

SPECYFIKACJA TECHNICZNA

ST – 15

INSTALACJE AKPiA

Nazwy i kody robót według kodu numerycznego słownika głównego Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)
45252100-9 – Roboty budowlane w zakresie zakładów oczyszczania ścieków

45300000 – Roboty w zakresie instalacji budowlanych

45310000-3 - Roboty instalacji elektrycznych

45317000-2 – Instalacje elektryczne

Spis treści

Spis treści	3
1. CZĘŚĆ OGÓLNA	5
2. MATERIAŁY	7
3. SPRZĘT	20
4. TRANSPORT	21
5. WYKONANIE ROBÓT	21
6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	33
7. OBMIAR ROBÓT	34
8. ODBIÓR ROBÓT	34
9. PODSTAWA PŁATNOŚCI	35
10. PRZEPISY ZWIĄZANE	36

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (ST)- są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót w zakresie robót AKPiA związanych z wykonaniem automatyki i sterowania przy realizacji projektu' pt. „**Zadanie 9.2 Przebudowa części biologicznej Oczyszczalni Ścieków w Nowej Wsi Elckiej**”

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacje Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych ST-, jako część Dokumentów Przetargowych i Kontraktowych, należy odczytywać i rozumieć w odniesieniu do robót objętych Kontraktem wskazanym w punkcie 1.1.

1.3. Zakres Robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą prowadzenia robót związanych z wykonaniem instalacji AKPiA na budowie modernizowanej oczyszczalni ścieków zgodnie z Dokumentacją Projektową - opis techniczny i rysunki obejmują wykonanie automatyki w zakresie pomiarów i sterowania urządzeniami oczyszczalni w ramach „**Zadanie 9.2 Przebudowa części biologicznej Oczyszczalni Ścieków w Nowej Wsi Elckiej**”

Zakres robót obejmuje:

- Roboty przygotowawcze:
 - Prace geodezyjne związane z wyznaczeniem zakresu robót i obiektu zgodnie z ST-01
 - Wykonanie dokumentacji fotograficznej stanu istniejącego przez Wykonawcę
 - Dostarczenie na teren budowy niezbędnych materiałów, urządzeń i sprzętu budowlanego.
 - Wykonanie niezbędnych prac badawczych i projektowych.
- Roboty zasadnicze:
 - Montaż szaf automatyki,
 - Układanie kabli i przewodów zasilających, sterowniczych i pomiarowych,
 - Montaż osprzętu,
 - Układanie rur ochronnych, drabinek kablowych i korytek,
 - Podłączenie kabli i przewodów,
 - Montaż i uruchomienie aparatury kontrolno-pomiarowej
 - Montaż, oprogramowanie i uruchomienie sterowników systemowych,
 - Montaż, oprogramowanie i uruchomienie paneli operatorskich,
 - Montaż i uruchomienie układów sterowania i pomiarowych
 - Modernizacja i uruchomienie oprogramowania systemu sterowania i wizualizacji,
 - Montaż i uruchomienie stacji operatorskich
 - Rozbudowa i uruchomienie tablicy synoptycznej
 - Uruchomienie systemu
 - Rozruch systemu
 - Roboty końcowe, konieczne do uzyskania Świadectwa Przejęcia Robót
 - Przeprowadzenie niezbędnych pomiarów i badań laboratoryjnych

Zadanie 9.2

- Dostawa, montaż, okablowanie i uruchomienie hydrostatycznego pomiaru poziomu w zbiorniku retencyjnym ścieków (obiekt 8.1),
- Dostawa, montaż, okablowanie i uruchomienie hydrostatycznego pomiaru poziomu w komorze pomp ścieków zretencjowanych (obiekt 8.2),
- Demontaż dotychczasowego układu pomiarowego oraz dostawa, montaż, okablowanie i uruchomienie hydrostatycznego pomiaru poziomu w komorze pomp podnoszenia ścieków surowych (obiekt 43),
- Okablowanie w zakresie AKPiA szafy sterowniczej systemu dezodoryzacji 32.2, sprawdzenie działania połączeń do systemu nadrzędnego,
- Dostawa, montaż, okablowanie i uruchomienie kontenera pomiarowego (NH₄ i NO₃ przed i po I° biologii

oraz pH/temperatura przed I° biologii) (obiekt 28), dostawa i zabudowa rozd. zasilania technologicznego w kontenerze,

- Dostawa, montaż, okablowanie, wkopanie w ziemię grzanych torów poboru próbek w rurach osłonowych i uruchomienie dwóch układów poboru i filtracji próbki z komór czerpnych pompowni ścieków przed i za I° biologii (obiekty 43 i 44) dla kontenera (obiekt 28),
- Dostawa, montaż, okablowanie, zabudowa stojaka i armatury czujnika pH ścieku z komory czerpnej pompowni na I° biologii (obiekt 43)
- Dostawa, montaż, okablowanie i uruchomienie trzeciego i czwartego pomiaru tlenu rozpuszczonego w komorze nityfikacji I ciągu (obiekt 10.1), Przetwornik z osłoną przeciwsłoneczną zabudowany na stojaku będącym jednocześnie stojakiem armatury zanurzeniowej sondy tlenu, druga sonda ze swoją armaturą zabudowana na drugim stojaku,
- Dostawa, montaż, okablowanie i uruchomienie trzeciego i czwartego pomiaru tlenu rozpuszczonego w komorze nityfikacji II ciągu (obiekt 10.2), Przetwornik z osłoną przeciwsłoneczną zabudowany na stojaku będącym jednocześnie stojakiem armatury zanurzeniowej sondy tlenu, druga sonda ze swoją armaturą zabudowana na drugim stojaku,
- Dostawa, montaż, okablowanie i uruchomienie przepływomierza elektromagnetycznego (czujnik DN500, zabudowany w komorze 21, przetwornik zabudowany w kontenerze pomiarowym ścieku oczyszczonego na wylocie z oczyszczalni),
- Dostawa, montaż, okablowanie i uruchomienie aparatury pomiarowej (NH₄, PO₄, NO₃, ChZT, pH/temperatura) w kontenerze pomiarowym ścieku oczyszczonego na wylocie z oczyszczalni (obiekt 20), dostawa i zabudowa rozd. zasilania technologicznego w kontenerze,
- Zabudowa w kontenerze układu poboru i filtracji próbki z komory czerpnej kanału wylotowego pod kontenerem dla układów pomiarowych w kontenerze,
- Zabudowa w kontenerze armatury zanurzeniowej sondy pH/temperatury ścieku,
- Zabudowa w kontenerze stacji poboru próbek z układem ssania próbki,
- Zabudowa ultradźwiękowego bezinwazyjnego przepływomierza w komorze 11.1.1 (osad z osadnika końcowego 11.1),
- Zabudowa ultradźwiękowego bezinwazyjnego przepływomierza w komorze 11.2.1 (osad z osadnika końcowego 11.2),
- Zabudowa ultradźwiękowego bezinwazyjnego przepływomierza w komorze 11.3.1 (osad z osadnika końcowego 11.3),
- Demontaż istniejącego sterownika S1M, S1P, S1B, S1A (hała dmuchaw), S1W (pompownia wielofunkcyjna)
- Dostawa, montaż i okablowanie nowych sterowników S1M, S1P, S1B, S1A, S1W, Wykonanie oprogramowania nowych sterowników S1M, S1P, S1B, oraz prac w systemie nadrzędnym oraz systemie raportowania,
- Dostawa i uruchomienie nowej wersji oprogramowania Dream Raport z licencją do 5000 zmiennych (o ile nie zostało to wykonane w ramach pozostałych zadań 9.1 lub 9.3).

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w ST-00.

Czujnik pomiarowy - jest to układ fizyczny, który swoją reakcję na bodziec fizyczny lub biologiczny przekształca w mierzalny sygnał innej wielkości fizycznej.

Ogranicznik przepięć – urządzenie do ochrony aparatury elektrycznej lub elektronicznej przed przepięciami w celu zabezpieczenie ich przed możliwością uszkodzenia.

Przetwornik sygnału – jest to urządzenie dokonujące przekształcenia danej wielkości na inną wielkość według określonej zależności i z pewną dokładnością. Urządzenie pierwotne to np. czujnik, sonda, głowica pomiarowa. Wyjście z przetwornika stanowi standardowy sygnał, najczęściej prądowy lub napięciowy.

Sterownik PLC – jest to mikroprocesorowe urządzenie swobodnie programowalne, realizujące określony program sterowania obiektem. Sterowanie to odbywa się na podstawie sygnałów wejściowych (analogowych lub/i cyfrowych) określających stan pracy układu. Sterowanie układem odbywa się poprzez wyjścia (analogowe lub/i cyfrowe).

Sygnalizacja wartości granicznych – określa minimalną lub maksymalną wartość mierzonej wielkości - sygnał o takim stanie pochodzić może bezpośrednio z aparatury kontrolnej, bądź też z urządzenia, które mierzy kontrolowany parametr w sposób ciągły.

Wizualizacja- zobrazowanie na ekranie monitora, wartości mierzonych parametrów, stanów pracy urządzeń, stanów awaryjnych. Umożliwia również generowanie zestawień dotyczących wielkości mierzonych oraz przeglądanie historii.

Wskaźnik pomiarowy – jest to przyrząd umożliwiający w szybki sposób odczytanie wartości mierzonego parametru.

AI (Analogue Input) - wejścia analogowe – analogowe moduły elektroniczne umożliwiające dokonywanie pomiarów, zbieranie informacji o stanie poszczególnych obiektów.

AKPiA – aparatura kontrolno pomiarowa i automatyki.

AO (Analogue Output) - wyjścia analogowe - analogowe moduły elektroniczne umożliwiające sterowanie urządzeniami.

CPU (Central Processing Unit) - procesor.

CRS (ang. Common Reporting Standard) – powszechny standard raportowania.

DI (Digital Input) - wejścia cyfrowe – cyfrowe moduły elektroniczne umożliwiające dokonywanie pomiarów, zbieranie informacji o stanie poszczególnych obiektów.

DO - Digital Output wyjścia cyfrowe - cyfrowe moduły elektroniczne umożliwiające sterowanie urządzeniami.

HMI (ang. Human-Machine Interface) – interfejs służący do komunikacji z elementami rozproszonego systemu sterowania.

PLC (Programmable Logic Controller) - sterownik swobodnie programowalny.

SCADA (ang. Supervisory Control and Data Acquisition) - nadrzędny system sterowania i zbierania danych.

Dodatkowa ochrona przeciwporażeniowa - ochrona części przewodzących mająca na celu zabezpieczenie przed dotykiem bezpośrednim lub pośrednim, na których istnieje możliwość wystąpienia napięcia.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST-00.

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacjami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych i poleceniami Inwestora.

Wprowadzenie jakichkolwiek odstępstw od tych dokumentów wymaga akceptacji Inwestora.

Wykonawca uwzględni w swojej wycenie koszty niezbędne dla realizacji całości zakresu robót wynikających z niniejszej specyfikacji, dokumentacji projektowej oraz dokumentacji kosztorysowej.

2. MATERIAŁY

2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Ogólne warunki dotyczące stosowania materiałów podano w ST-00 Wymagania ogólne.

Materiały użyte do wykonania instalacji muszą ściśle spełniać wymagania niniejszej specyfikacji oraz być zgodne z dokumentacją projektową.

Możliwe jest proponowanie produktów równorzędnej jakości. Jakiegokolwiek przeróbki projektowe, budowlane i instalacyjne muszą być wykonane na koszt wykonawcy. Wszystkie materiały wymagają akceptacji Inwestora.

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

Wszystkie urządzenia powinny posiadać oznakowanie CE oraz deklarację producenta o zgodności z odpowiednimi dyrektywami

Urządzenia powinny być zamontowane zgodnie z zaleceniami producenta zawartymi w instrukcji obsługi.

Urządzenia i materiały powinny gwarantować działanie w określonych warunkach środowiskowych i powinny być zaprojektowane i wykonane w najwyższych możliwych standardach produkcji, dokładności, powtarzalności i niezawodności. z tego względu urządzenia powinny być wykonane tak, aby:

- ☐ zredukować rutynową i okazjonalną konserwację przez cały okres użytkowania do praktycznego minimum, równocześnie osiągnąć maksymalną niezawodność,
- ☐ aby skutecznie przeciwstawić się wpływowi czynników elektrycznych, mechanicznych, termicznych i atmosferycznych, którym będą podlegać podczas eksploatacji, bez pogorszenia własności i bez usterek.

Jeśli dostarczane jest więcej niż jedno urządzenie czy element przeznaczone do wykonywania określonej funkcji, wszystkie takie pozycje powinny być identyczne i wzajemnie wymienne.

Parametry techniczne materiałów i wyrobów powinny być zgodne z wymaganiami Zamawiającego i powinny odpowiadać wymaganiom obowiązujących norm i przepisów dotyczących budowy urządzeń elektrycznych. Urządzenia pomiarowe powinny zostać dostarczone wraz ze świadectwami kalibracji fabrycznej. Do urządzeń powinna być dołączona dokumentacja techniczno-ruchowa. Do urządzeń i osprzętu instalowanego w strefie zagrożonej wybuchem powinny zostać dołączone odpowiednie atesty. Jeśli jest to wymagane prawem, urządzenia i osprzęt powinny mieć aktualne Aprobaty Techniczne lub Oceny Techniczne, atesty lub inne dokumenty wydane przez odpowiednie jednostki.

Jeśli w projekcie lub kosztorysie przy określonym materiale, wyrobie lub urządzeniu podany jest numer katalogowy, to dostarczony na budowę wyrób powinien ściśle odpowiadać opisowi katalogowemu. Materiały i wyroby o zbliżonych, lecz nie identycznych, jak podano w projekcie lub kosztorysie, parametrach można zastosować na budowie wyłącznie za pisemną zgodą Zamawiającego i Inwestora.

Materiały, wyroby i urządzenia, dla których wymaga się świadectw jakości, należy dostarczać wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi lub protokołami odbioru technicznego (np. w przypadku urządzeń prefabrykowanych). Przy odbiorze materiałów należy zwrócić uwagę na zgodność stanu faktycznego z dowodami dostawy. Świadectwa jakości, karty gwarancyjne, protokoły wewnętrznego odbioru technicznego itp. dokumenty materiałowe należy starannie przechowywać w magazynie wraz z materiałem, a po wydaniu materiału z magazynu – w kierownictwie robót (budowy).

Dostarczone na miejsce składowania (budowę) materiały i urządzenia należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy, przeprowadzić oględziny stanu opakowań materiałów, części składowych urządzeń i kompletnych urządzeń. Należy również wyrywkowo sprawdzić jakość wykonania, stwierdzić brak uszkodzeń, w tym spowodowanych korozją itp.

W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonania robót materiały i elementy urządzeń należy przed ich zabudowaniem poddać badaniom określonym przez kierownictwo robót.

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

Szafy zasilające i sterownicze powinny być wykonane z materiałów odpornych na korozję oraz jeśli są wystawione na działanie warunków atmosferycznych powinny posiadać stopień ochrony IP65 lub wyższy.

2.2. Deklaracja zgodności

Wyroby i materiały 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.

