- związanych z wykonaniem instalacji elektrycznych, odgromowych i uziemienia w obiektach.

W zakresie prac związanych z wyposażeniem rozdzielnic wchodzi:

- kompletacja wszystkich materiałów i urządzeń potrzebnych do wykonania (prefabrykacji) rozdzielnic zgodnie z wytycznymi zawartymi w dokumentacji technicznej,
- dostarczenie na budowę kompletnej rozdzielnic wraz z certyfikatami wszystkich testów typu wymaganych przez normy PN-EN 62271-110:2009, PN-EN 61439-1:2011,
- wykonanie wszelkich robót pomocniczych potrzebnych do montażu rozdzielnic w miejscu wskazanym na planie rozmieszczenia urządzeń,
- zainstalowanie rozdzielnic w miejscu przeznaczenia,
- dokonanie wszelkich podłączeń przy użyciu materiałów oraz środków wg dokumentacji projektowej,
- wykonaniem wewnętrznych połączeń ochronnych oraz połączeń ochronnych konstrukcji pomiędzy poszczególnymi segmentami rozdzielnic oraz z szyną uziemiającą obiektu,
- wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich elementów rozdzielnic zawartych w dokumentacji,
- przeprowadzenie wymaganych prób, badań i pomiarów ze sporządzeniem protokołów kwalifikujących rozdzielnicę (prefabrykat) do eksploatacji.

- połączenie szynoprzewodami rozdzielnicy głównej RG z izolatorami przepustowymi od komór transformatorowych.
- połączenia kablowe po stronie 1 kV.

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą prowadzenia robót związanych z wykonaniem instalacji elektrycznych, odgromowych i uziemienia dla:

- demontaży istniejących instalacji elektrycznych związanych z oświetleniem w obiektach kubaturowych
- instalacji oświetlenia podstawowego z oświetleniem fluorescencyjnym i metalohalogenkowym
- instalacji oświetlenia awaryjnego z oświetleniem fluorescencyjnym,
- instalacji do gniazd wtykowych 230 V i 400 V,
- instalacji siłowych do napędów urządzeń technologicznych,
- instalacji połączeń wyrównawczych,
- instalacji odgromowej na obiektach kubaturowych i technologicznych,
- uziemienia otokowego dla projektowanych i modernizowanych obiektów,
- instalacji uziemiającej w obiektach z podłączeniem wszystkich elementów metalowych obiektów, urządzeń technologicznych itp., wraz z przygotowaniem podłoża i robotami towarzyszącymi, dla obiektów kubaturowych oraz obiektów budownictwa inżynierskiego.

ST dotyczy wszystkich czynności mających na celu wykonanie robót związanych z:

- dokonaniem wszelkich połączeń instalacyjnych, szyn zbiorczych wewnętrznych przy użyciu materiałów oraz środków wg dokumentacji projektowej,
- montażem osprzętu elektrycznego,
- wykonywaniem wszelkiego rodzaju uziemień,
- montażem osprzętu i urządzeń piorunochronnych,
- kompletacją wszystkich materiałów potrzebnych do wykonania podanych wyżej prac,
- wykonaniem wszelkich robót pomocniczych w celu przygotowania podłoża (w szczególności roboty ślusarsko-spalnicze itp.),
- ułożeniem wszystkich materiałów w sposób i w miejscu zgodnym z dokumentacją techniczną,
- wykonaniem oznakowania zgodnego z dokumentacją techniczną wszystkich elementów wskazanych w dokumentacji,
- przeprowadzeniem wymaganych prób i badań oraz potwierdzenie protokołami kwalifikującymi prefabrykat do montażu, jako element instalacji elektrycznej, odgromowej, uziemienia lub połączeń wyrównawczych,
- przygotowaniem podłoża obejmującego czynności wykonywane przed układaniem kabli, zwodów lub elementów instalacji elektrycznych i uziemienia, mające na celu zapewnienie możliwości ułożenia instalacji zgodnie z dokumentacją.

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.

#### **1.4. Określenia podstawowe**

Określenia i definicje w niniejszej ST są zgodne z Dokumentacją Projektową oraz ST-00 „Wymagania Ogólne”.

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

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową, ST i poleceniami Inżyniera Kontraktu. Ogólne wymagania podano w ST-00 „Wymagania Ogólne”.

## 2. MATERIAŁY – WYMAGANIA I STANDARDY

### 2.1. Ogólne wymagania

Ogólne warunki dotyczące stosowania materiałów podano w ST-00.00 Wymagania ogólne. Materiały użyte do wykonania instalacji muszą ściśle spełniać wymagania niniejszej specyfikacji oraz być zgodne z dokumentacją projektową.

Wszelkie nazwy własne produktów i materiałów przywołane w specyfikacji służą ustaleniu pożądanego standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji technicznej dla projektowanych rozwiązań.

Stosowane materiały powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową, opisem technicznym i rysunkami.

Dopuszcza się zamieszczenie rozwiązań w oparciu o produkty (wyroby) innych producentów pod warunkiem zapewnienia tych samych właściwości technicznych oraz uzyskanie akceptacji Inżyniera Kontraktu i Projektanta.

Wyroby i materiały producentów krajowych i zagranicznych powinny posiadać aprobaty techniczne / znak CE uprawniający do stosowania w UE.

Stosowane materiały powinny być zgodne z Dokumentacją Projektową, opisem technicznym i rysunkami.

Materiały powinny być, jak określono w specyfikacji, odpowiednie do warunków panujących w miejscu zastosowania.

Wykonawca przed zastosowaniem wyrobu i materiału uzyska akceptację Inżyniera Kontraktu.

Poniżej wymieniono podstawowe materiały wykorzystane w instalacjach:

- kable elektroenergetyczne nap. 1 kV: wielożyłowe z żyłami miedzianymi o izolacji i powłoce polwinitowej oraz jednożyłowe w izolacji z polietylenu usieciowanego; PN-E-90401:1993
- osprzęt kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV, mufy przelotowe o napięciu nie przekraczającym 0,6/1 kV PN-E-06401-01:1990.
- przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe -- przewody o izolacji i powłoce polwinitowej; PN-E-90056:1987
- rury ochronne z polietylenu wysokiej gęstości, do układania kabli w trudnych warunkach terenowych, zalecane do wykonywania przepychów i przewiertów, gładkościenne ze złączką kielichową;
- rury ochronne z polietylenu wysokiej gęstości, karbowaną warstwą zewnętrzną i gładką warstwą wewnętrzną, zamknięta konstrukcja ścianki zapewniająca rurze bardzo wysoką sztywność obwodową, stosowane na przepusty pod drogami i ulicami, łączone złączkami zewnętrznymi;
- rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco ogólnego zastosowania, PN-EN 10210-1:2000
- rozdzielnice: PN-EN 60529:2003, PN-EN 60079-0:2006, IEC 61439
- oprawy oświetleniowe; PN-EN 60079-0:2009, PN-EN 50019.
- aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa; PN-90/E-06150.10
- aparatura instalacyjna; PN-90/E-06150.20
- aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa, styczniki i rozruszniki do silników; PN-EN 60947-4-1:2001
- ograniczniki przepięć; PN-EN 60099-1:2002
- bezpieczniki topikowe niskonapięciowe, ogólne wymagania i badania; PN-EN 60269-1:2008
- wyłączniki samoczynne do zabezpieczenia urządzeń elektrycznych; PN-EN 60934:2002

Materiał urządzeń, elementów i konstrukcji powinien być odporny na działanie czynników atmosferycznych i fizykochemicznych występujących w miejscu zainstalowania.

## **2.2. Rozdzielnice elektryczne NN**

### **2.2.1. Obudowy rozdzielnic**

Stanowią element pomocniczy przy budowie rozdzielnic elektrycznej (samodzielnie nie są elementem instalacji elektrycznej); spełniają rolę zabezpieczającą przed dotykiem elementów pod napięciem, są elementem łączącym podzespoły rozdzielnic, chronią przed przedostawaniem się do wewnątrz ciał obcych.

Dla rozdzielnic stosować właściwy stopień ochrony IP w zależności od typu obiektu i miejsca zainstalowania. Wymagania ogólne dotyczące pustych obudów rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych podane są w PN-EN 62208:2006, IEC 61439

Projekt przewiduje montaż nowych rozdzielnic w wykonaniu szafowym z blachy stalowej malowanej proszkowo. We wszystkich przypadkach aparatura sterowniczo sygnalizacyjna ukryta będzie za otwieranymi drzwiami.

Dla szafek w wykonaniu zewnętrznym przewiduje się wykonanie z blachy nierdzewnej z zastosowaniem dodatkowych daszków ochronnych od opadów atmosferycznych.

Przygotowanie obudowy rozdzielnic do wyposażenia wykonać należy zgodnie z wytycznymi producenta obudów.

Listwy oraz linki uziemienia powinny wyróżniać się odpowiednimi kolorami, zgodnie z PN-EN 60445:2011

### **2.2.2. Wyposażenie wewnętrzne rozdzielnic**

Skład zestawu elementów wewnętrznych rozdzielnic wykonać zgodnie z dokumentacją projektową.

Jednocześnie wykonujący prefabrykację powinien sprawdzić czy wszystkie zaprojektowane elementy wyposażenia wewnętrznego posiadają nadany przez wytwórcę certyfikat zgodności lub aprobatę techniczną bądź deklarację zgodności.

Rozdzielnice montowane na zewnątrz należy wyposażyć w daszki przeciwdeszczowe.

Dodatkowo rozdzielnice wyposażyć w:

- wentylację mechaniczną
- grzałki antykondensacyjne z termostatem – rozdzielnice z urządzeniami zabezpieczającymi sterowniczymi w wykonaniu zewnętrznym.
- oświetlenie wewnętrzne

Osprzęt należy montować do obudowy za pomocą: płyty montażowej, szyn lub belek nośnych zunifikowanych lub zaprojektowanych.

Połączenia wewnętrzne elementów należy wykonywać za pomocą: szyn poprzez zaciski szynowe, szyn elastycznych, zacisków przyłączeniowych lub przewodów.

Na przewodach należy montować końcówki kablowe wg instrukcji producenta.

Jako system ochrony przed porażeniem przyjęto układ TN-S z aparaturą zapewniającą dostatecznie szybkie wyłączenie uszkodzonego elementu instalacji.

Producent rozdzielnic powinien dostarczyć certyfikaty potwierdzające zgodnie z normą wytrzymałości zwarciove, wytrzymałości mechaniczne i termiczne elementów rozdzielnic.

Nie dopuszcza się stosowania w torach szyn głównych lub torach szyn rozdzielczych elementów nie posiadających certyfikatu badań typu zgodnie z normą IEC61439.

Wszystkie elementy rozdzielnic nie powinny nagrzewać się do wyższych temperatur niż podane w normie. Przy montażu rozdzielnic i podłączeniach należy też zwrócić uwagę na promienie gięcia kabli i minimalne odległości izolacyjne. Kable wchodzące do rozdzielnic powinny być umocowane zgodnie z zaleceniami producenta.

Rozdzielnice główne powinny spełniać następujące wymagania:

- wydzielone bloki funkcjonalne: kanał szynowy, kanał kablowy, przedział montażu aparatów elektrycznych.

- wygradzone szyny zbiorcze zarówno poziome jak i pionowe od aparatów (przedział aparatowy i szynowy powinien mieć zainstalowane żaluzje, osłony wygradzające te dwa przedziały wzajemnie).
- wszystkie zastosowane aparaty jak i obudowy muszą posiadać pełne badania zgodne z normą PN- EN 60439-1.
- rozdzielnice powinny mieć możliwość rozbudowy o kolejne aparaty odpływowe (20% rezerwy miejsca w polach odpływowych).

Wszystkie rozdzielnice NN powinny posiadać co najmniej 15 % rezerwę odpływów i wyposażenia. Rozdzielnica musi być ustawiona dokładnie poziomo i przymocowana do podłoża zgodnie z DTR. Pod szafą rozdzielnic, która częściowo będzie umieszczona bezpośrednio nad kanałem kablowym należy wykonać konstrukcję wsporczą.

#### Charakterystyka wyposażenia elektrycznego – wymagania w zakresie wyposażenia rozdzielnic:

- Wyłączniki główne z napędem silnikowym wyposażone w zabezpieczenia cyfrowe selektywne posiadające regulację progu zadziałania wyzwalacza termicznego  $I_r$  w zakresie 0,4 do 1,0  $I_n$  oraz  $t_r$  (dla 6  $I_n$ ) w zakresie od 0,5 do 24s z regulowanym nachyleniem krzywej IDMTL; zabezpieczenie, o krótkiej zwłoce  $I_{sd}$  o zakresie regulacji 1,5 do 10  $I_n$  oraz  $t_{sd}$  od 0 do 0,4s; zabezpieczenie zwarciove bezzwłoczne  $I_{sd}$  o zakresie regulacji 2 do 15  $I_n$  z możliwością wyłączenia OF.  
Wyłączniki główne powinny być wyposażone w zabezpieczenie posiadające charakterystykę całki Joule'a. Przy wysokich poziomach prądów zwarciovych należy zastosować funkcję selektywności strefowo-logicznej (dotyczy wyłączników o prądach powyżej 630A) dla zapewnienia selektywności zwarciovej.
- Wyłączniki w polach odbiorczych zabezpieczające WLZ-ty powinny być od jednego dostawcy i mieć własności koordynacji dla zakresu prądów od 100 do 250A -  $I_n$ . Koordynacja zapewnia wspomaganie gaszenia łuku w czasie wyłączania zwarć dla wyłączników modułowych chroniąc je przy wyższych prądach zwarciovych oraz wydłużając ich żywotność
- Układ SZR wykonany na sterowniku elektronicznym PLC posiadający wbudowany moduł komunikacyjny Profibus/Modbus.
- Wyłączniki główne, sterownik SZR i mierniki parametrów sieci powinny być dostarczone przez jednego producenta oraz sprawdzone i przetestowane jako komplet celem zapewnienia gwarancji niezawodności pracy.
- Analizatory/mierniki parametrów sieci z wyjściem komunikacyjnym Profibus/Modbus.
- Ochronniki przepięciowe w polach zasilających bezwydmuchowe z wymiennym wkładem i sygnalizacją zadziałania.
- Wyłączniki kompaktowe z mikroprocesorowymi zabezpieczeniami nadprądowymi w polach odpływowych.
- W polach zasilających na drzwiach zabudować synoptykę układu SZR.

Nastawy zabezpieczeń wprowadza producent rozdzielnic po pisemnym uzgodnieniu z projektantem na podstawie danych uzyskanych od producenta aparatów uwzględniając obligatoryjnie selektywność i wytrzymałość zwarciową a także koordynację pracy zabezpieczeń.

Nie zezwala się na stosowanie automatyki przełączania zasilania (SZR) ze sterownikiem od innego producenta niż dostawca wyłączników przez nią sterowanych.

Szyny główne powinny być oddzielone od okężnych obwodów pomocniczych. Szyny mają być dobrane termicznie i dynamicznie aby wytrzymały maksymalny prąd zwarcia od strony zasilania. Przekrój szyn ma być dobrany z 30% rezerwą (na wypadek zwiększenia obciążenia rozdzielnic) oraz aby ich obciążalność była większa lub co najmniej równa 120% wartości prądu znamionowego wyłącznika pola zasilającego.



Dopuszczalny wzrost temperatury szyn powinien wynosić 40° C w warunkach maksymalnego obciążenia.

Przy doborze ilości i miejsca zamocowania szyn oraz sposobu ich połączeń należy wziąć pod uwagę następujące wymagania:

- siły dynamiczne występujące w stanach awarii,
- zjawisko rezonansu,
- odstępy izolacyjne.

Rozmiar szyn powinien być stały wzdłuż całej rozdzielnicy. Szyny powinny być oznaczone symbolami L1, L2, L3. Rozmiar szyn powinien uwzględniać rezerwowanie po stronie NN oraz rezerwę mocy całej rozdzielnicy. Szyna uziemiająca ma być zainstalowana na całej długości zestawu rozdzielnicy.

Do szyny uziemiającej powinny być podłączone:

- metalowe części obudów,
- ekrany lub osłony metalowe kabli (jeżeli jest to wymagane),
- uzwojenia wtórne przekładników prądowych.

