

WARUNKI WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

WW - 4 ROBOTY ELEKTRYCZNE i AKPiA

Nazwy i kody robót według kodu numerycznego głównego Wspólnego Słownika Zamówień (CPV) i Słownika uzupełniającego:

Grupa robót – 45231400-9 Roboty budowlane w zakresie budowy linii energetycznych
45310000-3 – Roboty w zakresie instalacji elektrycznych

Spis treści:

1. Wstęp.....	3
1.1. Przedmiot WWiORB.....	3
1.2. Zakres stosowania WWiORB.....	3
1.3. Zakres robót objętych WWiORB.....	3
1.3.1. Roboty podstawowe.....	3
1.3.2. Wyszczególnienie i opis prac towarzyszących i robót tymczasowych.....	3
1.4. Określenia podstawowe.....	5
1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.....	5
2. Materiały.....	5
2.1. Wymagania ogólne.....	5
2.2. Wymagania szczegółowe.....	6
2.2.1. Kable sygnalizacyjne i pomiarowe.....	6
2.2.2. Przewody zasilające.....	7
2.2.3. Osprzęt rozdzielczy.....	7
2.2.4. Osprzęt i aparatura kontrolno pomiarowa (AKP).....	7
2.2.5. Magazynowanie materiałów na budowie.....	7
2.2.6. Oprogramowanie i wizualizacja - wymagania.....	7
2.3. Standardy i wymagania dla AKPiA.....	10
3. Sprzęt.....	25
4. Transport.....	26
5. Wykonanie robót.....	27
5.1. Wymagania ogólne.....	27
5.2. Układanie linii kablowych nN.....	27
5.3. Trasowanie.....	27
5.4. Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów.....	27
5.5. Układanie przewodów.....	28
5.6. Łączenie przewodów.....	28
5.7. Przejścia przez ściany i stropy.....	28
5.8. Ochrona przeciwporażeniowa.....	29
5.9. Montaż osprzętu i aparatury.....	29
5.10. Przyłączanie odbiorników.....	29
5.11. Montaż rozdzielnic.....	30
5.12. Szafa SZS.....	31
5.13. Ochrona od porażeń.....	31
5.14. Ochrona od przepięć.....	32
6. Kontrola jakości robót.....	32
6.1. Ogólne wymagania.....	32
6.2. Wymagania szczegółowe.....	32
6.2.1. Kontrola w trakcie montażu.....	32
6.2.2. Badania i pomiary pomontażowe.....	33
7. Obmiar robót.....	33
8. Odbiór robót.....	33
8.1. Ogólne zasady odbioru Robót.....	33
8.2. Warunki szczegółowe odbioru robót.....	33
9. Podstawa płatności.....	35
10. Przepisy związane.....	36
10.1. Elementy dokumentacji projektowej.....	36
10.2. Normy.....	36
10.3. Inne.....	38

1. Wstęp

1.1. Przedmiot WWiORB

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są Warunki wykonania i odbioru robót budowlanych sporządzone na podstawie Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. 2021 poz. 2454), dotyczące wykonania i odbioru robót elektrycznych i AKPiA, które zostaną wykonane w ramach zadania inwestycyjnego nr: „**4-05-20-177-0 Zaprojektowanie i wybudowanie pochodni biogazu wraz z infrastrukturą na terenie Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Koziegłowach**”.

Specyfikacja stanowi uszczegółowienie wymogów ogólnych Zamawiającego opisanych w PFU.

1.2. Zakres stosowania WWiORB

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

1.3. Zakres robót objętych WWiORB

Zakres prac realizowanych w ramach wykonania nawierzchni obejmuje:

1.3.1. Roboty podstawowe

Zakres robót do wykonania:

- ułożenie linii kablowych nN oraz przewodów zasilających i sygnalizacyjnych w celu przyłączenia rozdzielnic i urządzeń,
- montaż szafy zasilająco – sterowniczej dla kompletu urządzeń pochodni z panelem operatorskim i wizualizacją pracy obiektów,
- wykonanie instalacji AKPiA pochodni,
- instalacje wyrównawcze i uziemiające,
- ochronę przeciwprzepięciową proj. instalacji i urządzeń elektrycznych.

Po wykonaniu robót montażowych należy przeprowadzić uruchomienie systemu oraz szkolenie pracowników Zamawiającego (zgodnie z zapisami PFU).

1.3.2. Wyszczególnienie i opis prac towarzyszących i robót tymczasowych

Do wykonania robót budowlanych podstawowych niezbędne są następujące roboty tymczasowe:

- roboty pomiarowe, przygotowawcze, trasowanie,
- wykonanie i demontaż niezbędnych do montażu pomostów, rusztowań, konstrukcji pomocniczych,

- wykonanie wszystkich niezbędnych tymczasowych zabezpieczeń,
- wykonanie wszystkich robót tymczasowych niezbędnych do usunięcia kolizji z istniejącym uzbrojeniem,
- przygotowanie i zainstalowanie narzędzi montażowych i ich bieżąca konserwacja oraz prace towarzyszące:
- geodezyjne wytyczanie;
- wykonanie podsypki piaskowej pod kable,
- przygotowanie podłoża, montaż uchwytów, itp.,
- właściwe oznakowanie i malowanie, wykonanie tabliczek informacyjnych,
- zarobienie końcówek przewodów (lub obróbka kabli),
- oznaczenie przewodu zerowego,
- uszczelnienie wylotu osprzętu,
- dostawa i montaż wraz z urządzeniami podstawowymi materiałów i urządzeń towarzyszących, takich jak: osprzęt elektryczny, materiały elektryczne instalacyjne, kable, przewody, drobny osprzęt i aparatura, armatura obiektowa,
- prefabrykacja takich elementów jak: szafy, tablice, skrzynki, stojaki, kasety itp. (kompletne wyposażenie, pomalowanie i oznakowanie) poza elementami układu sterowania stanowiącymi wyposażenie urządzeń technologicznych (szafy zasilająco-sterownicze, kable zasilające oraz sygnalizacyjno-sterownicze będą uwzględnione w cenie urządzeń technologicznych),
- wykonanie podłączenia urządzeń,
- wykonanie mostów szynowych przy montażach rozdzielnic głównej i rozdzielnicach technologicznych,
- drobne roboty budowlane: zalewanie śrub fundamentowych, wykonanie otworów w ścianach, przez stropy i podłogi do przeprowadzenia kabli lub osadzenia gniazd itp.,
- zdjęcie i założenie płyt podłogi, płyt kanałowych, o ile jest konieczne,
- osadzenie niezbędnych przepustów i ich uszczelnienie,
- zaprawa i tynkowanie bruzd po robotach elektrycznych,
- wprowadzenie i podłączenie końcówek przewodów do puszek, odgałęźników, skrzynek, gniazdek, wraz z rurami osłonowymi,
- wykonanie i tynkowanie wnęk pod montaż aparatów, osadzenie drzwiczek we wnęce, o ile jest konieczne,
- wykonanie gniazd dla osadzenia konstrukcji skrzynek i rozdzielnic skrzynkowych,
- montaż drobnych konstrukcji wsporczych i nośnych (np. dla kabli, , aparatury, drabinek, koryt kablowych itp.), stelaży na zapasy kabla,
- wypoziomowanie i umocowanie aparatów,

- spawanie dodatkowych króćców i kołnierzy, rurek, zaworów złączek redukcyjnych, łącznie z niezbędnym nagwintowaniem i uszczelnieniem, na rurociągach i zbiornikach, niezbędnych do wykonania kompletnych prac elektrycznych),
- montaż złączy na przewodach instalacyjnych,
- wykonanie pomiarów elektrycznych i wszystkich koniecznych badań (w tym badanie linii, badanie obwodów elektrycznych, badanie i pomiar uziemienia ochronnego, badanie i pomiar skuteczności ochrony od porażeń, pomiary rezystancji izolacji, pomiary połączeń wyrównawczych),
- przeprowadzenie prac regulacyjno-pomiarowych,
- próby montażowe, sprawdzenie działania poszczególnych urządzeń , o ile jest to możliwe i sprawdzenie funkcjonalności układu,
- prace porządkowe i doprowadzenie terenu do stanu pierwotnego, - inwentaryzacja powykonawcza.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszych Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są zgodne z częścią ogólną PFU oraz z określeniami podanymi w pozostałych WWiORB.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania Robót oraz za ich zgodność z PFU, Dokumentacją Projektową, Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych i Poleceniami Inspektora nadzoru.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w części ogólnej PFU oraz WW-00.

Roboty budowlane należy wykonywać zgodnie z przepisami BHP, warunkami odbioru robót ogólnobudowlanych i sztuką budowlaną.

2. Materiały

2.1. Wymagania ogólne

Wszystkie materiały stosowane do wykonania robót muszą być zgodne z wymaganiami niniejszych Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych i dokumentacji projektowej.

Do wykonania robót mogą być stosowane wyroby budowlane spełniające warunki określone w:

- ustawie Prawo budowlane,
- ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2021 poz. 1213),
- ustawie z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz.U. 2023 poz. 215).

Na Wykonawcy spoczywa obowiązek posiadania dokumentacji wyrobu budowlanego wymaganej przez w/w ustawy.

Należy stosować materiały zaakceptowane przez Dział Automatyki i Energetyki Aquanet S.A. na etapie projektu.

W oznaczonym czasie przed wbudowaniem Wykonawca przedstawi szczegółowe informacje dotyczące źródła wytwarzania i wydobywania materiałów oraz odpowiednie świadectwa badań, dokumenty dopuszczenia do obrotu i stosowania w budownictwie i próbki do zatwierdzenia Inspektorowi nadzoru.

Wykonawca ponosi odpowiedzialność za spełnienie wymagań ilościowych i jakościowych materiałów dostarczanych na teren budowy oraz za ich właściwe składowanie i wbudowanie zgodnie z założeniami PZJ.

Materiałami stosowanymi przy wykonaniu robót według zasad niniejszej WWiORB są:

- rozdzielnica technologiczna,
- rozdzielnica zasilająca,
- kable do układania na zewnątrz obiektów i w ziemi,
- przewody do układania wewnątrz obiektów,
- rury przepustowe,
- folia PCV 0,5mm w kolorze niebieskim,
- rury winidurkowe osłonowe, listwy elektroinstalacyjne,
- korytka kablowe, konstrukcje wsporcze,
- osprzęt elektroinstalacyjny,
- drut stalowy FeZn,
- bednarka ocynkowana FeZn,
- złącza kontrolne,
- osprzęt i przewody związane z automatyką.

2.2. Wymagania szczegółowe

2.2.1. Kable sygnalizacyjne i pomiarowe

Kable sygnalizacyjne i pomiarowe YKSY oraz YKSLYekw ekranowane z żyłami miedzianymi, w izolacji polwinitowej na napięcie 1 kV Dla połączeń lokalnej sieci informatycznej stosować odpowiedni, czteroparowy kabel przewodowej sieć Ethernet kategorii min. 5e. Na powłoce kabli winno znajdować się oznakowanie producenta, metraż, napięcie znamionowe izolacji oraz znak bezpieczeństwa i znak dopuszczenia do obrotu handlowego w budownictwie. Ponadto, należy dołączyć atest fabryczny do każdej partii zlokalizowanej na bębnie. W instalacjach zasilających napędy regulowane (zasilane z przekształtników częstotliwości) stosować kable ekranowane do

zastosowań wewnętrznych 2YSLCY-J lub równoważne, oraz do zastosowań zewnętrznych 2YSLCYK-J lub równoważne - spełniające wymagania Dyrektywy o Kompatybilności Elektromagnetycznej EMC.