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

2.3. Wymagania szczegółowe dotyczące materiałów

2.3.1. Struktura systemu automatyki

System automatyki posiadać będzie wielopoziomową strukturę, w której można wyodrębnić:

- Warstwę obiektową
- Warstwę układów wejść/wyjść
- Warstwę sieci komunikacyjnej
- Warstwę aplikacyjną

Z uwagi na fakt, że rozbudowa oczyszczalni odbywać się będzie na pracującym obiekcie, wszelkie prace związane z modyfikacjami istniejącego systemu należy przeprowadzać w sposób bezpieczny dla ciągłości procesu technologicznego.

Układ sterowania składa się z modułów scentralizowanych i zdecentralizowanych modułów wejść i wyjść. System jest skalowalny, aby móc obsługiwać wszystkie możliwe aplikacje od pojedynczego systemu użytkownika (pojedyncza stacja) do stacji rozproszonych architektur klient-serwer.

2.3.2. Warstwa obiektowa

Wszystkie pomiary są pomiarami pośrednimi tzn. takimi w których aparatura pierwotna zabudowana jest bezpośrednio na obiekcie lub rurociągu i dalej jest przekazywany za pomocą kabli elektrycznych do urządzeń wtórnych tj. do szafy systemu sterowania. Generalnie należy przyjąć zasadę, że pierwotna aparatura musi spełniać powszechne wymagania stawiane aparaturze i urządzeniom stosowanym dla oczyszczalni ścieków.

Zaprojektowana aparatura powinna być dostarczona jako aparatura z przetwornikami cyfrowymi; komunikacja cyfrowa Modbus RTU, Modbus TCP/IP, pomiędzy przetwornikiem a sterownikiem PLC, a w przypadku uzasadnionego zastosowania przetworników cyfrowych dopuszcza się przetworniki zasilane z pętli prądowej 4...20mA.

Wymagania dla aparatury kontrolno-pomiarowej.

Dobrana aparatura spełnia warunki do zabudowy na obiekcie, jakim jest oczyszczalnia ścieków. Materiały użyte oraz wykonania urządzeń zapewniają możliwie największą ochronę przed agresywnym środowiskiem. Urządzenia będą pochodzić od producenta zapewniającego serwis fabryczny gwarancyjny oraz pogwarancyjny na terenie Polski oraz będą objęte polską gwarancją. Oprzyrządowanie: kompresory, uchwyty, osłony pogodowe, stojaki, wysięgniki są oryginalne tzn. wykonane przez producenta urządzeń tak by zapewnić trwałą i wygodną eksploatację. Aparatura pomiarowa ze względu na unifikację będzie pochodzić, co najwyżej od dwóch dostawców. System nadrzędny będzie komunikował się z analitycznymi przetwornikami pomiarowymi protokołem Modbus TCP/IP, a dla urządzeń dwuprzewodowych i przepływomierzy 4...20 mA. Nie dopuszcza się stosowania prototypów. Zakresy pomiarowe sond oraz średnice przepływomierzy będą odpowiadać warunkom panującym w miejscu pomiarowym.

W celu ułatwienia eksploatacji, diagnostyki oraz kalibracji pomiary analityczne powinny być wyposażone we wskaźniki lokalne odporne na warunki otoczenia bez konieczności ich demontażu i montażu (zamontowane na stałe).

Wykaz pomiarów przekazywanych do systemu AKPiA zestawiono w projekcie w tabeli: Zestawienie zakresów punktów pomiarowych dla zadania 9.2. Faktyczna ilość punktów pomiarów (szczególnie po łączach komunikacyjnych) zostanie przedstawiana do przez Wykonawcę do akceptacji/zatwierdzenia przez Inwestora po zaproponowaniu konkretnych typów urządzeń.

Poniżej opisano wymagania dla aparatury kontrolno-pomiarowej objętej tym projektem, w przypadku dostawy aparatury wraz z urządzeniami i instalacjami technologicznymi, dostawcy (Wykonawcy) technologii winni się kierować poniższymi wymaganiami.

Pomiar poziomu

Metoda hydrostatyczna =08.1+01-B, =08.1+01-B i =43+01-B

- suchy (bezołejowy) czujnik ceramiczny odporny na osady i przeciążenia
- średnica czujnika min. 42 mm
- dokładność ± 0.2 %
- komunikacja 4...20 mA
- wbudowany ochronnik przeciwprzepięciowy
- kalibracja fabryczna na wybrany zakres pomiarowy
- obudowa wykonana ze stali kwasoodpornej
- kabel nośny wykonany z polietylenu, dowolnie skracany
- w zestawie klamra montażowa oraz puszką łączeniową producenta
- zabezpieczenie przed wnikaniem wilgoci - filtr teflonowy lub Goretex

Pomiary przepływu

Przepływomierze elektromagnetyczne =21+01-B/U

Przetwornik:

- 4-liniowy, podświetlany wyświetlacz LCD, z menu w języku polskim, ze zmianą koloru w razie błędu lub awarii
- zasilanie: uniwersalne, umożliwiające podłączenie napięcia 100-240VAC lub 24VAC/DC
- temperatura otoczenia -20°C...+50°C
- obsługa za pomocą przycisków optycznych
- wbudowane narzędzie do diagnostyki czujnika oraz przetwornika

- wbudowany serwer www do konfiguracji poprzez złącze RJ-45
- wyjścia: 4...20 mA HART + impulsowe + binarne
- komunikacja: Modbus RTU (tam gdzie wymagane w projekcie)
- obudowa przetwornika wykonana z $\text{AlSi}_{10}\text{Mg}$
- stopień ochrony przetwornika IP66/67

Czujnik:

- błąd pomiarowy $0,5\% \pm 1 \text{ mm/s}$
- temperatura medium $0^\circ\text{C} \dots +50^\circ\text{C}$
- detekcja niepełnego przepływu elektrodą inną niż pomiarowa
- stopień ochrony czujnika min. IP66/67
- wersja kompaktowa lub do montażu rozłącznego z oryginalnym kablem producenta (w zależności od zabudowy)
- tam gdzie może następować permanentne zalanie czujnika przepływomierza z zewnątrz: wersja rozdzielna, oryginalny kabel producenta, obudowa czujnika ze stopniem ochrony IP68 (potwierdzone na tabliczce znamionowej)
- przyłącze procesowe: kołnierze ze stali węglowej (cynkowane) lub z k.o., zgodne z EN1092-1
- odporna na długotrwałe oddziaływanie ścieków oraz osadów wykładzina z poliuretanu lub z teflonu (w zależności od medium)
- odporne na zabrudzanie tłuszczami elektrody stożkowe wykonane z 1.4435, dla mediów agresywnych chemiczne z odpowiedniego materiału odpornego na dane medium

Przepływomierz ultradźwiękowy z czujnikami zaciskowymi (bezinwazyjny) =11.1.1+01-B,

11.2.1+01 B, 11.3.1+01-B

Przetwornik:

- 4-liniowy, podświetlany wyświetlacz LCD
- obsługa za pomocą przycisków optycznych
- język polski
- zasilanie 230 VAC
- komunikacja cyfrowa (zgodnie z projektem): HART
- wyjście: 4...20 mA, impulsowe
- temperatura otoczenia $-20^\circ\text{C} \dots +60^\circ\text{C}$
- obudowa wykonana z aluminium pokrywanego proszkowo
- stopień ochrony przetwornika IP67
- wersja rozdzielna (naścienna), kabel producenta
- 3 liczniki

Czujnik:

- czujniki zaciskane
- obudowa ze stali 1.4301
- brak strat ciśnienia w rurociągu
- błąd pomiarowy $\pm 2\% \pm 7,5 \text{ mm/s}$
- możliwość pomiaru dla średnic od DN15 do DN4000 (w zależności od zastosowanych czujników)
- częstotliwość czujnika od 6 MHz do 0,5 MHz (w zależności od zastosowanych czujników)
- typ czujnika (częstotliwość, zakres średnic, zestaw montażowy) dopasowany do warunków na obiekcie
- temperatura medium: $-20 \dots +80^\circ\text{C}$
- odporność na wstrząsy i drgania zgodna z normą IEC 68-2-6
- zakres pomiarowy od 0.3 do 10 m/s
- wymagane odcinki proste: min. 15 średnic przed i 3 średnice za przepływomierzem
- stopień ochrony czujnika: IP67 (opcja IP68)

Pomiary ciśnienia (zalecany dla pomiarów dostarczanych razem z gotowymi instalacjami): ciśnienie w filtrze fotokataltycznym instalacji 32.2.

- maksymalny błąd: $\pm 0,2\%$ / stabilność długoterminowa 0,1% zakresu nominalnego / rok

- obsługa za pomocą przycisków wewnątrz obudowy przetwornika
- wyświetlacz LCD
- komunikacja 4...20 mA
- suchy czujnik pojemnościowy
- odporna mechanicznie i chemicznie membrana ceramiczna
- zdolność zmiany zakresu 10:1 bez utraty dokładności
- odporna mechanicznie i korozyjnie obudowa przetwornika aluminiowa lub z k.o.
- zakres pomiarowy dostosowany do warunków panujących w miejscu montażu
- przyłącze procesowe: gwint G1-1/2 montaż czołowy (dla osadu); G1/2 (dla wody lub powietrza)

Pomiary temperatury w ścieków

- zintegrowany z czujnikiem pH

Pomiar fizyko-chemiczne

Przetwornik pomiarowy =10.1+03-B, =10.1+03-B, =20+01-B, =20+05-B, =28+01-B

- obsługa czujników w technologii cyfrowej (memosens, wymienna konfiguracja sond cyfrowych)
- automatyczne rozpoznawanie podłączonych czujników wraz z pobieraniem danych kalibracyjnych
- duży, indywidualny wyświetlacz, menu w języku polskim
- dostęp do funkcji umożliwiających ocenę stanu zużycia elektrody lub czujnika
- funkcja sterowania czyszczeniem
- zasilanie: 230 V
- wejście: maks. 4 czujniki cyfrowe
- wyjście: min. 2x 4..20 mA (tam gdzie wymagane w projekcie)
- Modbus TCP/IP (tam gdzie wymagane w projekcie)
- praca w temperaturach: -20oC do + 50 oC
- stopień ochrony: IP66+IP67
- przetwornik w całości chłodzony pasywnie
- zestaw montażowy i osłona pogodowa producenta (tam gdzie wymagane)

Sonda tlenu rozpuszczonego =10.1+03-U, =10.1+04-U, =10.2+03-U, =10.2+04-U

Cyfrowa sonda optyczna tlenu rozpuszczonego ze zintegrowanym pomiarem temperatury do połączenia z uniwersalnym przetwornikiem pomiarowym.

- metoda pomiaru: fluorescencja/optyczna
- wszystkie charakterystyki oraz parametry kalibracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci czujnika
- zintegrowany kabel o długości 7 m (możliwość przedłużenia za pomocą kabli przedłużających)
- zakres pomiarowy: 0...20 mg/l
- czas odpowiedzi: t_{90} = 60 s
- dokładność: $\pm 2\%$ wartości mierzonej
- zakres temperatury pracy: do 60 °C
- zakres ciśnienia: maks. 10 bar abs
- korpus sondy: stal AISI 316Ti
- klasa ochrony IP 68
- kompletny zestaw montażowy producenta sondy

Sonda pH i temperatury (przed I° biologii i ściek oczyszczony) =20+04-U, =28+01-U

Cyfrowa sonda pomiarowa pH ze zintegrowanym pomiarem temperatury dostarczona razem z kablem, do połączenia z uniwersalnym przetwornikiem pomiarowym.

- kombinowana elektroda szklana z wbudowanym czujnikiem temperatury
- odporna na zabrudzenia diafragma z PTFE, zaporą jonową
- wszystkie charakterystyki oraz parametry kalibracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci czujnika
- odporne na wilgoć (IP68) bezstykowe złącze indukcyjne

- kabel odłączany przy sondzie o dł. wg projektu
- klasa ochrony IP 68
- zakres pomiarowy: 0-14 pH
- zakres temperatury: do 100°C
- zakres ciśnienia: 6 bar
- armatura zanurzeniowa/procesowa producenta

Sonda NO3-N (przed i za I° biologii) =43+03-U, =44+03-U

Cyfrowa sonda optyczna do pomiaru azotu azotanowego do połączenia z uniwersalnym przetwornikiem pomiarowym.

- metoda pomiarowa: UV
- maksymalny błąd: ± 0.2 mg/l dla stężenia ≤ 10 mg/l; 2 % zakresu dla stężenia > 10 mg/l
- zakres pomiarowy 0,1...50 mg/l NO3-N
- wszystkie charakterystyki oraz parametry kalibracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci czujnika
- zintegrowany kabel o długości 3 m
- stopień ochrony: IP68
- ciśnienie: do 10 bar abs
- materiały: obudowa czujnika - stal 1.4404; okno optyczne – szkło kwarcowe; o-ring - EPDM
- brak wycieraczki mechanicznej (dłuższe interwały pomiędzy przeglądami)
- montaż w dedykowanej armaturze przepływowej za układem filtracji

Sonda NO3-N (ściek oczyszczony) =20+03-U

Cyfrowa sonda optyczna do pomiaru azotu azotanowego do połączenia z uniwersalnym przetwornikiem pomiarowym.

- metoda pomiarowa: UV
- maksymalny błąd: ± 0.04 mg/l dla stężenia poniżej 2 mg/l; 2 % zakresu pomiarowego dla stężenia > 2 mg/l
- zakres pomiarowy 0,01...20 mg/l NO3-N
- wszystkie charakterystyki oraz parametry kalibracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci czujnika
- zintegrowany kabel o długości 3 m
- stopień ochrony: IP68
- ciśnienie: do 10 bar abs
- materiały: obudowa czujnika - stal 1.4404; okno optyczne – szkło kwarcowe; o-ring - EPDM
- brak wycieraczki mechanicznej (dłuższe interwały pomiędzy przeglądami)
- montaż w dedykowanej armaturze przepływowej za układem filtracji

Sonda ChZT (ściek oczyszczony) =20+02-U

Cyfrowa sonda optyczna do pomiaru parametru ChZT korelacyjnie poprzez współczynnik absorpcji, do połączenia z uniwersalnym przetwornikiem pomiarowym.