Szyna uziemiająca powinna być podłączona w dwóch miejscach do zewnętrznego systemu uziemienia. W rozdzielnicy należy przewidzieć odpowiednie zaciski.

Szyna uziemiająca powinna być ułożona wewnątrz paneli i posiadać przekrój spełniający wymogi aktualnych przepisów. Szyny główne powinny być podzielone na odcinki odpowiadające długości podziału transportowego. W miejscu zainstalowania rozdzielnicy poszczególne odcinki szyn powinny być łączone taśmą miedzianą lub przez skręcanie, zgodnie ze standardem dostawcy. Łączenie szyn powinno się odbywać bez konieczności ich przemieszczania. Powinien być zapewniony łatwy dostęp do aparatury zamontowanej wewnątrz pól rozdzielnicy. Wszystkie wskaźniki powinny być widoczne. Wszystkie pola rozdzielnicy powinny mieć zapewnioną wystarczającą wentylację za pomocą kratki wentylacyjnych i w razie potrzeby dodatkowych wentylatorów.

Należy zapewnić odprowadzenie ciepła wytwarzanego przez aparaturę zamontowaną wewnątrz pola.

Rozdzielnica powinna być tak zbudowana, aby przy maksymalnym wzroście temperatury otoczenia nie była wymagana dodatkowa wentylacja.

Metalowa obudowa rozdzielnicy powinna być przystosowana do uziemienia.

Aparatura sterownicza, zabezpieczająca i sygnalizacyjna powinna być jednoznacznie opisana zgodnie ze schematami sterowania. Dla pól zasilających i pól odpływowych napięciem sterowania jest napięcie pomocnicze.

Należy zastosować przekładniki prądowe o prądzie wtórnym 5A przy nominalnym prądzie pierwotnym. Uzwojenia wtórne powinny być w sposób właściwy podłączone do skrzynki zaciskowej i jednoznacznie oznakowane. Przekładniki powinny być dobrane zgodnie z wymaganiami zastosowanej aparatury pomiarowej. Wytrzymałość dynamiczna i termiczna przekładników prądowych powinna odpowiadać parametrom zwarciovym poszczególnych elementów instalacji. Przekładniki prądowe powinny pracować bezprzerwowo przy obciążeniu równym 1,2 x prądu znamionowego.

Przekładniki prądowe pomiarowe powinny być klasy:

- 0,5 dla amperomierzy i układów rozliczeniowych,
- 1 dla przyrządów pomiarowych z wyłączeniem amperomierzy

Przedział kablowy powinien być tak wykonany aby kable zasilające i sterownicze mogły być łatwo podłączone do odpowiednich zacisków każdego odpływu. Zaciski uziemiające przeznaczone do uziemienia ekranów kabli powinny być wykonane w przedziale kablowym. Wszystkie elementy, które mogą znaleźć się pod napięciem, powinny być osłonięte. Przedział kablowy powinien być przystosowany do bezpiecznego prowadzenia i podłączania kabli bez stosowania dodatkowych środków ostrożności w przypadku gdy rozdzielnica znajduje się pod napięciem. Wszystkie dławiki

kablowe i inne materiały izolacyjne niezbędne do wykonania połączeń stanowią część rozdzielnic i powinny odpowiadać liczbie i rodzajowi zastosowanych kabli. Kable będą wchodzić od dołu rozdzielnic poprzez otwory kablowe z gumowymi wstawkami lub wpusty kablowe. Dla zamocowania kabli w przedziale kablowym powinny być wykonane odpowiednie konstrukcje.

Pola z członami wysuwными, ruchomymi lub stałymi powinny być tak zwymiarowane, aby było możliwe podłączenie tych członów do wspólnego systemu szynowego (wysokość, szerokość, szyny główne, itd. powinny pasować do siebie). Należy zastosować wszelkie środki uniemożliwiające dostania się do wnętrza przedziałów rozdzielnic. Wszystkie stałe izolowane styki powinny być osłonięte. Na górze lub u dołu paneli należy zainstalować rozbieralne uchwyty służące do przenoszenia. Górna rama powinna być na tyle mocna, aby wytrzymała wszystkie naprężenia występujące w czasie transportu. Aparatura sterownicza, przełączniki, bezpieczniki, wyłączniki nadmiarowo-prądowe powinny mieć odizolowane główne obwody prądowe od obwodów pomocniczych. Zacisk uziemiający powinien być wykonany w każdym polu zasilającym i w każdym przedziale szynowym. Zaciski uziemiające powinny być łatwo dostępne.

Oprzewodowanie powinno być wykonane starannie zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami i praktyką wykonawczą oraz tak, aby łatwe było znalezienie i usunięcie ewentualnych awarii.

Nie więcej niż dwa przewody mogą być podłączone do jednego zacisku, tylko jeden przewód do jednego zacisku modułowego. Przewody mogą być kabelkowe jednodrutowe i wielodrutowe. Przewodów wielodrutowych należy używać do elastycznych połączeń aparatury zamontowanej w drzwiach pola.

Przewody te powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi przy pomocy rurek ochronnych elastycznych. Dla przewodów jednodrutowych nie wolno używać koloru zielonego i żółtego aby uniknąć pomyłek z żółto-zielonym przewodem PE. Wszystkie przewody powinny być oznakowane w pobliżu miejsca podłączenia. Zaciski urządzeń i aparatów także powinny być opisane co pozwoli uniknąć nieprawidłowych połączeń z listwami zaciskowymi. Przewody do urządzeń, które mogą osiągnąć wysokie temperatury powinny mieć odporność cieplną.

Przewody do urządzeń telemetrycznych powinny być ekranowane. Ekran powinien być uziemiony na jednym z końców.

Wszystkie pola zasilające i odpływowe powinny być wyposażone w oddzielne zaciski. Dla obwodów głównych należy zastosować zaciski z łącznikami zwarciovymi aby wyłączenie jednego kabla nie powodowało wyłączenia pozostałych. Wszystkie zaciski powinny być dobrane dla kabli o przekrojach wymienionych na schemacie ideowym rozdzielnic potwierdzonym na etapie montażu po wyborze urządzeń. Wszystkie listwy zaciskowe oraz wszystkie zaciski powinny być jednoznacznie opisane. Zaciski przyłączeniowe powinny być grupowane w sposób następujący:

- osobno dla przekładników,
- osobno dla prądu stałego DC,
- osobno dla obwodów sterowania.

Poszczególne grupy zacisków powinny być odseparowane od siebie przy użyciu przegród izolacyjnych.

Zaciski pomiarowe oraz zaciski zwarciovowe należy wykonać dla przekładników napięciowych i prądowych.

Dla każdej listwy zaciskowej należy przewidzieć 15% zacisków rezerwowych. Wszystkie zaciski i listwy zaciskowe powinny być tego samego typu. Zaciski zatraskowe należy stosować wszędzie tam, gdzie przykręcanie przewodu może spowodować jego uszkodzenie. Listwy zaciskowe powinny być wykonane dla wszystkich wewnętrznych i zewnętrznych obwodów sterowania, pomiarów, zabezpieczeń i zasilania.

Listwy zaciskowe powinny być tak rozmieszczone w przedziale kablowym, aby była wystarczająca ilość miejsca niezbędnego do wykonania podłączeń, przełączeń przewodów i kabli oraz założenie oznaczników.

### **2.2.3. Połączenia szynowe i kablowe**

Połączenia zasilające rozdzielnicę z transformatorów będą wykonane przy pomocy szynoprzewodów. Niezawodność szynoprzewodów ma być potwierdzona pisemnie zgodnie z normą dotyczącą budowy i konstrukcji szynoprzewodów IEC 60439.

Wymagania dot. szynoprzewodów:

1. brak konieczności dokręcania złącz w procesie eksploatacji
2. posrebrzane złącza elementów szynoprzewodu wyposażone w sprężyste elementy dociskowe zawierające zrywalne łby nakrętek potwierdzające prawidłowy docisk w procesie montażu.
3. izolacja nie zawierająca halogenków.
4. podłączenie szynoprzewodów do rozdzielnic przy pomocy prefabrykowanych przyłączy z których podstawowa część przyłącza zamontowana jest wewnątrz rozdzielnicy i posiada możliwość zamiany kolejności faz.
5. mosty szynowe od strony transformatorów mają być zakończone prefabrykowanymi przyłączami elastycznymi zapewniającymi odpowiednie tłumienie drgań.

Należy zwrócić szczególną uwagę w procesie realizacji na połączenia szynoprzewód – transformator, szynoprzewód – rozdzielnica, baterie kondensatorów a w szczególności na ich wytrzymałość na składowe harmoniczne oraz ich odpowiednie chłodzenie.

Nie zezwala się indywidualne (nietypowe) rozwiązania połączeń szynowych wewnątrz rozdzielnicy czyli nie zgodne z normą IEC 61439-1 w pełnym zakresie badań typu.

Należy zwrócić szczególną uwagę w procesie realizacji na połączenia szynoprzewód – transformator, szynoprzewód – rozdzielnica, baterie kondensatorów a w szczególności na ich wytrzymałość na składowe harmoniczne oraz ich odpowiednie chłodzenie.

System przewodów szynowych powinien być o niskiej impedancji, typu kompaktowego, wyprodukowany w technologii kanapkowej z szyn aluminium. Powinien składać się z 3 szyn fazowych oraz szyny neutralnej, o jednakowych przekrojach, całkowicie zamknięty w ocynkowanej i lakierowanej stalowej obudowie, o grubości 1,5mm, która stanowi jednocześnie szynę uziemiającą.

Wszystkie elementy systemu powinny być o stopniu ochrony IP55 zgodnie z IEC 529.

Przewody szynowe powinny zapewniać te same parametry elektryczne i mechaniczne w dowolnej pozycji montażu (na płask, na sztorc oraz w pionie). Kompletna instalacja powinna być całkowicie skoordynowana oraz zoptymalizowana, a tam gdzie to tylko możliwe składać się ze standardowych odcinków prostych długości 2 oraz 4 m.

Poziomy ciąg przewodów szynowych powinien być osadzony na wspornikach rozmieszczonych w odległości nie większej niż 3 m.

Podłączenia do rozdzielnic oraz transformatorów powinny być zrealizowane za pomocą interfejsów umieszczonych wewnątrz pól rozdzielnicy oraz na transformatorach i zapewniać taką samą jakość połączenia jak pomiędzy kolejnymi elementami systemu przewodów szynowych, czyli kontakt Cu-Ag-Cu.

System przewodów szynowych powinien zachować parametry elektryczne oraz mechaniczne bez potrzeby przewymiarowania przy średniej temperaturze 35 °C (max 40°C).

Przewodniki powinny być wykonane z wysokiej jakości aluminium o 98% czystości z dodatkiem krzemu. Przewodniki w postaci szyn o przekroju prostokątnym powinny być izolowane 4 warstwami cienkiej folii wykonanej z materiału izolacyjnego klasy B 130°C bez zawartości halogenu.

Oba końce aluminium przewodników powinny być wyposażone w bimetaliczne nakładki, elektrycznie spawane, zapewniające na połączeniu pomiędzy kolejnymi elementami instalacji kontakt powierzchni miedzianej z posrebrzanymi częściami łącznika.

Połączenia pomiędzy kolejnymi elementami instalacji powinny być zrealizowane na łącznikach, zawierających posrebrzane powierzchnie kontaktu, skręcanych śrubami z podwójnym łbem, z których pierwszy jest zrywany przy osiągnięciu odpowiedniego momentu dokręcania bez konieczności użycia klucza dynamometrycznego.

System przewodów szynowych powinien spełniać poniższe parametry:

- System zgodny ze standardem PN-IEC 439-2.
- „Testy Typu”, potwierdzony przez zewnętrzne laboratorium.
- Weryfikacja barier ogniowych 120 min. zgodnie z DIN 4102 oraz ISO 834.
- Odporność na rozprzestrzenianie płomieni zgodnie z PN-IEC 60332-3.
- Oporność na ogień i ciepło do 650 st. C zgodnie z PN-IEC 60695-2.
- Napięcie izolacji (A/C): 1 000 V
- Wytrzymałość na impuls napięciowy (1.2/50 s): 8 kV
- Częstotliwość: 50Hz

Gotowa instalacja przewodów szynowych powinna zapewniać wytrzymałość na wysokie prądy, bez zniszczeń mechanicznych oraz elektrycznych, w warunkach wielokrotnego termicznego i mechanicznego przeciążania wywołanego zwarcie elektrycznym przy napięciu 410V i częstotliwości 50 Hz. Przewód szynowy oraz zabezpieczający go wyłącznik powinny pochodzić od tego samego producenta i zapewniać koordynację, która ogranicza szczytową wartość prądu zwarciovego do poziomu niższego od parametrów przewodu szynowego.

Dostawca przewodu szynowego powinien dostarczyć dokumentację techniczną zawierającą trójwymiarowy rysunek, z rzutami izometrycznymi, w formacie AutCAD z rozplanowaniem ustawienia transformatorów oraz rozdzielnic podłączonych do przewodu szynowego.

Wszystkie wejścia/wyjścia do rozdzielnic powinny być wyposażone w dławiki z uszczelnieniem spełniający odpowiednią normę IP wskazaną dla danej lokalizacji.

#### **2.2.4. Elementy mocujące rozdzielnice**

Wykonujący montaż rozdzielnic lub każdego z jej segmentów powinien sprawdzić czy wszystkie zaprojektowane elementy mocujące posiadają nadany przez wytwórcę certyfikat zgodności lub aprobatę techniczną bądź deklarację zgodności.

Podstawowe sposoby montażu :

- zabetonowanie w podłożu lub ścianie przygotowanych w obudowie kotew stalowych,
- osadzenie w podłożu przy użyciu kołków kotwiących lub rozporowych (otwory do mocowania przygotowane w obudowie),
- przykręcenie za pomocą materiałów złącznych lub przyspawanie do przygotowanej konstrukcji wsporczej.

### **2.3. Urządzenia elektryczne**

#### **2.3.1. Przemienniki częstotliwości**

Przemienniki częstotliwości powinny być wyposażone w:

- podwójną ochronę przed wpływem agresywnego środowiska na podzespoły elektroniczne urządzenia oraz powłokę antywilgotnościową,
- panel, z którego można konfigurować i sterować urządzeniem,
- moduł komunikacji cyfrowej Profibus.

#### Wymagane parametry przemienników częstotliwości

- Napięcie zasilania: 380-480V –15% - +10%,
- Częstotliwość wejściowa: 45 - 65 Hz,
- Sprawność: >=97%,
- Typ falownika: napięciowy, tranzystory IGBT,
- Stopień ochrony obudowy: min. IP54 lub 65, lakierowane karty elektroniki,

- Wykonanie modułowe:
  - moduł mocy,
  - moduł sterujący,
- Dławik w obwodzie wejściowym - dławik wejściowy AC (3 fazy) – chroniący mostek prostownika i kondensatory, obniżający THDi,
- Filtr wejściowy przeciwzakłóceńowy zapewniający spełnienie przez przemiennik norm: PN-EN61800-3+A11, PN-EN61000-6-4, PN-EN 61000-6-2,
- Panel operatorski przemiennika:
  - panel z komunikatami i opisami parametrów w języku polskim,
  - z alfanumerycznym wyświetlaczem ciekłokrystalicznym LCD,
  - umożliwiający konfigurację przemiennika,
  - umożliwiający jednocześnie monitorowanie co najmniej trzech wielkości,
  - możliwość edycji komunikatów wyświetlanych na panelu na opisy własne użytkownika,
  - panel wyjmowany z pamięcią parametrów,
- Zabezpieczenia własne przemiennika:
  - nadnapięciowe,
  - podnapięciowe,
  - nadprądowe,
  - kontrola faz wejściowych,
  - zbyt niska temperatura przemiennika,
  - zbyt wysoka temperatura przemiennika,
  - kontrola zasilania – samoczynne wyłączenie przy zaniku fazy napięcia wyjściowego,
  - zwarcie doziemne,
  - zabezpieczenie przed niedociążeniem,
  - utyk silnika,
- Możliwość zasilania obwodów sterowania z zewnętrznego, pomocniczego źródła 24VDC, podtrzymującego działanie panelu, sterowania i kart komunikacyjnych, oraz praca z komputerem PC,
- Podstawowe wejścia i wyjścia sterujące (programowalne):
  - wejście analogowe: 0 ÷ 10VDC (2 szt.) lub wejście analogowe: 0(4) ÷ 20mA (2 szt.),
  - wejście cyfrowe: Logika dodatnia lub ujemna (min 6 szt.),
  - wyjście analogowe: 0(4) ÷ 20mA (1 szt.),
  - wyjścia przekaźnikowe  $U_n=250VAC$  /  $I_n=0,4A$  (min.2 szt.),
  - wyjścia cyfrowe: otwarty kolektor 50mA/48V (1 szt.),
- Możliwość rozbudowy o protokoły: ModbusRTU, Modbus TCP/IP, Profibus DP, CAN, ProfiNet,
- Praca z dwoma różnymi protokołami jednocześnie np. Modbus I Profibus.,
- Możliwość rozbudowy o kolejne wejścia i wyjścia analogowe i cyfrowe min. 2 dodatkowe karty we/wy,
- Możliwość przechowywania minimum do 30 usterek w kolejności, w jakiej się pojawiły, w historii usterek zostają zachowane wartości innych parametrów pracy z chwili wystąpienia usterki,
- Wewnętrzny regulator PID,
- Oprogramowanie diagnostyczno-monitorujące do komputera klasy PC, umożliwiające:
  - odczyt parametrów przemiennika i zmianę ich wartości,
  - zachowanie parametrów w pliku,
  - monitorowanie sygnałów w postaci graficznej (trendy przynajmniej 8 sygnałów jednocześnie),
  - modyfikację wewnętrznego programu przemiennika na poziomie logiki PLC,
- Możliwość ustawienia kilku grup parametrów z różnymi nastawami silnika- wybór za pomocą panelu LCD lub wejść cyfrowych,
- Kabel silnikowy ekranowany.