2.2.2. Przewody zasilające

Przewody kabelkowe typu YDY z żyłami miedzianymi, w izolacji polwinitowej na napięcie 750 V. Dla żyły neutralnej wymagany jest kolor izolacji jasno-niebieski natomiast dla żyły ochronnej kombinacja barw żółto-zielonej. Na powłoce przewodów kabelkowych winno znajdować się oznakowanie producenta, metraż, napięcie znamionowe izolacji oraz znak bezpieczeństwa i znak dopuszczenia do obrotu handlowego w budownictwie.

2.2.3. Osprzęt rozdzielczy

Całość osprzętu rozdzielczego na napięcie do 1 kV winna być przystosowana do montażu na euroszynie, posiadać certyfikat na znak bezpieczeństwa i znak dopuszczenia do obrotu handlowego w budownictwie a także wszystkie dokumenty potwierdzające wykonanie przeciwwybuchowe EX. Obudowy szaf sterownikowych i szafek rozproszonych wejść/wyjść winny posiadać stopień szczelności IP odpowiedni do warunków środowiskowych miejsca zainstalowania (przeważnie IP65 lub IP54). DTR osprzętu rozdzielczego w języku polskim.

2.2.4. Osprzęt i aparatura kontrolno pomiarowa (AKP)

Osprzęt AKP, czujniki pomiarowe oraz aparaty i przetworniki instalowane w środowisku agresywnym chemicznie i o dużej wilgotności winny być w wykonaniu natynkowym w stopniu szczelności minimum IP 65. Całość osprzętu winna posiadać certyfikat na znak bezpieczeństwa względnie aprobatę techniczną i deklarację zgodności z tą aprobatą. DTR osprzętu AKPiA w języku polskim.

2.2.5. Magazynowanie materiałów na budowie

Dostarczone na budowę materiały elektryczne należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych, przystosowanych do tego celu, suchych, przewietrzanych i dobrze oświetlonych. Należy dążyć do tego aby materiały przechowywane były w opakowaniach fabrycznych. Minimalne wymagania dla pomieszczeń magazynowych dla AKPiA to:

- pomieszczenia zamknięte,
- temperatura wewnętrzna +15 do +30oC,
- wilgotność względna powietrza nie więcej niż 80%,
- atmosfera wolna od par i gazów agresywnych,
- natężenie oświetlenia minimum 100 lx.

2.2.6. Oprogramowanie i wizualizacja - wymagania

Program sterowania pochodni biogazu powinien realizować całość algorytmów sterowania, zabezpieczeń oraz innych niezbędnych do prawidłowego i bezpiecznego działania Instalacji.

Wykonanie oprogramowania nowego sterownika PLC i panelu operatorskiego HMI oraz wykonanie odpowiednich modyfikacji w zakresie konfiguracji i programu istniejącego sterownika obiektowego PLC 26 w obiekcie nr 26 (tłocznia biogazu) w zakresie niezbędnym dla realizacji umowy przy zachowaniu istniejącej funkcjonalności algorytmów sterowania, zabezpieczeń, pomiarów nie wchodzących w zakres realizacji umowy w wyżej wymienionych urządzeniach oraz wykonanie modernizacji aplikacji systemu wizualizacji i archiwizacji danych SCADA i ekranów synoptycznych na oczyszczalni COŚ Koziegłowy leży po stronie Wykonawcy. Dostęp do systemów automatyki i zapewnienie cyberbezpieczeństwa przez Wykonawcę na zasadach określonych szczegółowo w odpowiednich zapisach w umowie na wykonanie zadania. W przypadku rozbudowy i modyfikacji istniejących sterowników PLC, paneli operatorskich, czy systemów SCADA Wykonawca jest zobowiązany do przestrzegania standardów pierwotnego rozwiązania rozumianego m. in. jako korzystanie z istniejących w danym sterowniku funkcji do obróbki sygnałów analogowych, sterowania napędów, ekrany na panelu operatorskim i SCADA muszą mieć analogiczny wygląd, zmienne muszą być nazywane w podobny sposób. Oprogramowanie wizualizacyjne w którym Wykonawca wykona odpowiednie modyfikacje to: system SCADA na COŚ i ekrany synoptyczne: Siemens WinCC v7.5 . Należy przewidzieć odpowiednią rozbudowę istniejącego systemu SCADA, rozumianą jako modyfikację istniejących lub/i dołożenie nowych ekranów synoptycznych dla wizualizacji pochodni biogazu. Nie przewiduje się rozbudowy systemu SCADA o dodatkowe moduły funkcyjne, komunikacyjne czy dodatkowe licencje bądź jego upgrade'owanie. Dane dla systemu SCADA powinny znajdować się w jednym bloku danych DB w sterowniku PLC. Nazwy zmiennych należy uzgodnić z Zamawiającym.

Oprogramowanie sterowników programowalnych PLC i paneli operatorskich powinno powstać w dedykowanym programie inżynierskim. Oprogramowanie powinno zawierać symbole dla wszystkich zmiennych, bloków programowych i bloków danych. Każdy fragment programu musi zostać opatrzony bogatym komentarzem opisującym działanie danego fragmentu programu. Komentarze i nazwy symboliczne muszą być wyłącznie w języku polskim. Wykonawca przygotowujący oprogramowanie dla sterowników PLC może korzystać wyłącznie z następujących platform:

- a) TIA v17
- b) Step7 Professional 2021/v5.7
- c) WinCC Flexible 2008

Na panelach operatorskich i w systemie SCADA wizualizować należy wszystkie możliwe dane, pomiary, stany urządzeń, napędów, parametry układu sterowania itd. Należy zapewnić możliwość edycji i modyfikacji parametrów automatyki oraz możliwość sterowania urządzeń technologicznych przez obsługę z lokalnych paneli operatorskich HMI i systemu wizualizacji SCADA. Jeśli chodzi o

sposób wizualizacji w systemie SCADA (struktury danych, stany urządzeń, sygnalizacja alarmów, wygląd i układ graficzny ekranów itd.) należy wzorować się na rozwiązaniach zastosowanych w istniejącym systemie SCADA.

Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć zamawiającemu programy (kody źródłowe) wszystkich (dostarczonych przez Wykonawcę lub w których Wykonawca zmodyfikuje programy) sterowników PLC, paneli operatorskich HMI, systemu wizualizacji i archiwizacji danych SCADA oraz pliki konfiguracyjne urządzeń sieciowych. Oprogramowanie to po odbiorze w całości przejdzie na własność Zamawiającego. Rozumie się przez to, że Wykonawca w ramach otrzymanego wynagrodzenia przeniesie majątkowe prawa autorskie do projektu na Zamawiającego. Wykonawca dostarczy Zamawiającemu oprogramowanie narzędziowe wraz z licencjami, niezbędne do oprogramowania wykorzystanych sterowników PLC, paneli operatorskich HMI i innych wykorzystanych urządzeń programowalnych o ile Zamawiający nie jest w posiadaniu takiego oprogramowania narzędziowego. Wykonawca dostarczy zamawiającemu licencje dla dostarczonych programów. Oprogramowanie powinno zostać przekazane Zamawiającemu wraz z dokumentacją powykonawczą. Jeżeli Wykonawca po tym terminie będzie wprowadzał poprawki do oprogramowania (wynikające np. z gwarancji), jest zobowiązany do niezwłocznego przekazania nowej wersji Zamawiającemu. Oprogramowania sterujące i wizualizacyjne muszą być oprogramowaniem o otwartym w 100% kodzie źródłowym. Nie można blokować dostępu do podglądu programu, ani żadnego jego fragmentu zarówno w trybie on-line, jak i off-line np. przez zastosowanie haseł w PLC, HMI i SCADA. Zamawiający zobowiązuje się do niedokonywania zmian programowych (w zakresie fragmentów programów wykonywanych przez Wykonawcę) podczas gwarancji bez wiedzy i zgody Wykonawcy. Nie dopuszcza się przekazania programu lub jego fragmentów w formie zablokowanej nawet na czas gwarancji. Przekazane oprogramowanie PLC musi być w wersji źródłowej. Dodatkowo, Wykonawca, jeśli będzie korzystał z podwykonawców w zakresie których będzie realizacja całości lub części prac programowych niezbędnych do realizacji zadania zobowiązany jest do takiego spisania z nimi Umowy, aby zabezpieczyć możliwość zrealizowania całego tego punktu niniejszego dokumentu.

Programy w przypadku modyfikacji istniejących sterowników (z panelami operatorskimi HMI) i innych, oraz systemu wizualizacji i archiwizacji danych SCADA są w posiadaniu Zamawiającego i zostaną udostępnione Wykonawcy dla realizacji Umowy wraz z niezbędnymi bibliotekami użytymi w czasie tworzenia tego oprogramowania.

W czasie trwania gwarancji Zamawiający wymaga udostępnienia do dalszych modyfikacji oprogramowania istniejących sterowników obiektowych, paneli operatorskich HMI, systemów wizualizacji i archiwizacji danych SCADA przekazanych Wykonawcy (z wyjątkiem fragmentów modyfikowanych przez Wykonawcę) w związku z planowanymi innymi inwestycjami Zamawiającego.

Udostępnienie tego oprogramowania nie będzie wiązało się z utratą gwarancji na wykonane przez Wykonawcę prace.

Prowadzone prace nie mogą zakłócać ciągłości pracy Centralnej Oczyszczalni Ścieków, w związku z czym Wykonawca ma obowiązek koordynacji prac ze służbami utrzymania ruchu i z Działem Automatyki i Energetyki Zamawiającego.

Wykonawca zobowiązany jest do zbierania, archiwizowania kolejnych wersji oprogramowania sterowników i HMI nie rzadziej niż raz na dwa tygodnie, dotyczy oprogramowania sterowników i HMI które będą przekazane przez Zamawiającego Wykonawcy i przez Wykonawcę modyfikowane. Zamawiający musi mieć dostęp do oprogramowania urządzeń nie podlegających modyfikacjom w celach diagnostycznych - obiekty technologiczne oczyszczalni nie będą wyłączone z ruchu. Wykonawca powinien rozpocząć zbieranie i archiwizowanie kolejnych wersji oprogramowania od momentu wprowadzenia modyfikacji sterowników i paneli na obiektach technologicznych. Działanie systemów sterowania nie może zależeć od zasobów i połączeń sieciowych z siecią Internet lub innymi zasobami zlokalizowanymi poza obiektami technologicznymi i siecią technologiczną Ethernet Aquanet.