- metoda pomiarowa: UV
- niepewność pomiaru: ± 2 % zakresu pomiarowego
- zakres pomiarowy: SAC254nm 0,5...250 1/m; ChZT 0,75...370 mg/l
- wszystkie charakterystyki oraz parametry kalibracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci czujnika
- zintegrowany kabel o długości 3 m
- stopień ochrony: IP68
- ciśnienie: do 10 bar abs
- materiały: obudowa czujnika - stal 1.4404; okno optyczne – szkło kwarcowe; o-ring - EPDM
- brak wycieraczki mechanicznej (dłuższe interwały pomiędzy przeglądami)
- montaż w dedykowanej armaturze przepływowej za układem filtracji

Analizator kolorymetryczny azotu amonowego (przed i po I° biologii) =28+01-U

Kompletny układ pomiarowy składa się z analizatora, naczynia przelewowego oraz systemu filtracji (opisany oddzielnie)

- wbudowany uniwersalny przetwornik z wyświetlaczem posiadającym menu w języku polskim oraz technologię cyfrową umożliwiającą podłączenie do czterech dodatkowych cyfrowych czujników
- wersja 2-kanalowa
- 4 wejścia cyfrowe na sondy

- komunikacja: Modbus TCP/IP
- zestyki (2 szt.)
- zasilanie 230 VAC
- maksymalny błąd: 2 % wartości mierzonej
- metoda pomiarowa zgodna z metodą błękitu indofenolowego (ISO 7150-1; GB 7481-87; DIN 38406-5), czyli zgodna z metodą laboratoryjną
- zakres pomiarowy 0,05...20 mg/l NH₄-N (możliwość przełączenia na: 0,5...50 mg/l NH₄-N lub 1,0...100 mg/l NH₄-N w menu przetwornika)
- automatyczne czyszczenie i kalibracja
- moduł chłodzący zapewniający dłuższą żywotność reagentów
- bardzo niskie zużycie reagentów
- interwał pomiarowy: możliwość ustawienia, ≥ 12 min.
- temperatura pracy +5°C...+40°C
- obudowa z tworzywa o stopniu ochrony IP55
- zabudowa analizatora w pomieszczeniu lub kontenerze
- naczynie przelewowe: detekcja poziomu

Analizator kolorymetryczny azotu amonowego (ściek oczyszczony) =20+01-U

Kompletny układ pomiarowy składa się z analizatora, naczynia przelewowego oraz systemu filtracji (opisany oddzielnie)

- wbudowany uniwersalny przetwornik z wyświetlaczem posiadającym menu w języku polskim oraz technologię cyfrową umożliwiającą podłączenie do czterech dodatkowych cyfrowych czujników
- komunikacja: Modbus TCP/IP
- zestyki (2 szt.)
- 4 wejścia cyfrowe na sondy
- zasilanie 230 VAC
- maksymalny błąd: 2 % wartości mierzonej
- metoda pomiarowa zgodna z metodą błękitu indofenolowego (ISO 7150-1; GB 7481-87; DIN 38406-5), czyli zgodna z metodą laboratoryjną
- zakres pomiarowy 0,05...20 mg/l NH₄-N
- automatyczne czyszczenie i kalibracja
- moduł chłodzący zapewniający dłuższą żywotność reagentów
- bardzo niskie zużycie reagentów
- interwał pomiarowy: możliwość ustawienia, ≥ 12 min.
- temperatura pracy +5°C...+40°C
- obudowa z tworzywa o stopniu ochrony IP55
- zabudowa analizatora w pomieszczeniu lub kontenerze
- naczynie przelewowe: detekcja poziomu

Analizator kolorymetryczny ortofosforanów (ściek oczyszczony) =20+05-U

Kompletny układ pomiarowy składa się z analizatora, naczynia przelewowego oraz systemu filtracji (opisany oddzielnie)

- wbudowany uniwersalny przetwornik z wyświetlaczem posiadającym menu w języku polskim oraz technologię cyfrową umożliwiającą podłączenie do czterech dodatkowych cyfrowych czujników
- komunikacja: Modbus TCP/IP
- zestyk alarmowy
- zasilanie 230 VAC
- maksymalny błąd: 2 % zakresu pomiarowego
- metoda pomiarowa zgodna z metodą błękitu molibdenowego wg DIN EN 1189 – metoda niebieska
- zakres pomiarowy 0,05...10,00 mg/l PO₄-P
- automatyczne czyszczenie i kalibracja
- moduł chłodzący zapewniający dłuższą żywotność reagentów
- bardzo niskie zużycie reagentów
- interwał pomiarowy: możliwość ustawienia, ≥ 12 min.
- temperatura pracy +5°C...+40°C
- obudowa z tworzywa o stopniu ochrony IP55
- zabudowa analizatora w pomieszczeniu lub kontenerze
- naczynie przelewowe: detekcja poziomu

Układy do automatycznej filtracji próbki dla analizatorów kolorymetrycznych (przed i po I° biologii) =43+02-

M1.1/-M1/-M2, 44+02-M1.1/-M1/-M2

Kompletny układ składa się z układu sterującego, pompy, węży ogrzewanych, ceramicznego elementu filtrującego, zaworu trójdrożnego, kompresora, kompletnego zestawu montażowego producenta.

- sterowany z analizatora (komunikacja dwukierunkowa pomiędzy układem filtracji i analizatorem)
- stopień ochrony IP67
- ogrzewana obudowa (temperatura otoczenia -20°C...+50°C)
- ogrzewane węże od membrany do pompy (do 5 m) oraz od pompy do analizatora (do 30 m)
- ceramiczny element filtrujący 0,4 µm (zapasowy filtr w zestawie)
- obsługa bez użycia narzędzi
- zawór trójdrożny umożliwiający automatyczne czyszczenie elementu filtrującego sprężonym powietrzem
- kompresor w zestawie
- zasilanie 230 VAC
- kompletny zestaw montażowy producenta, osłona pogodowa
- w przypadku poboru próbki z rurociągu należy zastosować armaturę z kołnierzem, z zaworem kulowym do bezpośredniego montażu ceramicznego elementu filtrującego w rurociągu, z możliwością bezpiecznego wyciągania (w warunkach bezciśnieniowych) w celach serwisowych, bez zatrzymywania procesu

Układy do automatycznej filtracji próbki dla analizatorów kolorymetrycznych (ściek oczyszczony) =20+02-

M1.1/-M1/-M2

Kompletny układ składa się z układu sterującego, pompy, węży ogrzewanych, ceramicznego elementu filtrującego, zaworu trójdrożnego, kompresora, kompletnego zestawu montażowego producenta.

- możliwość dostarczenia próbki do dwóch analizatorów kolorymetrycznych (szeregowo)
- sterowany z analizatora (komunikacja dwukierunkowa pomiędzy układem filtracji i analizatorem)
- stopień ochrony IP67
- temperatura otoczenia 5°C...+50°C
- ogrzewany wąż od membrany do pompy 5 m
- wąż od pompy do analizatora 5 m
- ceramiczny element filtrujący 0,4 µm (zapasowy filtr w zestawie)
- obsługa bez użycia narzędzi
- zawór trójdrożny umożliwiający automatyczne czyszczenie elementu filtrującego sprężonym powietrzem
- kompresor w zestawie
- zasilanie 230 VAC
- kompletny zestaw montażowy producenta

Stacja poboru prób =20+SP

- pobór proporcjonalnie do: czasu, przepływu- zmienna objętość; przepływu – zmienna częstotliwość poboru, zmienna objętość
- certyfikat MCERTS
- praca w warunkach od -20 °C do 40 °C
- temperatura pobieranych próbek od 2 °C do 50 °C
- wysokość zasysania 8 m
- zasilanie 230 VAC
- pobór mocy 290 VA
- 2 wejścia 4...20 mA
- 2 wejścia binarne
- klimatyzowane wnętrze utrzymujące temperaturę próbek do 4 °C, z możliwością regulacji od 2 °C do 20 °C
- objętość pobieranej próbki 10...10000 ml
- dokładność pobieranej próbki ± 5 ml albo 5 % objętości
- powtarzalność: 5%
- układ dystrybucji próbek: 12 szt. 1 litr LLDPE oraz 1 szt. 25 litrów PE z tacą rozdzielającą
- łatwa zamiana dystrybucji bez użycia narzędzi
- możliwość zaprogramowania przynajmniej 7 programów użytkownika
- elektronika sterująca: wbudowany przetwornik uniwersalny z wyposażony w moduł do komunikacji cyfrowej zgodnie z projektem (Modbus TCP/IP)

- wbudowany przetwornik umożliwia podłączenie do 4 dodatkowych czujników więcej niż jednego producenta w technologii cyfrowej (np. memosens)
- przetwornik z wyświetlaczem LCD, z menu w języku polskim
- podtrzymanie baterijne (UPS) przetwornika przy zaniku zasilania (dostarczane przez producenta stacji)
- obudowa ze stali k.o. (V2A)
- drzwi szafki zamykane na klucz (4 klucze w zestawie)
- górne drzwi ze szklanym wziernikiem
- serwis fabryczny na terenie Polski

Kontener ogrzewany analizatorów chemicznych przed i po I° biologii =20+SP**WYMIARY CAŁKOWITE:**

długość zew.= 2,00 m., szerokość zew.= 1,50 m., wysokość zew. = 2,6-2,7 m.

KONSTRUKCJA:

konstrukcja spawana: słupy 100x100x3, belki poprzeczne zewnętrzne 100x40x3. Elementy stalowe przed malowaniem przygotowane poprzez oczyszczenie strumieniowo-ściernie, odtłuszczone, gruntowane farbą epoksydową + malowane farbą nawierzchniową poliuretanową w kolorze RAL (do wyboru).

STROPODACH:

jednospadowy z płyty warstwowej 100 mm (rdzeń poliuretanowy), przy wartości współczynnika przenikania ciepła (Uc) 0,22 W/(m²*K) w kolorze RAL 9006/9010

PODŁOGA:

na ruszcie stalowym, składa się z płyty warstwowej poliuretanowej, płyty MFP 15 mm. i wykładziny obiektowej PCV LENTEX ORION

ŚCIANY ZEWNĘTRZNE:

plyta warstwowa z rdzeniem poliuretanowym 100 mm, przy wartości współczynnika przenikania ciepła (Uc) 0,22 W/(m²*K) w kolorach RAL 9006/9010

DRZWI:

drzwi zewnętrzne 90 posiadają w komplecie klamkę anty zaczepową, ramiak z blachy stalowej, zamek zasuwkowo – zapadkowy oraz 2 sztuki zawiasów. Skrzydło w kolorze białym – 1 szt.

INSTALACJA ELEKTRYCZNA:

instalacja oświetleniowa oraz instalacja gniazd wtykowych natynkowo wraz ze skrzynką rozdzielczą trzyfazową 380 V

- skrzynka z zabezpieczeniami – 1 szt.
- świetlówka 2 x 36 W - 1 szt.
- gniazda wtykowe – 1 szt.
- wyłącznik – 1 szt.
- klimatyzacja z pompą ciepłą 3,2 KW – 1 szt.

Rozdzielnice naścienne zasilania aparatury pomiarowej w kontenerach =20+TB, =28+TB

Rozdzielnica naścienna IP65 w rozmiarze 2x 12 z szynami PE i N oraz wyposażeniem: rozłącznik 4P 63A, zabezpieczenie przepięciowe L1, L2, L3 i N – typ 1+ typ 2 (klasa I + klasa II), 6x wyłącznik nadmiarowo-prądowy C 4A 10kA

Wymagania dla urządzeń elektrycznych**Przeмиenniki częstotliwości**

Niniejsza specyfikacja opisuje wymogi ogólne stawiane przeмиennikom częstotliwości, które mają pracować ze standardowymi silnikami asynchronicznymi klatkowymi lub silnikami synchronicznymi z magnesami trwałymi. Wartości nominalne, wymagana dokumentacja oraz minimalna wydajność napędu zostały zdefiniowane. W niniejszej specyfikacji napęd prądu przeмиennego nie zawiera silnika.

Aby uniknąć niedopasowania parametrów napędu oraz silnika z nim współpracującego, napęd ten powinien być wyposażony w funkcję automatycznego pomiaru parametrów silnika bez dokonywania obrotów wału.

Producent przeмиennika powinien posiadać ważny certyfikat ISO 9001 (wersja 2000) oraz zaimplementowany system gwarancji jakości.

Producent przetwornicy powinien posiadać certyfikat środowiskowy ISO 14001.

Producent przeмиennika powinien mieć biuro przedstawicielstwa lokalnego z osobami przeszkolonymi i posiadającymi kompetencje w kraju, do którego napęd jest dostarczany w celu udowodnienia jego zobowiązań wobec wsparcia lokalnego oraz przedstawienia kanału komunikacyjnego. Przedstawiciele lokalni powinni być łatwo osiągalni oraz gotowi do przybycia na obiekt w przeciągu od 24 do 48 godzin od momentu zgłoszenia.

Inżynierowie pracujący na terenie kraju dostawy powinni być certyfikowani przez dostawcę aby dostarczać serwisy uruchomieniowe włączając fizyczną inspekcję napędu, połączenia kablowe oraz parametryzację napędu w celu zapewnienia osiągnięcia stawianych przemiennikowi.

Producent powinien być w stanie przeprowadzić podstawowe szkolenia dla inżynierów pracujących na obiekcie lub gdziekolwiek w kraju w którym znajduje się obiekt klienta. Szkolenie powinno zawierać co najmniej koncepcję rozwiązywania podstawowych problemów. Producent powinien być również w stanie szybko rozwiązać większość problemów z napędem.

Warunki pracy

Współczynnik mocy	:	0.97 lub lepszy przy nominalnym obciąż.
Efektywność	:	□ 98 % przy nominalnym obciążeniu
Napięcie wyjściowe	:	0 - U_N , trójfazowe
	:	0 - 500 Hz , nastrajane
Czas rozruchu/hamowania	:	0.01 – 6000 s, nastrajane, liniowy, rampy typu S lub U
Zdolność przeciąż. (stały moment) :		150% prądu znamionowego 60sec / 10min,
Zdolność przeciąż. (zmienny moment)	:	110% prądu znamionowego 60sec / 10min
Temperatura pracy		
Przemienniki IP21	:	od -15°C do 50 °C bez przewymiarowania, 50 - 60°C z przewymiarowaniem
Przemienniki IP55	:	od -15°C do 40 °C bez przewymiarowania, 40 - 50°C z przewymiarowaniem
Zakłócenia harmoniczne	:	zgodne z IEC/EN 61000-3-12,
Zabezpieczenia	:	Przeciążeniowe, zwarciove międzyfazowe, zwarciove doziemne, utrata fazy zasilania, utrata fazy wyjściowej, przeciążenie silnika, przepięciowe, podnapięciowe, przegrzanie IGBT, przegrzanie chłodnicy, innych wewnętrznych błędów, zabezpieczenie przed utykem silnika, zabezpieczenie przed kawitacją, zabezpieczenie przed suchobiegiem
Zasilanie sterujące	:	może być wewnętrzne dostarczane przez przemiennik lub dostarczane przez zewnętrzny zasilacz 24VDC

Napęd powinien dostarczać nieprzerwanie 100% prądu wyjściowego w powyżej zdefiniowanych warunkach pracy. W celu zapewnienia nieprzerwanego dostarczania prądu znamionowego w specyficznych warunkach pracy dostawca powinien poinformować o wymaganym przewymiarowaniu jeśli temperatura otoczenia podana w specyfikacji projektu jest wyższa niż 50°C lub jeśli aplikacja zainstalowana jest powyżej 1000m n.p.m. Współczynnik przewymiarowania powinien być w taki sposób aby nie zmniejszyć czasu życia produktu ani wydajności jednostki.

Komunikacja

- Przemiennik powinien zawierać przynajmniej jeden port Modbus TCP.
- Przemiennik powinien mieć możliwość podłączenia zewnętrznej karty komunikacyjnej. Na karcie tej powinny być dostępne następujące protokoły:
 - Ethernet / Modbus TCP, RJ45, dwuportowy.
- Wszelkie komendy oraz referencje prędkości i momentu mogą pochodzić z różnych źródeł:
 - Zaciski wejść/wyjść
 - Sieć komunikacyjna
 - Karta programowalna
 - Zewnętrzny wyświetlacz graficzny
 Przemiennik powinien być gotowy do przełączania powyższych źródeł w zależności od wymogów aplikacji.
- Reakcje napędu na błąd komunikacji powinna być programowalna.