### **2.3.2. Analizatory parametrów sieci elektrycznych**

Należy wykorzystać analizator parametrów sieci elektrycznej niskiego napięcia wyposażony w przekładnikowy pomiar prądu, podświetlany wyświetlacz z wartościami chwilowymi pomiaru wraz z możliwością przesyłania danych za pomocą jednego z wybranych protokołów komunikacyjnych spełniający wymagania :

- Dokładność pomiaru mocy - 0,3
- Moc czynna – kl.0,5S; moc bierna kl. 2
- Współczynnik zniekształceń harmonicznych THD (do 63 harmonicznej)
- Pomiar zawartości harmonicznych dla wszystkich prądów i napięć do rzędu 25
- Możliwość rozszerzenia funkcji przez podłączanie dodatkowych modułów (Wyjścia impulsowe, wyjścia analogowe, komunikacja – PROFIBUS)
- Moduł pamięci
- Moduł pomiaru temperatury

Wartości mierzone za pomocą analizatora (integracja ich z systemem SCADA):

- Prąd w fazie L1, L2, L3 i przewodzie neutralnym
- Napięcie międzyfazowe U12, U23, U31
- Napięcie fazowe U1, U2, U3
- Częstotliwość
- Moc czynna (+/-), bierna (+/-) i pozorna (+/-)
- Współczynnik mocy L/C (- pojemnościowy, + indukcyjny)
- Średnia moc szczytowa czynna +/-
- Średnia moc szczytowa bierna +/-
- Średnia moc szczytowa pozorna
- Średni prąd fazowy
- Średnie napięcie międzyfazowe
- Średnie napięcie fazowe
- Licznik pobranej energii czynnej, biernej i pozornej.

### **2.4. Baterie kondensatorów**

Baterie kondensatorów zastosować w wersji z dławikami z kompletnym układem regulacji oraz z wyprowadzonym stykiem alarmu do systemu nadzoru. Baterie kondensatorów należy zainstalować w wydzielonych szafach zapewniających prawidłową wentylację. Szafy baterii powinny być dostarczone jako gotowy produkt od jednego producenta.

### **2.5. Kable**

Przy budowie linii kablowych SN i NN stosować kable zgodne z dokumentacją projektową (projektem wykonawczym) opracowanym przez biuro projektowe.

Linie kablowe wykonać zgodnie z normą N SEP-E-004 "Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa."

Kable używane do oświetlenia terenu powinny spełniać wymagania PN-HD 383 S2:2003.

Przekrój żył jest dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia, dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciovowe oraz skuteczności ochrony przeciwporażeniowej. Należy stosować kolory obwodów lub izolacji przewodów:

- niebieski dla neutralnego N,
- zielono-żółty dla uziemienia i ochronnego PE,
- wszystkie kolory dla faz za wyjątkiem niebieskiego, popielatego, zielonego, żółtego lub koloru podwójnego.

Wszystkie zakończenia przewodów muszą być wyposażone w odpowiednie końcówki zaciskowe.

Bębny z kablami należy przechowywać w miejscach pokrytych dachem, zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi i bezpośrednim działaniem promieni słonecznych.

## **2.6. Materiały stosowane przy układaniu kabli**

### **2.6.1. Piasek**

Piasek do układania kabli w gruncie powinien odpowiadać wymaganiom BN-87/6774-04 i być co najmniej gatunku „3”.

Roboty ziemne prowadzić zgodnie z zaleceniami w ST -02 Roboty ziemne.

### **2.6.2. Folia**

Folię należy stosować do oznaczenia trasy linii kablowych kabli.

Dla linii kablowych NN stosować folię niebieską z uplastycznionego PCV o grubości 0,4-0,6 mm, gat. I, natomiast dla kabli SN folię koloru czerwonego.

Szerokość folii powinna być taka, aby przykrywała ułożone kable, lecz nie większa niż 20 cm. Folia powinna spełniać wymagania BN-68/6353-03.

### **2.6.3. Przepusty kablowe**

Przepusty kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych, z tworzyw sztucznych lub stali, wytrzymałych mechanicznie, chemicznie i odpornych na działanie łuku elektrycznego.

Rury używane na przepusty powinny być dostatecznie wytrzymałe na działanie sił ściskających, z jakimi należy liczyć się w miejscu ich ułożenia. Wnętrza ścianek powinny być gładkie lub powleczone warstwą wygładzającą ich powierzchnię, dla ułatwienia przesuwania się kabli.

Zaleca się stosowanie na przepusty kablowe rur z polichlorku winylu (PCV).

W miejscach skrzyżowań kabli ze sobą i z innymi urządzeniami podziemnymi, gdzie nie ma możliwości zabezpieczenia kabli rurami pełnymi stosujemy rury dzielone.

Jako dzielone osłony otaczające istniejących kabli należy stosować dzielone wzdłużnie rury z twardego polietylenu - PEH (HDPE), o średnicy zewnętrznej/wewnętrznej i barwie powierzchni zewnętrznej:

- 110/100 mm niebieskiej - w liniach na napięcie 0,6/1 kV,
- 160/141-145 mm, czerwonej – w liniach na napięcie powyżej 1kV

przy czym dla zabezpieczenia przed rozwarciem tych rur układanych w ziemi należy stosować opaski z odcinków taśmy przylepnej wzmocnionej włóknem szklanym, o szerokości 25 mm lub obwoje (po 3-4 zwoje) z miękkiego drutu stalowego lub miedzianego, w odstępach co 1m. Wzdłużne i poprzeczne krawędzie tych rur powinny być uszczelnione masą plastyczną na bazie kauczuku silikonowego.

Zaleca się stosowanie rur z zatrzaskali uniemożliwiającymi ich rozwarcie.

Łączenie ze sobą odcinków rur dzielonych należy wykonać w taki sposób, aby przy nakładaniu górna część rury z dolną, nachodziły na siebie na całej długości.

Dopuszcza się przedłużanie rur dzielonych, tego samego typu i wymiaru tak, aby górna część rury względem dolnej, były przesunięte na długości min. 0,5 m. Powstały nadmiar jednej części rury, należy po obu końcach przedłużanych rur obciąć.

Rury na przepusty kablowe należy przechowywać na utwardzonym placu, w nie nasłonecznionych miejscach zabezpieczonych przed ich uszkodzeniem.

### **2.6.4. Materiały użyte do budowy**

- Kable użyte do budowy linii kablowej NN powinny być zgodne z dokumentacją projektową,
- osprzęt kablowy (mufy przelotowe, mufy końcowe, głowice, wkładki, złączki, końcówki).
- bednarka ocynkowana FeZn 40x5 mm,
- rury PCW,
- rury osłonowe SRS 110 - 160.
- opaski kablowe typu Oki,
- Słupki oznaczeniowe typ SO, 115x20x30 cm,
- śruby zgrubne M16 z podkładkami i nakrętkami,
- uchwyty uziemiające UZ,
- uchwyty kablowe uniwersalne typ UKU,

- folia kalandrowana z PCW,
- materiały pomocnicze.

## **2.7. Fundamenty prefabrykowane**

Do posadowienia rozdzielnic i skrzynek sterowania miejscowego w terenie zaleca się stosować prefabrykowane fundamenty betonowe według ustaleń dokumentacji projektowej. Fundament należy wykonać z betonu zbrojonego klasy C16/20 jako jednolity blok, z osadzonymi konstrukcjami do mocowania.

Elementy stalowe fundamentu; konstrukcji określone są w PN-EN 1997-1:2008.

Należy wykonać standardowe zabezpieczenie antykorozyjne betonu - dwukrotne posmarowanie lepikiem na gorąco, zgodnie z „Instrukcją zabezpieczeń przed korozją konstrukcji betonowych”.

Składowanie prefabrykatów powinno odbywać się na wyrównanym, utwardzonym i odwodnionym podłożu, na przekładkach z drewna miękkiego.

## **2.8. Materiały dla potrzeb instalacji elektrycznej i odgromowej**

### **2.8.1. Warunki przyjęcia na budowę materiałów instalacji elektrycznej i odgromowej.**

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 specyfikacji technicznej ST,
- 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 jak w pkt.2.1.

Niedopuszczalne jest stosowanie do robót montażowych - wyrobów i materiałów nieznanego pochodzenia.

Przyjęcie materiałów i wyrobów na budowę powinno być potwierdzone wpisem do dziennika budowy.

### **2.8.2. Rodzaj użytych materiałów**

Materiały stosowane na uziomy sztuczne:

- stal ocynkowana na gorąco oraz pokryta miedzią galwanicznie lub platerowana.
- miedź goła a także pokryta cyną lub ocynkowana.

Zwody instalacji odgromowych:

- drut stalowy miękki, cynkowany ogniowo o średnicy 8 mm,
- uchwyty ( podpory) właściwe dla podłoża, na którym będą instalowane,
- złącza krzyżowe, rynnowe i inne wymagane dla uzyskania wymaganego rodzaju połączenia,
- środek do zabezpieczeń antykorozyjnych.

Przewody odprowadzające:

- drut stalowy miękki, cynkowany ogniowo o średnicy 8 mm,
- uchwyty końcowe i przelotowe właściwe dla podłoża i sposobu, na którym będą instalowane,
- złącza rynnowe i inne wymagane dla uzyskania wymaganego rodzaju połączenia,
- środek do zabezpieczeń antykorozyjnych.

Uziomy i przewody uziemiające:

- taśma stalowa, cynkowana ogniowo o przekroju prostokątnym 30x4 mm sprawdzić zgodność z PT osłony przewodów uziemiających,
- złącza kontrolne taśma-drut,
- materiał izolacyjny, płyta i rury o grubości ścianki 5 mm do wykonania osłon i przegród dla zapewnienia właściwych odległości w miejscu zbliżeń do innych instalacji podziemnych,
- środek do zabezpieczeń antykorozyjnych.



## 2.9. Deklaracja zgodności

Wyroby i materiały elektryczne winny spełniać warunki określone Ustawą dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych potwierdzone wymaganymi dokumentami zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobu deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym i powinny posiadać aktualny certyfikat na znak bezpieczeństwa.

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu, gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zniszczeniem, zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwość.

## 3. SPRZĘT

Warunki ogólne stosowania sprzętu podano w Specyfikacji Technicznej ST-00. Do wykonania robót będących przedmiotem niniejszej ST stosować następujący, sprawny technicznie i zaakceptowany przez Inżyniera Kontraktu sprzęt:

- samochód skrzyniowy do 5t
- samochód dostawczy 0,9t
- przyczepa do przewożenia kabli
- żuraw samochodowy 7-10 t,
- wiertnica na podwoziu samochodowym
- elektronarzędzia ręczne: wiertarki, szlifierki, lutownice, piły tarczowe, wkrętarki itd.,
- zestaw narzędzi montersko-ślusarskich,
- ubijak spalinowy
- wciągarki mechanicznej z napędem elektrycznym 5-10 t,
- małej koparki do robót kablowych,
- koparko - spycharki,
- agregat spawalniczy elektryczny,
- zespołu prądotwórczego, trójfazowego, przewoźnego, 20 kVA,
- ciągarki i prowadnic kablowych,
- głowic ciągnących,
- sprzętu do czyszczenia i sprawdzania przepustów,
- smarownic przepustów.

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość i środowisko wykonywanych robót.

Sprzęt używany do realizacji robót powinien być zgodny z ustaleniami ST, PZJ oraz projektu organizacji robót, który uzyskał akceptację Inżyniera Kontraktu.

Wykonawca dostarczy Inspektorowi Nadzoru kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania zgodnie z jego przeznaczeniem.

## 4. TRANSPORT I SKŁADOWANIE

Warunki ogólne stosowania transportu podano w Specyfikacji Technicznej ST-00.

Wykonawca zobowiązany jest do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość przewożonych materiałów i urządzeń.

Na środkach transportu przewożone materiały i urządzenia powinny być zabezpieczone przed ich przemieszczaniem i układane zgodnie z warunkami transportu określonymi przez ich wytwórcę.

Materiały i urządzenia należy składać w pomieszczeniach zamkniętych w warunkach określonych w Dokumentacji Techniczno Ruchowej (DTR) producenta.

Składowanie materiałów, aparatów i urządzeń powinno odbywać się w warunkach zapobiegających zniszczeniu lub pogorszeniu ich właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych i innych fizykochemicznych. Powinny być przy tym spełnione

wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

Podczas transportu rozdzielnice chronić od wpływów atmosferycznych. Człony ruchome, aparaturę pomiarową i przekaźnikową zdemontować na czas transportu i dostarczać w odpowiednich opakowaniach zabezpieczających przed czynnikami atmosferycznymi.

Elementy rozdzielnic będą składowane w zamkniętych, suchych pomieszczeniach.

Środki i urządzenia transportowe powinny być przystosowane do rodzaju przewożonych materiałów, elementów, konstrukcji, urządzeń itp.

Przy transporcie należy przestrzegać aktualnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, a przy załadunku, transporcie i wyładunku ręcznym - aktualnych przepisów dotyczących ręcznego przenoszenia ciężarów.

Materiały przewidziane do wykonania robót mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu z zachowaniem zasad kodeksu drogowego. Dla materiałów długich należy stosować przyczepy dłużykowe, a materiały wysokie należy zabezpieczyć w czasie transportu przed przewróceniem oraz przesuwaniem.

Bębny z kablami należy przetaczać zgodnie z kierunkiem strzałki na tabliczce bębna. Unikać transportu kabli w temperaturze niższej od  $-15^{\circ}\text{C}$ . W czasie transportu i przechowywania materiałów elektroenergetycznych należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości tych urządzeń, zastrzeżonych przez producenta.

W czasie transportu, załadunku i wyładunku oraz składowania aparatury elektrycznej i urządzeń rozdzielczych należy przestrzegać zaleceń wytwórców, a w szczególności : transportowane urządzenia zabezpieczyć przed nadmiernymi drganiami i wstrząsami oraz przesuwaniem się, aparaturę i urządzenia ostrożnie załadowywać i zdejmować, nie narażając ich na uderzenia, ubytki lub uszkodzenia połówek.

Rozdzielnice wykonać jako dzielone uwzględniając możliwości wprowadzenia do obiektów kubaturowych.

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu , gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przed zniszczeniem, zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwość.

Wszystkie materiały pakowane powinny być przechowywane i magazynowane zgodnie z instrukcją producenta oraz wymaganiami odpowiednich norm.

W szczególności kable i przewody należy przechowywać na bębnach (oznaczenie „B”) lub w krążkach (oznaczenie „K”), końce przewodów producent zabezpiecza przed przedostawaniem się wilgoci do wnętrza i wyprowadza poza opakowanie dla ułatwienia kontroli parametrów (ciągłość żył, przekrój).