Zabronione jest wystawianie jakichkolwiek usług systemu sterowania do ogólnodostępnego Internetu bez wykorzystania tuneli VPN – tunele VPN będą udostępniane przez zasoby Aquanet (konieczne jest wskazanie przez Wykonawcę imiennie osób posiadających zdalny dostęp – imię, nazwisko, adres e-mail, nr telefonu), niedopuszczalne jest tworzenie tuneli VPN przez oprogramowanie sterujące, ani żadne komponenty instalowane w systemie sterowania.

Dostęp do danych przez zewnętrzne systemy musi poprzedzać proces uwierzytelnienia.

Dostęp zdalny do elementów systemu sterowania musi podlegać uprzedniemu uwierzytelnieniu.

Program sterujący i wizualizacja muszą być gotowe przed rozruchem nowych instalacji.

2.3. Standardy i wymagania dla AKPiA

Dla urządzeń technologicznych wyposażonych w systemy sterowania oparte o sterowniki PLC należy stosować sterowniki firmy SIEMENS (typu SIPLUS S7-1200) współpracujące z panelami operatorskimi firmy SIEMENS (typu: COMFORT/BASIC) lub równoważne. Przez urządzenie równoważne rozumie się urządzenia spełniające wymagania:

Sterowniki PLC:

- Budowa modułowa (osobno CPU oraz moduły wejść i wyjść) lub kompaktowa (z możliwością rozbudowy o moduły sygnałowe wejść/wyjść i moduły komunikacyjne),

- Na modułach wejść/wyjść zaciski przyłączeniowe śrubowe dla przyłączenia okablowania,
- Moduł CPU z gniazdem dla karty pamięci typu MMC, lub równoważną na której zapisywany jest program sterownika,
- Możliwość diagnostyki, podglądu wykonywania programu oraz wgrywania programu bez zatrzymywania sterownika,
- Diody sygnalizacyjne statusu i błędów na obudowie modułu CPU,
- Szybkość wykonywania operacji:
 - Bitowych na poziomie min. 0,09 μ s/instrukcję,
 - Na słowach na poziomie min. 1,8 μ s/instrukcję,
 - Na liczbach zmiennoprzecinkowych na poziomie min. 2,5 μ s/instrukcję,
- Sterownik PLC sprzętowy (nie dopuszcza się stosowania np. komputerów przemysłowych z systemem Windows na których pracuje sterownik PLC programowy),
- Sterownik PLC nie może być zintegrowany z panelem operatorskim,
- Możliwość zatrzymania wykonywania programu przez PLC bez zdejmowania zasilania: sprzętowo za pomocą przełącznika lub programowo,
- Zasilanie modułów PLC napięciem 24VDC,
- Podtrzymywanie wartości chwilowych (np. nastawy regulatorów, liczniki, czasy pracy) i zegara czasu rzeczywistego po zaniku zasilania bez użycia baterii podtrzymujących pamięć,
- Możliwość porównania programu offline z programem online,
- Sterownik nie może być w trakcie wycofywania z produkcji,
- Warunki pracy :
 - temperatura pracy: $\leq - 20^{\circ}\text{C}$ do $\geq + 55^{\circ}\text{C}$;
 - wilgotność względna do $\geq 95\%$ bez kondensacji;
- Moduł CPU sterownika wyposażony min. w 1 port Profibus DP i/lub RJ45 Profinet,
- Wszystkie sterowniki PLC powinny być przyłączone (poprzez CPU lub modul komunikacyjny) do istniejącej na COŚ sieci komunikacyjnej Industrial Ethernet. Należy przewidzieć odpowiednią rozbudowę tej sieć,(wymiana/doposażenie w przełączniki sieciowe zgodne ze standardem urządzeń stosowanych przez zamawiającego)i,

Dla sterownika PLC należy:

- a) nadać nazwę sieciową (Zamawiający ją określi),

- b) podać adres MAC,
- c) ustawić adres IP, maskę, bramkę (Zamawiający określi te parametry),
- d) ustawić synchronizację z serwerem czasu (Zamawiający dostarczy odpowiednie dane),
- e) skonfigurować strefę czasową (Europa/Warszawa),
- f) oznaczyć urządzenie nazwą sieciową (Zamawiający określi nazwę sieciową),
- g) oznaczyć okablowanie sieciowe (Zamawiający określi dane do oznaczeń),
- h) wpiąć urządzenie na wskazany przez Zamawiającego switch przemysłowy,
- i) wyłączyć web/SNMP,
- j) ustawić hasło dostępu (Zamawiający określi hasło)

Moduły rozproszonych wejść/wyjść:

- Warunki pracy :
 - temperatura pracy co najmniej od $\leq -20^{\circ}\text{C}$ do $\geq +50^{\circ}\text{C}$;
 - wilgotność 95% bez kondensacji,
- Budowa modułowa (osobno moduły wejść i wyjść oraz moduły komunikacyjne), moduły muszą być mocowane na podstawkach lub na szynie montażowej DIN,
- Komunikacyjny moduł główny nie może posiadać żadnych wejść/wyjść. Muszą być one dołączane jako osobne moduły,
- Możliwość rozbudowy o wejścia analogowe 4-20mA,
- Nie może realizować żadnych lokalnych algorytmów sterowania,
- Na modułach wejść/wyjść zaciski przyłączeniowe śrubowe dla przyłączenia okablowania,
- Moduły rozproszonych wejść/wyjść powinny być tego samego producenta jak sterownik PLC, z którym współpracują,
- Zasilanie modułów napięciem 24VDC,
- Moduły nie mogą być w trakcie wycofywania z produkcji,
- Komunikacja ze sterownikiem PLC: sieć przemysłowa Profinet

Panele operatorskie HMI dotykowe, panoramiczne, TFT:

- Ilość kolorów min. 65536
- Przekątna ekranu min. 7"
- Rozdzielczość min. 800x480 (ekran <10") min. 1280x800 (dla ekranów $\geq 10"$)

- Trwałość min. 20000 godz.
- Zasilanie: 24VDC
- Interfejsy min.: switch RJ45 dla Profinet/Ethernet i/lub 1xRS485/422 dla Profibus DP/MPI ze złączem DB9, 1xUSB, 1xslot karty pamięci,
- Pamięć użytkownika min. 12 MB
- Warunki pracy:
 - temperatura pracy co najmniej od - 10 do + 50 °C,
 - wilgotność 95% bez kondensacji,
- Możliwość tworzenia tekstów w języku polskim,
- Obsługa i archiwizacja alarmów,
- Ilość obsługiwanych zmiennych min. 800,
- Kontrola dostępu dla zdefiniowanych grup użytkowników,
- Obsługa i archiwizacja alarmów,
- Stopień szczelności: min. IP65 od strony ekranu przy montażu wewnątrz budynków, przy montażu poza budynkami panele w wykonaniu zewnętrznym.,
- Nie wolno stosować paneli zintegrowanych ze sterownikiem PLC,
- Stosować panel tego samego producenta jak sterownik, z którym współpracuje.

Sterowniki PLC i panele operatorskie HMI systemu sterowania powinny być zintegrowane w jednym środowisku programowym, zapewniającym maksymalną spójność i współdzielenie danych w aplikacji oraz centralną diagnostykę i serwis.

Dla potrzeb AKPiA należy zastosować następujące standardy:

- Sygnały binarne 24VDC, sygnalizacja stanów przez styki bezpotencjałowe,
- Pomiary analogowe: 4-20mA z separatorami sygnałów, lub za pomocą przemysłowych sieci komunikacyjnych (Ethernet/Profinet, lub innych uzgodnionych z zamawiającym). Stosować przetworniki pomiarowe z lokalnym wyświetlaczem wartości mierzonej;
- Pomiar temperatury czujniki PT100 z przetwornikiem 4-20mA;
- Pomiar przepływu mediów (biogaz, ciecz) powinien zapewnić ciągły pomiar przepływu, oraz układ zliczania ilości przepływającego medium. W celu zapewnienia zgodności liczników przepływającego medium w przepływomierzu i sterowniku PLC zaleca się zastosować

przekaz danych z przepływomierza do sterownika PLC za pomocą przemysłowych sieci komunikacyjnych (Ethernet/Profinet, lub innych uzgodnionych z zamawiającym);

- Pomiar przepływu gazów metodą pomiarową termiczną, ultradźwiękową lub wirową w zależności od warunków procesu. Przepływomierz powinien zapewnić pomiar strumienia masy/przepływu objętościowego przez pomiar bezpośredni lub wbudowany układ kompensacji ciśnienia i temperatury. Dokładność pomiaru do 1%;

- Zasilanie urządzeń i aparatury AKPiA z dedykowanych zasilaczy 24VDC lub napięciem 230VAC. Należy stosować osobne zasilacze do zasilania sterownika PLC wraz z jego modułami, paneli operatorskich HMI, urządzeń i sieci komunikacyjnych Profinet i Industrial Ethernet (zasilanie switch'y, wzmacniaczy/repeaterów, aktywnych terminatorów sieciowych, modułów komunikacyjnych), osobne na potrzeby sygnalizacji stanów binarnych i pomiarów analogowych, dotyczy to również rozproszonych modułów wejść/wyjść. Obwody zasilania sterowników PLC, paneli operatorskich HMI, urządzeń komunikacyjnych powinny być zasilane przez bezprzerwowy zasilacz UPS lub zasilacz buforowy (nie dotyczy szafek sterowniczych urządzeń technologicznych). Czas podtrzymania pracy sterowników, paneli operatorskich i infrastruktury komunikacyjnej min. 1 godzina. Obwody sterowania zasilac napęciem 24V DC.

- Stosować przemysłowe sieci komunikacyjne Industrial Ethernet z protokołami Profinet, S7. Nie wolno stosować konwerterów innych protokołów komunikacyjnych na wyżej wymienione. Zastosowanie innych protokołów komunikacyjnych po uzgodnieniu z zamawiającym.

- Należy na obiekcie zastosować przyciski awaryjnego zatrzymania urządzeń umieszczone w sposób widoczny zgodnie z obowiązującymi przepisami.

- Stosować urządzenia AKPiA, komunikacyjne, łączeniowe wyposażone w zaciski przyłączeniowe śrubowe;

- Osprzęt AKP, czujniki, przetworniki instalowany w środowisku agresywnym chemicznie i dużej wilgotności powinien być wykonany w stopniu szczelności minimum IP68;

- W urządzeniach wyposażonych w moduły komunikacji bezprzewodowej np. Wi-fi, moduły te należy trwale wyłączyć.

- Panele obsługi (HMI, falowniki itp.) z tekstami w języku polskim

- Silniki elektryczne 3-fazowe, klasa efektywności energetycznej min. IE3, klasa izolacji min. F, stopień ochrony min. IP55, zabezpieczenie termiczne (PTC) w uzwojeniu stojana.;

- Umiejscowienie wszystkich szaf i aparatury AKPiA powinno być tak dobrane, aby umożliwić swobodną i bezpieczną obsługę, demontaż, montaż i diagnostykę bez specjalistycznego

sprzętu BHP oraz uprawnień (np. do pracy na wysokości). Nie dotyczy to uprawnień elektrycznych.