Wymagania techniczne dla napędów elektrycznych armatury (przepustnic, zasuw, zastawek).

- Napędy dobrane wg normy: Napędy elektryczne do armatury przemysłowej – Wymagania podstawowe EN 15714-2:2010-02
- Moment obrotowy i czas zamknięcia dobrany zgodnie z założeniami projektowymi lub wytycznymi producenta armatury na której zostanie zamontowany napęd;
- Napęd wyposażony w pojedyncze wielopinowe przyłącze elektryczne typu gniazdo-wtyk

- 4) Napęd malowany proszkowo, zabezpieczenie antykorozyjne C4 wg ISO 12944 -2, grubość powłoki lakierniczej min. 140µm
- 5) Zasilanie 3x400VAC/50Hz
- 6) Port komunikacyjny Ethernet – Modbus TCP/IP
- 7) Napęd samohamowny zarówno w trybie elektrycznym, ręcznym jak i w trakcie przełączanie pomiędzy trybami.
- 8) Silnik podłączony do napędu poprzez złącze typu gniazdo-wtyk
- 9) Stopień ochrony IP68 – wysokość słupa wody 8m, czas zanurzenia 96h i do 10 uruchomień w trakcie zanurzenia, wtyczka elektryczna napędu podwójnie uszczelniona (double sealed)
- 10) Napędy powinny być wyposażone w trwałe pokrętła umożliwiające sterowanie ręczne, które nie mogą być wykonane z tworzywa.
Pokrętło ma być automatycznie odłączone w sterowaniu elektrycznym.
- 11) Obudowa głowicy sterownika niezależna od obudowy napędu – możliwość odwieszenia sterownika od napędu po dostawie jeśli wystąpią drgania lub utrudniony dostęp dla obsługi .
- 12) Pulpit sterowania lokalnego z przyciskami lub pokrętłami pozwalającymi na sterowanie napędu w kierunku otwórz i zamknij, realizację funkcji Stop oraz wyposażony w pokrętło/preselektor, blokowany kłódką, pozwalający na wybieranie między trybami pracy napędu Zdalny i Lokalny. Napęd powinien być wyposażony w wyświetlacz graficzny, podświetlany, w języku polskim oraz świetlną sygnalizację stanów praca – zielony, awaria – czerwony.
- 13) Napęd „inteligentny” określa napęd elektryczny posiadający możliwość konfigurowania jego parametrów za pomocą przycisków umieszczonych na jego obudowie bez dodatkowych urządzeń i narzędzi.
- 14) Napęd „Inteligentny” oznacza napęd elektryczny posiadający możliwość konfigurowania jego parametrów bez konieczności otwierania jego obudowy, a co za tym idzie rozhermetyzowania jej.
- 15) Napędy z wbudowanym wewnętrznym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym dla Ethernet
- 16) Napędy będą sterowane poprzez Ethernet
- 17) W ramach dostawy urządzeń (napędów elektrycznych armatury) wymagane jest zapewnienie obsługi gwarancyjnej urządzeń bezpośrednio przez autoryzowany serwis producenta z magazynem części zamiennych w Polsce - dostawa z polskiej dystrybucji producenta napędów
- 18) W ramach dostawy urządzeń (napędów elektrycznych armatury) wymagane jest zapewnienie obsługi gwarancyjnej urządzeń bezpośrednio przez autoryzowany serwis producenta z magazynem części zamiennych w Polsce.
- 19) W przypadku dostawy kompletu napęd + przekładnia zestaw (napęd i przekładnia) musi pochodzić od tego samego producenta, przekładnia ślimakowa musi być w wykonaniu z pełnym kołem ślimaka.

Sterowniki programowalne

Specyfikacja techniczna sterownika S1A hali dmuchaw

Sterownik S1A oraz jego konfiguracja zapewni:

- pełną kompatybilność z systemem automatyki na obiekcie Oczyszczalni Ścieków PWiK Ełk,
- komunikację pomiędzy innymi sterownikami i systemem wizualizacji realizowaną przez sieć Ethernet z protokołem Modbus TCP/IP spiętą w Ring zapewniający obustronną komunikację w sieci,
- wpięcie w istniejącą sieć światłowodową, poprzez konwertery Ethernet <—> światłowód, lub moduły światłowodowe zabudowane na płycie sterownika,
- w pełni autonomiczną pracę w chwili utraty komunikacji z urządzeniem nadrzędnym w centralnej dyspozytorni (praca na standardowych nastawach),
- min. obsługę 64 wejść cyfrowych, 64 wyjść cyfrowych, 8 wejść analogowych, 4 wyjść analogowych.
- sterownik programowany w środowisku Unity umożliwiający komunikację po sieci Ethernet (protokół Modbus TCP/IP).

Specyfikacja techniczna sterownika S1M

Sterownik S1M oraz jego konfiguracja zapewni:

- pełną kompatybilność z systemem automatyki na obiekcie Oczyszczalni Ścieków PWiK Ełk,

- komunikację pomiędzy innymi sterownikami i systemem wizualizacji realizowaną przez sieć Ethernet z protokołem Modbus TCP/IP spiętą w Ring zapewniający obustronną komunikację w sieci,
- wpięcie w istniejącą sieć światłowodową, poprzez konwertery Ethernet <—> światłowód, lub moduły światłowodowe zabudowane na płycie sterownika,
- w pełni autonomiczną pracę w chwili utraty komunikacji z urządzeniem nadrzędnym w centralnej dyspozytorni (praca na standardowych nastawach),
- min. obsługę 128 wejść cyfrowych, 64 wyjść cyfrowych, 8 wejść analogowych, 4 wyjść analogowych.
- sterownik programowany w środowisku Unity umożliwiający komunikację po sieci Ethernet (protokół Modbus TCP/IP).

Specyfikacja techniczna sterownika S1P

Sterownik S1P oraz jego konfiguracja zapewni:

- pełną kompatybilność z systemem automatyki na obiekcie Oczyszczalni Ścieków PWiK Ełk,
- komunikację pomiędzy innymi sterownikami i systemem wizualizacji realizowaną przez sieć Ethernet z protokołem Modbus TCP/IP spiętą w Ring zapewniający obustronną komunikację w sieci,
- wpięcie w istniejącą sieć światłowodową, poprzez konwertery Ethernet <—> światłowód, lub moduły światłowodowe zabudowane na płycie sterownika,
- w pełni autonomiczną pracę w chwili utraty komunikacji z urządzeniem nadrzędnym w centralnej dyspozytorni (praca na standardowych nastawach),
- min. obsługę 128 wejść cyfrowych, 64 wyjść cyfrowych, 8 wejść analogowych, 4 wyjść analogowych.
- sterownik programowany w środowisku Unity umożliwiający komunikację po sieci Ethernet (protokół Modbus TCP/IP).

Specyfikacja techniczna kasety oddalonych we/wy S1B

Kaseta S1B oraz jego konfiguracja zapewni:

- pełną kompatybilność z systemem automatyki na obiekcie Oczyszczalni Ścieków PWiK Ełk,
- komunikację do sterownika hali dmuchaw S1A przez sieć Ethernet z protokołem Modbus TCP/IP, poprzez konwertery Ethernet <—> światłowód, lub moduły światłowodowe zabudowane na płycie kasety oddalonych we/wy,
- w pełni autonomiczną pracę w chwili utraty komunikacji z urządzeniem nadrzędnym w centralnej dyspozytorni (praca na standardowych nastawach),
- min. obsługę 16 wejść cyfrowych, 16 wyjść cyfrowych, 24 wejść analogowych

Panele operatorskie

Typ wyświetlacza Podświetlony kolorowy TFT LCD, Kolor wyświetlacza 65536 kolorów

Rozdzielczość wyświetlacza 1024 x 768 pixels VGA, Rozmiar wyświetlacza 15 inch

Rodzaj oprogramowania Oprogramowanie konfiguracyjne

Częstotliwość taktowania procesora 266 MHz

Opis pamięci 512 kB SRAM kopia zapasowa danych z bateria litowa back-up

Odporność na oddziaływanie wyładowań elektrostatycznych 6 kV zgodnie z IEC 61000-4-2 poziom 3

Wymiary wycięcia (otworu) 259 (+ 1/- 0) x 201 (+ 1/- 0) mm

Strefa dotykowa 1024 x 1024

Panel dotykowy Analogowy

Żywotność podświetlenia 54000 godzin, Jasność 8 poziomów przez panel dotykowy, Kontrast 8 poziomów przez panel dotykowy

Znamionowe napięcie zasilania [Us] 24 V DC

Wartości graniczne napięcia wyjściowego 19.2...28.8 V

Prąd rozruchowy ≤ 30 A
Pobór mocy 30 W
Sygnalizacja lokalna 1 LED z zielony lub pomarańczowy dla praca normalna lub błędne podświetlenie
Zegar czasu rzeczywistego Wbudowany
Port Ethernet 10BASE-T/100BASE-TX
Sposób mocowania Przez 4 zapinki sprężynowe, Przez 4 klamry śrubowe
Materiał z przodu Stop aluminium
Materiał obudowy PPT
Oznakowanie CE
Masa produktu 2.5 kg
Środowisko pracy
Odporność na krótkie zaniki zasilania ≤ 10 ms
Temperatura otoczenia dla pracy urządzenia: 0...50 °C
Temperatura otoczenia dla przechowywania: -20...60 °C
Wilgotność względna 10...90 % bez kondensacji
Wysokość pracy (w metrach nad poziomem morza) < 2000 m
Stopień ochrony IP IP20 (panel tylni) zgodnie z IEC 60529 , P65 (panel przedni) zgodnie z IEC 60529
Stopień ochrony NEMA NEMA 4X panel przedni (użytek wewnątrz budynku)
Odporność na wstrząsy 15 gn dla 11 ms zgodnie z IEC 60068-2-27
Odporność na oddziaływanie pól elektromagnetycznych 10 V/m zgodnie z IEC 61000-4-3
Odporność na szybkozmienne stany przejściowe 2 kV zgodnie z IEC 61000-4-4 poziom 3

Warstwa sieci komunikacyjnej

Stacje obiektowe zawierające kasety sterownika zostaną połączone kablem światłowodowym w topologii „Ring” Sieć sterowania jest siecią opierającą się na sieci Ethernet.

Switchy zarządzalne muszą być dostarczone do pracy warunkach przemysłowych, których specyfikacja i MTBF, które są zgodne z resztą systemu.

2.3.3. Wymagania dla dostawców instalacji technologicznych

W celu zapewnienia właściwej współpracy układów automatyki dostarczanych wraz z urządzeniami i instalacjami technologicznym z systemem sterowania oczyszczalni muszą one spełniać następujące wymagania:

- sterowniki z wbudowanym interfejsem Ethernet przeznaczonym do komunikacji z systemem nadrzędnym poprzez protokół Modbus TCP/IP.
- formaty danych wymienianych z systemem nadrzędnym uzgodnić ze służbami automatyki Użytkownika w celu zachowania standardów stosowanych w systemie sterowania.
- zastosować przetwornice częstotliwości i softstartery z interfejsami komunikacyjnymi Ethernet - Modbus TCP/IP
- zastosować napędy zasuw z interfejsami Ethernet Modbus TCP/IP
- lokalnie zastosować graficzne panele operatorskie Modbus TCP/IP
- programowanie sterowników i paneli oraz pliki konfiguracyjne urządzeń należy przekazać Użytkownikowi w wersji źródłowej z dokumentacją.

2.4. Kable i trasy kablowe

Materiały do wykonania robót instalacyjnych należy stosować zgodnie z Dokumentacją Projektową, opisem technicznym i rysunkami.

Materiałami są :

- Kable dla sygnałów pomiarowych i binarnych o napięciu poniżej 60V (wspólny ekran, napięcie 300V/500V, pary żył skręcone ze sobą, poszczególne pary skręcone, żyły numerowane, powłoka kabla pozywająca na układanie wprost w ziemi, zastosowania wewnętrzne i zewnętrzne) typu: BiT 500 (St) BLACK (o ilości żył i przekroju z projektu),
- Kable dla sygnałów RS485 (wspólny ekran, napięcie 300V/300V, pary żył skręcone ze sobą i ekranowane, poszczególne pary skręcone, żyły kodowane kolorami, powłoka kabla pozywająca na układanie wprost w ziemi, zastosowania wewnętrzne i zewnętrzne) typu: BiTsensor PE-PVC Blue (St) BLACK (o ilości żył i przekroju z projektu),
- Kable dla sygnałów RS485 (wspólny ekran, napięcie 300V/300V, pary żył skręcone ze sobą i ekranowane, poszczególne pary skręcone, żyły kodowane kolorami, powłoka kabla pozywająca na układanie wprost w ziemi, zastosowania wewnętrzne i zewnętrzne) typu: BiTsensor PE-PVC Blue (St) BLACK (o ilości żył i przekroju z projektu),
- Kable dla sygnałów Ethernet TCP/IP – kable Ethernetowe spełniające wymagania kategorii 5e, nadające się do połączeń zewnętrznych i wewnętrznych oraz do układania bezpośrednio w ziemi – np. typu: BitLAN F/UTP cat. 5e outdoor 200MHz (o ilości żył i przekroju z projektu),
- kabel światłowodowy wielomodowy szklany o włóknach G50/125 OM2, do zastosowań zewnętrznych i wewnętrznych, z zabezpieczeniem przeciwgryzoniowym, w powłoce niepalnej LS0H, 12 włóknowy
- konstrukcje wsporcze i korytka kablowe ze stali nierdzewna min. 1.4571

Materiały powinny być, jak określono w specyfikacji, odpowiednie do warunków panujących w poszczególnych pomieszczeniach czy obiektach zewnętrznych.

2.5. Składowanie materiałów

Składowanie aparatury AKPiA powinno odbywać się w zamkniętym suchym pomieszczeniu zabezpieczonym przed dostaniem się kurzu i przed uszkodzeniami mechanicznymi z zachowaniem specyficznych cech do typu i rodzaju materiałów.

Wszelkie materiały i urządzenia powinny być składowane w sposób zapobiegający ich zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się ich właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych.

Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

Urządzenia powinny być przechowywane w oryginalnych opakowaniach, w nienasłonecznionych pomieszczeniach, z dala od materiałów chemicznych, żrących i źródeł intensywnie wydzielających ciepło. Kable powinny być składowane zgodnie z zaleceniami producenta podawanymi w kartach katalogowych, w szczególności w zakresie temperatur -40°C do $+70^{\circ}\text{C}$. Należy unikać narażania kabli na bezpośrednie działanie promieniowania słonecznego oraz opadów atmosferycznych, deszczu i śniegu. Końce kabla muszą być zabezpieczone kapturkami chroniącymi przed wnikaniem wilgoci.

3. SPRZĘT

Ogólne wymagania dotyczące Sprzętu podano w ST-00 „Wymagania ogólne”.

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

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

Sprzęt będący własnością Wykonawcy lub wynajęty do wykonania robót ma być utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy. Będzie on zgodny z normami ochrony środowiska i przepisami dotyczącymi jego użytkowania.