Kable energetyczne należy przechowywać na bębnach kablowych w pozycji stojącej. Dopuszcza się przechowywanie krótkich odcinków kabla w związanych kręgach. Średnica kręgu min. 40-krotna średnica zewnętrzna kabla. Kręgi powinny posiadać metryczki przedstawiające typ kabla oraz jego długość. Kręgi układać poziomo. Kable zabezpieczyć przed zawilgoceniem przez założenie kapturków z materiałów termokurczliwych

Rury osłonowe należy przechowywać w wiązkach odpowiednio gęsto wiązanych w pozycji pionowej, z dala od elementów grzejnych.

Pozostały sprzęt, osprzęt wraz z osprzętem pomocniczym należy przechowywać w oryginalnych opakowaniach, kartonach, opakowaniach foliowych. Szczególnie należy chronić przed wpływami atmosferycznymi: deszcz, mróz oraz zawilgoceniem.

Pomieszczenie magazynowe do przechowywania wyrobów opakowanych powinno być suche i zabezpieczone przed zawilgoceniem.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Wymagania ogólne**

Wykonawca jest zobowiązany zrealizować i ukończy Roboty określone zgodnie z Umową i poleceniami Inżyniera Kontraktu oraz do usunięcia wszystkich wad.

Wykonawca jest odpowiedzialny za zorganizowanie procesu budowy oraz Robót i Dokumentacji Budowy zgodnie z wymaganiami Prawa Budowlanego, norm technicznych, decyzji o pozwoleniu na budowę, przepisów bezpieczeństwa oraz postanowień Umowy.

Wykonawca dostarczy na Plac Budowy Materiały, Urządzenia i Dokumenty Wykonawcy oraz niezbędny :Personel Wykonawcy, a także inne rzeczy, dobra i usługi (stałe lub tymczasowe) konieczne do wykonania robót.

Wykonawca będzie odpowiedzialny za stosowność, stabilność i bezpieczeństwo wszystkich działań prowadzonych na Placu Budowy i wszystkich metod budowy oraz będzie odpowiedzialny za Dokumenty Wykonawcy, Roboty Tymczasowe oraz takie projekty każdej części składowej Urządzeń i Materiałów, jakie będą konieczne, aby część ta była zgodna z Umową.

Wykonawca ograniczy prowadzenie swoich działań na Placu Budowy i do wszelkich dodatkowych obszarów, jakie mogą być uzyskane przez Wykonawcę i uzgodnione z Inspektorem Nadzoru jako obszary robocze. Podczas realizacji robót Wykonawca będzie utrzymywał Plac Budowy w stanie wolnym od wszelkich niepotrzebnych przeszkód oraz będzie przechowywał w magazynie lub odpowiednio rozmieści wszelki sprzęt i zapas materiałów. Wykonawca będzie uprzątał i usuwał z Placu Budowy wszelki gruz, złom, odpady i niepotrzebne już Roboty Tymczasowe.

Własne szafy zasilająco-sterownicze dostarczane wraz z urządzeniami technologicznymi muszą być wykonane zgodnie z obowiązującymi w standardami (wyposażenie, wykonanie, opisy, itp.).

Wykonawca przekaże służbą eksploatacyjnym Inwestora wykaz pracowników branży elektrycznej z podaniem ich uprawnień SEP z data ważności oraz ich kompetencji związanych z prowadzeniem wspólnych prac ruchowych na urządzeniach i sieciach energetycznych.

Wykonawca przekaże służbom energetycznym Inwestora harmonogram prac wykonywanych na urządzeniach i sieciach energetycznych oczyszczalni ścieków w celu koordynacji i zapewnienia ciągłej pracy oczyszczalni.

### **5.2. Instalacje zewnętrzne i roboty kablowe**

#### **5.2.1. Układanie kabli**

Układanie kabli wykonać zgodnie z normą PN-76/E-05125. Rów kablowy powinien mieć głębokość minimum 0,8 m. Szerokość rowu powinna być nie mniejsza niż 0,4 m.

Kable należy układać na dnie rowów kablowych, jeżeli grunt jest piaszczysty lub na warstwie z piasku grubości minimum 10 cm i przykryć je warstwą piasku o tej samej grubości. Na warstwie piasku należy nasypać warstwę gruntu rodzimego grubości 15 cm, przykryć folią tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim i zasypać gruntem.

Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu nie powinna być niższa niż 0 °C (kable o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych).

Przy układaniu kable można zginać tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż 10-krotna zewnętrzna średnica kabla – dla kabli w izolacji PCV i 20-krotna – dla kabli w izolacji z polietylenu usieciowanego.

#### **5.2.2. Zabezpieczenie kabla w rowie kablowym.**

W miejscu skrzyżowania układanego kabla z istniejącym lub projektowanym uzbrojeniem terenu kabel należy zabezpieczyć rurami; rura ochronna założona na kabel winna wystawać minimum 0,50 m po obu stronach krzyżowanego uzbrojenia podziemnego.

Wprowadzania i wyprowadzania powinny być uszczelnione.

Zaleca się wykonanie uszczelnień z materiałów włóknistych, np. sznura konopnego lub pianki uszczelniającej.

Najmniejsze dopuszczalne odległości przy skrzyżowaniach i zbliżeniach.

- a) kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe sieci do 1 kV z kablami tego samego rodzaju lub sygnalizacyjnymi
  - pionowa przy skrzyżowaniu - 25 cm;
  - pozioma przy zbliżeniu - 10 cm
- b) kabli sygnalizacyjnych i kabli przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego rodzaju
  - pionowa przy skrzyżowaniu - 25 cm;
  - pozioma przy zbliżeniu - mogą się stykać

Odległości kabli ułożonych w ziemi od innych urządzeń.

- a) Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli elektroenergetycznych ułożonych w ziemi na skrzyżowaniu z rurociągami wodociagowymi, ściekowymi, cieplnymi, gazowymi z gazami niepalnymi i palnymi o ciśnieniu do 0,5 at:
  - pionowa przy skrzyżowaniu - 80 cm przy średnicy rurociągu do 250 mm (dopuszcza się zmniejszenie odległości do 50 cm pod warunkiem zastosowania podwójnego przykrycia kabla na skrzyżowaniu z rurą z dodatkiem min. 50 cm z każdej strony)
  - pozioma przy zbliżeniu - 80 cm

#### **5.2.3. Zapas kabla**

Kable w rowie powinny być ułożone w jednej warstwie, faliście z zapasem 1 - 3 % długości rowu, wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu.

#### **5.2.4. Oznaczenie linii kablowych**

Kable ułożone w ziemi powinny być zaopatrzone w trwałe oznaczniki. Na oznaczniku należy umieścić trwałe napisy zawierające co najmniej:

- symbol i numer ewidencyjny linii,
- oznaczenie kabla,
- rok ułożenia kabla.

#### **5.2.5. Zakończenie i łączenie kabli**

- Kable należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci.
- Kable należy łączyć za pomocą muf kablowych dostosowanych do typu kabla, jego napięcia znamionowego, przekroju i liczby żył oraz warunków otoczenia.
- Obciążalność zwarciova połączeń metalowych powłok kabli, żył powrotnych i pancerzy powinna być nie mniejsza niż obciążalność zwarciova łączonych elementów

#### **5.2.6. Uszczelnianie otworów przepustów**

Otworki przepustów rurowych z ułożonymi w nich kablami powinny być na długości ok. 10 cm uszczelnione - zabezpieczane przed zamulaniem - pianką poliuretanową odporną na działanie wilgoci, przy czym materiał ten powinien otaczać kabel ze wszystkich stron tak, aby przy ruchach cieplnych kabla jego osłona lub powłoka nie ocierała się o krawędź rury.

Otworki rurowych przepustów rezerwowych powinny być z obu stron albo zamknięte za pomocą fabrycznych pokryw z tworzywa sztucznego, albo całkowicie zatłkane wymienioną pianką poliuretanową.

#### **5.2.7. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z innymi urządzeniami podziemnymi**

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

skrzyżowania. Przy skrzyżowaniu kabli z rurociągami podziemnymi zaleca się układanie kabli nad rurociągami.

Tablica 1. Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli o napięciu znamionowym do 30 kV ułożonych w gruncie od innych urządzeń podziemnych.

Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość w cm	
	pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłe, gazowe z gazami niepalnymi.	25 + średnica rurociągu	25 + średnica rurociągu
Rurociągi z gazami i cieczami palnymi	uzgodnić z właścicielem rurociągu lecz nie mniej niż lp.1	
Zbiorniki z gazami i cieczami palnymi	nie mogą się krzyżować	200
Ściany budynków i inne budowle, np. tunele, kanały	nie mogą się krzyżować	50*
Urządzenia ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	Wg PN-EN 62305	

\* dopuszcza się zmniejszenie odległości pod warunkiem zastosowania osłon otaczających i uzgodnieniu

W przypadku braku możliwości zachowania wymaganych odległości, dopuszcza się ich zmniejszenie pod warunkiem, że każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych bezpośrednio w ziemi będzie chroniony w miejscu skrzyżowania i na długości co najmniej 50 cm w obie strony od skrzyżowania osłoną otaczającą, a przy zbliżeniu przegrodą.

#### 5.2.8. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z drogami

Kable powinny się krzyżować z drogami pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w jej największym miejscu.

Przy ułożeniu kabla bezpośrednio w gruncie ochrona kabla od uszkodzeń mechanicznych w miejscach skrzyżowania z drogą, powinna odpowiadać postanowieniom zawartym w tab. 2.

Tablica 2. Długości przepustów kablowych przy skrzyżowaniu z drogami i rurociągami

Rodzaj krzyżowanego obiektu	Długość przepustu na skrzyżowaniu
Rurociąg	średnica rurociągu z dodaniem po 50 cm z każdej strony
Droga o przekroju ulicznym z krawężnikami	szerokość jezdni z krawężnikami z dodaniem po 50 cm z każdej strony
Droga o przekroju szlakowym z rowami odwadniającymi	szerokość korony drogi i szerokości obu rowów do zewnętrznej krawędzi ich skarpy z dodaniem po 100 cm z każdej strony
Droga w nasypie	szerokość korony drogi i szerokość rzutu skarp nasypów z dodaniem po 100 cm z każdej strony

Najmniejsza odległość pionowa między górną częścią osłony kabla a płaszczyzną jezdni nie powinna być mniejsza niż 80 cm. Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 50 cm.

#### 5.2.9. Układanie przepustów kablowych

Przepusty kablowe należy wykonywać z rur PCW o odpowiedniej średnicy.

Przepusty kablowe należy układać w miejscach, gdzie kabel narażony jest na uszkodzenia mechaniczne.

Głębokość umieszczenia przepustów kablowych w gruncie, mierzona od powierzchni terenu do górnej powierzchni rury, powinna wynosić co najmniej 40 cm - od powierzchni chodnika i 80 cm od nawierzchni drogi (niwelety) przeznaczonej do ruchu kołowego.

Minimalna głębokość umieszczenia przepustu kablowego pod jezdnią drogi może być zwiększona, gdyż powinna wynikać z warunków określonych przez zarząd drogowy dla danego odcinka drogi.

W miejscach skrzyżowań z drogami istniejącymi o konstrukcji nierozbieralnej, przepusty powinny być wykonywane metodą wiercenia poziomego, przewidując przepusty rezerwowe dla umożliwienia ułożenia kabli dodatkowych lub wymiany kabli uszkodzonych bez rozkopywania dróg. Otwory przepustów rurowych z ułożonymi w nich kablami powinny być na długości ok. 10 cm uszczelnione pianką poliuretanową odporną na działanie wilgoci, przy czym materiał ten powinien otaczać kabel ze wszystkich stron tak, aby przy ruchach cieplnych kabla jego osłona lub powłoka nie ocierała o krawędź rury.

Otwory przepustów rezerwowych powinny być z obu stron zamknięte za pomocą fabrycznych pokryw z tworzywa sztucznego lub całkowicie zatłkane pianką poliuretanową.

#### **5.2.10. Montaż fundamentów prefabrykowanych**

Montaż fundamentów należy wykonać zgodnie z wytycznymi montażu fundamentu określonego przez producenta.

Fundament powinien być ustawiany przy pomocy dźwigu, na 10 cm warstwie betonu C8/10. Spełniającego wymagania PN-EN 206-1:2003/A2:2006 lub zagęszczonego żwiru spełniającego wymagania BN-66/6774-01.

Przed jego zasypaniem należy sprawdzić rzędne posadowienia, stan zabezpieczenia antykorozyjnego ścianek i poziom górnej powierzchni, do której przytwierdzona jest płyta fundamentowa.

Maksymalne odchylenie górnej powierzchni fundamentu od poziomu nie powinno przekroczyć 1:1500. Z dopuszczalną tolerancją rzędnej posadowienia  $\pm 2$  cm. Ustawienie fundamentu w planie powinno być wykonane z dokładnością  $\pm 10$  cm.

### **5.3. Układanie kabli w obiektach**

#### **5.3.1. Przesuwanie kabli**

Kable układane w kanałach kablowych powinny być przesuwane po rolkach kablowych, przy czym w razie potrzeby ramy rolek powinny być dostosowane do przymocowania ich (za pomocą uchwytów śrubowych) do krawędzi drabinek (pólek).

W przypadku układania kabli na dnie kanału o głębokości nie przekraczającej 0,5m oraz układania kabli na górnych drabinkach (wspornikach), dopuszcza się przesuwanie kabla po rolkach rozstawionych na poboczu kanału, w możliwie małej odległości od jego krawędzi i następnie ręcznie umieszczanie kabla na w/w elementach kanału.

#### **5.3.2. Ułożenie i mocowanie kabli wielożyłowych**

Kable wielożyłowe powinny być w drabinkach i korytkach kablowych ułożone i umocowane zgodnie z postanowieniami normy N SEP-004.

#### **5.3.3. Ułożenie i mocowanie wiązek kabli 1 –żyłowych**

Trójkątne i płaskie wiązki kabli 1 -żyłowych, układane w kanale na drabinkach i wspornikach, powinny być przymocowane do tych konstrukcji za pomocą uchwytów, uniemożliwiających wysuwanie się z nich kabli w warunkach działania na dowolny kabel w wiązce siły osiowej o wartości 1,5 kN. Szerokość uchwytu powinna wynosić co najmniej 40 mm, a uchwyt powinien być przymocowany do konstrukcji za pomocą śrub o wytrzymałości nie mniejszej od wytrzymałości śrub stalowych M10 zwykłej jakości.

Pod uchwytem, na całym obwodzie wiązki kabli, powinna być umieszczona elastyczna (np. gumowa) przekładka o grubości co najmniej 2 mm i szerokości co najmniej 50 mm.

Odległości pomiędzy każdymi dwoma sąsiednimi uchwytami wiązki powinny być nie większe, niż:

- 1,6 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi aluminiowymi o przekroju 120 mm<sup>2</sup>,
- 2,0 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi aluminiowymi o przekroju 240 mm<sup>2</sup>,

- 2,4 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi miedzianymi o przekroju 300 mm<sup>2</sup>.

#### **5.3.4. Wprowadzanie kabli do budynków**

Kable po wprowadzeniu do budynku należy zabezpieczyć przed uszkodzeniem mechanicznym osłoną tarczającą o średnicy wewnętrznej większej o co najmniej 50% od średnicy zewnętrznej kabla. Osłony tarczające powinny przechodzić przez całą grubość fundamentu ze spadkiem w kierunku zewnętrznym.

Miejsce wprowadzenia kabla do budynku należy zabezpieczyć przed przedostawaniem się wody do wnętrza budynku.

#### **5.3.5. Przepusty kablowe przez ściany**

Wprowadzane kable - zabezpieczyć przed uszkodzeniem mechanicznym powłoki.

Otworki w fundamencie - uszczelnić i zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci poprzez uszczelnienie na długości ok. 10 cm pianką poliuretanową odporną na działanie wilgoci. Otworki rurowych przepustów rezerwowych powinny być z obu stron albo zamknięte za pomocą fabrycznych pokryw z tworzywa sztucznego, albo całkowicie zatkanie wymienioną pianką poliuretanową.

### **5.4. Prefabrykacja rozdzielnic elektrycznych**

Przeprowadzenie prefabrykacji rozdzielnic dokonuje się w oparciu o projekt techniczny, uwzględniający wymagania stawiane wyrobowi.