- Możliwość odcinania zaworami czujników zamontowanych na rurociągu w celu demontażu.
- Całość osprzętu AKP powinna spełniać wymagania zawarte w dyrektywach Unii Europejskiej, być dopuszczonym do stosowania na terenie UE, oraz posiadać certyfikat na znak bezpieczeństwa CE i deklarację zgodności;
- DTR, instrukcje obsługi urządzeń AKPiA w języku polskim.
- Analizator parametrów sieci energetycznych:

- Zasilanie: 230VAC \pm 10%, 50/60Hz.
- Temperatura pracy: $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ÷ $\geq +50^{\circ}\text{C}$.
- Wilgotność: $\leq 95\%$ bez kondensacji.
- Stopień ochrony: obudowa front \geq IP51, zaciski \geq IP20.
- Wyświetlacz LCD lub LC, dobór parametrów konfiguracyjnych i wielkości prezentowanych na wyświetlaczu za pomocą klawiatury na panelu czołowym.
- Minimalny zakres mierzonych pomiarów:
 - o energia czynna, bierna, pozorna,
 - o moc czynna, bierna, pozorna,
 - o współczynnik mocy,
 - o napięcia, prądy.
- Obwody pomiarowe:
 - o Pomiar napięcia bezpośredni lub przy pomocy przekładników napięciowych.
 - o Pomiar prądu z wykorzystaniem przekładników prądowych (prąd wtórny 5A lub 1A).
- Dokładność pomiaru - energia czynna: $\leq \pm 1,0\%$,
- Wyjście cyfrowe 1 szt., programowalne.
- Komunikacja: zintegrowany fabryczny moduł komunikacyjny Industrial Ethernet.
- Zaciski przyłączeniowe śrubowe.

- PROFINET – komunikacja ze sterownikami PLC, modułami rozproszonych wejść/wyjść, panelami operatorskimi HMI, urządzeniami pomiarowymi/wykonawczymi (np. falowniki).

- Protokół Profinet jest znormalizowany wg. IEC1158 i IEC61784 lub równoważnych. Urządzenia i osprzęt sieciowy Profinet powinny być zgodne ze standardem Profinet oraz posiadać certyfikat zgodności ze standardem Profinet wydany przez organizację „Profibus and Profinet International”.

- Urządzenia sieciowe – switch'e - powinny być w wykonaniu przemysłowym z możliwością zasilania dwustronnego i wyprowadzonym na listwę zaciskową stykami bez potencjałowymi sygnalizacji awarii urządzenia. Interfejsy komunikacyjne urządzeń sieciowych należy zasilać z dedykowanych zasilaczy 24VDC. Obsługa protokołów: RT, IRT, LLDP, SNMP, MRP. Obsługiwane funkcje: autokrosowanie, autonegocjacja, priorytetyzacja pakietów danych. Chłodzenie niewymuszone.
- Prędkość transmisji 100Mb/s full duplex.
- Zamawiający nie dopuszcza stosowania konwerterów innych protokołów komunikacyjnych na Profinet , interfejsy komunikacyjne powinny być zintegrowane konstrukcyjnie z urządzeniami (falowniki, urządzenia pomiarowe itp.).
- Z każdego urządzenia komunikującego się po sieci Profinet ze sterownikiem PLC należy odczytywać dane diagnostyczne i na tej podstawie diagnozować połączenie.
- Do połączeń między urządzeniami aktywnymi sieci Profinet stosować kable miedziane lub światłowodowe.
- Dla połączeń wewnątrz budynków kable miedziane sieci Profinet spełniające wymagania dla kabla przemysłowego typu A.
- Ekranowana (opłót miedziany + folia aluminiowa) skrętka miedziana 2x2 1,4+/- 0,2mm², kategorii 5 IEE802.3. Długość do 100m między dwoma węzłami sieci, prędkość transmisji 100Mbit/s full duplex. Kolor opony zewnętrznej: zielony. Złącze RJ45.
- Na izolacji kabla powinien być umieszczony znak producenta, metraż, znak bezpieczeństwa.
- Dla sieci prowadzonych między budynkami stosować połączenia światłowodowe (lub stosować kabel miedziany w wykonaniu zewnętrznym).
- Światłowody wielomodowe polimerowe PCF lub POF.
- Konektory do kabli światłowodowych typu: SC, SC-RJ, ST, M12.
- Na izolacji kabla światłowodowego powinien być umieszczony znak producenta, metraż, znak bezpieczeństwa.
- Wykonanie sieci Profinet: Przewody sieci Profinet powinny być prowadzone w innych korytach i kanałach kablowych niż przewody i kable zasilające. Koryta kablowe powinny być przewodzące i uziemione.
- Struktura sieciowa nie może być współdzielona z sieciami komunikacyjnymi wykorzystującymi inne protokoły komunikacyjne.

- Sieć Profinet powinna być zaprojektowana i wykonana w topologii pierścienia, aby przerwanie jej w jednym miejscu, nie powodowało zerwania komunikacji z żadnym z urządzeń.
- Maksymalna długość kabla miedzianego między urządzeniami 100m.
- Ekran przewodu Profinet uziemić na obu końcach, oraz w miejscu wprowadzenia przewodu do szafy AKPiA (za pomocą opaski).
- Prowadząc kabel należy zachować ich minimalny promień zgięcia.
- Dla połączeń skrętką miedzianą kat. 5 należy stosować złącza RJ45 o IP min.20.
Podłączenie żył przewodu w złączu RJ45:

<i>Pin</i>	<i>sygnał</i>	<i>kolor żyły</i>
1	Tx+	żółty
2	Tx-	pomarańczowy
3	Rx+	biały
6	Rx-	niebieski

- Przewody sieci Profinet wychodzące z szaf sterowniczych należy na końcach opisać oznaczeniem projektowym za pomocą oznaczników kablowych.
 - Dokumentacja techniczna powinna zawierać schemat sieci Profinet z długościami rzeczywistymi przewodów sieciowych między urządzeniami sieciowymi i adresami oraz nazwami urządzeń
 - Wykonawca przekaże Zamawiającemu pliki GSDML sieciowych Profinet.
 - DTR w języku polskim i certyfikaty zgodności ze standardem Profinet wydany przez organizację „Profibus and Profinet International” (PI) wszystkich urządzeń sieciowych.
- Industrial Ethernet – przemysłowa sieć komunikacyjna dla komunikacji sterowników PLC z systemami wizualizacji SCADA i ekranami synoptycznymi oraz komunikacja pomiędzy sterownikami PLC. Urządzenia sieciowe powinny być w wykonaniu przemysłowym zgodnym z IEE802 (switche przemysłowe: zasilanie dwustronne 24VDC, sygnalizacja błędu za pomocą styku bezpotencjałowego, prędkość transmisji min. 10 – 100 Mbit/s, min. 4 interfejsy elektryczne RJ45, dwa interfejsy optyczne BOFC).. Topologia sieci: pierścień redundantny. Połączenia pomiędzy obiektami wykonać należy za pomocą kabla światłowodowego wielomodowego 50/125 8-włóknowego do zastosowań zewnętrznych, lokalne sieci komunikacyjne Industrial Ethernet systemów sterowania należy wykonać odseparowane od międzyobiektowej sieci OT Industrial Ethernet na COŚ;
- Dla urządzeń technologicznych wyposażonych w indywidualne systemy sterowania oparte o sterowniki PLC należy stosować sterowniki tego samego producenta co sterownik

nadrzędny na obiekcie technologicznym (Ob. nr 26 Tłocznia biogazu), oraz zapewnić dwukierunkową komunikację z innymi sterownikami PLC na obiekcie i przekaz danych do systemu wizualizacji SCADA na Centralnej Dyspozytorni COŚ i na tablicy synoptycznej.

- Falownik – jeżeli jest wymagana regulacja prędkości obrotowej napędu należy stosować falowniki do zabudowy. Nie dopuszcza się rozwiązań z falownikami zabudowanymi bezpośrednio na silnikach. Instalacja i zabezpieczenia falownika według DTR i zaleceń producenta. Wymagania:

- Zasilanie z sieci elektrycznej – 3x380-480 VAC, 50-60 Hz,
- Przeznaczenie do napędów silników indukcyjnych i synchronicznych ze sterowaniem wektorowym i U/f,
- Wbudowany filtr sieciowy EMC (RFI klasy A2) i filtr/dławik harmonicznym dla zapewnienia spełnienia europejskich norm EMC dotyczących zakłóceń elektromagnetycznych (PN-EN61800-3:2008 lub równoważna) i redukcji negatywnego wpływu wyższych harmonicznym na falownik i sieć zasilającą (norma PN-EN 61000-3-2:2014-10 lub równoważna),
- Stopień ochrony min. IP20,
- Chłodzenie powietrzne,
- Max. temperatura otoczenia - min. 40°C,
- Sprawność min. 97%,
- Komunikacja sieciowa – w przypadku wymiany danych ze sterownikiem PLC przy wykorzystaniu przemysłowych sieci komunikacyjnych falownik powinien być wyposażony w wbudowany fabryczny moduł komunikacyjny w standardzie Profinet lub inny uzgodniony z Zamawiającym,
- Wyposażenie minimum w: dwa wyjścia analogowe 4-20mA, jedno wejście analogowe 4-20mA, 5 wejść cyfrowych 24VDC, 3 wyjścia przekaźnikowe,
- Falownik musi posiadać indywidualny panel sterujący LCD z tekstami w języku polskim, instalowany na drzwiach szafy sterującej. Możliwość przenoszenia/przegrywania parametrów falowników za pomocą panelu,
- Możliwość zasilania modułów sterowania i komunikacji z zewnętrznego zasilacza 24V DC,
- Wydzielony kanał chłodzenia elementów mocy, odseparowany od kart elektroniki,
- Autoryzowany serwis producenta na terenie Polski.

Minimalny zakres sygnałów wyjściowych ze sterownika PLC:

- start
- stop
- reset falownika
- częstotliwość zadana

Minimalny zakres sygnałów wejściowych do PLC:

- praca
- gotowość
- awaria
- wyłączenie awaryjne
- tryb ster. lok./zdalne
- częstotliwość
- moc

- Napędy bez regulacji prędkości obrotowej o mocy powyżej 4kW powinny być uruchamiane za pomocą softstartów. Zastosować softstarty z w pełni sterowanymi 3 fazami i przekazem do sterownika PLC sygnalizacji awarii.