Wykonawca dostarczy Inwestorowi kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami.

Prace związane z wykonaniem robót branży AKPiA będą wykonywane ręcznie i przy użyciu narzędzi zmechanizowanych, takich jak: wiertarki, młotki elektryczne obrotowo-udarowe, osadzaki do wstrzeliwania kołków i gwoździ, narzędzia specjalizowane do obróbki kabli i przewodów o małych przekrojach (od 0,5mm do 2mm), mierniki elektroniczne, wielofunkcyjne kalibratory pomiarów, narzędzia specjalizowane dla potrzeb uruchomienia i pomiarów, komputery przenośne i programatory.

Wykonawca przystępujący do wykonania robót powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- wciągarka mechaniczna kabli z rejestratorem siły naciągu,
- urządzenie przeciskowe,
- spawarka,
- przyrządy pomiarowe elektrotechniczne (megaomierz, mostek kablowy, próbnik wytrzymałości izolacji, próbnik pomiaru izolacji, miernik oporności pozornej,
- przyrządy pomiarowe specjalistyczne dla pomiarów linii teletransmisyjnych, jak reflektometr, dla badania poprawności wykonania instalacji magistral komunikacyjnych jak miernik prędkości transmisji,
- komputer przenośny lub równorzędne urządzenie służące do programowania sterowników na obiektach technologicznych, programowania aparatury pomiarowej, zabezpieczeń elektrycznych, wyłączników silnikowych,.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST-00.

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 Specyfikacji Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych, programem zapewnienia jakości i które uzyskały akceptację Inwestora.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Wymagania ogólne

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

Wykonanie robót powinno być jak określono w specyfikacji, bądź inne, o ile zatwierdzone zostanie przez Inwestora

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i wykonywanych robót, za ich zgodność z dokumentacją projektową, wymaganiami obowiązujących PN i EN-PN oraz poleceniami Inwestora. Następstwa jakiegokolwiek błędu spowodowanego przez Wykonawcę w wytyczeniu i wyznaczaniu robót zostaną, jeśli wymagać tego będzie Inżynier, poprawione przez Wykonawcę na własny koszt.

Sprawdzenie wytyczenia robót lub wyznaczenia wysokości przez Inwestora nie zwalnia Wykonawcy od odpowiedzialności za ich dokładność.

Polecenia Inwestora będą wykonywane nie później niż w czasie przez niego wyznaczonym, po ich otrzymaniu przez Wykonawcę, pod groźbą zatrzymania robót. Skutki finansowe z tego tytułu ponosi Wykonawca.

Przewiduje się adaptację i rozbudowę istniejącego systemu sterowania pracą oczyszczalni do nowych i przebudowanych obiektów i urządzeń oczyszczalni. Zastosowany system automatyki i sterowania oprócz dotychczasowej funkcji musi zapewniać dodatkową możliwość sterowania pracą części biologicznej oczyszczalni (głównie napowietrzania i recyrkulacji) w oparciu o pomiar on-line stężenia jonu NH_4 mierzonego w ściekach surowych za osadnikami wstępnymi i po I stopniu biologii.

Główne wymagania stawiane przed oczyszczalnią dotyczące osiągnięcia wysokich efektów oczyszczania ścieków i niskiego zużycia energii, wymagają zastosowania niezawodnego systemu AKPiA obejmującego kontrolę i sterowanie przebiegiem ważniejszych procesów jednostkowych. Podstawowe zadania, jakie powinien spełnić system po adaptacji to:

- Zapewnienie i utrzymanie wymaganych parametrów technologicznych i efektów pracy oczyszczalni.
- Optymalizacja zużycia energii elektrycznej.
- Archiwizacja, obróbka statystyczna i bilansowanie bieżących danych.
- Możliwość szybkiej i właściwej ingerencji w przypadku stanów awaryjnych. Zakup

oprogramowania do raportowania. Zakup musi obejmować upgrade posiadanego przez

Zamawiającego oprogramowania Drem Raport lub zakup aktualnej wersji z

rozszerzeniem do 5000 zmiennych, kompatybilnego z systemem wizualizacji SCADA

(Citect) oraz sterownikami.

- Instalacja urządzeń pozwalających włączyć sterowniki w istniejącą sieć światłowodową.
- Wymiana szaf sterowniczych na szafy ze stali nierdzewnej z oświetleniem i wentylacją.

Wszystkie urządzenia i maszyny (zarówno nowe jak i modernizowane) muszą zostać włączone do istniejącego systemu kontroli i sterowania. W projekcie muszą zostać uwzględnione następujące sposoby sterowania: ręczne lokalne, ręczne zdalne oraz automatyczne.

Wszystkie projektowane węzły mają zostać zintegrowane także pod względem wzajemnych zabezpieczeń w przypadku awarii.

Systemy sterowania lokalnego (sterowniki obiektowe, przy urządzeniach) powinny być tak zaprojektowane aby były autonomiczne w chwili utraty komunikacji z urządzeniem nadrzędnym w centralnej dyspozytorni (praca na standardowych nastawach).

Cały system sterowania ma być zintegrowany, co oznacza że wszystkie elementy są ze sobą kompatybilne pod względem sprzętowym i programowym.

Poszczególne urządzenia powinny komunikować się z systemem nadrzędnym poprzez sieć Ethernet w protokole Mdbus TCP/IP.

Wykonawca winien przeprowadzić szkolenie z zakresu konfiguracji systemu i zastosowanych zasad programowania.

Typ i rodzaj projektowanych sterowników determinowany jest przez obowiązujący w Przedsiębiorstwie standard kompatybilności systemu oraz możliwości jego serwisowania i dalszego rozwoju przez Dział Automatyki.

Należy założyć wdrożenie lub dołączenie wybudowanego w ramach innych zadań (9.1, 9.3) systemu co najmniej następujących algorytmów sterowania:

- Uruchamianie i regulacja położenia zasuw na przewodach dopływu ścieków do poszczególnych krat, w zależności od zadawanych przez obsługę parametrów (do ustalenia na etapie realizacji projektu).
- Uruchamianie krat w zależności od różnicy poziomu ścieków przed i za kratą. Zastosować czasowy system sterowania kratami.
- Transport, płukanie i odwadnianie skratek: zapewniający odbiór skratek do przenośnika poziomego po włączeniu kraty, uruchomienie płuczki - prasy skratek, cykl płukania, cykl prasowania.
- Uruchamianie przenośników piasku w zależności od zadawanych przez obsługę parametrów (np. czas, ilość przepływających ścieków).
- Transport, płukanie i odwadnianie piasku: zapewniający odbiór piasku do przenośnika poziomego po włączeniu przenośników piasku w piaskownikach, uruchomienie płuczki - separatora. Wymaga się sterowania odwadnianiem piasku w nastawach czasowych lub w zależności od mierzonego poziomu piasku (do wyboru przez obsługę).
- Sterowanie systemem napowietrzania - regulacja ilości powietrza dostarczanego do komór nityfikacji w oparciu o pomiar tlenu i z uwzględnieniem wskazań analizatora jonów NH_4 po 1° biologii.
- Sterowanie pompami recyrkulacji zewnętrznej i wewnętrznej (do decyzji na etapie realizacji projektu) w zależności od stężenia azotanów w komorze denitryfikacji (sygnał z analizatora on-line) lub w proporcji do wielkości przepływu, do wyboru przez operatora.
- Sterowanie układem wody technologicznej (w tym praca pomp i hydroforu, blokady urządzeń w przypadku suchobiegu).

5.2. Wymagania szczegółowe

Urządzenia i materiały powinny gwarantować działanie w określonych warunkach środowiskowych i powinny być zaprojektowane i wykonane w najwyższych możliwych standardach produkcji, dokładności, powtarzalności i niezawodności. z tego względu urządzenia powinny być wykonane tak, aby:

- zredukować rutynową i okazjonalną konserwację przez cały okres użytkowania do praktycznego minimum, równocześnie osiągnąć maksymalną niezawodność,
- aby skutecznie przeciwstawić się wpływowi czynników elektrycznych, mechanicznych, termicznych i atmosferycznych, którym będą podlegać podczas eksploatacji, bez pogorszenia własności i bez usterek.

5.2.1. System automatyki

Nowy system automatyki posiadać będzie wielopoziomową strukturę , w której można wyodrębnić:

1. Warstwę obiektową
2. Warstwę układów wejść/wyjść
3. Warstwę sieci komunikacyjnej
4. Warstwę aplikacyjną

Z uwagi na fakt, że rozbudowa oczyszczalni odbywać się będzie na pracującym obiekcie, wszelkie prace związane z modyfikacjami istniejącego systemu należy przeprowadzać w sposób bezpieczny dla ciągłości procesu technologicznego.

Na rysunku Au-00-01 przedstawiono konfigurację Systemu Sterowania. Układ sterowania składa się z modułów scentralizowanych i zdecentralizowanych modułów wejść i wyjść.

○ Warstwa obiektowa

Poniżej opisano warstwę obiektową, szczegóły dotyczące pozostałych warstw opisano w dalszej części opisu

Szczegółowy zakres ilości i jakości obwodów pomiarowych wynika z przyjętego procesu technologicznego, uzgodniony z Projektantem technologii i Użytkownikiem i przedstawiono w dokumentacji projektowej.

Wszystkie pomiary są pomiarami pośrednimi tzn. takimi w których aparatura pierwotna zabudowana jest bezpośrednio na obiekcie lub rurociągu i dalej jest przekazywany za pomocą kabli elektrycznych do urządzeń wtórnych tj. do szafy systemu sterowania. Generalnie należy przyjąć zasadę, że pierwotna aparatura musi spełniać powszechne wymagania stawiane aparaturze i urządzeniom stosowanym dla oczyszczalni ścieków.

Zaprojektowana aparatura powinna być dostarczona jako aparatura z przetwornikami cyfrowymi; komunikacja cyfrowa Modbus RTU, Ethernet Modbus TCP/IP pomiędzy przetwornikiem a sterownikiem PLC, a w przypadku niemożliwości zastosowania przetworników cyfrowych dopuszcza się przetworniki zasilane z pętli prądowej 4..20mA.

Opomiarowanie i napędy dla poszczególnych obiektów technologicznych zostały pogrupowane w „obszary”, którymi będzie zarządzał odpowiedni moduł sterownika. Aparatura kontrolno-pomiarowa, siłowniki, falowniki, moduły sterujące napędami, analizatory sieci itp. mające moduł komunikacyjny Ethernet będą podłączone do switcha w szafie automatyki. Do stacji obiektowych podłączone zostaną również urządzenia technologiczne dostarczane z własną szafą sterującą.

Sterowanie urządzeniami technologicznymi będzie się odbywać:

- za pośrednictwem inteligentnych kompaktowych rozruszników silnikowych z wbudowanym zabezpieczeniem cyfrowym komunikujących się ze sterownikiem za pomocą protokołu Modbus RTU/ Modbus TCP/IP lub falowniki za pomocą sieci Modbus TCP/IP.
- bezpośrednio sygnałami binarnymi dyskretnymi i we/wy analogowymi.

○ **Warstwa we/wyj**

Zastosowany system wejść/wyjść musi być kompatybilny z systemem stosowanym na obiekcie PWiK Ełk, wszelkie zmiany i odstępstwa należy uzgadniać z Inwestorem.

Kabel światłowodowy doprowadzić do łącznicy i zarobić wszystkie włókna złączami typu LC. Przed każdą przełącznicą zostawić zwinięty zapas kabla o długości minimum 10m – zapas powinien być zamknięty w zasobniku światłowodowym. W studzience kanalizacji kablowej przed każdym wejściem do obiektu.

Z uwagi na fakt, że rozbudowa oczyszczalni odbywać się będzie na pracującym obiekcie, wszelkie prace związane z modyfikacjami sterowników należy przeprowadzać w sposób bezpieczny dla ciągłości procesu technologicznego.

Po zakończeniu realizacji oprogramowanie sterowników i paneli oraz pliki konfiguracyjne urządzeń należy przekazać PWiK Ełk w wersji źródłowej, edytowalnej z komentarzami, wraz z dokumentacją powykonawczą.

Nie dopuszcza się przekazania oprogramowania odczytanego z urządzeń i poddanego dekompilacji lub w wersji binarnej.

○ **Warstwa sieci komunikacyjnej**

Stacje obiektowe zawierające kasety sterownika zostaną połączone kablem światłowodowym w topologii „Ring” Sieć sterowania jest siecią opierającą się na sieci Modbus TCP/IP.

Dzięki architekturze „ring” przerwa w jednym miejscu magistrali nie wpływa na komunikację z wszystkimi węzłami.

System ma możliwość ciągłego monitorowania i kontroli komunikacji pomiędzy stacjami w sieci sterowania oraz ma funkcje diagnostyczne umożliwiające wykrywanie i identyfikację przyczyn i skutków awarii komunikacyjnych. (diagnostyka na podstawie zmiennych systemowych kontrolerów obiektowych zawierających dane statusowe o połączeniach do innych kontrolerów i urządzeń obiektowych). Awaryjne są raportowane operatorowi przez stację operatorską i jest możliwa naprawa / zmiana wadliwej części sieci sterowania bez wpływu na ogólne działanie systemu. Możliwe jest zsynchronizowanie wszystkich węzłów w całej sieci sterowania w zakresie +/- 10 milisekund. Preferowane jest korzystanie z Network Time Protocol (NTP).

5.3. Alarmy i zdarzenia

Istniejący system alarmowania zostanie rozbudowany o alarmy i zdarzenia dla nowo wbudowanych i wymienianych sterowników.

5.4. System raportowania

Istniejący system raportowania zostanie rozbudowany o alarmy i zdarzenia dla nowo wbudowanych i wymienianych sterowników.

Rozbudowa polega także na zakupie oprogramowania do raportowania. Zakup musi obejmować upgrade posiadanego przez Zamawiającego oprogramowania Drem Raport lub zakup aktualnej wersji z rozszerzeniem do 5000 zmiennych, kompatybilnego z systemem wizualizacji SCADA (Citect) oraz sterownikami.

5.2.2. Wymagania dla wykonawcy oprogramowania sterowników i SCADA

1. Wykonawca powinien posiadać zespół min. 2 programistów, zatrudnionych na umowę o pracę posiadających doświadczenie w systemach automatyki i SCADA,
2. Wykonawca wykaże się min. 1 wykonanym przez siebie wielostanowiskowymi (min. stacje operatorskie, ściana graficzna) systemami DCS,
3. Wykonawca przeprowadzi szkolenia z zakresu obsługi aparatury kontrolno-pomiarowej
4. Wykonawca przeprowadzi szkolenie z zakresu obsługi konserwacji, modyfikacji elementów składowych

systemu DSC/SCADA (modyfikacje oprogramowania systemowego, sterowników PLC, systemu synoptyk SCADA, raportowania).

5. Szkolenie prowadzone dla osobnych grup pracowników – obsługa, dozór, informatycy

5.2.3. Montaż aparatury pomiarowej, regulacyjnej

Urządzenia obiektowe należy montować tak, aby zapewnić wymaganą dokładność pomiaru, łatwy dostęp obsługi, dobrą widoczność odczytu.

Montaż aparatury musi być wykonany zgodnie z wytycznymi producenta urządzenia/apertury.