Do najważniejszych wymogów należą: stopień ochrony, ilość wolnego miejsca do montażu, lokalizacja (rodzaj pomieszczenia), typ rozdzielnic, dane dotyczące sieci zasilającej, miejsce zasilania i odpływów oraz przekroje kabli, specyfikacja wyposażenia. W oparciu o powyższe dane należy sporządzić schemat ideowy, który zwykle jest załącznikiem do dokumentacji.

Rozrysowanie widoku i wyposażenie rozdzielnic wymaga uzgodnienia planu z Inspektorem Nadzoru lub Technologiem.

Po skompletowaniu wszystkich potrzebnych wg specyfikacji elementów rozdzielnic należy dokonać mocowania i połączeń aparatów i urządzeń wg zaleceń producentów.

Przy skomplikowanych układach wyposażenia należy sporządzić kartę technologiczną dla prefabrykacji, stanowi ona załącznik do protokołu zdawczego rozdzielnic.

Prefabrykacja rozdzielnic elektrycznych powinna uwzględniać wszelkie wytyczne wynikające z projektu wykonawczego i ST co do wymaganych cech obudowy, a w szczególności:

- stopień ochrony,
- wymiary zewnętrzne każdego elementu obudowy,
- typ rozdzielnic ze względu na sposób montażu: wolnostojąca, przyścienna, naścienna, wnękowa,
- typ rozdzielnic ze względu na napięcie robocze: średniego napięcia, niskiego napięcia, słaboprądowa,
- sposób zasilania i odpływu: „od góry” lub „od dołu”,
- typ przyłączenia do instalacji: płyty przepustowe, dławice, zaciski, przyłączenie bezpośrednie,
- sposób mocowania wyposażenia w obudowie: płyty montażowe i osłonowe, elementy dystansowe, szyny nośne zunifikowane lub zaprojektowane, opracowane wg wymagań normy PN-EN 60439-2:2004,
- rodzaj materiału i kolor elementów obudowy,
- sposób zabezpieczenia przed dostępem osób nieuprawnionych, opracowane wg wymagań normy PN-EN 60439-3:2004,
- kompletność montażu wyposażenia dodatkowego,
- kompletność i prawidłowość opisów oraz znaków wytypowanych dla danej rozdzielnic; - znaki znajdujące się wewnątrz i na zewnątrz rozdzielnic,
- oznakowanie aparatury i okablowania w rozdzielnicach winno być wykonane w sposób czytelny najlepiej przy pomocy drukarki i nie powinno zakrywać danych technicznych aparatów i osprzętu,

- w każdej rozdzielnicy (najlepiej w drzwiczkach) powinna znajdować się kieszeń przeznaczona na rysunek schematu rozdzielnicy.

Ze względu na funkcje jaką spełniają, można wyróżnić rozdzielnice i sterownice. Oba typy tablic mogą być wykonane jako: główne, podrozdzielnice i rozdzielnice (sterownice) odbiorcze np. obwodowe, piętrowe lub wydzielone dla konkretnych instalacji.

Ze względu na sposób montażu rozróżnia się następujące typy:

- wolnostojące,
- przyścienne,
- wiszące (naścienne),
- wnękowe.

Rozdzielnica (sterownica) musi spełniać wymogi PN-EN 61439-1:2010. Wymagane jest świadectwo badań dla prefabrykowanej rozdzielnicy lub sterownicy, zgodne z ww. wymogami normy.

Rozdzielnica (sterownica) powinna być wyposażona w maskownicę z tworzywa sztucznego, chroniącą przed skutkami napięcia dotykowego, jeśli występuje możliwość kontaktu bezpośredniego z elementami pod napięciem.

Wszystkie konstrukcje przyścienne rozdzielnic (sterownic) powinny zapewniać dostęp do kompletu elementów wykonawczych od frontu.

Przy konstruowaniu rozdzielnicy (sterownicy) należy przewidzieć rozwiązanie pozwalające na ewentualną rozbudowę układu, bez konieczności zmiany systemu rozdzielnic (w przypadku, kiedy pozostawiona np. dwudziestoprocentowa rezerwa miejsca okaże się niewystarczająca).

Sposób rozmieszczenia montowanego wewnątrz wyposażenia powinien uwzględniać zasadę jednorodności w ramach wydzielonego segmentu rozdzielnicy oraz równomierności rozkładu w ramach dysponowanej powierzchni.

W pomieszczeniach rozdzielnic SN, NN i rozdzielnic obiektowych należy przewidzieć dywaniki izolacyjne, stanowiące standardowe ich wyposażenie.

Na drzwiach rozdzielnicy winien znajdować się szyld z nazwą rozdzielnicy zgodną z nazwą rozdzielnicy ze schematu głównego zasilania obiektu. Szyld winien być przymocowany w sposób trwały.

System oznaczeń powinien być dostosowany do ustalonych na oczyszczalni standardów w zakresie zgodności oznaczeń urządzeń i instalacji, stosowanych standardów sterowania i wykonawstwa instalacji, rozdzielnic, szaf i skrzynek sterowniczych, przekazu parametrów pracy i stanów urządzeń do systemu nadrzędnego oraz zgodności systemów.

## **5.5. Montaż rozdzielnic elektrycznych**

Zakres robót obejmuje:

- przemieszczenie w strefie montażowej,
- rozpakowanie,
- ustawienie na miejscu montażu wg projektu,
- wyznaczenie miejsca zainstalowania,
- trasowanie,
- wykonanie ślepych otworów poprzez podkucie we wnęce albo kucie ręczne lub mechaniczne, wiercenie
- mechaniczne otworów w sufitach, ścianach, podłogach lub konstrukcji,
- osadzenie kołków osadczych plastikowych oraz dybli, śrub kotwiących lub wsporników wraz z zabetonowaniem,
- montaż wraz z regulacją mechaniczną elementów zdemontowanych na czas mocowania (drzwiczki, klamki, zamki, pokrywy), podłączenie uziemienia,
- sprawdzenie prawidłowości usytuowania w pomieszczeniu, w szczególności zachowania minimalnych szerokości przejść i dróg ewakuacyjnych,
- sprawdzenie prawidłowości działania po zamontowaniu,
- przeprowadzenie prób i badań.



Przy podłączaniu rozdzielnic do instalacji elektrycznej należy pamiętać aby wszystkie kable odpływowe wyposażać w szyldy z adresami, warunek ten jest szczególnie ważny przy dużej ilości kabli odpływowych.

Rozdzielnica musi być ustawiona poziomo i przymocowana do podłoża zgodnie z DTR.

Rozdzielnica przed dostarczeniem na obiekt powinna zostać podzielona na przedziały transportowe umożliwiające jej przewiezienie i wprowadzenie do pomieszczenia w którym będzie zabudowana oraz montaż.

Do zakresu prac Wykonawcy wchodzi próby, regulacja, uruchomienia urządzeń i instalacji wg obowiązujących norm i przepisów oraz oddanie ich do użytkowania lub eksploatacji zgodnie zobowiązującymi przepisami, zaleceniami Inwestora i Producenta.

## **5.6. Montaż baterii kondensatorów**

Dla ochrony baterii przed skutkami wyższych harmonicznymi pochodzących od pracy przetworników częstotliwości (falowników) w urządzeniach technologicznych, baterie kondensatorowe winny być wyposażone w odpowiednie filtry i dławiki.

Regulacja ilości załączanych członów baterii kondensatorowej odbywać się będzie regulatorami cos fi sterowanymi prądowo z przekładników w polach zasilających rozdzielnicę. Wielkość baterii kondensatorów oraz rodzaj zastosowanych dławików zweryfikować po wstępnym wykonaniu pomiarów na obiekcie.

Baterie kondensatorów dostarczone z kompletnym układem regulacji, zabezpieczeń, i sygnalizacją awarii.

Baterie kondensatorów należy zainstalować w wydzielonych szafach zapewniających prawidłową wentylację. Szafy baterii powinny być dostarczone jako gotowy produkt od jednego producenta. Nie zezwala się na instalowanie kondensatorów od jednego producenta w szafach innego producenta jako rozwiązanie indywidualne.

## **5.7. Uziemienie budynku stacji transformatorowej**

Jako uziemienie stacji transformatorowej, tak robocze, jak i ochronne należy wykorzystać w miarę możliwości uziomy naturalne i sztuczne, jak rurowe, metalowe instalacje podziemne, uziemienia fundamentowe wyprowadzone z ław fundamentowych sąsiednich budynków, uziom otokowy ułożony wokół budynku stacji transformatorowej lub uziomy szpilkowe.

Uziemienie ochronne wewnątrz stacji należy zrealizować poprzez połączenie linką miedzianą LgY 120 mm<sup>2</sup> z bednarką 40x5mm.

W ten sam sposób należy też wykonać inne połączenia instalacji uziemiającej tj. metalowych części urządzeń stacyjnych, stalowych spawanych konstrukcji rozdzielnic. Przewód powinien być przymocowany do metalowych konstrukcji rozdzielnic za pomocą śrub M10. Dodatkowo metalowe konstrukcje rozdzielnic są połączone między sobą poprzez stalowe kotwy zabetonowane w posadzce stacji, którymi rozdzielnice są mocowane i stabilizowane na podłożu. W podobny sposób należy wykonać też inne połączenia elementów instalacji uziemiającej. Bednarka uziemienia ochronnego powinna być połączona z uziomem przez spawanie. Jednocześnie uziemienie ochronne powinno zostać rozszerzone o połączenia wyrównawcze podłączające do uziemienia ochronnego metalowe elementy budowlane jak ościeżnice i drzwi, przy czym te ostatnie powinny zostać połączone z instalacją uziemiającą na ostatnim odcinku miedzianą linką LgY 10 mm<sup>2</sup>.

Uziemienie robocze transformatora należy zrealizować linką miedzianą LgY 120 mm<sup>2</sup> poprzez podłączenie do śrubowego (minimum 2 x M10) zacisku umieszczonego na bednarce FeZn 40x5 mm połączonej z uziomem otokowym.

Wykonanie uziemienia budynku stanowi jedną instalację uziemiającą i powinno spełniać wszystkie w/w warunki wynikające z PN.

Bednarka uziemienia ochronnego powinna zostać pomalowana, zgodnie z PN, w pasy żółto-zielone, zaś ciąg przewodów uziemienia roboczego farbą jasnoniebieską.

## **5.8. Instalacje elektryczne na obiekcie**

### **5.8.1. Roboty podstawowe**

Przy wykonywaniu instalacji elektrycznych bez względu na rodzaj i sposób ich montażu, należy przeprowadzić następujące roboty podstawowe:

- trasowanie
- montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów
- przejścia przez ściany i stropy
- montaż sprzętu, osprzętu i opraw oświetleniowych
- układanie przewodów
- łączenie przewodów
- podejścia do odbiorników
- przyłączanie odbiorników
- ochrona przed porażeniem

### **5.8.2. Trasowanie**

Trasa instalacji elektrycznych powinna przebiegać bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, powinna być przejrzysta i dostępna dla prawidłowej konserwacji oraz remontów. Wskazane jest, aby przebiegała w liniach poziomych i pionowych.

### **5.8.3. Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów**

Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych, bez względu na rodzaj instalacji, powinny być zamocowane do podłoża (ścian, stropów, elementów konstrukcji itp.) w sposób trwały, uwzględniający warunki lokalne i technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować oraz sam rodzaj instalacji.

### **5.8.4. Przejścia przez ściany i stropy**

Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, stropy itp. muszą być chronione przed uszkodzeniami.

Przejścia wymienione powyżej należy wykonać w przepustach rurowych. Przejścia między pomieszczeniami o różnych atmosferach powinny być wykonane w sposób szczelny, zapewniający nie przedostawanie się wyziewów.

Przejścia kabli i przewodów przez przegrody pożarowe prowadzone będą w przepustach o odporności ogniowej równej odporności przegród.

Obwody instalacji elektrycznych przechodzące przez podłogi muszą być chronione do wysokości bezpiecznej przed przypadkowymi uszkodzeniami. Jako osłony przed uszkodzeniem mechanicznym można stosować rury stalowe, rury z tworzyw sztucznych wzmocnione, korytka.

### **5.8.5. Montaż sprzętu, osprzętu i opraw oświetleniowych**

Należy stosować następujący sprzęt i osprzęt instalacyjny:

- rozgałęźniki (puszki) różnego rozmiaru
- łączniki instalacyjne (wyłączniki, przełączniki)
- gniazda wtyczkowe
- skrzynki rozdzielcze

Sprzęt i osprzęt instalacyjny należy mocować do podłoża w sposób trwały zapewniający mocne i bezpieczne jego osadzenia.

Przy instalacji w wykonaniu szczelnym:

- przewody i kable należy uszczelniać w sprzęcie, osprzęcie i aparatach za pomocą dławic (dławików)
- średnica dławicy i otworu uszczelniającego pierścienia powinna być dostosowana do średnicy zewnętrznej przewodu lub kabla

Do mocowania sprzętu i osprzętu mogą służyć konstrukcje wsporcze lub konsolki osadzone na podłożu, przyspawane do stalowych elementów konstrukcji budowlanych lub przykręcone do podłoża za pomocą kołków i śrub rozporowych oraz kołków wstrzeliwanych. Uchwyty (haki) dla opraw zwieszakowych montowane w stropach należy mocować przez wkręcanie w metalowy kołek rozporowy lub wbetonowanie. Nie dopuszcza się mocowania haków za pomocą kołków rozporowych z tworzywa sztucznego.

Montaż opraw oświetleniowych w pomieszczeniach technologicznych.

Oprawy oświetleniowe należy zamontować na wysokości nie mniejszej niż podaje producent ze względu na niekorzystne zjawisko olśnienia. Klosze i odbłyśniki opraw powinny być czyste i nie uszkodzone. Źródła światła zamontowane w oprawie nie mogą przekraczać maksymalnej mocy dopuszczalnej dla danego typu oprawy. Wejście przewodu do oprawy starannie uszczelnić za pomocą dławika fabrycznego. W pomieszczeniach niskich oprawy mocować bezpośrednio do stropu, natomiast w wysokich na konstrukcjach, linkach stalowych lub na zwisach zamocowanych do stropu. Sposób zamocowania opraw wiszących na zwisach powinien być pewny i bezpieczny nawet podczas przypadkowego rozkołysania jednej z nich.

Oświetlenie ogólne w pomieszczeniach socjalnych za pomocą opraw świetłówkowych, oświetlenie pomieszczeń technologicznych oczyszczalni powinno być wykonane z zastosowaniem opraw świetłówkowych, metalohalogenkowych i sodowych natomiast na zewnątrz przy drzwiach wejściowych i przy bramach wjazdowych należy zastosować oprawy szczelne z metalohalogenowymi źródłami światła.

W wszystkich głównych pomieszczeniach technologicznych, w pomieszczeniach rozdzielnic, w miejscach związanych z komunikacją należy zamontować oprawy świetłówkowe z modułem awaryjnym.

Zawieszenie opraw zwieszakowych powinno uniemożliwiać ruch wahadłowy oprawy.

Przewody opraw oświetleniowych należy łączyć z przewodami wypustów za pomocą złączy świecznikowych.

Instalacje prowadzić w korytkach kablowych lub n.t. z osprzętem szczelnym. Wszelkie konstrukcje wsporcze, kształtowniki perforowane, korytka wykonać ze stali nierdzewnej.

Dla potrzeb odbiorników przenośnych i remontowych zaprojektowane zostały zestawy gniazd wtykowych. Obwody te są zabezpieczone są własnymi wyłącznikami różnicowo-prądowymi oraz nadprądowymi.

#### **5.8.6. Układanie przewodów i kabli**

Układanie kabli w korytkach kablowych powinno być wykonane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie czy uderzanie.

Przy układaniu kabla można zginać go tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży. W zasadzie wszelkie instalacje po obiekcie technologicznym należy układać w korytkach kablowych systemu „U”. Znakowanie kabli za pomocą opasek oznacznikowych z wyraźnie odcisniętymi numerami w korytkach powinno być wykonane co 10m w miejscach, w których łatwo jest odkryć pokrywy korytek. Podczas układania kabli zwrócić szczególną uwagę na nierówności lub zadziory krawędzi korytek. W uzasadnionych przypadkach miejsca takie należy wygładzić i wyprostować. Stosować korytka ze stali nierdzewnej

Odległość tras korytkowych kabli pomiarowych od tras kabli zasilających z napięciem 230V powinna wynosić co najmniej 20 cm.