- Napędy ustawcze wieloobrotowe, stałoprędkościowe:

- Moment obrotowy i czas zamknięcia dobrany zgodnie z założeniami projektowymi lub wytycznymi producenta armatury na której zostanie zamontowany napęd;
- Rodzaj pracy napędu: praca regulacyjna (klasa C), dobrany zgodnie z założeniami projektowymi i przeznaczeniem napędu;
- Dowolna pozycja montażowa napędu z możliwością obracania pulpitu sterowania lokalnego umożliwiającą ustawienie w pozycji dogodniej dla obsługi.
- Praca ręczna: do ustawiania napędu lub przesterowania w razie awarii, kółko ręczne nie obraca się podczas pracy silnika, aktywacja sterowania ręcznego przez wciśnięcie guzika, przełączenie na sterowanie elektryczne następuje automatycznie;
- Silnik: trójfazowy asynchroniczny silnik AC: 400V/50Hz, o klasie izolacji F;
- Ochrona silnika: wyłącznik termiczny lub termistor zamontowany w uzwojeniu silnika.
- Zapewnienie samohamowności;

- Wyłączenie napędu ustawczego po dojechaniu do pozycji krańcowej: mikrołącznik krańcowy i/lub mikrołącznik momentu obrotowego. Rodzaj wyłączania programowalny w jednostce sterującej napędu.
- Podłączenie elektryczne: wtyczka okrągła z przykręcanym typem połączenia i pozłacanymi stykami;
- Przyłącze elektryczne podwójnie zabezpieczone/uszczelnione, zapewniające zachowanie klasy szczelności IP 68 przy zdjętym wtyku,
- Gwinty metryczne dla dławików kablowych;
- Zakres temperatur pracy min: od -25°C do +60°C;
- Jednostka sterująca napędu wyposażona w moduł komunikacji sieciowej Profinet lub inny uzgodniony z zamawiającym. Transmisja komend ruchu, sygnałów wyjściowych (min. położenia krańcowe, rodzaje sterowania, stopień otwarcia armatury), danych diagnostycznych i sygnałów awaryjnych;
- Napięcia wyjściowe: pomocnicze napięcie 24 V DC, max. 50 mA do zasilania wejść sterowniczych, galwanicznie izolowane od napięcia wewnętrznego
- Jednostka sterująca napędu posiadająca pulpit sterowania lokalnego wyposażony w: przełącznik preselekcyjny wyboru rodzaju sterowania: lokalne, sterowanie wyłączone, sterowanie zdalne (z możliwością zablokowania we wszystkich trzech położeniach); przyciski sterownicze OTWÓRZ, STOP, ZAMKNIJ; diody sygnalizacyjne i ekran graficzny (sygnalizacja położenia krańcowych napędu otwarcie/zamknięcie i stopnia otwarcia w [%] ;
- W sytuacji utrudnionego dostępu dla obsługi, lub w przypadku dużych wibracji podczas pracy oraz przy wysokiej temp. otoczenia możliwy montaż głowicy sterującej z pulpitem lokalnym w wersji rozdzielonej na wysięgniku naściennym;
- Jednostka sterująca - realizowane funkcje ochronne:
- Automatyczna korekcja kierunku obrotu przy niewłaściwej kolejności faz;
- Programowalny tryb wyłączania na drogę lub moment obrotowy dla pozycji krańcowej;
- Ochrona przed przeciążeniem nadmiernym momentem obrotowym w całym zakresie drogi;
- Jednostka sterująca napędu z funkcją zabezpieczenia hasłem.
- Należy zapewnić możliwość zatrzymania zasuwy w pozycji pośredniej zarówno przy sterowaniu zdalnym, jak i lokalnym;
- W AQUANET S.A. przyjęto jako standard dla układów sterowania na oczyszczalniach ścieków stosowanie napędów ustawczych wieloobrotowych firmy AUMA lub równoważnych.

- Napędy wieloobrotowe, stałoprędkościowe zasuw/zastawek - dobrany zgodnie z założeniami projektowymi i przeznaczeniem napędu,

- Napędy wieloobrotowe, zmiennoprędkościowe zasuw/zastawek powinny spełniać wymagania:

- Napęd ze zintegrowaną przetwornicą częstotliwości,
- Rodzaj pracy napędu zależnie od wymagań projektowych i funkcji jaką napęd będzie pełnił: Otwórz-Zamknij klasa A, praca dorywcza S2-15 min. wg. DIN EN60034, praca impulsowa/pozycjonująca klasa B lub praca regulacyjna klasa C,
- Moment obrotowy i czas zamknięcia dobrany zgodnie z założeniami projektowymi lub wytycznymi producenta armatury na której zostanie zamontowany napęd,
- Dowolna pozycja montażowa napędu z możliwością obracania pulpitu sterowania lokalnego umożliwiającą ustawienie w pozycji dogodniej dla obsługi.
- Praca ręczna: do ustawiania napędu lub przesterowania w razie awarii, kółko ręczne nie obraca się podczas pracy silnika, aktywacja sterowania ręcznego przez wciśnięcie okrętki lub koła ręcznego, przełączenie na sterowanie elektryczne następuje automatycznie,
- zapewnienie samohamowności,
- Stopień ochrony IP68 zgodnie z DIN EN 60 529,
- podłączenie elektryczne: wtyczka okrągła z przykręcanym typem połączenia, ochrona przed pyłem i wodą również gdy wtyczka jest poza napędem – podwójne uszczelnienie,
- Temperatura otoczenia: – 20°C do + 60°C,
- Odporność na drgania: wartość przyspieszenia do 2 g wg. PN-EN 60068-2-6:2008 lub równoważnej,
- Bezstopniowa regulacja wyjściowej prędkości obrotowej w wybranym zakresie, możliwość ustawienia różnych prędkości obrotowych dla kierunku otwórz i zamknij,
- Łagodny rozruch, zmniejszona prędkość obrotowa w zakresie położzeń krańcowych,
- Napięcie zasilania: 3 faz. 380 - 460 V AC, tolerancja napięcia zasilania: -10% / +15%,
- Zasilanie wewnętrzne modułu sterowania: 24 V DC, możliwość zasilania modułu sterowania zewnętrznym napięciem 24 V DC,
- Wszystkie wejścia i wyjścia binarne bezpotencjałowe oraz odseparowane galwanicznie,
- Odizolowanie galwaniczne analogowych wejść i wyjść,
- Komunikacja sieciowa: fabryczny moduł komunikacyjny Profinet lub inny uzgodniony z Zamawiającym,
- Sterowanie:

- wejścia binarne 24 V DC, minimum 3: otwórz, stop, zamknij,
- wyjścia binarne 24 V DC, minimum 5,
- wyjście analogowe 4-20mA – wartość rzeczywista pozycji,
- pulpit sterowania lokalnego z przyciskiem/przyciskami sterującymi, wyposażony w wyświetlacz graficzny ze wskaźnikiem stanu i położeni napędu (w %) oraz wskaźniki LED sterowania lokalne/zdalne i położenia otwarte/zamknięte,
- możliwy montaż rozdzielny sterownika i napędu,
- ochrona silnika: elektroniczna ochrona temperatury silnika,
- automatyczna korekcja kolejności faz,
- grzałka postojowa silnika – kontrola aktualnej temperatury uzwojenia przez czujniki zbudowane w uzwojeniu silnika,
- napęd z zabezpieczeniem przeciwko kondensacji,
- wyłączenie zależne od drogi oraz momentu obrotowego w całym zakresie drogi.

Uwaga jeżeli zastawki/zasuwy będą umieszczone w miejscach poza zasięgiem obsługi należy zapewnić możliwość sterowania lokalnego (poza układem sterowania opartym o PLC) z poziomu gruntu.

Należy zapewnić możliwość zatrzymania zasuwy/zastawki w pozycji pośredniej zarówno przy sterowaniu zdalnym, jak i lokalnym.

- System bezpieczeństwa instalacji gazowej posiadające następujące wyposażenie:

- centralka detekcyjna alarmowa i sterująca kontrolująca pracę detektorów gazów niebezpiecznych oraz sterowania urządzeniami zewnętrznymi (sygnalizator optyczno-akustyczny, wentylator awaryjny, zawór odcinający). Wejście alarmowe do współpracy z systemem ppoż. Przekaz sygnałów pomiarowych stężeń gazów w standardzie 4-20mA i alarmów do sterownika obiektowego PLC. Lokalny wyświetlacz LCD wielkości pomiarowych.
- detektory gazów niebezpiecznych o budowie przeciwwybuchowej ATEX (montaż zgodnie z DTR producenta):
- detektor metanu (proponowane progi alarmowe 10/30 % DGW) pod stropem pomieszczenia,
- detektor siarkowodoru (proponowane progi alarmowe 5/10 ppm NDS) nad posadzką pomieszczenia,
- zewnętrzny sygnalizator optyczno-akustyczny,
- zasilanie 24VDC lub 230VAC – zasilacz z awaryjnym podtrzymaniem napięcia zasilającego (bezobsługowy akumulator) lub zasilanie przez zasilacz UPS.

- Napędy zaworów

- napęd: elektryczny,
- zasilanie: 230VAC, 24VDC lub 400VAC 3-faz.,
- ochrona obudowy napędu: min. IP65,
- zintegrowany przetwornik położenia,
- wyłączniki krańcowe (obciążenia i/lub drogi); zintegrowany regulator procesowy;
- Przesyłanie komend ruchu i sygnałów zwrotnych:
 - za pośrednictwem sygnałów 24V DC i 4-20mA,
 - w postaci danych cyfrowych za pośrednictwem przemysłowej sieci komunikacyjnej Industrial Ethernet z protokołem Profinet lub innym uzgodnionym z zamawiającym.
- grzałka napędu;
- wskaźnik położenia na obudowie,
- przełącznik trybu sterowania lokalne/zdalne,
- silnik z termiczną ochroną uzwojeń,

- Szafy sterownicze AKPiA:

- obudowa metalowa o stopniu szczelności IP55 lub wyższym na cokole zakotwionym bezpośrednio do posadzki dla szafy głównej z CPU sterownika PLC i dla rozdzielni z falownikami wewnątrz budynku w wykonaniu odpornym na panujące warunki środowiskowe: H₂S i wilgoć
- obudowa metalowa o stopniu szczelności IP55 lub wyższym dla szaf wewnątrz budynku mocowanych na ścianie w wykonaniu odpornym na panujące warunki środowiskowe: H₂S i wilgoć.
- szafy zasilające i sterownicze montowane wewnątrz budynków poza pomieszczeniami rozdzielni n.n. i sterowni powinny być wykonane ze stali nierdzewnej.
- obudowa plastikowa lub ze stali nierdzewnej o stopniu szczelności IP65 lub wyższym dla szaf poza budynkiem mocowana na stelażu ze stali nierdzewnej. Dla szaf zasilających instalowanych na zewnątrz budynków zastosować dodatkowe daszki deszczowe zabezpieczające przed warunkami atmosferycznymi. Dla szaf sterowniczych ze sterownikami PLC, panelami HMI, urządzeniami sieciowymi instalowanych na zewnątrz budynków zastosować dodatkowo obudowy ochronne. Obudowy ochronne wyposażać w czujniki otwarcia drzwi z przekazem sygnału do sterownika PLC.
- Szafy zawierające sterowniki PLC i/lub panele operatorskie w obudowie metalowej.