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

Przy montażu należy przestrzegać następujących warunków:

- temperatura otoczenia powinna wahać się w granicach od +5 do +50°C,
- powietrze otaczające przyrządy nie może być zapyłone, jak również nie mogą występować w nim substancje agresywne,
- należy zabezpieczyć przyrządy przed drganiami i wstrząsami mechanicznymi,
- wilgotność względna powietrza nie może przekroczyć 90%,
- zamocowanie przyrządu powinno być zgodne z pozycją pracy uwidocznioną na skali przyrządu lub w instrukcji fabrycznej, z uwzględnieniem łatwego dostępu dla obsługi, nie dopuszcza się montażu w pozycji dławikami do góry (chyba że dokumentacja producenta nakazuje taki sposób montażu),
- w pobliżu przyrządów nie może być silnych pól magnetycznych i elektrycznych,
- zacisk ochronny urządzeń musi być połączony z uziemieniem.

Aparaturę należy montować po montażu konstrukcji, za pomocą śrub lub wkrętów z nakrętkami i podkładkami sprężystymi, zwracając szczególną uwagę na dokładne jej wypoziomowanie.

Stojaki aparaturowe kotwić do podłoża betonowego kotwami ze stali nierdzewnej o podwyższonej odporności korozyjnej (HCR) i uziemiać do instalacji uziemiającej.

W wypadku konieczności montażu aparatury z połączeniami kołnierzowymi na poziomie posadzki należy dokonać wypoziomowania podłoża na obszarze minimalnie większym niż wymaganym przez kołnierz i wykonać wiertnicą otwór o średnicy znormalizowanej dla średnicy kołnierza. W równych odstępach zakotwić cztery kotwy (o średnicy znormalizowanej dla danego kołnierza, ze stali nierdzewnej o podwyższonej odporności korozyjnej i długości części nagwintowanej podważającej skrócić dwa kołnierze i dwie uszczelki) na średnicy opisowej współosiowo względem wykonanego wiertnicą otworu. Montaż aparatury z kołnierzem wykonać z wykorzystaniem uszczelki ułożonej na posadzce, kołnierza płaskiego do spawania oraz drugiej uszczelki i kompletu czterech nakrętek z podkładkami (kołnierz ze stali min. AISI316, rozmiar kołnierza i uszczelki – jak kołnierza armatury, nakrętki i podkładki ze stali A4).

Siłowniki należy montować na konstrukcji stalowej o odpowiedniej wytrzymałości oraz sztywności i mocować za pomocą śrub. w miarę możliwości siłownik należy montować w jak najmniejszej odległości od mechanizmu wykonawczego, aby uzyskać należytą sztywność układu kinematycznego.

Przy montażu aparatury należy zwrócić uwagę na właściwy sposób zabudowania, zapewniający możliwość demontażu.

Miejsce montażu aparatów należy oznaczyć w sposób widoczny i trwały pełnym symbolem obwodu pomiarowego lub automatyki i numerem elementu obwodu. Oznaczenia aparatury elewacyjnej należy umieścić nad otworem w elewacji od strony wewnętrznej konstrukcji tablicy lub szafy, natomiast oznaczenie aparatury mocowanej na konstrukcjach wsporczych – bezpośrednio obok miejsca mocowania.

Montaż urządzeń powinien być wykonany tak, aby był do nich możliwy dostęp obsługowy z ziemi lub z pomostów obsługowych, bez użycia drabin, rusztowań itp.

Generalnie nie należy montować urządzeń na wysokości większej niż 1,6 m od podłogi pomieszczenia, ziemi lub pomostu obsługowego.

Montaż sprzętu elektrycznego

Przez pojęcie sprzętu elektrycznego należy rozumieć: sterowniki, przełączniki, wyłączniki i przełączniki dźwigniowe, przyciski sterownicze, wyłączniki samoczynne, gniazda bezpiecznikowe, styczniki, przekładniki, zasilacze, transformatory bezpieczeństwa, kasety sygnalizacyjne, lampki sygnalizacyjne, skrzynki przyłączeniowe oraz listwy i zaciski montażowe itp.

Sprzęt należy montować zwracając uwagę na właściwy sposób zabudowania, zapewniający możliwość demontażu i łatwy dostęp dla obsługi.

5.2.3.2. Montaż zestawów automatyki przemysłowej

Przez pojęcie zestawów automatyki należy rozumieć szafy i tablice pomiarowe, regulacyjne i sterownicze oraz pulpity dla automatyki.

Konstrukcje nośne zestawów automatyki muszą być bezwzględnie chronione, zgodnie z zasadami ochrony przeciwporażeniowej zawartej w normie PN-IEC 60364.

5.2.3.3. Przyłączanie aparatury i sprzętu

Przyłączanie aparatury elewacyjnej i sprzętu zabudowanego na konstrukcji nośnej tablicy lub szafy wykonuje się przez połączenie przewodami izolowanymi zacisków poszczególnych aparatów i sprzętu z zaciskami listew montażowych.

Przy wykonywaniu oprzewodowania należy stosować następujące zasady:

- ułożenie przewodów powinno być zgodne z adresami podanymi w dokumentacji,
- zastosowane przekroje przewodów powinny być odpowiednie do obciążenia oraz zgodne z dokumentacją,
- barwy powłok izolacyjnych przewodów użytych do oprzewodowania winny być zgodne z dokumentacją; dopuszcza się inną barwę izolacji przewodów niż podana w dokumentacji jednak z zachowaniem barwy żółto-zielonej dla przewodów ochronnych i niebieskiej dla przewodów neutralnych,
- zasilanie każdego aparatu powinno być oddzielne (zabrania się zasilania aparatów przez mostkowanie),
- obwody pomiarowe powinny być oddzielone od siłowych,
- kable przy urządzeniach, w skrzynkach obiektowych oraz szafach należy zarabiać stosując tulejki z rękawami termokurczliwymi,
- trasy wiązek przewodów lub korytek powinny być usytuowane we właściwy sposób (nie powinny utrudniać dostępu do zacisków łączeniowych),
- należy pozostawiać odpowiednie zapasy w długości przewodów przy zaciskach aparatów, sprzętu i listew montażowych,
- nie należy dopuszczać do nacięć przewodów przy zdejmowaniu powłok izolacyjnych,
- należy zachować odpowiednie odległości wiązek przewodów od sprzętu i aparatów, umożliwiających założenie końcówek adresowych,
- należy zastosować odpowiednią, w pełni okablowaną i wyposażoną rezerwę w liczbie wejść/wyjść w uzgodnieniu z Inwestorem.

Formowanie przewodów i zalewanie/zamykanie przepustów ściennych należy dokonać po przedzwonieniu obwodów. Przewody należy formować w wiązkę i układać w korytkach.

Opis końcówki adresowej powinien składać się:

- przy aparacie – z numeru listwy montażowej i numeru zacisku tej listwy, do której jest podłączony drugi koniec przewodu,
- przy mostkach między aparatami – z numeru zacisku aparatu, symbolu aparatu, do którego przewód biegnie i numeru zacisku tego aparatu,
- przy mostkach na zaciskach listew montażowych – z numeru zacisku listwy, symbolu listwy, do której przewód biegnie (nie dotyczy mostków stałych).

Końce kabli sygnałowych należy tak przygotować, aby można było wprowadzić ich żyły do przewidzianych aparatów i sprzętu, zwracając szczególną uwagę na pewność połączeń i prawidłowość izolacji. Przy urządzeniach należy zostawić zapas kabla. w przypadku urządzeń montowanych na zewnątrz należy uformować pętlę zapobiegającą dostawaniu się wody do wnętrza urządzenia (tzw. „kapinos”).

Odizolowane końce przewodów należy wprowadzać do aparatu lub sprzętu przez dławiki uszczelniające, przy czym przewody zasilające należy wprowadzić przez oddzielny dławik. Skrzynki przyłączeniowe, dławiki i okablowanie montowane w strefie zagrożonej wybuchem powinny mieć odpowiednie atesty i certyfikaty dopuszczające do pracy w danej strefie.

Formowanie przewodów należy dokonać po przedzwonieniu obwodów. Przewody należy formować w wiązkę i układać w korytkach.

Przy podłączaniu przewodów do zacisków tablicowych lub aparatów należy zapewnić niezawodność połączeń oraz czytelność i trwałość opisu.

5.2.4. Instalacje tras obwodów elektrycznych

Trasa powinna być tak prowadzona, aby była łatwo dostępna na całej długości oraz nie była narażona na działanie czynników o temperaturze wyższej od temperatury otoczenia.

Trasy elektryczne występujące w obwodach AKPiA należy podzielić na:

- trasy obwodów pomiarowych służące do przesyłania sygnałów niskoprądowych, np. od 0/4 do 20 mA,
- trasy sygnałów cyfrowych – komunikacja między przetwornikiem, a sterownikiem w szafie sterowania obiektowego;
- trasy obwodów pomiarowych służące do przesyłania sygnałów niskonapięciowych od 1 mV do kilku V;
- pozostałe trasy obwodów elektrycznych, jak: zasilania, sygnalizacji, sterowania, blokad itp..

Należy unikać prowadzenia tras obwodów pomiarowych razem z innymi trasami obwodów elektrycznych lub w ich pobliżu. w przypadku łączenia tras należy zachować odpowiednią odległość (ca 30 cm).

Obwody elektryczne instalacji prowadzi się kablami sygnalizacyjnymi lub przewodami kabelkowymi. Wszystkie obwody powinny zostać wykonane za pomocą kabli lub przewodów ekranowanych.

Odcinki tras elektrycznych należy prowadzić bez łączeń na trasie. Jeżeli nie można tego uniknąć, poszczególne odcinki należy łączyć listwami zaciskowymi umieszczonymi w puszkach przelotowych.

Trasy elektryczne w miejscach narażonych na uszkodzenia mechaniczne należy prowadzić w korytkach prefabrykowanych krytych, a pojedyncze kable – w rurach osłonowych.

Trasy sygnałowe instalacji AKPiA nie mogą być prowadzone wspólnie z kablami elektroenergetycznymi.

Kable należy prowadzić w wykopach kablowych, kanalizacji kablowej lub w korytkach.

Wszystkie nowe trasy światłowodowe mają być prowadzone w wykopach kablowych lub istniejącej kanalizacji teletechnicznej uwzględniając na każdym załamaniu trasy studnie rewizyjne.

Kable należy rozprowadzać bezpośrednio z bębnow. Niedopuszczalne jest cięcie kabli przed rozprowadzeniem. Podczas kładzenia kabli należy przestrzegać minimalnych promieni gięcia oraz maksymalnych sił ciągnięcia kabla.

Kable należy oznaczać trwałymi oznacznikami na obu końcach (dla wszystkich kabli) oraz co 20 m dla kabli w kanalizacji kablowej.

Oznaczniki powinny zawierać co najmniej przedstawione poniżej informacje:

numer kabla, typ kabla, rok instalacji.

Wszystkie przejścia kablone przez ściany czy sufity powinny być osłonięte rurami PCW lub stalowymi. Przyłącza kablone mogą być wykonywane jedynie w szafkach obiektowych, szafach lub urządzeniach.

Kable w korytkach kablowych powinny być mocowane do koryt za pomocą opasek ze stali nierdzewnej bądź z tworzywa.

Koryta kablone powinny być wykonane ze stali kwasoodpornej. Należy zapewnić ciągłość uziemienia na całej długości koryta/drabiny, za pomocą specjalnych łączników lub połączeń wyrównawczych.

Należy stosować kable ekranowane. Należy zachować ciągłość elektryczną ekranu na całej długości trasy kablowej. Ekran należy uziemiać na jednym końcu trasy, w szafach sterowniczych.

5.2.5. Wykonanie tras kablowych

Przed przystąpieniem do układania kabli wyznaczyć na podstawie projektu trasy przebiegu kabli zasilających i sterowniczych. Następnie określić miejsca ewentualnych skrzyżowań lub zbliżeń, a wykonawca oznakuje je.

Jeżeli na trasie kabli lub w ich bliskim sąsiedztwie, znajdują się przedmioty lub przeszkody demontowalne, należy je zdemontować na czas robót. W oznaczonych miejscach tras kablowych zamontować systemy konstrukcji wsporczych, drabinek i korytek kablowych.

System korytek oraz drabinek kablowych powinien zostać wykonany ze stali kwasoodpornej. Wszystkie materiały do budowy tras kablowych muszą być w wykonaniu odpornym na korozyjne działanie środowiska oczyszczalni oraz promieniowanie UV, w tym również wkrety, śruby, nakrętki, opaski i wszystkie inne elementy mocujące.

5.2.6. Układanie kabli zasilających i sterowniczych

Kable należy układać w zależności od warunków terenowych i atmosferycznych po uprzednim wytyczeniu ich tras. Układanie kabli powinno być wykonane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Ponadto przy układaniu powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanej linii.

Podczas przechowywania, układania i montażu, końce kabla należy zabezpieczyć przed wilgocią oraz wpływami chemicznymi i atmosferycznymi.

Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu nie powinna być niższa niż:

- 4°C - w przypadku kabli o izolacji papierowej o powłoce metalowej,
- 0°C - w przypadku kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych.

W przypadku kabli o innej konstrukcji niż wymienione wyżej, temperatura otoczenia i temperatura układanego kabla - wg ustaleń wytwórcy. Zabrania się podgrzewania kabli ogniem.

Przy układaniu kabli można zginać kabel tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży.

Na konstrukcjach kabel należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi twardą rurą ochronną mocowaną za pomocą uchwytów. Ponadto kabel powinien być zaopatrzony na całej długości w trwałe, zamocowane na nim oznaczniki. Powinny one być rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10m oraz w miejscach skrzyżowań i przy wejściach i wyjściach rur ochronnych. Na oznacznikach należy umieścić trwałe napisy identyfikujące kabel zawierające następujące informacje:

Zaleca się stosowanie oznaczników laminowanych folią przeźroczystą z tworzywa sztucznego. Oznaczniki mocować na kablu za pomocą opasek zaciskowych z tworzywa sztucznego nie ulegającego szybkiemu rozkładowi w ziemi

Z uwagi na fakt, że rozbudowa oczyszczalni odbywać się będzie na pracującym obiekcie, wszelkie prace związane z modyfikacjami oprogramowania sterowników należy przeprowadzać w sposób bezpieczny dla ciągłości procesu technologicznego

5.2.10. Podstawowe zasady montażu kabli na trasach kablowych.

- Przed rozpoczęciem prac ziemnych wykonać ręcznie odkrywki w celu zlokalizowania istniejących kabli, przewodów i sieci technologicznych
- magistrale Modbus RTU, Modbus TCP/IP prowadzić na obiektach w korytkach ze stali kwasoodpornej
- odległość tras dla kabli pomiarowych i magistral od kabli zasilających z napięciem 230 V co najmniej 30cm
- kable zasilające prowadzić w korytkach ze stali kwasoodpornej
- przepusty w ścianach i stropach po ułożeniu kabli uszczelnić
- przejścia pod drogami oraz skrzyżowania z innymi sieciami wykonane będą w rurach ochronnych grubościennych z twardego PCV.
- obudowy muszą być wyposażone w osobne listwy do przyłączenia przewodów ekranowych i ochronnych.
- przewody ochronne nie mogą być łączone w terenie z przewodami ekranowymi
- należy stosować kable, dla których producent deklaruje odporność na działanie środowiska oczyszczalni, dla tras kablowych przebiegających w otwartym terenie odpornych na działanie promieniowania UV.
- montaż przewodów instalacji wewnętrznych jak i kabli zewnętrznych wykonać pod nadzorem inspektora nadzoru.
- przewody automatyki i magistrali komunikacyjnej prowadzić oddzielnie od przewodów elektrycznych zachowując odległość między nimi co najmniej 100 mm lub stosując przegrody w korytkach.
- kable powinny być opisane na końcach numerem projektowym.
- przewody należy układać w ciągach poziomych korytek i dowiązywać luźno przy pomocy opaski kablowej do korytka w odległościach co 1 m

- każdy ciąg korytek wychodzących z rozdzielnicy powinien być przyłączony do przewodu ochronnego na początku i na końcu,
- przewód ochronny łączący ciąg korytek z zaciskiem PE rozdzielnicy lub z linią uziemiającą powinien być wykonany jako płaskownik z materiału korytka przystosowany do przykręcania śrubą,

5.4.1. Przejścia przez ściany i stropy

Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, stropy itp. muszą być chronione przed uszkodzeniami. Przejścia należy wykonywać w przepustach rurowych. Przepusty w ścianach i stropach pomiędzy różnymi strefami pożarowymi uszczelnić przegrodą systemową o klasie odporności ogniowej nie niższej niż ściana/stropu, przejścia do gruntu uszczelnić do poziomu uzyskania gazoszczelności połączenia.