Podejścia kabli z tras kablowych z korytek do szaf obiektowych i szafek montażowych wykonać w rurach osłonowych z tworzywa sztucznego lub stalowych, natomiast do samych urządzeń pomiarowych w elastycznych rurach ochronnych.

Przy wykonywaniu instalacji szczelnej należy przewody i kable uszczelniać w sprzęcie i osprzęcie oraz aparatach za pomocą dławików. Średnica dławicy i otworu uszczelniającego pierścienia

powinna być dostosowana do średnicy zewnętrznej przewodu lub kabla. Po dokręceniu dławic zaleca się dodatkowe uszczelnianie ich za pomocą odpowiednich uszczelnaczy.

Linie kablowe sterownicze i sygnalizacyjne, w zależności od funkcji, należy wprowadzić do urządzeń lub zakończyć w skrzynkach sterowania miejscowego. Połączenia z urządzeniami zasilanymi należy wykonać w skrzynkach przejściowych opisanych przy podejściach do odbiorników.

Skrzynki sterowania miejscowego należy instalować w pobliżu sterowanego napędu na konstrukcjach wsporczych ze stali nierdzewnej. Podobnie należy instalować rozłączniki bezpieczeństwa.

Skrzynki sterowania miejscowego oraz rozłączniki bezpieczeństwa należy instalować na wysokości 1,2m. Konstrukcje wsporcze należy wykonać z materiałów odpornych na korozję.

#### **5.8.7. Łączenie przewodów i kabli**

W instalacjach elektrycznych wewnętrznych łączenia przewodów należy dokonywać w sprężce i osprężce instalacyjnym i w odbiornikach. Nie wolno stosować połączeń skręcanych. W przypadku gdy odbiorniki elektryczne mają wyprowadzone fabrycznie na zewnątrz przewody, a samo ich podłączenie do instalacji nie zostało opracowane w projekcie, sposób podłączenia należy uzgodnić z Inspektorem Nadzoru.

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

W przypadku zastosowania zacisków, do których przewody są przyłączone za pomocą oczek, pomiędzy oczkiem a nakrętką oraz pomiędzy oczkami powinny znajdować się podkładki metalowe zabezpieczone przed korozją w sposób umożliwiający przepływ prądu. Długość odizolowanej żyły przewodu powinna zapewniać prawidłowe przyłączenie.

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

#### **5.8.8. Koryta kablowe**

Korytka pokazane na rysunkach reprezentują tylko główne ciągi. Wykonawca winien ocenić, dostarczyć, zainstalować, itd. wszystkie wymagane drugorzędne korytka (łuki poziome, łuki pionowe itp.) i umieścić je na rysunkach powykonawczych.

Korytka winny być zrobione ze stali kwasoodpornej grubości 0,7-1,5 mm dostosowanej do obciążenia koryt i pochodzić od uznanego producenta.

Korytka winny być podparte w odległościach wskazanych przez producenta.

Oddzielne korytka należy stosować dla kabli nn i słaboprądowych.

W miejscach, gdzie konstrukcje stalowe są niedostępne, Wykonawca winien dostarczyć również konstrukcje pomocnicze do mocowania ciągów korytek.

Wszystkie korytka winny mieć 30% wolnej przestrzeni dla przyszłych kabli.

Wykonawca winien skoordynować trasy kablowe z branżą automatyki, w zakresie przebiegów. I wspólnych mocowania. Ustawienie korytek branży elektrycznej i automatyki wymaga, oddzielenia korytek z kablami siłowymi od korytek z kablami sterowniczymi 24 V korytkiem z kablami sterowniczymi 230 V. Należy utrzymywać odpowiedni dystans między korytkami a ścianami dla łatwego czyszczenia.

#### **5.8.9. Podejścia do odbiorników**

Podejścia instalacji elektrycznych do odbiorników należy wykonać w miejscach bezkolizyjnych. W miejscach narażonych na uszkodzenia mechaniczne przewody doprowadzone do odbiorników muszą być chronione.

Podejścia do urządzeń za pomocą przewodów ułożonych w podłodze należy wykonać w rurach stalowych, zamocowanych pod powierzchnią podłogi, albo w specjalnie do tego celu

przewidzianych kanałach. Rury i kanały muszą spełniać odpowiednie warunki wytrzymałościowe i być wprowadzone ponad podłogę do wysokości koniecznej dla danego odbiornika.

Przewody wychodzące z rur powinny być zabezpieczone przed mechanicznymi uszkodzeniami izolacji, np. przez założenie tulejek izolacyjnych.

## **5.9. Instalacje oświetleniowe**

### **5.9.1. Kable i przewody**

Doprowadzenia przewodów do opraw należy wykonać w sposób nie powodujący naprężeń mechanicznych (prowadzenie pod tynkiem, w korytkach kablowych lub instalacyjnych). Osprzęt zastosować w zależności od sposobu wykonania instalacji, charakteru pomieszczeń. Dla instalacji natynkowych i prowadzonych w korytkach kablowych osprzęt natynkowy w wykonaniu normalnym i szczelnym.

### **5.9.2. Oświetlenie wewnętrzne**

Wykonawca dostarczy, zainstaluje, podłączy, przetestuje i uruchomi oświetlenie wewnętrzne składające się z oświetlenia podstawowego, awaryjnego i ewakuacyjnego.

Wymagane natężenia oświetlenia podstawowego pokazano na planach instalacji. Sposób sterowania pokazano na schematach rozdzielnic.

Oświetlenie awaryjne w pomieszczeniach wykonać w oparciu o oprawy oświetlenia podstawowego wyposażone w zasobniki (inwertery) 2 h. Zasilanie opraw oświetlenia awaryjnego odbywać się z tego samego obwodu co oświetlenie podstawowe. Funkcją tego oświetlenia jest zakończenie czynności rozpoczętych przed zanikiem napięcia zasilania. Wykonawca doprowadzi do opraw oświetlenia awaryjnego dodatkową żyłę dla ładowania zasobnika podczas wyłączonego oświetlenia.

Oświetlenie ewakuacyjne zrealizować należy za pomocą opraw wyposażonych w zasobniki 2 h.

## **5.10. Instalacje siłowe**

### **5.10.1. Instalacja gniazd wtyczkowych**

Doprowadzenia przewodów do gniazd należy wykonać w sposób nie powodujący naprężeń mechanicznych (mocowanie uchwytyami odstępowymi, prowadzenie w rurkach). Przewody i kable układać w przestrzeni nad stropem podwieszanym w korytkach, pod tynkiem, w przestrzeni międzypłytowej w ściankach gipsowych i na uchwytych na tynku. Osprzęt w zależności od sposobu wykonania instalacji oraz charakteru i przeznaczenia pomieszczeń, tzn.:

- dla instalacji natynkowych i prowadzonych w korytkach kablowych, osprzęt natynkowy w wykonaniu normalnym i szczelnym,
- dla instalacji podtynkowych wykonanych w pomieszczeniu z atmosferą o zwiększonej wilgoci, osprzęt podtynkowy w wykonaniu szczelnym,

### **5.10.2. Kable i przewody**

Wykonawca winien dostarczyć, zainstalować, podłączyć, przetestować i włączyć pod napięcie wszystkie kable niskiego napięcia, sterownicze, oświetleniowe pokazane na schematach. Wykonawca jest odpowiedzialny za właściwą długość kabli.

Kable muszą być przeznaczone do układania w ziemi i na powietrzu, na terenie oczyszczalni ścieków.

Przekroje przewodów (kablów) winny być zgodne z wymaganiami na schematach i nie mogą być mniejsze niż:

- 1 mm<sup>2</sup> dla obwodów sterowniczych,
- 1,5 mm<sup>2</sup> dla obwodów oświetleniowych,
- 2,5 mm<sup>2</sup> dla obwodów oświetleniowych magistralnych i gniazd wtyczkowych.
- 6 mm<sup>2</sup> dla obwodów gniazd remontowych 3 fazowych.

Minimalne napięcie znamionowe izolacji winno wynosić:

- 300/500 V dla obwodów o napięciu mniejszym od 50 V,

- 450/750 V dla obwodów siłowych i oświetleniowych,
- 600/1000 V dla kabli.

Izolacja kabli układanych na konstrukcjach obiektów znajdujących się na zewnątrz musi być odporna na działanie promieni ultrafioletowych. Niezależnie od tego należy stosować pokrywy nie perforowane na drabinkach i korytkach prowadzonych po tych konstrukcjach.

Kolory przewodów winny być jak następuje:

- Fazy - czarny, szary, brązowy,
- Neutralny - jasno niebieski,
- PE - żółto-zielony.

Przewody i kable muszą być oznakowane tabliczkami (litery i liczby), tak aby były łatwo identyfikowalne zgodnie z obwodami, do których przynależą i ich funkcją. Tabliczki identyfikacyjne mają być montowane wzdłuż trasy kabli, co 10m.

Dławiki kablowe dla utrzymania stopnia ochrony należy stosować zawsze przy wprowadzaniu kabli i przewodów do rozdzielnic.

Wprowadzenie przewodów i kabli należy wykonać poprzez dławiki zapewniające wymagane IP. Wielkość skrzynek winna być taka, aby przestrzeń zajmowana przez przewody i połączenia nie przekroczyła 50% objętości użytkowej skrzynki.

Kable, zaciski i listwy zaciskowe, dławiki, tabliczki opisowe, opaski i uchwyty kablowe podlegają zatwierdzeniu przez Inwestora, podobnie jak wszystkie inne materiały.

Wykonawca winien dostarczyć wszystkie dławiki kablowe do podłączanych przez siebie kabli, jeżeli nie są one dostarczone razem z urządzeniami. Doprowadzenia przewodów do gniazd należy wykonać w sposób nie powodujący naprężeń mechanicznych (prowadzenie w korytkach kablowych, instalacyjnych lub pod tynkiem).

Przewody i kable układać w korytkach kablowych lub pod tynkiem.

Osprzęt w zależności od sposobu wykonania instalacji oraz charakteru i przeznaczenia pomieszczeń, tzn.: dla instalacji natynkowych i prowadzonych w korytkach kablowych bądź pod tynkiem, osprzęt natynkowy w wykonaniu normalnym i szczelnym.

### **5.11. Ochrona przeciwporażeniowa**

Zgodnie z obowiązującą normą dla ochrony przeciwporażeniowej, będą stosowane środki uniemożliwiające dotyk bezpośredni (ochrona podstawowa) oraz dotyk pośredni (ochrona dodatkowa). Ochrona podstawowa zapewniona będzie przez zastosowanie izolowania części czynnych aparatury rozdzielczej, urządzeń i osprzętu elektrycznego oraz odpowiedniego poziomu izolacji kabli i przewodów.

Ochrona dodatkowa zrealizowana będzie przez zastosowanie samoczynnego szybkiego wyłączenia zasilania. Jako zabezpieczenia poszczególnych obwodów i urządzeń należy zastosować wyłączniki instalacyjne nadprądowe, silnikowe oraz bezpieczniki topikowe o odpowiednio dobranych wartościach i charakterystykach. Wyżej wymieniony osprzęt zapewniający ochronę przed porażeniem stanowi wyposażenie rozdzielni zasilających. Układ zasilania urządzeń trójfazowych wykonać jako 4- lub 5-żyłowy, natomiast jednofazowych jako 3-żyłowy z żyłą ochronną o izolacji w kolorze żółto-zielonym. Do żyły ochronnej przyłączać należy: obudowy i osłony silników, obudowy urządzeń mających zasilanie elektryczne, bolce ochronne gniazdek wtyczkowych, konstrukcje tablic rozdzielczych oraz wszystkie metalowe części instalacji, nie będące normalnie pod napięciem, a które mogą się pod napięciem znaleźć w przypadku uszkodzenia izolacji.

Jako system dodatkowej ochrony od porażenia prądem elektrycznym stosuje się po stronie SN UZIEMIENIE OCHRONNE, a po stronie 230/400V SAMOCZYNNE WYŁĄCZENIE ZASILANIA w układzie sieciowym TNC-S,

Dodatkowo przewiduje się zastosowanie wyłączników różnicowo-prądowych dla odbiorników zasilanych z gniazd oraz stosowanie połączeń wyrównawczych.

We wszystkich rozdzielnicach będą wykonane osobne szyny „N” i „PE”.

W układzie zasilającym stosować oprócz stopniować selektywność zabezpieczeń.

Pomieszczenia rozdzielni będą wyposażone w sprzęt ochrony osobistej, sprzęt pomocniczy i ppoż. Ochronę przeciwporażeniową stosować zgodnie norma PN-HD 60364-4-41 oraz N SEP-E-001.

## **5.12. Instalacja odgromowa**

Wszystkie obiekty wysokie, zarówno budynki, jak i konstrukcje technologiczne winny posiadać instalację odgromową. Wykonawca dostarczy wszystkie niezbędne materiały, zainstaluje, wykona niezbędne pomiary i udokumentuje odpowiednimi certyfikatami instalacje odgromowe i uziemiające dla wszystkich obiektów pokazanych na planach instalacji odgromowej i uziemiającej.

Plany instalacji odgromowej specyfikują sposób wykonania instalacji dla poszczególnych obiektów. Wykonawca w szczególności uwzględni uwagi zamieszczone na rysunkach.

Wszystkie obiekty technologiczne należy uziemić poprzez połączenie konstrukcji wsporczych stalowych z uziomami wykonanymi z bednarki stalowej ocynkowanej FeZn 40x5mm ułożonej wzdłuż obiektów liniowych lub wokół obiektów kubaturowych i połączonych w jeden kompletny system uziemiający dla całej oczyszczalni ścieków. Szczegóły sieci uziemiającej pokazano na planach instalacji oraz rysunkach zamieszczonych w projekcie wykonawczym.

Wykonawca winien skoordynować wszystkie prace z innymi wykonawcami, a w szczególności wykonawcą fundamentów i konstrukcji.

Wykonawca wykona połączenia wyrównawcze, łączące z główną szyną uziemiającą każdego budynku, wszystkie elementy przewodzące konstrukcji budynku, konstrukcje wsporcze, rury (zwłaszcza te wchodzące do budynku), szyny PE rozdzielnic, przewody obudowy rozdzielnic, kanał wentylacyjny itp. zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami.

Instalacje odgromowe wykonać zgodnie z PN-EN 62305-1:2011 oraz zgodnie z PN-E-05003-01:1986.

Wymaga się, aby wymiary elementów zastosowanych w ochronie odgromowej były dobierane, w zależności od rodzaju materiału i wyrobu zgodnie z wytycznymi PN-EN 62305.

Jako materiały przewodzące należy stosować stal ocynkowaną. Przy układaniu zwodów należy zachowywać minimalne odległości od powierzchni dachu; dla zwodów poziomych niskich nie mniej niż 2 cm, dla zwodów poziomych podwyższonych nie mniej niż 40 cm.

Instalacja powinna spełniać warunek, aby długość boku pętli nie przekraczała:

- 15 m dla ochrony podstawowej,
- 10 m dla obiektów zagrożonych wybuchem.

Dla obiektów zagrożonych wybuchem, w których ze względów technologicznych i konstrukcyjnych nie ma możliwości stosowania zwodów pionowych nie izolowanych należy stosować typowe maszty odgromowe posadowione na fundamentach.

Instalację odgromową, obiektów wykonać zwodami poziomymi niskimi, zwodami pionowymi oraz masztami odgromowymi. Zwody poziome i przewody odprowadzające należy wykonać z drutu stalowego ocynkowanego o średnicy 8mm układanego na uchwytych dachowych co 0,8m oraz na uchwytych ściennych. Zwody na dachu łączyć poprzez złącza uniwersalne krzyżowe. Do rozprowadzenia drutu odgromowego stosować złącza rynnowe i złączki przelotowe. Przewody odprowadzające mocować przez naprężanie i zastosowanie złączek kabłkowych naprężających. Zwody pionowe połączyć ze zwodami poziomymi.

Przewody odprowadzające zakończyć pomiarowymi złączami kontrolnymi. Złącza kontrolne należy zakonserwować. Wykonać uziom otokowy obok budynku, chyba, że obiekt posiada uziom fundamentowy. Uziom łączyć z przewodami odprowadzającymi w złączach kontrolnych, na wysokości 1,2m nad terenem. Od tej wysokości, do głębokości 0,5m pod powierzchnią terenu chronić przewód uziomowy kątownikiem 40x40x4mm lub rurą ochronną. Uziom otokowy wykonać bednarką stalową ocynkowaną o wymiarach 40x5mm, wyprowadzając go do złącza kontrolnego. Złącza zakonserwować. Uziom zagłębić w wykopie na głębokości min. 0,6m. Przewód przyłączeniowy do uziomu należy przyspawać, a miejsce spawania dokładnie oczyścić i zakonserwować farbą oraz lepikiem asfaltowym. Złącza kontrolne powinny być oznakowane w sposób jednoznaczny dla celów pomiarowych. Rezystancja uziemienia powinna być mniejsza lub równa 10Ω. Jeżeli po wykonaniu pomiarów rezystancja uziomu odgromowego będzie

przekroczona, należy wzmocnić uziom poprzez dalszą jego rozbudowę bednarką stalową ocynkowaną o wymiarach 40x5mm w ziemi na głębokości 0,8m lub poprzez pograżanie uziomów prętowych, wykonanych ze stali

ocynkowanej o średnicy 10 do 13mm techniką udarową.

Na dachach budynków wentylatory należy chronić iglicami z pręta stalowego mocowanego do podstawy wywietrzaka z zachowaniem odstępów izolacyjnych. Kominy stalowe wentylacji należy podłączyć poprzez odpowiednie złącza z instalacją odgromową. Przewody odprowadzające wykonać prętem Fe/ZN śred. 8mm na uchwytach.

### **5.13. Instalacja uziemiająca**

Instalację uziemiającą wykonać z taśmy stalowej ocynkowanej Fe/Zn 40x5mm ułożonej wzdłuż głównych tras kablowych trasy na głębokości min. 0,6m i i połączyć z uziomami otokowymi i istniejącym uziemieniem.

Instalacja uziemiająca w postaci uziomów otokowych wykonać z taśmy stalowej ocynkowanej Fe/Zn 40x5mm ułożonej w ziemi na głębokości 0,6m. Uziom otokowy należy wykonać wokół budynków w odległości min. 1 m od zewnętrznego obrysu i połączyć z istniejącym uziemieniem. Połączenia taśm stalowych w ziemi wykonać jako spawane, miejsca połączeń zabezpieczyć przed korozją. Połączenia uziomów otokowych z konstrukcją wsporczą budynków i wiat oraz ze zbiornikiem wykonać poprzez złącza pomiarowe. Wszystkie metalowe elementy wyposażenia stacji należy uziemić.

Plan instalacji uziemiającej pokazano na planie sieci kablowych i uziemiających natomiast szczegóły instalacji uziemiającej i odgromowej pokazano na rysunkach wykonawczych zamieszczonych w dokumentacji technicznej.

Prawidłowość wykonania potwierdzić protokołami z pomiarów. W przypadku negatywnych wyników pomiarów wykonać dodatkowe uziomy sztuczne pionowe lub poziome.

Szyny PE oraz PEN rozdzielnic obiektowej powinny być połączone do uziomu obiektu.. Wartość rezystancji uziemienia powinna być nie większa niż 10  $\Omega$ , chyba że dokumentacja projektowa podaje inną wartość. W razie nie spełnienia tego warunku należy dołożyć dodatkowe uziomy wykonując je poprzez pograżanie techniką udarowa pionowych uziomów prętowych, wykonanych ze stali ocynkowanej o średnicy 10 do 13 mm.

### **5.14. Instalacja połączeń wyrównawczych**

Dla uziemienia urządzeń i przewodów, na których nie występuje trwale potencjał elektryczny, wykonać instalacje połączeń wyrównawczych.

Instalacja składa się z połączenia wyrównawczego: głównego (główna szyna wyrównawcza), miejscowego (dodatkowego -dla części przewodzących, jednocześnie dostępnych) i nie uziemionego. Elementem wyrównującym potencjały jest przewód wyrównawczy. Wykonać główną szynę wyrównawczą z taśmy stalowej cynkowanej FeZn 30x4 mm.

Wykonać połączenia wyrównawcze główne i miejscowe łączące przewody ochronne z częściami przewodzącymi innych instalacji.

Połączenia wyrównawcze główne wykonać na najniższej kondygnacji budynku. Do głównej szyny uziemiającej podłączyć rury ciepłej i zimnej wody, centralnego ogrzewania itp., sprowadzając je do wspólnego punktu. W przypadku niemożności dokonania połączenia bezpośredniego, pomiędzy elementami metalowymi, należy stosować iskierniki.

Dla instalacji połączeń wyrównawczych w rozdzielnicach zasilających zewnętrzne obwody oświetleniowe należy stosować odgromniki zaworowe pomiędzy przewodami fazowymi a uziemieniem instalacji piorunochronnej.

Jako podstawę przyjmuje się wykorzystanie uziomów naturalnych, jednak w przypadku braku możliwości lub nieopłacalności ich zastosowania, wykonuje się uziomy sztuczne.

Przewody wyrównawcze powinny być oznaczone kolorem żółto-zielonym.

Przewody wyrównawcze należy układać tak, aby nie były narażone na naprężenia i uszkodzenia. Metalowe poręcze objąć połączeniami wyrównawczymi.



Połączenia z elementami konstrukcyjnymi z wyjątkiem połączeń spawanych i połączeń w obudowie nierozbieralnej, np. zatapianych w materiale izolacyjnym powinny być dostępne dla kontroli.

Wykonać miejscowe połączenia wyrównawcze. Jako połączenia wyrównawcze miejscowe mogą być wykorzystywane zamocowane na stałe części obce, np. stalowe konstrukcje budowlane. Połączenia wyrównawcze wykonać zgodnie z PN-HD 60364-5-54:2007

W celu wyrównania potencjałów na częściach przewodzących należy wykonać instalację wyrównawczą wewnątrz obiektów technologicznych, łącząc ze sobą wszelkie metalowe rurociągi, konstrukcje i korpusy maszyn dostępne w pomieszczeniach technicznych za pomocą bednarki 30x4 mm. W pomieszczeniach biurowych lub socjalnych oraz na krótkich odcinkach, na dojściach należy użyć giętkiego przewodu LgY" umieszczonego w rurach winidurkowych układanych na tynku lub pod tynkiem w bruzdach w betonie.

### **5.15. Demontaż urządzeń**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST-00-Wymagania ogólne.

Na obiektach należy dokonać demontażu rozdzielnic, transformatorów, starych instalacji elektrycznych ulegających modernizacji, a materiały i osprzęt, o ile nadają się do użytkowania należy przekazać Użytkownikowi. Materiały pochodzące z demontażu stanowiące surowce wtórne lub wskazane przez Zamawiającego jako przydatne pozostają własnością Zamawiającego i należy przekazać je protokołarnie przedstawicielowi Zamawiającego. Materiały te należy składować w miejscu wskazanym przez przedstawiciela Zamawiającego.

### **5.16. Roboty demontażowe rozdzielnic.**

Wszelkie roboty związane z demontażem starych rozdzielnic powinny być prowadzone z zachowaniem wymogu utrzymania ciągłości procesów technologicznych oczyszczalni. Ustalenie wielkości ewentualnych przerw w zasilaniu konkretnych obiektów technologicznych powinno być uzgodnione z Użytkownikiem. Istnieje więc konieczność prowadzenia modernizacji według ściśle opracowanego programu, którego kluczowym elementem powinien być harmonogram robót opracowany z udziałem inżyniera, Użytkownika i wykonawcy. Harmonogram powinien precyzyjnie określić:

- zakres robót przygotowawczych, zasadniczych i końcowych,
- ustalenia priorytetów i kolejność wykonania robót,
- warunki bezpiecznego wykonania robót dla obsługi, urządzeń i procesów technologicznych,
- czas rozpoczęcia i zakończenia robót,
- inne niezbędne szczegóły techniczne.

### **5.17. Roboty przełączeniowe.**

Wszelkie roboty związane z przełączaniem zasilania dla nowoprojektowanej części oczyszczalni oraz związane z modernizacją istniejących obiektów powinny być prowadzone z zachowaniem wymogu utrzymania ciągłości istniejących procesów technologicznych oczyszczalni. Ustalenie wielkości ewentualnych przerw w zasilaniu konkretnych obiektów technologicznych powinno być uzgodnione z Użytkownikiem.

Istnieje więc konieczność prowadzenia modernizacji według ściśle opracowanego programu, którego kluczowym elementem powinien być harmonogram robót opracowany z udziałem Inżyniera Kontraktu, Użytkownika i Wykonawcy. Harmonogram powinien precyzyjnie określić:

- zakres robót przygotowawczych, zasadniczych i końcowych,
- ustalenia priorytetów i kolejność wykonania robót,
- warunki bezpiecznego wykonania robót dla obsługi, urządzeń i procesów technologicznych,
- czas rozpoczęcia i zakończenia robót,
- inne niezbędne szczegóły techniczne.

## **5.18. Kolejność i wytyczne wykonywania robót.**

Roboty budowlano-montażowe rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków będą prowadzone w czasie pracy istniejących obiektów oczyszczania ścieków.

Nie przewiduje się zakłóceń w utrzymaniu ciągłości pracy istniejących obiektów oczyszczalni ścieków. Kolejność realizacji robót branży elektrycznej należy skoordynować z robotami budowlanymi i montażowymi dla branż instalacyjnych

Czasowe wyłączenia oraz dopuszczalny czas należy uzgadniać z Użytkownikiem.

Przed przystąpieniem do realizacji robót należy zorganizować zaplecze budowy i przygotować odpowiednio teren pod budowę. Realizacja robót budowlanych w pobliżu obiektów, urządzeń i instalacji przewidzianych do dalszej eksploatacji wymaga ich zabezpieczenia przez rozpoczęciem robót.

Wykonawca zobowiązany jest do przygotowania Programu (Harmonogramu) realizacji robót.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Wymagania ogólne**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w Specyfikacji Technicznej ST-00.

Wszystkie badania i pomiary będą przeprowadzone zgodnie z wymaganiami norm. Wykonawca jest odpowiedzialny za pełną kontrolę robót i jakości materiałów. Wykonawca zapewni odpowiedni system kontroli, włączając personel, laboratorium, sprzęt, zaopatrzenie i wszystkie urządzenia niezbędne do pobierania badań materiałów oraz robót. Wykonawca dostarczy Inwestorowi świadectwa, że wszystkie stosowane urządzenia i sprzęt badawczy posiadają ważną legalizację, zostały prawidłowo wykalibrowane i odpowiadają wymaganiom norm określających procedury badań. Inwestor będzie przekazywać Wykonawcy pisemne informacje o jakichkolwiek niedociągnięciach dotyczących urządzeń pomiarowych, pracy personelu lub metod pomiarowych. Wszystkie koszty związane z organizowaniem i prowadzeniem badań materiałów ponosi Wykonawca.

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

Materiały posiadające atest producenta stwierdzający ich pełną zgodność z warunkami podanymi w specyfikacjach, mogą być przez Inżyniera Kontraktu dopuszczone do użycia bez badań.

Przed przystąpieniem do badania, Wykonawca powinien powiadomić Inżyniera Kontraktu budowy o rodzaju i terminie badania.

Po wykonaniu badania, Wykonawca przedstawia na piśmie wyniki badań do akceptacji Inżyniera Kontraktu.

Wykonawca powiadamia pisemnie Inżyniera Kontraktu o zakończeniu każdej roboty zanikającej, którą może kontynuować dopiero po stwierdzeniu przez Inżyniera Kontraktu i ewentualnie przedstawiciela Inwestora.

Po wykonaniu instalacji należy ją sprawdzić wg PN-IEC 60364-6-61:2000 "Sprawdzenie odbiorcze".

- należy sprawdzić czy nie pozostawiono ostrych krawędzi koryt kablowych przy zejściach kabli,
- należy sprawdzić czy izolacja kabli nie posiada widoczne uszkodzenia powłoki zewnętrznej,
- należy sprawdzić łuki kabli są odpowiednie i nie mają zagięć,
- sprawdzenie kabli i osprzętu kablowego polega na stwierdzeniu ich zgodności z wymaganiami norm przedmiotowych lub dokumentów, według których zostały wykonane, na podstawie deklaracji zgodności wydanej przez producenta, protokołów odbioru albo innych dokumentów.
- sprawdzenie ciągłości żył (roboczych i powrotnych) oraz zgodności faz:
  - pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznych należy wykonać za pomocą megaomierza o napięciu nie mniejszym niż 500 V, dokonując odczytu po czasie niezbędnym do ustalenia się mierzonej wartości. Wynik pomiaru należy uznać za dodatni, jeżeli opór izolacji wynosi co najmniej 1,0 MΩ,

- rezystancja izolacji każdej żyły kabla względem pozostałych, zwartych i uziemionych odniesiona do temperatury 20°C powinna być nie mniejsza niż:
    - dla kabli do 1kV
      - 20 MΩ/km dla kabli z izolacją polwinitową,
      - 100 MΩ/km dla kabli z izolacją polietylenową,
    - dla kabli 1-30kV
      - 40 MΩ/km dla kabli z izolacją polwinitową,
      - 100 MΩ/km dla kabli z izolacją polietylenową,
  - próba napięciowa izolacji kabli. Próbie napięciowej izolacji podlegają wszystkie linie kablowe. Dopuszcza się niewykonywanie próby napięciowej izolacji linii wykonanych kablami o napięciu znamionowym do 1 kV pod warunkiem wykonania pomiaru rezystancji izolacji linii kablowej miernikiem o napięciu 2,5 kV. Próbę napięciową należy wykonać prądem stałym lub wyprostowanym bądź przemiennym 50 Hz. W przypadku linii kablowej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, prąd upływu należy mierzyć oddzielnie dla każdej żyły.
- Wynik próby napięciowej izolacji należy uznać za dodatni, jeżeli:
- izolacja każdej żyły wytrzyma przez 20 min bez przeskoaku, przebicia i bez objawów przebicia częściowego, napięcie probiercze o wartości równej 0,75 napięcia probierczego fabrycznego kabla wg N SEP-E-004.
  - wartość prądu upływu dla poszczególnych żył nie przekroczy 300 uA/km i nie wzrasta w czasie ostatnich 4 min badania; w liniach o długości nie przekraczającej 300 m dopuszcza się wartość prądu upływu 100 uA.
- sprawdzenie prawidłowości wykonania połączeń metalicznych instalacji,
  - kompletności tablic rozdzielczych,
  - ułożenie rur, listew, korytek kablowych przed wciągnięciem przewodów,
  - instalacje podtynkowe przed zatynkowaniem,
  - wyników pomiarów rezystancji uziemień,
  - protokołów pomiarów elektrycznych.

Szczegółowy wykaz oraz zakres badań pomontażowych i kontrolnych instalacji piorunochronnych i uziemień zawarty jest w normach PN-EN 62305-3:2009, PN-IEC 60364-6-61: 2000 i PN-E-04700:1998/Az1:2000

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

- zgodności dokumentacji powykonawczej z projektem i ze stanem faktycznym,
- zgodności połączeń z ustaloną w dokumentacji powykonawczej,
- stanu wszystkich elementów instalacji oraz stanu i kompletności dokumentacji dotyczącej
- zastosowanych materiałów,
- sprawdzenie ciągłości wszelkich przewodników występujących w danej instalacji,
- poprawności wykonania i zabezpieczenia połączeń śrubowych instalacji piorunochronnych i uziemień, potwierdzonych protokołem przez wykonawcę montażu,
- pomiarach rezystancji instalacji lub jej elementów, zgodnie z zasadami przeprowadzania badań.

Szczegółowy wykaz oraz zakres pomontażowych badań rozdzielnic zawarty jest w PN-EN 61439-1:2010 „Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe -- Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu” i PN-E-04700:1998/Az1:2000 „Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych -- Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych”.

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

- zgodności dokumentacji powykonawczej z projektem i ze stanem faktycznym,
- zgodności połączeń z ustalonym w dokumentacji powykonawczej,
- napisów informacyjno-ostrzegawczych,
- działania przyrządów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących,
- działania sygnalizacji stanu położenia łączników,
- stanu i gotowości ruchowej aparatury i napędów łączników,

- stanu kabli i konstrukcji wsporczych,
- stanu ochrony przeciwporażeniowej,
- stanu urządzeń wentylacyjnych - chłodzenie rozdzielnic,
- schematu rozdzielnic lub sterownic,
- stanu i kompletności dokumentacji eksploatacyjnej,
- sprawdzenie ciągłości przewodów fazowych, neutralnych i ochronnych,
- poprawności wykonania połączeń śrubowych instalacji elektrycznej potwierdzonych protokołem przez Wykonawcę montażu.

Dla układów sterowniczo - sygnalizacyjno-pomiarowych sprawdzenia odbiorcze polegają na:

- pomiarach rezystancji izolacji,
- sprawdzeniach funkcjonalnych, ruchowych i nastawczych,
- zbadaniu przyrządów kontrolno-pomiarowych i rejestrujących (analizatory sieci),
- zbadaniu wartości nastawczych wyłączników, przełączników termicznych, przełączników różnicowo prądowych, itp.

Wszystkie elementy robót instalacji elektrycznych podlegają sprawdzeniu w zakresie:

- zgodności z dokumentacją i przepisami;
- zgodności materiałów z wymaganiami norm;
- poprawności oznaczenia;
- kompletności wyposażenia;
- poprawności montażu;
- braku widocznych uszkodzeń;
- należytego stanu izolacji;
- skuteczności ochrony od porażeń;

## **6.2. 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;
- sprawdzenie kanalizacji kablowej;

## **6.3. Badania i pomiary pomontażowe**

Po zakończeniu robót należy wykonać próby pomontażowe 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
- prawidłowość wykonania ochrony przeciwporażeniowej oraz ciągłość przewodów tej instalacji
- prawidłowość montażu urządzeń

Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót oraz sprawdzenie zgodności robót z Dokumentacją Projektową.

W czasie odbioru robót powinny zostać dostarczone następujące dokumenty:

- Dokumentacja Projektowa ze zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w czasie wykonywania robót
- Dziennik Robót
- dokumenty uzasadniające zmiany i uzupełnienia dokonywane podczas wykonywania robót
- dokumenty dotyczące jakości wbudowanych materiałów
- protokoły odbiorów częściowych
- certyfikaty jakości wystawiane przez dostawców materiałów
- inwentaryzacja geodezyjna z uaktualnieniem mapy, wykonana przez uprawnionego geodetę.

Przy odbiorze końcowym należy sprawdzić:

- zgodność wykonania z Dokumentacją Projektową z ewentualnymi uwagami w Dzienniku Robót dotyczącymi wszelkich zmian i odchyłeń od Dokumentacji Projektowej
- protokoły odbiorów częściowych
- protokoły prac kontrolno-pomiarowych.

Dla rozdzielnic dostawca powinien przeprowadzić wszystkie wymagane testy zgodnie z procedurami fabrycznymi, niniejszą specyfikacją, oraz odpowiednimi przepisami.

Wypełnione świadectwo dla przeprowadzonych testów powinno być wydane po ich pozytywnym zakończeniu.

Dostawca jest odpowiedzialny za dostarczenie kopii aktualnych warunków pracy dla testów potwierdzonych świadectwem przeprowadzonych testów. Wszystkie urządzenia i przyrządy pomiarowe powinny posiadać aktualne certyfikaty wydane przez niezależne firmy. Wymienione poniżej testy i próby, potwierdzone świadectwem, powinny być przeprowadzone dla każdego pola.

- Testy standardowe wg PN-EN 60439. Wszystkie wyłączniki i inne urządzenia w polach odpływowych powinny być sprawdzone wizualnie i funkcjonalnie z uwzględnieniem przeciążeń,
- Próby wytrzymałości dielektrycznej, szczegółowo opisane w normie PN-EN 60439,
- Pomiar oporności izolacji przy użyciu 1000V miernika oporności izolacji,
- Sprawdzenie podziałki i biegunowości wszystkich przekładników prądowych i napięciowych przy pierwotnym, jednoznacznym odwzorowaniu,
- Pierwotne, jednoznaczne odwzorowanie dla przełączników zabezpieczeniowych wyłącznika
- Szczegółowy test symulacyjny dla selektywności zabezpieczeń,
- Dostawca powinien określić liczbę i rodzaj testów, które muszą być przeprowadzone dla pracującej rozdzielnic

## **7. OBMIAR ROBÓT**

Roboty budowlane realizowane w ramach niniejszego Kontraktu nie są rozliczane na podstawie szczegółowego obmiaru. Żadna z części robót budowlanych nie będzie płatna stosownie do ilości wykonanej pracy, lecz na zasadach tzw. ryczału jednostkowego wg Tabeli Ceny zawartej w SIWZ.

Cena wykonania robót budowlanych będzie zawarta w scalonych cenach ryczałtowych wg Tabeli Ceny i będzie podlegała korektom zgodnie z Kontraktem.

Dla robót budowlanych nie wprowadzono w kontrakcie odrębnej jednostki obmiarowej.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Wymagania ogólne**

Ogólne wymagania odnośnie odbioru robót podano w ST-00. Stosowane są odbiory robót częściowe i ostateczne

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

Odbiory robót przewidzianych do zakrycia:

- stan rowu kablowego
- ułożenie kabli w rowach kablowych przez zasypaniem (pozostawienie wymaganych zapasów kabla)
- wykonanie osłon na kablach
- uziemienia przed zasypaniem
- fundament pod rozdzielnicę
- wykonanie pomiarów geodezyjnych i inwentaryzacji przez uprawnioną jednostkę geodezyjną.

Roboty wymagające odbiorów częściowych to roboty ziemne związane z likwidacją zbliżeń i skrzyżowań istniejących sieci kablowych podziemnych z rurociągiem oraz wszelkie prace i konstrukcje wsporcze tymczasowe do wyniesienia kabli ponad wykop celem umożliwienia bezkolizyjnego montażu rurociągu.

### **8.3. Zasady odbioru końcowego robót**

Odbioru robót dokonuje zespół powołany przez Inwestora z udziałem Inżyniera Kontraktu, po całkowitym zakończeniu prac i dokonaniu prób funkcjonowania obiektów. Przyjęcie robót może nastąpić tylko w przypadku pozytywnego wyniku przeprowadzonych prób i pomiarów jak równie wykonania prac zgodnie z dokumentacją projektową obowiązującymi normami i przepisami.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w St-00 „Wymagania ogólne”.

Podstawą płatności będzie ryczałt za wykonane roboty.

Roboty będą rozliczane skończonymi elementami robót.

Cena obejmować będzie również roboty tymczasowe i prace towarzyszące.

Cena zamontowanej i odebranej instalacji elektrycznej (przewodów, kabli, uziomów, rur osłonowych, zwodów) obejmuje:

- zakup, dostarczenie materiałów, sprzętu i urządzeń oraz ich składowanie,
- wykonanie określonych w postanowieniach Kontraktu badań, pomiarów, sondowań i sprawdzeń robót,
- wykonanie bruzd, ułożenie rur instalacyjnych, zamurowanie bruzd/układanie przewodów w korytkach/roboty ziemne zgodnie z odpowiednią ST,
- przebijanie otworów w ścianach i stropach,
- montaż przewodów, kabli, uziomów, rur osłonowych, zwodów,
- zarobienie i uszczelnienie końcówek kabli,
- montaż przejść przez przegrody,
- wywóz z terenu budowy materiałów zbędnych, koszty transportu, utylizacji lub składowania,
- uporządkowanie terenu budowy po robotach.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **10.1. Normy**

- PN-HD 60364-1:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe
- PN-IEC 60364-3:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ustalenie ogólnych charakterystyk
- PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa
- PN-HD 60364-4-42:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego
- PN-HD 60364-4-43:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym
- PN-HD 60364-4-44:2012 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
- PN-HD 60364-4-443:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi

- PN-HD 60364-4-444:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi (EMI) w instalacjach obiektów budowlanych
- PN-IEC 60364-4-45:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed obniżeniem napięcia
- PN-HD 60364-4-41:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Odłączanie izolacyjne i łączenie
- PN-HD 60364-4-41:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym
- PN-IEC 60364-4-473:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo. Środki ochrony przed prądem przetężeniowym
- PN-IEC 60364-4-482:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Ochrona przeciwpożarowa
- PN-HD 60364-5-51:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne
- PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie
- PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów
- PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura łączeniowa i sterownicza
- PN-HD 60364-5-54:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne
- PN-HD 60364-5-56:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa
- PN-HD 60364-5-534:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami
- PN-HD 60364-5-559:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe
- PN-EN 61293:2000 Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego. Wymagania bezpieczeństwa
- PN-EN 61140:2005 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Wspólne aspekty instalacji i urządzeń
- PN-EN 12464-1:2011 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach
- PN-EN 12665:2008 Światło i oświetlenie. Podstawowe terminy oraz kryteria określenia wymagań dotyczących oświetlenia
- PN-EN 62275:2010 Opaski przewodów do instalacji elektrycznych
- PN-EN 1838:2005 Zastosowania oświetlenia – Oświetlenie awaryjne
- PN-EN 50522:2011, PN-EN 61936-1:2011 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV
- PN-E-05010:1991 Zakresy napięciowe instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych
- PN-E-08501:1988 Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa
- PN-ISO 3864-1:2006, PN-ISO 7010:2006 Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa
- PN-N-01256-02:1992 Znaki bezpieczeństwa. Ewakuacja

- PN-N-01256-5:1998 Zasady umieszczania znaków bezpieczeństwa na drogach ewakuacyjnych i drogach pożarowych
- PN-IEC 60884-1:2006 Gniazda wtyczkowe i wtyczki do użytku domowego i podobnego. Wymagania ogólne
- PN-IEC 60998-2-5:2001 Osprzęt połączeniowy do obwodów niskiego napięcia do użytku domowego i podobnego. Część 2-5: Wymagania szczegółowe dotyczące puszek instalacyjnych łączeniowych i/lub odgałęźnych do zacisków lub złączek
- PN-IEC 60050-195:2001 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Część 195: Uziemienia i ochrona przeciwporażeniowa
- PN-IEC 60050-426:2000 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Część 426: Urządzenia elektryczne do atmosfer wybuchowych
- PN-IEC 60050-442:2000 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Część 442: Sprzęt elektroinstalacyjny
- PN-IEC 60050-826:2007 Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Część 826: Instalacje elektryczne
- PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa -- Część 1: Zasady ogólne
- PN-EN 62305-4:2011 Ochrona odgromowa -- Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
- PN-E-05003-03:1989 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych -- Ochrona obostrzona
- PN-EN 61340-5-1:2009 Elektryczność statyczna. Część 5-1 Ochrona przyrządów elektronicznych przed elektrycznością statyczną. Wymagania ogólne
- PN-EN 61340-5-2:2002 Elektryczność statyczna. Część 5-2 Ochrona przyrządów elektronicznych przed elektrycznością statyczną. Przewodnik użytkownika
- PN-E-05204:1994 Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania
- PN-EN 1127-1:2009 Atmosfery wybuchowe. Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem. Pojęcia podstawowe i metodologia
- PN-EN 60079-0: 2006 Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem gazów. Część 0: Wymagania ogólne.
- PN-EN 50018:2005 Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Osłony ognioszczelne „d”
- PN-EN 50019: 2005 Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Budowa wzmocniona „e”
- PN-EN 50020: 2005 Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Wykonanie iskrobezpieczne „i”
- PN-EN 60079-26:2005 Specjalne wymagania dotyczące konstrukcji, badań i znakowania elektrycznych urządzeń grupy II, kategorii 1G
- PN-EN 13463-1:2010 Urządzenia nieelektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 1. Podstawowe założenia i wymagania. (Dotyczy m.in. Szafek przyrządowych.)
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (IP)
- PN-EN 60099-5:199/A1:2004 Ograniczniki przepięć. Zalecenia wyboru i stosowania
- PN-EN 60309-1:2002/A1:2009 Gniazda wtyczkowe i wtyczki do instalacji przemysłowych. Część 1. Wymagania ogólne
- PN-EN 60598-1:2009 Oprawy oświetleniowe. Część 1. Wymagania ogólne i badania
- PN-EN 60598-2-22:2004 Oprawy oświetleniowe. Część 2-22. Wymagania szczegółowe. Oprawy
- N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa



- PN-EN 60865-1:2012 (U) Obliczenia skutków prądów zwarciovych – Część 1: Definicje i metody Obliczania
- PN-EN 60445:2007 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne zacisków i urządzeń i zakończenia żył przewodów oraz zasady systemu alfanumerycznego
- PN-EN 60446:2008 Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami albo cyframi
- PN-EN 60447:2005 Podstawowe zasady oraz zasady bezpieczeństwa dotyczące współdziałania człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Zasady manewrowania
- PN-EN 61140:2005 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Wspólne aspekty instalacji i urządzeń
- PN-EN 60715:2007 Wymiary aparatury rozdzielczej i sterowniczej niskonapięciowej. Znormalizowany montaż na szynach w celu mechanicznego mocowania aparatury elektronicznej w instalacjach rozdzielczych i sterowniczych.
- PN-EN 60947-1:2008 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. Część 1:
  - Postanowienia ogólne
- PN-EN 60947-2:2009 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. Część 2: Wyłączniki.
- PN-EN 60947-4-1:2010 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. Część 4-1: Styczniki i rozruszniki do silników. Mechaniczne styczniki i rozruszniki do silników.
- PN-EN 60947-5-5:2002/A1:2007 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. Część 5-1: Aparaty i łączniki sterownicze. Elektromechaniczne aparaty sterownicze
- PN-EN 60947-5-5:2002/A1:2007 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. Część 5-5: Aparaty i łączniki sterownicze. Elektryczne urządzenia zatrzymania awaryjnego z funkcją blokady mechanicznej.
- PN-EN 60947-7-1:2010 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. Część 7-1: Wyposażenie pomocnicze. Listwy zaciskowe do przewodów miedzianych.
- PN-EN 60947-7-2:2010 Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. Część 7-2: Wyposażenie pomocnicze. Listwy zaciskowe do przewodów ochronnych miedzianych.
- PN-EN 61439-1:2010 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu
- PN-EN 60439-2:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 2: Wymagania dotyczące przewodów szynowych
- PN-EN 60439-3:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 3: Wymagania dotyczące niskonapięciowych rozdzielnic i sterownic przeznaczonych do instalowania w miejscach dostępnych do użytkowania przez osoby niewykwalifikowane. Rozdzielnice tablicowe
- PN-EN 60439-4:2005 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 4: Wymagania dotyczące zestawów przeznaczonych do instalowania na terenach budów (ACS)
- PN-EN 60439-5:2007 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 5: Wymagania szczegółowe dotyczące zestawów napowietrznych przeznaczonych do instalowania w miejscach ogólnie dostępnych. Kablowe rozdzielnice szafowe do rozdziału energii w sieciach
- PN-EN 50274:2004 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych
- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne
- PN-EN 50300:2006 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ogólne wymagania dotyczące niskonapięciowych rozdzielnic tablicowych przeznaczonych

- PN-EN 62208:2006 Puste obudowy rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych. Wymagania ogólne
- PN-E-05163:2002 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe osłonięte. Wytyczne badania w warunkach wyładowania łukowego, powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych
- PN-IEC 60364-6-61 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. 2000 Sprawdzanie odbiorcze
- PN-EN 61643-11:2006 Niskonapięciowe urządzenia do ograniczania przepięć. Część 11: Urządzenia do ograniczania przepięć w urządzeniach rozdzielczych niskiego napięcia. Wymagania i próby.
- PN-EN 62271-110:2007 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 110: Łączenie obciążenia indukcyjnego
- PN-EN 62271-101:2010 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 101: Badania syntetyczne.
- PN-EN 62271-100:2009 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 100: Wyłączniki wysokiego napięcia prądu przemiennego.
- PN-EN 62271-100:2009 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 110: Łączenie obciążenia indukcyjnego
- PN-EN 62271-200:2012 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 200: Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcia znamionowe powyżej 1 kV do 52 kV włącznie.

## **10.2. Inne**

- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych - Tom V.,
- aprobaty techniczne, certyfikaty.
- Prawo Budowlane z 1994 r.,
- Prawo Energetyczne z 1997 r.
- Rozporządzenia wykonawcze do w/w Ustaw, w tym:
- Rozp. MGPIB z 14.12.1994 r - Budynki i ich wyposażenie (zaktualizowane Rozp. M. Infrastr. z 12.04.2002 r.)
- Rozp. MGIP z 20.12.2004 r. - tzw. przyłączeniowe