- Wymagane otwieranie drzwi szaf sterowniczych AKPiA bez konieczności wyłączania napięcia.
- Szafy sterownicze AKPiA – standard wykonania:
 - Na elewacji szaf AKPiA powinny być:
 - wyłącznik zasilania
 - LED niebieski dla sygnalizacji poprawności zasilania
 - wyłącznik bezpieczeństwa
 - inne zdaniem Wykonawcy zapewniające funkcjonalność i bezpieczną eksploatację.
 - Czujnik kontroli zasilania sprawdzający obecność kolejność faz, różnice napięcia między poszczególnymi fazami.
 - Na zasilaniu ochronnik przepięciowy na wszystkich trzech fazach i przewodzie neutralnym.
 - Zabezpieczenia dla każdego urządzenia, aparatu osobno. Zabezpieczenia muszą być wyposażone w styk pomocniczy, który w razie zadziałania zabezpieczenia przekaże informację na wejście cyfrowe sterownika PLC.
 - Wszystkie zaciski - urządzenia, sterowniki PLC, aparatura pomiarowa, listwy przyłączeniowe, zabezpieczenia itp. - powinny być śrubowe. W przypadku dużych mocy lub w przypadku kabli uziemiających dopuszcza się zaciski oczkowe. Wszystkie kable i przewody wchodzące do szafki powinny być podłączone do listew przyłączeniowych. Każdy przewód powinien być zakończony końcówką tulejkową i zaciśnięty (z wyjątkiem miejsc gdzie stosuje się końcówki oczkowe). Należy stosować zasadę podłączania jednego przewodu pod jeden zacisk. Mostki łączące zaciski o jednakowym potencjale powinny być w wykonaniu fabrycznym.
 - Przy montażu listew zaciskowych należy stosować zasadę grupowania zacisków o jednakowym potencjale (dla przewodów zasilających) i oddzielenia ich od zacisków dla przewodów sygnałowych.
 - Należy precyzyjnie opisać wszystkie obwody i urządzenia. Wprowadzić trwałe oznakowanie urządzeń, przewodów elektrycznych i żył mające odzwierciedlenie w dokumentacji.
 - Opisy na elewacji szafy powinny być wykonane za pomocą grawerowanych naklejanych tabliczek (uwaga ta dotyczy również oznaczeń na urządzeniach i aparaturze montowanej poza szafą).
 - Szafa metalowa wraz z drzwiami musi być uziemiona przewodem o przekroju min. 16 mm².

- Zabezpieczenie szaf przed samozamknięciem za pomocą blokady.
 - Kolorystyka przewodów dla obwodów 24VDC inna niż dla obwodów 230VAC.
 - Prowadzenie kabli i przewodów wewnątrz szaf w plastikowych grzebieniowych korytkach kablowych - kolor szary.
 - Dla sterowników PLC, rozproszonych wejść/wyjść, aparatury zostawić rezerwę 30% miejsca w szafach pod przyszłą rozbudowę.
 - Każdy kabel powinien wchodzić do szafy AKPiA i zasilającej przez osobny dławik i powinien być podłączony do listwy przyłączeniowej. Dławik powinien być montowany w dolnej ścianie szafy.
 - Szafki AKPiA szczególnie wyposażone w sterowniki PLC lub inne urządzenia programowalne powinny być wyposażone w gniazdko 230VAC z uziemieniem mocowane na szynie TS35 i zabezpieczone wyłącznikiem różnicowo-prądowym.
 - Na drzwiach szafki kieszeń na dokumentację.
- Przewody AKPiA i komunikacyjne prowadzić w osobnych korytkach kablowych niż kable zasilające.
- Kablami wielożyłowymi mogą być przesyłane sygnały o tym samym potencjale.
- Należy precyzyjnie opisać wszystkie urządzenia, aparaturę AKPiA, kable (na dwóch końcach) za pomocą trwałych oznakowań mających odzwierciedlenie w dokumentacji.
- Podejścia przewodów i kabli do aparatury AKPiA należy w miejscach zagrożonych uszkodzeniem mechanicznym prowadzić w rurce ochronnej/wężu elastycznym ochronnym (o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej i odporności na działanie agresywnej atmosfery – np. H₂S, prom.UV).
- W każdym przypadku, gdy zastosowana aparatura pomiarowa posiada możliwość konfiguracji i/lub diagnostyki zdalnej, należy dostarczyć odpowiednie oprogramowanie wraz z niezbędnym osprzętem.

3. Sprzęt

Wymagania ogólne dotyczące maszyn budowlanych określono w części ogólnej PFU.

Do wykonania robót będących przedmiotem niniejszych Warunków Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych stosować sprzęt, sprawny technicznie i zaakceptowany przez Inspektora nadzoru.

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 WWiORB, PZJ oraz projektu organizacji robót, który uzyskał akceptację Inspektora nadzoru.

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

Zgodnie z technologią założoną do wykonania robót elektrycznych proponuje się użyć następującego sprzętu:

- koparko-spycharka na podwoziu ciągnika kołowego o pojemności łyżki 0,25 m³,
- żuraw na podwoziu samochodowym o udźwigu do 4,0 ton,
- wibromłot spalinowy lub elektryczny do 3 kW,
- spawarka elektryczna,
- urządzenie do przewiertów poziomych.

4. Transport

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w części ogólnej PFU.

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość robót i właściwości przewożonych towarów. Środki transportu winny być zgodne z ustaleniami ST, PZJ oraz projektu organizacji robót, który uzyskał akceptację Inspektora nadzoru.

Przy ruchu po drogach publicznych pojazdy muszą spełniać wymagania przepisów ruchu drogowego tak pod względem formalnym jak i rzeczowym.

Dla materiałów długich należy stosować przyczepy dłuźycowe, 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°C. W czasie transportu i przechowywania materiałów elektroenergetycznych należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości tych urządzeń, zastrzeżonych przez producenta.

Zgodnie z technologią założoną do transportu proponuje się użyć takich środków transportu, jak:

- ciągnik kołowy o mocy 50 - 63 kW,
- samochód dostawczy do 0,9 tony,
- samochód skrzyniowy do 5 ton,
- przyczepa dłuźycowa do samochodu do 4,5 ton,
- przyczepa do przewożenia kabli do 4 ton.

5. Wykonanie robót

5.1. Wymagania ogólne

Wymagania ogólne dotyczące prowadzenia robót podano w części ogólnej PFU.

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z wymaganiami prawa Budowlanego, dokumentacją techniczną Norm Technicznych, decyzji udzielającej pozwolenia na budowę, przepisów bezpieczeństwa oraz postanowień Kontraktu.

5.2. Układanie linii kablowych nN

- głębokość ułożenia kabli powinna wynosić 0,7 m,
- minimalna temperatura otoczenia i temperatura układanego kabla wynosi 0°C,
- układany kabel powinien być odwijany z górnej części bębna kablowego zawieszonego na sztywnej osi metalowej umieszczonej w otworze bębna i zaopatrzonej w kołnierze uniemożliwiające przesuwanie się bębna wzdłuż osi; oś metalowa powinna być ułożona poziomo i podparta z obu stron podporami metalowymi ustawionymi na utwardzonym podłożu,
- kable układać na warstwie piasku o grubości 0,1 m; taką samą warstwą piasku kabel przysypać; następnie 0,15m warstwą gruntu rodzimego i osłonić na całej długości pasem folii z tworzywa sztucznego grubości 0,5mm w kolorze niebieskim,
- promień zgięcia kabla nie powinien być mniejszy od 10-krotnej zewnętrznej średnicy kabla, - kable powinny być ułożone w wykopie linią falistą z zapasem wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu nie mniejszym niż 3% długości wykopu;
- linię kablową oznakować na całej długości za pomocą trwałych oznaczników z tworzywa sztucznego mocowanych na kablu w odstępach nie przekraczających 10m; treść napisów na tabliczkach oznacznikowych ustalić z Inwestorem.

5.3. Trasowanie

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

5.4. Montaż konstrukcji wsporczych i uchwytów

Konstrukcje wsporcze i uchwyty przewidziane do ułożenia na nich instalacji elektrycznych powinny być zamocowane do podłoża w sposób trwały przy pomocy typowych elementów konstrukcyjnych, uwzględniających warunki technologiczne, w jakich dana instalacja będzie pracować.

5.5. Układanie przewodów

Przewody w pomieszczeniach technicznych układać na korytkach kablowych w korytkach oraz rurach ochronnych. Instalację należy wykonać z zastosowaniem osprzętu szczelnego z dławicami uszczelniającymi dla wprowadzanych przewodów. Podejścia do odbiorników technologicznych wykonać w rurach osłonowych.

Podejścia instalacji elektrycznych do odbiorników należy wykonać w miejscach bezkolizyjnych, bezpiecznych i w sposób estetyczny. Podejścia od przewodów ułożonych w podłodze należy wykonać w rurach ochronnych, zamocowanych pod powierzchnią podłogi, albo w specjalnie do tego celu przewidzianych kanałach; rury i kanały muszą spełniać odpowiednie warunki wytrzymałościowe i być wyprowadzone nad podłogę do wysokości koniecznej dla danego odbiornika.

Podejścia zwieszakowe stosuje się w przypadkach zasilania odbiorników od góry. Podejścia tego rodzaju stosuje się najczęściej do opraw oświetleniowych i urządzeń zasilanych od góry. Podejścia zwieszakowe należy wykonać jako sztywne lub elastyczne, w zależności od warunków technologicznych i rodzaju wykonywanej instalacji.

Do odbiorników zamocowanych na ścianach, stropach lub konstrukcjach podejścia należy wykonywać przewodami ułożonymi na tych ścianach, stropach lub konstrukcjach budowlanych, a także na innego rodzaju podłożach np. kształtowniki, korytka itp.

5.6. Łączenie przewodów

Łączenie przewodów należy wykonywać w sprzęcie, osprzęcie instalacyjnym i w odbiornikach. Przewody muszą być ułożone swobodnie, nie mogą być narażone na ciągi i naprężenia. Do danego zacisku należy przyłączać przewody o rodzaju wykonania, przekroju i w liczbie, do jakiej zacisk ten jest przystosowany. W przypadku, gdy odbiorniki elektryczne mają wyprowadzone fabrycznie na zewnątrz przewody, ich przyłączenie do instalacji należy wykonać zgodnie z zaleceniami producenta. Zdejmowanie izolacji i oczyszczenie przewodu nie może powodować uszkodzeń mechanicznych. Końce przewodów miedzianych z żyłami wielodrutowymi (linka), powinny być zabezpieczone zaprasowanymi tulejkami bądź końcówkami kablowymi.

5.7. Przejścia przez ściany i stropy

Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany i stropy itp. muszą być chronione przed uszkodzeniami. Przejścia należy wykonywać w przepustach rurowych, przejścia pomiędzy pomieszczeniami o różnych atmosferach powinny być wykonane w sposób szczelny, zapewniające nie przedostawanie się wycieków.

Przejścia przez ściany, które stanowią oddzielenia przeciwpożarowe, należy wykonywać w przepustach instalacyjnych o odporności ogniowej nie mniejszej niż odporność ogniowa przegrody.

Obwody instalacji elektrycznych przechodzące przez podłogi, należy chronić do wysokości bezpiecznej, przed przypadkowymi uszkodzeniami. Jako osłony przed uszkodzeniem należy stosować rury stalowe, rury z tworzyw sztucznych, listwy naściennne itp.

5.8. Ochrona przeciwporażeniowa

Jako ochronę przed dotykiem pośrednim zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania. Wszystkie części przewodzące dostępne należy przyłączyć do przewodu "PE". Szyny "PE" w rozdzielnicach przyłączyć do uziemienia.

W obiektach wykonać główne szyny wyrównawcze FeZn 25x4, do których przyłączyć wszystkie metalowe konstrukcje, urządzenia technologiczne obudowy rozdzielnic itp.. Główne szyny wyrównawcze połączyć z uziemieniem.

Połączenia i przyłączenia przewodów ochronnych należy wykonać jako stałe; rozłączenie lub rozluźnienie tych połączeń nie powinno być możliwe bez użycia narzędzi. Przewody ochronne powinny być wyróżnione barwą żółto-zieloną.

5.9. Montaż osprzętu i aparatury

Przed przystąpieniem do montażu należy dokonać oględzin zewnętrznych urządzeń w celu stwierdzenia ich kompletności oraz wyeliminowania urządzeń uszkodzonych.

Przy budowie instalacji elektrycznych należy stosować osprzęt spełniający wymagania norm i przepisów [pkt. 10]. Sprzęt i osprzęt instalacyjny należy mocować do podłoża w sposób trwały, zapewniający mocne i bezpieczne jego osadzenie. Do mocowania sprzętu i osprzętu mogą służyć konstrukcje wsporcze, przykręcane do podłoża za pomocą kołków i śrub rozporowych.

5.10. Przyłączanie odbiorników

Podejścia instalacji do odbiorników należy wykonać w miejscach bezkolizyjnych oraz bezpiecznych. Do odbiorników zainstalowanych na ścianach, stropach lub konstrukcjach, podejścia należy wykonywać przewodami ułożonymi w rurkach lub listwach naściennych.

Aparaty i odbiorniki należy instalować zgodnie z wytycznymi podanymi przez producenta urządzenia. Miejsca połączeń żył przewodów z zaciskami odbiorników powinny być dokładnie oczyszczone. Samo połączenie musi być wykonane w sposób pewny pod względem elektrycznym i mechanicznym oraz zabezpieczone przed osłabieniem siły docisku i korozją.

Przyłączenia sztywne należy wykonywać w rurach sztywnych, prowadzonych bezpośrednio do odbiorników oraz przewodami kabelkowymi i kablami. Połączenia te wykonuje się do odbiorników stałych, zamocowanych do podłoża i nie ulegających żadnym przesunięciom.

Przyłączenia elastyczne stosuje się, gdy odbiorniki są narażone na drgania lub przystosowane są do przesunięć i przemieszczeń. Przyłączenia elastyczne należy wykonywać przewodami izolowanymi wielożyłowymi giętkimi.

5.11. Montaż rozdzielnic

Rozdzielnice niskiego napięcia wykonać z szaf prefabrykowanych, w układzie TN-S. Wewnątrz szaf aparaty powinny być mocowane na szynach montażowych ew. na płytach montażowych.

W polu głównym należy zainstalować ochronę przeciwprzepięciową chroniącą aparaty i urządzenia. Na poszczególnych drzwiach należy zamieścić jednokreskowy schemat obwodów siłowych odpowiadającej celi. Wszystkie aparaty i urządzenia powinny być rozmieszczone w rozdzielnicy w sposób zapewniający przestrzeń do ich bezpiecznej i wygodnej obsługi.

Na każdych drzwiach rozdzielnicy (po wewnętrznej stronie) powinna być zainstalowana plastikowa kieszeń, do której należy włożyć dokumentację danego pola.

Wszystkie zaciski urządzeń, aparatów montowanych na drzwiach rozdzielnicy lub obudowach, znajdujące się pod napięciem, powinny być właściwie osłonięte, o ile nie zostały zabezpieczone izolatorem z blokadą. Wszystkie drzwi i pokrywy uchylne rozdzielnicy należy uziemić przy pomocy oddzielnego przewodu. Każdy segment obudowy rozdzielnicy powinien być przymocowany do szyny uziemiającej.

Wszystkie szyny główne i połączenia szyn powinny być wykonane z twardej, dobrze przewodzącej miedzi o przekroju, wymiarach i mocowaniu odpowiednio dobranych cieplnie i dynamicznie do spodziewanych obciążeń i prądów zwarciovych. W miejscach, w których ze względu na warunki środowiskowe nie można stosować szyn miedzianych dopuszcza się użycie szyn aluminiowych. Szyny PE i N wykonywać jako oddzielne. Identyfikacja szyn i ich połączeń na całej długości możliwa będzie przez zastosowanie oznaczeń faz oraz odpowiednich izolatorów.

Na całym obiekcie należy bezwzględnie unikać zastosowania rozdzielnic wykonanych ze zwykłych blach stalowych (poza rozdzielnicami wewnątrz budynku). Zastosowanie mogą tu mieć jedynie rozdzielnice wykonane ze stali nierdzewnej. Przy doborze poszczególnych typów rozdzielnic należy mieć na względzie ich odpowiednią odporność na warunki środowiskowe (np. promienie UV dla rozdzielnic instalowanych na wolnym powietrzu, odpowiedni stopień ochrony IP zależny od lokalizacji rozdzielnicy). W rozdzielnicach instalowanych na wolnym powietrzu i zawierających AKPiA zamontować grzałki odpowiednio dobrane do kubatury rozdzielnic.

Rozdzielnice powinny być ustawione w taki sposób, żeby dostęp do nich nie był utrudniany przez wymiary pomieszczenia lub jego wyposażenie. Wszystkie przyrządy, aparaty powinny być rozmieszczone na rozdzielnicy w sposób zapewniający przestrzeń do ich bezpiecznej i wygodnej obsługi.

Podłoże rozdzielnic należy wyłożyć płytami z PVC lub metalu w celu uszczelnienia wejść kanałów kablowych (ewentualnie kable i przewody wyprowadzać poprzez odpowiednie dławiki kablowe).

Rozdzielnice niskiego napięcia i tablice sterownicze w pomieszczeniach zamkniętych powinny posiadać minimalną osłonę ochronną IP54.

5.12. Szafa SZS

Szafa zasilająco-sterownicza SZS stanowi dostawę technologiczną z urządzeniami oraz realizuje lokalne autonomiczne procesy.

Szafka będzie wyposażona m.in. w następujące elementy:

- sterownik PLC,
- panel obsługowy,
- wyłącznik główny i zabezpieczenia silników,
- sygnalizacja i wizualizacja pracy, awarii.

Szafka powinna posiadać na elewacji wyłącznik główny, przełączniki trybu pracy, lampki sygnalizacji stanów pracy oraz powinna być wyposażona w grzałkę dopasowaną do kubatury rozdzielnicy. Szafa SZS powinna mieć możliwość udostępniania niezbędnych sygnałów technologicznych dla głównego sterownika PLC i systemu SCADA oczyszczalni ścieków. Sterownik PLC będzie realizował proces automatycznej pracy urządzeń wg założeń technologicznych, sterując pracą urządzeń przy wykorzystaniu sygnałów analogowych i binarnych stanów pracy, a także magistrali cyfrowej Ethernet/Profinet. Komunikacja ze sterownikiem PLC odbywać się będzie z elewacji szafy z wykorzystaniem panelu operatorskiego. Oprogramowanie panelu operatorskiego powinno funkcjonalnie odwzorowywać stany pracy urządzeń tak, aby umożliwiło pełny nadzór nad pracą obiektu oczyszczalni np. w przypadku awarii systemu wizualizacji w dyspozytorni.

Wszystkie połączenia w rozdzielnicy należy wykonać przewodami miedzianymi. Wszystkie miejsca pozostające pod napięciem osłonić. Połączenia elementów rozdzielni podlegające dodatkowej ochronie przeciwporażeniowej należy wykonać przewodami koloru żółto-zielonego o przekroju min. 6mm².

5.13. Ochrona od porażen

Ochronę od porażen prądem elektrycznym przed dotykiem bezpośrednim stanowi izolacja urządzeń i przewodów. Jako uzupełnienie ochrony przed dotykiem bezpośrednim w obwodach gniazd zastosowano wyłączniki różnicowoprądowe. Ochronę przed dotykiem pośrednim stanowi

SAMOCZYNNIE WYŁĄCZENIE ZASILANIA.

Wszystkie dostępne części przewodzące przyłączyć do przewodu PE. Rezystancja uziemienia przewodu ochronnego nie powinna być większa niż 10Ω.

5.14. Ochrona od przepięć

Ochrona od przepięć zapewniona będzie przez ograniczniki przepięć zabudowane w rozdzielnicach. Zastosowane ograniczniki przepięć zapewniają ochronę przepięciową I, II i III stopnia.

6. Kontrola jakości robót

6.1. Ogólne wymagania

- a) ogólne wymagania dotyczące wykonania robót, dostawy materiałów, sprzętu i środków transportu podano w części ogólnej PFU oraz w Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlano -Montażowych Tom V Instalacje elektryczne,
- b) Wykonawca jest odpowiedzialny za pełną kontrolę jakości robót, materiałów,
- c) Wykonawca zapewni odpowiedni system i środki techniczne do kontroli jakości robót (zgodnie z PZJ) na Terenie Budowy,
- d) wszystkie badania i pomiary będą przeprowadzane zgodnie z wymaganiami Norm lub Aprobatach Technicznych przez jednostki posiadające odpowiednie uprawnienia budowlane.
- e) Wszystkie elementy robót instalacji elektrycznych podlegają sprawdzeniu w zakresie:
 - zgodności z Rysunkami, ST i przepisami
 - poprawnego montażu
 - kompletności wyposażenia
 - poprawności oznaczenia
 - braku widocznych uszkodzeń
 - należytego stanu izolacji
 - skuteczności ochrony od porażeń

6.2. Wymagania szczegółowe

Badania jakości robót w czasie ich realizacji należy wykonywać zgodnie z wytycznymi właściwych WTWiORB oraz instrukcjami zawartymi w Normach i Aprobatach Technicznych dla materiałów i systemów technologicznych.

Wszystkie materiały do wykonania robót muszą odpowiadać wymaganiom WWiORB, muszą posiadać świadectwa jakości producentów i uzyskać akceptację Inspektora nadzoru.

6.2.1. 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 badania kabli po ułożeniu, przed zasypaniem,
- sprawdzenie przepustów kablowych, przed zasypaniem,
- pomiary geodezyjne przed zasypaniem,
- uziemienia ochronne przed zasypaniem.

6.2.2. Badania i pomiary pomontażowe

Po zakończeniu robót należy wykonać próby pomontażowe i należy sprawdzić:

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

7. Obmiar robót

Ze względu na ryczałtowy charakter umowy oraz ustalone w SWZ warunki odbioru wykonanych robót – nie przewiduje się wykonywania obmiaru robót.

8. Odbiór robót

8.1. Ogólne zasady odbioru Robót

Zasady odbioru robót podano w PFU.

8.2. Warunki szczegółowe odbioru robót

Odbiorowi podlega wykonanie kompletnego elementu każdego z obiektów lub robót przewidzianych do wykonania Dokumentacją Projektową.

Odbiór jest potwierdzeniem wykonania robót zgodnie ze Warunkami Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych, dokumentacją projektową, oraz obowiązującymi normami i przepisami prawa. Roboty uznaje się za zgodne ze WWiORB, dokumentacją projektową i wymaganiami Inspektora nadzoru, jeżeli pomiary i badania przyniosły pozytywne wyniki oraz przedstawione atesty pokrywają się z danymi w projekcie technicznym.

Ewentualne roboty poprawkowe Wykonawca przeprowadzi na własny koszt w terminie i zakresie ustalonym z Inspektorem nadzoru.

Przy odbiorze robót wykonawca ma przedstawić następujące dokumenty:

- dokumentacja Projektowa z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie wykonania robót (Dokumentacja Powykonawcza),
- Dziennik Budowy,
- dokumenty uzasadniające uzupełnienia i zmiany wprowadzone w trakcie wykonywania robót,
- dokumenty dotyczące jakości wbudowanych materiałów,
- protokoły częściowych odbiorów robót,
- protokoły i zaświadczenia z dokonanych prób montażowych,
- protokoły badań technicznych i pomiarów,
- metryki urządzeń piorunochronnych,
- protokół pomiarów rezystancji uziemienia,
- świadectwa jakości wydane przez dostawców urządzeń i materiałów,
- dokumentację fabryczną zamontowanych urządzeń,
- Dokumentację Techniczno Ruchową urządzeń.

Do odbioru ostatecznego Wykonawca musi przekazać Zamawiającemu dokumentację powykonawczą oraz oprogramowania, która winna zawierać:

- 1) wszystkie kody źródłowe oprogramowania wraz z komentarzami,
- 2) przeniesienie praw autorskich wszystkich elementów wykorzystanych i utworzonych do realizacji zadania, Przeniesienie praw autorskich powinny gwarantować odpowiednie zapisy w umowie dla przedmiotowego zadania zatwierdzonej przez Kancelarię Prawną.
- 3) spis wszystkich parametrów urządzeń oraz hasła dostępu z loginami umożliwiającymi późniejszą rekonfigurację,
- 4) całą powykonawczą dokumentację elektryczną w wersji elektronicznej PDF.

W celu zagwarantowania możliwości wprowadzania modyfikacji, czy też rozbudowy funkcjonalnej należy dostarczyć użytkownikowi wymagane wyposażenie i oprogramowanie w zakresie systemu monitoringu i sterowania.

Wykonawca dostarczy Zamawiającemu dokumentację powykonawczą branży elektrycznej i AKPiA w formie papierowej min. 2 egz. i w formie elektronicznej na nośniku cyfrowym (płyta CD/DVD) 1 egz. Wszystkie egzemplarze dokumentacji powykonawczej dostarczonej w formie papierowej powinny być oprawione w segregatory i opatrzone opisem na grzbiecie segregatora zawierającym:

- typ dokumentacji,

- nazwę zadania,
- miejscowość, ulica.

Dokumentacja powykonawcza powinna zawierać:

- Spis treści.
- Opis przyjętych rozwiązań technicznych.
- Obliczenia na podstawie, których dobrano przekroje kabli, przewodów, urządzenia zabezpieczające, selektywność działania zabezpieczeń, ochronę przeciwporażeniową.
- Schematy zasilania w energię elektryczną urządzeń w wersji edytowalnej w uzgodnionym z Zamawiającym formacie i pliku .pdf.
- Schematy elektryczne AKPiA wykonane w standardzie wielokreskowym w wersji edytowalnej w uzgodnionym z Zamawiającym formacie i pliku .pdf.
- schemat sieci komunikacyjnych wraz z adresami urządzeń i długościami kabli w wersji edytowalnej w uzgodnionym z Zamawiającym formacie i pliku .pdf.
- Widok rozmieszczenia aparatury i koryt kablowych w szafkach sterowniczych i zasilających
- Trasy kablowe, listę kabli
- Zestawienie materiałów.
- Atesty, aprobaty techniczne, deklaracje zgodności.
- DTR dostarczonych urządzeń.
- Protokoły ze sprawdzeń i pomiarów elektrycznych odbiorowych.
- Dokumenty licencyjne dostarczonych programów komputerowych i systemów operacyjnych.
- Komplet nośników umożliwiających odtworzenie oprogramowania zainstalowanego na urządzeniach PLC i HMI - kody źródłowe oprogramowania wraz z komentarzami.
- Instrukcję eksploatacji instalacji. Instrukcja powinna zawierać:
 - Instrukcję obsługi panela HMI i systemu SCADA (uruchamianie, logowanie użytkowników, edycja i wprowadzanie parametrów, obsługa alarmów i inne),
 - Opis realizacji usług serwisowych i wsparcia technicznego, sposób zgłaszania awarii (dane kontaktowe).

Wykonawca sporządzi Dokumentację powykonawczą jako nowo wykonaną dokumentację budowy (część opisowa + część rysunkowa) w zakresie i formie wymaganej dla Dokumentacji Wykonawczej. Treść dokumentacji powykonawczej musi być zgodna z stanem faktycznym wykonanych Robót. Dokumentacja powykonawcza powinna zostać wykonana w języku polskim.

Cała dokumentacja powykonawcza będzie przedmiotem zatwierdzenia przez Zamawiającego.

9. Podstawa płatności

Warunki płatności zostały ustalone w Specyfikacji warunków zamówienia (SWZ) oraz w Umowie.

10. Przepisy związane

Podstawą do wykonania robót są następujące niżej wymienione elementy dokumentacji projektowej, normy oraz inne dokumenty i ustalenia techniczne. Roboty będą wykonywane w bezpieczny sposób, ściśle w zgodzie z Polskimi Normami (PN) lub odpowiednimi normami Krajów UE.

10.1. Elementy dokumentacji projektowej

Podstawą do wykonania robót są następujące elementy dokumentacji projektowej:

- Projekt Budowlany.
- Projekt Wykonawczy.
- Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.

10.2. Normy

- N SEP-E-004 – Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa lub równoważna
- PN-EN-61140:2005 – Ochrona przed porażeniem elektrycznym. Wspólne aspekty instalacji i urządzeń lub równoważna.
- PN-IEC 60364-3:2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ustalenie ogólnych charakterystyk lub równoważna.
- PN-HD 60364-1:2010 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część:1 Wymagania podstawowe, ustalenie ogólnych charakterystyk, definicje lub równoważna.
- PN-HD 60364-4-41:2009 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przeciwporażeniowa lub równoważna.
- PN-HD 60364-4-442:2012 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-442: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przepięciami dorywczymi powstającymi wskutek zwarć doziemnych w układach po stronie wysokiego i niskiego napięcia lub równoważna.
- PN-HD 60364-4-443:2006 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi lub równoważna.
- PN-HD 60364-4-444:2012 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-444: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed zakłóceniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi lub równoważna.
- PN-IEC 60364-4-45:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed obniżeniem napięcia lub równoważna.

- 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 lub równoważna.
- 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 lub równoważna.
- PN-HD 60364-5-51:2011 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Postanowienia ogólne lub równoważna.
- PN-HD 60364-5-52:2011 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-523:2001 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-53:2000 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza lub równoważna.
- PN-HD 60364-5-534:2012 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie. Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami lub równoważna.
- PN-IEC 60364-5-537:1999 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączenia izolacyjnego i łączenia lub równoważna.
- PN-HD 60364-5-54:2011 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i przewody ochronne lub równoważna.
- PN-HD 60364-5-551:2010 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-55: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Inne wyposażenie - Sekcja 551: Niskonapięciowe zespoły prądotwórcze lub równoważna.
- PN-HD 60364-6:2008 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 6: Sprawdzanie lub równoważna.
- PN-HD 60364-7-701:2010 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-701: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub prysznic lub równoważna.
- PN-HD 60364-7-704:2010 - Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-704: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Instalacje na terenie budowy i rozbiórki lub równoważna.
- PN-EN 62305-1:2011 - Ochrona odgromowa. Część 1: Zasady ogólne lub równoważna.
- PN-EN 62305-2:2012 - Ochrona odgromowa. Część 2: Zarządzanie ryzykiem lub równoważna.
- PN-EN 62305-3:2011 - Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia lub równoważna.
- PN-EN 62305-4:2011 - Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach lub równoważna.
- PN-HD 308 S2:2007 – Identyfikacja żył w kablach i przewodach oraz w przewodach sznurowych lub równoważna.
- PN-EN 12464-1:2011- Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach lub równoważna.
- PN-EN 12464-2:2008/Ap1:2009/Ap2:2010 - Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz lub równoważna.

- PN-EN 50274:2004 - Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Ochrona przed niezamierzonym dotykiem bezpośrednim części niebezpiecznych czynnych lub równoważna.
- PN-E-05033:1994 - Wytyczne do instalacji elektrycznych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie lub równoważna.
- PN-EN 61293:2000 - Znakowanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi dotyczącymi zasilania elektrycznego. Wymagania bezpieczeństwa lub równoważna.
- PN-E 79100:2001 - Kable i przewody elektryczne. Pakowanie, przechowywanie i transport lub równoważna.
- PN-EN 60529:2003 - Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP) lub równoważna
- PN-EN ISO 13849-1:2008 - Bezpieczeństwo maszyn. Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część 1: Ogólne zasady projektowania lub równoważna.
- PN-EN 61000-6-4:2008 - Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 6-4: Normy ogólne. Norma emisji w środowiskach przemysłowych lub równoważna.
- PN-EN 60255-26:2010 - Przekazniki pomiarowe i urządzenia zabezpieczeniowe. Część 26: Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej lub równoważna.
- PN-EN 61010-1:2011 - Wymagania bezpieczeństwa dotyczące elektrycznych przyrządów pomiarowych, automatyki i urządzeń laboratoryjnych. Część 1: Wymagania ogólne lub równoważna.
- PN-EN 60770-2:2011 - Przetworniki pomiarowe stosowane w systemach sterowania procesami przemysłowymi. Część 2: Metody badań i procedury lub równoważna.
- PN-EN 60688:2004 - Przetworniki pomiarowe elektryczne do przetwarzania wielkości elektrycznych prądu przemiennego na sygnały analogowe lub cyfrowe lub równoważna.
- PN-EN 60546-1:2011 - Regulatory z sygnałami analogowymi stosowane w układach sterowania procesami przemysłowymi. Część 1: Metody wyznaczania właściwości lub równoważna.
- PN-EN 60546-2:2011 - Regulatory z sygnałami analogowymi stosowane w układach sterowania procesami przemysłowymi. Część 2: Wytyczne do badań kontrolnych i rutynowych lub równoważna.
- PN-EN 61003-1:2004 - Pomiary i sterowania procesami przemysłowymi. Urządzenia z analogowymi wejściami i dwu lub wielostanowymi wyjściami. Część 1: Metody wyznaczania właściwości lub równoważna.
- PN-EN 60423:2008 - Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Średnice zewnętrzne rur instalacyjnych oraz gwinty rur i osprzętu lub równoważna
- PN-EN 50173-1:2011 - Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego. Część 1: Wymagania ogólne lub równoważna.

10.3. Inne

- 1) WTWiORB-M – „Warunki Techniczne Wykonywania i Odbioru Robót Budowlano – Montażowych – część V. - instalacje elektryczne” (wydawnictwo ARKADY – 1988r.).