5.4.2. Podłączenie przewodów kablekowych

Połączenie żył przewodów należy wykonywać za pomocą sprzętu odpowiednio przystosowanego do rodzaju i przekroju łączonych przewodów. Nie zezwala się na łączenie przewodów przez zwykłe okręcanie. W miejscach połączeń i rozgałęzień żył przewodów nie powinny być naprężane mechanicznie, żyły należy obciążyć na długość potrzebną do wykonania połączeń z naddatkiem od 1 do 2 cm. Końce żył należy odizolować na długości niezbędnej do prawidłowego połączenia z zaciskiem. Żyły miedziane można odizolować nożem monterskim, prowadząc go skośnie tak, aby nie nadcinać żyły, przy czym żyła ochronna powinna być nieco dłuższa.

5.4.3. Uziemienie

Urządzenia, których obudowy wymagają uziemień i są wyposażone przez producenta w zacisk uziemiający, należy podłączyć do instalacji uziemienia technologicznego. Do tego celu w specyfikacji ujęto przewód miedziany w powłoce koloru żółto – zielonego oraz bednarka ocynkowana.

5.4.4. Montaż stacji obiektowych.

Do wykonawcy automatyki należy dostawa i montaż szaf zasilająco sterowniczych wraz ze wszystkimi elementami automatyki oraz ustawieniem, regulacją i uruchomieniem. Jeżeli nad szafą sterowniczą przebiegają instalacje sanitarne lub występują przepusty nad szafą należy zainstalować daszek chroniący przed zalaniem. Wszystkie kable do szaf sterowniczych wprowadzać od dołu. Kable prowadzić tak, aby:

- nie były łączone
- wyziewy ze ścieków nie przedostawały się do wnętrza szaf

Kable czujników powinny być w ekranie i prowadzony w odległości nie mniejszej niż 30 cm od innych przewodów i kabli energetycznych.

5.4.5. Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwprzepięciowa

Podstawową ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym stanowi izolacja ochronna poszczególnych elementów instalacji. Dodatkowym środkiem ochrony przeciwporażeniowej jest zastosowanie samoczynnego, szybkiego wyłączenia napięcia poprzez wyłączniki różnicowo-prądowe działające na bazie sprawnej instalacji uziemiającej.

W celu uniemożliwienia pojawienia się różnych potencjałów i niebezpiecznych napięć na przedmiotach metalowych (drabinki, podesty, prowadnice, korpusy silników pomp), należy zastosować połączenia wyrównawcze. Przewód wyrównawczy powinien być poprowadzony od punktu do punktu z końcowym podłączeniem do szyny PE rozdzielnicy siłowej przepompowni.

Nie zastosowano dodatkowej ochrony osprzętu łączeniowego i sygnalizacyjnego skrzynek sterowania lokalnego ze względu na wysoki stopień odporności udarowej aparatury, niską wartość urządzeń i małe prawdopodobieństwo przerwania pracy urządzeń technologicznych w przypadku wystąpienia uszkodzenia tej aparatury.

5.4.6. Próby pomontażowe.

Po zakończeniu robót AKPiA w obiekcie, przed ich odbiorem Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia tzw. prób pomontażowych, tj. technicznego sprawdzenia jakości wykonanych robót wraz z dokonaniem potrzebnych pomiarów i próbnym uruchomieniem poszczególnych linii, instalacji, rozdzielnic, urządzeń.

Próby pomontażowe powinny być udokumentowane. Dla każdego obwodu pomiarowego, sterowniczego i sygnalizacyjnego grupa montażowa powinna przedstawić protokół stwierdzający poprawność wykonanych połączeń. Dostarczenie tych protokołów przez Wykonawcę do Inwestora jest warunkiem rozpoczęcia rozruchu danej części instalacji.

5.4.7. Dokumentacja powykonawcza

Po wykonaniu instalacji Wykonawca wykona na własny koszt dokumentację powykonawczą z naniesionymi zmianami w stosunku do projektu wykonawczego. Do dokumentacji należy dołożyć kopie deklaracje zgodności potwierdzone podpisem wykonawcy za zgodność z oryginałem, zastosowanych urządzeń oraz protokoły z przeprowadzonych pomiarów.

Dokumentacja powinna zawierać:

- Opis funkcjonalny systemu, w szczególności opis alarmów, raportów, szczegółowych funkcji interfejsu operatora.
- Schemat z podziałem na: warstwę zarządzającą, operatorską, sterowników systemowych i sterowników obiektowych.
- Zestawienie tabelaryczne sterowników i urządzeń, a także pełnej specyfikacji urządzeń i oprogramowania.
- Prezentację przewidywanych poziomów obsługi i dostępu do sterowania ręcznego urządzeń.
- Listę kablową.
- Na rysunkach należy przedstawić rozmieszczenie urządzeń oraz aparaty instalacji siłowej, do których doprowadzane są przewody sygnalizacyjne i sterownicze, a także przebieg tras kablowych i korytek (należy ponumerować urządzenia i w trasach określić rodzaj i ilość przewodów w linii).
- Opis zdarzeń
- Zestawienie tabelaryczne wszystkich obwodów pomiarowych, sterowniczych i sygnalizacyjnych
- Wszystkie zastosowane algorytmy obejmujące np. gospodarkę biogazu, osadową, energetyczną, ciepłowniczą itp.
- Zestawienie tabelaryczne wszystkich nastaw falowników, progów alarmowych, zakresów pomiarowych itp.
- Normy i obowiązujące polskie przepisy, według których ma być wykonana instalacja.

W projektowaniu należy przyjąć jako nadrzędną zasadę oszczędności zużycia energii, przy minimalnym marginesie dyskomfortu użytkowników.

5.5. Wymagania odnośnie przeprowadzenia rozruchu instalacji.

Warunkiem dopuszczenia do ruchu nowoinstalowanych urządzeń technologicznych jest wykonanie stałego lub tymczasowego zasilania i sterowania urządzeń, przeprowadzenie rozruchu mechanicznego, technologicznego, przygotowanie i wdrożenie do pracy automatycznej, bez stałej obsługi..

Przed rozpoczęciem czynności rozruchowych należy zapewnić poprawne funkcjonowanie ochrony przeciw porażeniowej i wykonać odpowiednie pomiary kontrolne.

Sposób przeprowadzania uruchomienia:

Prace należy wykonywać etapami, które nie będą powodowały zakłóceń w innych obszarach systemu sterowania

- Wszelkie prace muszą zostać uprzednio zgłaszane służbom utrzymania ruchu
- Prace należy skoordynować w taki sposób, aby w chwili włączenia obiektu technologicznego do ruchu, na etapie rozruchu sprawny był system sterowania w reżimie pracy bezobsługowej.

Oprogramowanie sterowników i paneli oraz pliki konfiguracyjne urządzeń należy przekazać w wersji źródłowej z dokumentacją.

Po zakończeniu realizacji pełne końcowe oprogramowanie sterowników i paneli oraz pliki konfiguracyjne urządzeń należy przekazać w wersji źródłowej wraz z dokumentacją powykonawczą.

Oprogramowanie to musi umożliwiać modyfikację, rozbudowę, kompilację, analizę i załadowanie oprogramowania czyli:

- oprogramowania wraz z komentarzami, nazwami symbolicznymi zmiennych i podprogramów
- zawierać wszelkie dodatki, typu biblioteki i bloki funkcyjne również w jawnych wersjach źródłowych

Oprogramowanie i dostęp do urządzeń nie może być zabezpieczony hasłem.

Nie dopuszcza się przekazania oprogramowania odczytanego ze urządzeń i poddanego dekompilacji lub w wersji binarnej.

W ramach rozruchu należy wykonać następujące prace:

Sposób przygotowania obiektu przez wykonawcę do rozruchu.

- Przed przystąpieniem do rozruchu należy zakończyć wszystkie prace montażowe urządzeń i armatury na instalacji technologicznej, obiektach budowlanych, energetycznych, prowadzenie tras kablowych.
- Po zakończeniu montażu wykonać pomiary elektryczne, protokoły pomiarowe przekazać do nadzoru inwestorskiego.
- Skompletować dokumentację pomontażową i DTR, 1 kopię przekazać dla potrzeb rozruchu. Dokumentacja winna zawierać oświadczenie Kierownika Budowy, potwierdzone przez odpowiedniego Inspektora Nadzoru o zakończeniu zasadniczego zakresu robót, kompletności dokumentacji i zgodności ze stanem faktycznym.
- Oznaczyć miejsca występowania zagrożeń, zabezpieczyć przed dostępem osób postronnych.
- Przeszkolić obsługę dla zasad bezpiecznej pracy, występujących zagrożeń.
- Dopuszcza się etapowe przekazywanie instalacji do rozruchu.
- Obiekty i instalacje przeznaczone do rozruchu winny być zasadniczo ukończone. Instalacje należy przygotować przez oczyszczenie rurociągów z odpadów budowlanych, sprawdzenie drożności i szczelności. Dopuszcza się wykonywanie prac wykończeniowych, jeśli te nie kolidują i nie stwarzają zagrożenia dla osób prowadzących rozruch, pozwalają na bezpieczną eksploatację urządzeń i instalacji, nie wprowadzają odpadów do instalacji, zanieczyszczają urządzeń. Należy zapewnić dostawę niezbędnych mediów jak woda i sprężone powietrze.
- Urządzenia pomiarowe, armatura winny być uruchomione i sprawne, wstępnie sparametryzowane zgodnie z założeniami projektowymi. Wykonawca winien sporządzić protokołu z uruchomienia urządzeń z zapisanymi parametrami i przekazać dla potrzeb rozruchu (w zakresie dokumentacji pomontażowej).
- Magistrale obiektowe winny być kompletne, uruchomione. Wykonawca winien sporządzić protokół z uruchomienia każdego z segmentów magistrali, zawierający wyniki testów transmisji, maksymalną uzyskaną szybkość transmisji. Wszystkie aktywne urządzenia sieci jak również slave winny być uruchomione i „widoczne” w sieci.
- Obiekty mogą być przekazywane w różnej kolejności i ze względu na konieczność utrzymania ruchu oddawane do rozruchu przed wykonaniem nadrzędnej części systemu dyspozytorskiego. W takim przypadku należy zabezpieczyć możliwość lokalnego nadzoru nad pracą urządzeń i instalacji z poziomu paneli operatorskich, dla archiwizacji wartości mierzonych zainstalować tymczasowe komputerowe stanowiska operatorskie.
- Sterowniki obiektowe, panele operatorskie i w miarę możliwości nadrzędny system dyspozytorski winny być zasadniczo zaprogramowane. Większość testów można wykonać dopiero na czynnej instalacji, jednak programy należy przygotować i wstępnie sparametryzować.

Na czas rozruchu należy zapewnić dostawę niezbędnych narzędzi, odzieży ochronnej i dostawę materiałów eksploatacyjnych, takich jak : zestaw narzędzi (śrubokręty o różnych końcówkach, cęgi do ściągania izolacji z kabli, szczypce monterskie, cążki), uniwersalny miernik pomiaru prądu, napięcia, rezystancji, kombinezon ochronny itp.

Zakres prac.

- Ogólne sprawdzenie kompletności i zgodności ze stanem faktycznym dokumentacji pomontażowej. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości zwrócenie całej dokumentacji wykonawcy.
- Zapoznanie się z zasadami bezpiecznej eksploatacji urządzeń i instalacji, dokumentacją techniczną i DTR.
- Sprawdzenie kompletności oprogramowania sterowniczego, nadzoru obiektowego i dyspozytorskiego.
- Udział w uruchomieniach poszczególnych urządzeń i instalacji.
- Rejestracja odczytów systemu sterowania, sprawdzenie poprawności identyfikacji urządzeń, stanów pracy, awarii, położenia, kierunków ruchu, sygnalizacji komunikatów diagnostycznych. Niepoprawne wskazania winny być niezwłocznie korygowane przez wykonawcę, próbę zakończyć protokołem potwierdzającym pozytywny wynik próby dla każdego z urządzeń.
- Przeprowadzenie prób funkcjonalnych sterowań, zakończonych protokołem jw.

- Udział w uruchomieniu instalacji będącej przedmiotem rozruchu, sprawdzenie nastaw parametrów urządzeń, zakresów pomiarowych. Rejestracja pomiarów i parametrów, sporządzenie raportów.
- Przeprowadzenie testów komunikacji, szybkości reakcji zleceń sterowniczych, zgodności z założeniami projektowymi.
- Uruchomienie funkcji automatycznego sterowania urządzeń, zespołów i instalacji, wstępna weryfikacja i korekta parametrów automatyki pozwalająca na bezpieczną i bezobsługową pracę obiektu. Zestawienie wartości parametrów dla charakterystycznych wartości pracy instalacji (np. przy minimalnej, maksymalnej wydajności). Sporządzenie raportów i zestawień uzyskanych parametrów.
- Sprawdzenie funkcjonalności algorytmów odpowiedzialnych za zabezpieczenia technologiczne urządzeń i instalacji. Sprawdzenie poprawności odczytu wskazań diagnostycznych. Sporządzenie raportów.
- Przeprowadzenie testów obiektowego systemu sterowania, zachowania instalacji w przypadkach awarii poszczególnych urządzeń, zaników zasilania i innych sytuacji krytycznych.
- Sprawdzenie poprawności synoptyki systemu nadrzędnego.
- Rozruch należy przeprowadzić w całym możliwym zakresie wydajności obiektu. Należy wskazać graniczne wartości wydajności przy których instalacja spełnia założenia projektowe.
- Przekazanie wykonawcy zaleceń względem uzyskania poprawnych parametrów technologicznych, poprawienia efektywności pracy urządzeń, poprawienia niezawodności instalacji, bezpieczeństwa pracy obiektu. Wykonawca jest zobowiązany uzupełnić układ sterowania w oprogramowanie nie wyszczególnione w swojej funkcjonalności w specyfikacji technicznej zgodnie z zaleceniami komisji rozruchowej do szacunkowej wartości 10 % prac programowych.
- Przygotowanie i uzgodnienie z przyszłym użytkownikiem zakresu i wyglądu raportów i wykresów dotyczących uruchamianego obiektu. Raporty winny być wstępnie przygotowane na etapie realizacji pracy wykonawczych oprogramowania systemowego, w fazie rozruchu należy uzgodnić ostateczny wygląd i zakres raportów, uwzględniając uwagi i wymagania użytkownika.
- Przygotowanie wskazań dla wykonania przez wykonawcę Dokumentacji Powykonawczej.
- Przygotowanie wyników rozruchu w postaci raportu.
- Zebranie wszystkich zaleceń komisji rozruchowej niewykonanych podczas rozruchu w formie końcowych zaleceń komisji rozruchowej.
- Sporządzenie branżowego protokołu zakończenia rozruchu.
- Przekazanie obiektu po rozruchu do nadzoru inwestorskiego.

Dokumentacja czynności rozruchowych

- Protokół przejęcia obiektu od Kierownika Budowy wraz z niezbędną dokumentacją pomontażową.
- Raportowanie poszczególnych etapów rozruchu zgodnie z w/w wytycznymi.
- Zbieranie na bieżąco zaleceń komisji rozruchowej w sprawach dotyczących funkcjonalności systemu automatyki, formowanie w formie wniosków dla nadzoru inwestorskiego.
- Sporządzenie uwag do dokumentacji pomontażowej w formie wniosków dla wykonawcy względem wykonania dokumentacji powykonawczej.
- Zebranie wyników działania komisji w formie raportów, sporządzenie raportu końcowego. Raport końcowy winien zawierać wszelkie niezbędne informacje pozwalające prowadzić ekonomiczną i bezpieczną eksploatację instalacji. Należy przedstawić osiągnięte wyniki, wydajności minimalne i maksymalne pracy instalacji, osiągnięte krańcowe parametry technologiczne. Należy przedstawić wszystkie zalecenia komisji rozruchowej niewykonane podczas rozruchu w formie końcowych zaleceń komisji rozruchowej.

Uwaga:

Ustawienia docelowe pracy reaktorów muszą być dokonane w trakcie rozruchu, więc Wykonawca AKPiA winien przewidzieć pobyt programisty na obiekcie przez okres ok. 6 miesięcy w ramach grupy rozruchowej oraz sfinansowaniu jego prac przez Wykonawcę.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Wymagania ogólne.

Ogólne wymagania dotyczące kontroli robót podano w ST-00.00 „Wymagania ogólne”.

Kontrola jakości oraz odbiór robót powinny być przeprowadzona zgodnie z dokumentacją techniczną oraz normą.

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.

6.2. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót

Wszystkie materiały nie spełniające wymagań ustalonych w odpowiednich punktach ST zostaną przez Inwestora odrzucone.

Wszystkie elementy robót, które wykazują odstępstwa od postanowień ST i dokumentacji projektowej zostaną rozebrane i ponownie wykonane na koszt Wykonawcy.

6.3. Szczegółowe zasady kontroli

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

6.4. Linie kablowe

W czasie robót Wykonawca powinien prowadzić systematyczne badania kontrolne, w zakresie i z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań jakości:

- głębokość zakopania kabla z tolerancją □ 5 cm,
- głębokość podsypki piaskowej nad i pod kablami z tolerancją □ 1 cm,
- odległość folii ochronnej od kabla z tolerancją □ 5 cm,
- rezystancji izolacji i ciągłości żył kabla,
- tras kablowych,
- ochrony linii kablowych,
- szczelności powłok

Pomiary należy wykonywać co 10,0 m budowanej linii kablowej za wyjątkiem pomiarów rezystancji izolacji i ciągłości żył kabla, które należy wykonywać dla każdego odcinka kabla.

Ponadto należy sprawdzać stopień zagęszczenia gruntu nad kablem zgodnie z ustaleniami.

Wymagania dotyczące linii kablowych energetycznych podane są w PN-E-04700:1998

6.5. Szafy zasilające i sterownicze

Po wykonaniu Robót należy sprawdzić:

- ułożenie kabli zasilających i sterowniczych,
- połączenia zacisków wewnętrznego okablowania sterowniczego,
- kompletność i prawidłowość montażu wyposażenia,
- nastawy zabezpieczeń,
- prawidłowość połączeń przewodów ochronnych,
- dokręcenie zacisków przewodów ochronnych,
- prawidłowość montażu wyposażenia,
- prawidłowość opisów poszczególnych elementów i urządzeń wyposażenia,
- opisy tablic i rozdzielnic,
- poprawność działania zamontowanych urządzeń,
- zastosowanie osłon odkrytych części będących pod napięciem wyższym niż bezpieczne,
- funkcjonalność łączników ręcznych, blokad i zabezpieczeń i zamknięcia drzwiczek,
- skuteczność ochrony przeciwporażeniowej szafek sterowniczych

6.6. Badanie elementów automatyki

Po wykonaniu robót należy sprawdzić poprawność działania układów automatyki i sterowania, Badania elementów automatyki należy przeprowadzić poprzez wykonanie szeregu symulacji rozmaitych sytuacji i stanów normalnych i awaryjnych przepompowni. Przyczyna każdego nieprawidłowego zadziałania układu automatyki powinna być szczegółowo przeanalizowana, wyjaśniona, a ewentualna usterka poprawiona.

6.7. Instalacja przeciwporażeniowa

Podczas wykonywania uziomów taśmowych należy wykonać pomiary głębokości ułożenia bednarki oraz sprawdzić stan połączeń spawanych, a po ich zasypaniu sprawdzić stopień zagęszczenia ziemi. Pomiary głębokości ułożenia bednarki wykonać co 10,0 m przy czym bednarka nie może być zakopana płycej niż 60 cm. Po wykonaniu uziomów ochronnych należy wykonać pomiary ich rezystancji.

6.8. Rozruch urządzeń i układów

Po wykonaniu robót sprawdzeniu poprawności działania należy dokonać rozruchu urządzeń i układów AKPiA i monitoringu. W ramach rozruchu wykonać 72-godzinny ruch próbny dla każdego z obiektów (obszaru obiektów przynależnych do obiektowych stacji sterowania) osobno oraz dla kompletnego systemu.

7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST-00.

Obmiar robót określa ilość wykonanych robót zgodnie z postanowieniami Kontraktu.

7.1. Zasady obmiaru

Ilość robót oblicza się według sporządzonych przez służby pomiarów z natury, udokumentowanych operatem powykonawczym, z uwzględnieniem wymagań technicznych zawartych w niniejszych ST i ujętych w księdze obmiaru.

Wszystkie urządzenia i sprzęt pomiarowy stosowane do obmiaru robót podlegają akceptacji Inwestora i muszą posiadać ważne certyfikaty legalizacji.

7.2. Jednostki obmiaru

Jednostką obmiarową dla robót objętych specyfikacją jest:

w **kompletach (kpl)** mierzy się Roboty:

- montaż i uruchomienie stacji obiektowych,
- montaż i uruchomienie oprogramowania systemu sterowania i wizualizacji,
- montaż i uruchomienie stacji operatorskich,
- montaż i uruchomienie szaf sterowniczych
- montaż i uruchomienie układów pomiarowych

w **metrach (1metr)** – dla:

- wykonania okablowania i tras kablowych

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady i wymagania dotyczące odbioru robót podano w ST-00.

Celem odbioru jest protokolarne dokonanie finalnej oceny rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości.

Gotowość do odbioru zgłasza Wykonawca wpisem do dziennika budowy przedkładając Inżynierowi do oceny i zatwierdzenia dokumentację powykonawczą robót.

Odbiór jest potwierdzeniem wykonania robót zgodnie z postanowieniami Kontraktu oraz obowiązującymi Normami Technicznymi (PN, EN-PN).

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Zasady i wymagania ogólne dotyczące płatności podano w ST-00.

Podstawa płatności jest zatwierdzona faktura wystawiona przez Wykonawcę sporządzona na podstawie Przejściowego Świadectwa Płatności wystawionego przez Inwestora.

Zgodnie z Dokumentacją należy wykonać zakres robót wymieniony w p. 1.3. niniejszej ST. Płatność należy przyjmować zgodnie z obmiarem i ceną jednostkową robót określoną w Wycenionym Przedmiarze Robót:

1. Cena **montażu lub modernizacji stacji obiektowej wraz z jej uruchomieniem** rozliczana w **kompletach** obejmuje:
 - prace przygotowawcze przy ustalaniu lokalizacji stacji,
 - zakup i dostarczenie materiałów, sprzętu i urządzeń oraz ich składowanie,
 - zarobienie końcówek kablowych i mocowanie kabli
 - instalowanie i testowanie oprogramowania stacji z symulacją określonych, typowych zdarzeń eksploatacyjnych,
 - testowanie funkcjonalności stacji,
 - testowanie funkcjonalności sieci,
 - prace programistyczne korygujące oprogramowanie stacji, wynikające z wniosków podczas testów,
 - zabezpieczenie kabli i urządzeń przed wyładowaniami atmosferycznymi i obcymi napięciami
 - uruchomienie Stacji obiektowej
 - prace programistyczne korygujące oprogramowanie stacji, wynikające z wniosków podczas uruchomienia
 - szkolenie obsługi bezpośredniej i serwisowej służb utrzymania ruchu,
 - wykonanie określonych w postanowieniach Kontraktu badań, pomiarów i sprawdzeń Robót.,
 - wywóz z terenu budowy materiałów zbędnych i uporządkowanie placu budowy po Robotach
2. Cena **montażu i uruchomienia oprogramowania systemu sterowania i wizualizacji**, rozliczana w **kompletach** obejmuje:
 - zakup i dostarczenie materiałów, sprzętu i urządzeń oraz ich składowanie,
 - zarobienie końcówek kablowych i mocowanie kabli,
 - zabezpieczenie kabli i urządzeń przed wyładowaniami atmosferycznymi i obcymi napięciami
 - instalowanie i testowanie oprogramowania z symulacją określonych, typowych zdarzeń eksploatacyjnych,
 - testowanie funkcjonalności oprogramowania,
 - testowanie funkcjonalności sieci sygnałów wizualizacji,
 - prace programistyczne korygujące oprogramowanie, wynikające z wniosków podczas testów,
 - oprogramowanie komunikacyjne wszystkich systemów
 - uruchomienie komunikacji
 - prace programistyczne korygujące oprogramowanie stacji, wynikające z wniosków podczas uruchomienia
 - szkolenie obsługi bezpośredniej i serwisowej służb utrzymania ruchu,
 - wykonanie określonych w postanowieniach Kontraktu badań, pomiarów i sprawdzeń Robót.,
 - wywóz z terenu budowy materiałów zbędnych i uporządkowanie placu budowy po Robotach.
3. Cena **montażu i uruchomienia układów pomiarowych rozliczanych w kpl** obejmuje:
 - prace przygotowawcze przy ustalaniu lokalizacji i miejsca zamontowania układu,
 - zakup i dostarczenie materiałów, sprzętu i urządzeń oraz ich składowanie,
 - zabezpieczenie kabli i urządzeń przed wyładowaniami atmosferycznymi i obcymi napięciami
 - testowanie funkcjonalności układów,
 - prace programistyczne korygujące układy programowalne wynikające z wniosków podczas testów,
 - prace i nakłady związane z częściowym demontażem lub przesunięciem istniejących układów pomiarowych i odcinków kablowych,
 - montaż wyposażenia dodatkowego układów pomiarowych, takich jak króćce, wsporniki, itp
 - testowanie funkcjonalności układów regulacji związanych z regulowanymi wielkościami,
 - zarobienie końcówek kablowych, podłączenie układów pomiarowych i mocowanie kabli,
 - szkolenie obsługi bezpośredniej i serwisowej służb utrzymania ruchu,
 - wykonanie określonych w postanowieniach Kontraktu badań, pomiarów i sprawdzeń Robót.,
 - wywóz z terenu budowy materiałów zbędnych i uporządkowanie placu budowy po Robotach.
4. Cena jednostkowa **1 m okablowania zakresie AKPiA** obejmuje:
 - roboty pomiarowe, przygotowawcze, wytyczenie trasy sieci,

- wykonanie robót ziemnych (wykop, podsypka i osypką piaskiem, zasypka, zagęszczenie gruntu),
- montaż rur ochronnych oraz niezbędnych przepustów,
- zakup kompletu materiałów oraz transport na miejsce wbudowania,
- montaż korytek i drabinek kablowych
- wykonanie robót montażowych,
- wykonanie przebić i otworów,
- wykonanie uszczelnień przepustów
- zarobienie i podłączenie kabli i przewodów jedno- i wielożyłowych,
- oznakowanie kabli w ziemi oraz oznakowanie trasy linii kablowej,
- wykonanie pomiarów elektrycznych i wszystkich koniecznych badań potwierdzonych protokołami zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami między innymi:
 - pomiary uziemienia ochronnego lub roboczego,
 - pomiary elektryczne obwodu,
 - pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
 - pomiary impedancji pętli zwarciowej,
 - pomiary kabli energetycznych,
- próby pomontażowe, sprawdzenie działania poszczególnych urządzeń, o ile jest to możliwe, sprawdzenie funkcjonalności układów,
- wykonanie pomiarów, odbiorów AKPiA,
- zabezpieczenie kabli przed wyładowaniami atmosferycznymi i obcymi napięciami,
- zabezpieczenie kabli przed działaniem korozji,
- wykonanie spawów światłowodów,
- wykonanie określonych w postanowieniach Kontraktu badań, pomiarów i sprawdzeń Robót,
- próby pomontażowe, sprawdzenie działania poszczególnych urządzeń, sprawdzenie funkcjonalności układów,
- doprowadzenie terenu robót do stanu sprzed rozpoczęcia robót, prace porządkowe

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

Wykaz norm zgodnie z załącznikiem do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – w zakresie przywołanym w rozporządzeniu:

PN-88/M-42000	Automatyka i pomiary przemysłowe. Terminologia
PN-89/M-42007.01.04	Automatyka i pomiary przemysłowe. Oznaczenia na schematach
PN-EN 60445:2018-01	Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami albo cyframi
PN-EN 60073:2003	Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja. Zasady kodowania wskaźników i elementów manipulacyjnych
PN-HD 60364-5-56:2019-01	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.
PN-EN 60654-1:1996	Urządzenia do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi. Warunki pracy. Warunki klimatyczne.
PN-EN 60654-2:1999	Warunki pracy urządzeń do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi. Zasilanie.
PN-EN 61298-2:2009	Urządzenia do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi. Ogólne metody i procedury wyznaczania właściwości. Badania w warunkach odniesienia
PN-EN 61131-1:2004	Sterowniki programowalne. Postanowienia ogólne.
PN-EN 61131-2:2008	Sterowniki programowalne. Część 2: Wymagania i badania dotyczące

	sprzętu
PN-EN 61131-3:2013-10	Sterowniki programowalne. Języki programowania.

10.2. Inne

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane z późniejszymi poprawkami .
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy