

**Uszczegółowienie opisu przedmiotu zamówienia**  
**ST- 02**  
**INSTALACJE AKPiA**

**SPIS TREŚCI**

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. CZĘŚĆ OGÓLNA.....</b>                                                        | <b>4</b>  |
| 1.1. Przedmiot ST .....                                                            | 4         |
| 1.2. Zakres stosowania ST .....                                                    | 4         |
| 1.3. Zakres Robót objętych ST .....                                                | 4         |
| 1.4. Określenia podstawowe.....                                                    | 5         |
| 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót .....                                        | 6         |
| <b>2. MATERIAŁY .....</b>                                                          | <b>6</b>  |
| 2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów .....                                    | 6         |
| 2.2. Wymagania szczegółowe dotyczące materiałów .....                              | 7         |
| 2.2.1. Struktura systemu automatyki.....                                           | 7         |
| 2.2.1.1. Warstwa obiektowa.....                                                    | 8         |
| 2.2.1.2. Warstwa we/wyj.....                                                       | 19        |
| 2.2.1.3. Warstwa sieci komunikacyjnej .....                                        | 21        |
| <b>3. SPRZĘT .....</b>                                                             | <b>25</b> |
| <b>4. TRANSPORT .....</b>                                                          | <b>25</b> |
| <b>5. WYKONANIE ROBÓT .....</b>                                                    | <b>26</b> |
| 5.1. Wymagania ogólne .....                                                        | 26        |
| 5.2. Wymagania szczegółowe .....                                                   | 26        |
| 5.2.1. System automatyki.....                                                      | 26        |
| 5.2.1.1. Warstwa obiektowa.....                                                    | 27        |
| 5.2.1.2. Warstwa we/wyj.....                                                       | 28        |
| 5.2.1.3. Warstwa sieci komunikacyjnej .....                                        | 29        |
| 5.2.1.4. Warstwa aplikacyjna (poziom dyspozytorski).....                           | 30        |
| 5.2.2. Wymagania dla wykonawcy oprogramowania sterowników i SCADA.....             | 37        |
| 5.2.3. Montaż aparatury pomiarowej, regulacyjnej .....                             | 37        |
| 5.2.3.1. Montaż przepływomierzy .....                                              | 38        |
| 5.2.3.2. Pomiary ciśnienia.....                                                    | 40        |
| 5.2.3.3. Montaż sprzętu elektrycznego .....                                        | 40        |
| 5.2.3.4. Montaż zestawów automatyki przemysłowej .....                             | 40        |
| 5.2.3.5. Przyłączenie aparatury i sprzętu .....                                    | 40        |
| 5.2.4. Instalacje tras obwodów elektrycznych .....                                 | 41        |
| 5.2.5. Instalacje urządzeń i tras kablowych w obiektach zagrożonych wybuchem ..... | 42        |
| 5.2.6. Wykonanie tras kablowych.....                                               | 43        |
| 5.2.7. Układanie kabli zasilających i sterowniczych .....                          | 43        |
| 5.2.8. Wymagania dla dostawców instalacji technologicznych.....                    | 44        |
| 5.2.9. Kanalizacja kablowa .....                                                   | 44        |
| 5.2.10. Podstawowe zasady montażu kabli na trasach kablowych .....                 | 44        |
| 5.2.10.1. Przejścia przez ściany i stropy .....                                    | 45        |
| 5.2.10.2. Podłączenie przewodów kabelkowych .....                                  | 45        |
| 5.2.10.3. Uziemienie .....                                                         | 46        |
| 5.2.10.4. Montaż stacji obiektowych .....                                          | 46        |
| 5.3. Wymagania odnośnie przeprowadzenia rozruchu instalacji.....                   | 47        |
| <b>6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT .....</b>                                             | <b>50</b> |
| 6.1. Wymagania ogólne .....                                                        | 50        |
| 6.2. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót .....              | 51        |
| 6.3. Szczegółowe zasady kontroli.....                                              | 51        |

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| 6.4. Linie kablowe .....                  | 51        |
| 6.5. Szafy zasilające i sterownicze ..... | 51        |
| 6.6. Badanie elementów automatyki.....    | 52        |
| 6.7. Instalacja przeciwporażeniowa .....  | 52        |
| 6.8. Rozruch urządzeń i układów.....      | 52        |
| <b>7. OBMIAR ROBÓT .....</b>              | <b>52</b> |
| 7.1. Zasady obmiaru .....                 | 52        |
| 7.2. Jednostki obmiaru.....               | 52        |
| <b>8. ODBIÓR ROBÓT .....</b>              | <b>53</b> |
| <b>9. PODSTAWA PŁATNOŚCI.....</b>         | <b>53</b> |
| <b>10. PRZEPISY ZWIĄZANE .....</b>        | <b>55</b> |
| 10.1. Normy .....                         | 55        |
| 10.2. Inne .....                          | 55        |

---

## 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. **Wykonanie prac w zakresie AKPiA Oczyszczalni Ścieków w Ustroniu w ramach zadania inwestycyjnego pn.: „Modernizacja miejskiej oczyszczalni ścieków”**

### 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 Wykonanie prac w zakresie AKPiA Oczyszczalni Ścieków w Ustroniu w ramach zadania inwestycyjnego pn.: „Modernizacja miejskiej oczyszczalni ścieków”

Zaktualizowaną listę obiektów wskazano w dokumentacji projektowej. Należy przewidzieć również obiekty docelowej pracy oczyszczalni ujęte w projekcie, koncepcji i SIWZ na przebudowę oczyszczalni ścieków. Dokumenty wzajemnie się uzupełniają i obejmują również obiekty nierealizowane w obecnym etapie. Wszystkie docelowe obiekty nie ujęte w przedmiotowej inwestycji trzeba uwzględnić podczas wykonawstwa, aby w przyszłości stanowiły jednorodną funkcjonalną, uzupełniającą się całość.

Zakres robót obejmuje:

- Roboty przygotowawcze:
    - Prace geodezyjne związane z wyznaczeniem zakresu robót i obiektu zgodnie z ST
    - 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 zasilanych i sterowniczych,
    - 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
- Uruchomienie systemu
- Rozruch systemu
- Roboty końcowe, konieczne do uzyskania Świadectwa Przejęcia Robót
- Przeprowadzenie niezbędnych pomiarów i badań laboratoryjnych

#### 1.4. Określenia podstawowe

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

**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.

**Stacja dyspozytorska** - stanowi centrum zbierania, archiwizowania i analizy informacji o stanach i parametrach układu. Ma najwyższy priorytet w uprawnieniach związanych z zarządzaniem systemem sieci sterowników obiektowych.

**Sterownik** – 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.

**Terminal operatorski** – stanowisko, które umożliwia gromadzenie danych pomiarowych oraz prezentowanie wskazań przyrządów na wyświetlaczach. Przesyła dane do centralnej stacji operatorskiej.

**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.

**Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe** – urządzenie zabezpieczające inne urządzenia przed szkodliwym działaniem nagłego wzrostu napięcia w sieci od strony zasilania.

**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-wymagania ogólne.

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacjami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych i poleceniami Inżyniera. Wprowadzenie jakichkolwiek odstępstw od tych dokumentów wymaga akceptacji Inżyniera.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Ogólne warunki dotyczące stosowania materiałów podano w ST Wymagania ogólne.

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

Możliwe jest zaproponowanie produktów równorzędnej jakości. Jakiegolwiek przeróbki projektowe, budowlane i instalacyjne muszą być wykonane na koszt wykonawcy. Wszystkie materiały wymagają akceptacji Inżyniera.

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 Inżyniera.

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 wpływom 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 Inżyniera.

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.

### **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.

## **2.2. Wymagania szczegółowe dotyczące materiałów**

### **2.2.1. 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. System dyspozytorski jest zbudowany w oparciu o architekturę Klient/Serwer. Architektura powinna umożliwić wzajemną współpracę wielu serwerów i wielu stacji klienckich. System umożliwia przenoszenie aplikacji pomiędzy komputerami bez przebudowy lub modyfikacji.

#### **2.2.1.1. 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, Ethernet pomiędzy przetwornikiem a sterownikiem PLC, a w przypadku niemożliwości 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. System nadrzędny będzie komunikował się z przetwornikami pomiarowymi protokołem Ethernet, a dla urządzeń dwuprzewodowych 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 dokumencie pn. „Wykaz pomiarów systemu AKPiA”. W wykazie tym wskazano również obwody pomiarowe, które są dostarczane z urządzeniami i instalacjami technologicznymi, a które to pomiary są odzwierciedlone na monitorach w Centralnej Dyspozytorni.

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 radarowa (mikrofalowa)**

- dokładność:  $\pm 2$  mm
- wyjście 4...20 mA HART
- zasilanie 10,5-30 VDC
- zakres pomiarowy 10 m
- temperatura pracy od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+80^{\circ}\text{C}$
- stopień ochrony: IP66/68
- praca w ciśnieniu od -1 do 3 bar
- materiał czujnika i korpusu: PVDF
- przyłącze procesowe gwintowe
- zintegrowany przewód podłączeniowy o długości min. 10 m
- szerokość wiązki pomiarowej maksymalnie  $12^{\circ}$

**Metoda mikrofalowa (pomiar poziomu w ZKF)**

- maksymalny błąd:  $\pm 2$  mm
- stopień ochrony: IP66 oraz IP68
- lokalny podświetlany wyświetlacz graficzny, z prezentacją krzywej obwiedni echa,
- obsługa za pomocą przycisków wewnątrz obudowy przetwornika
- komunikacja 4...20 mA HART
- odporna mechanicznie i korozyjnie obudowa przetwornika aluminiowa lub z k.o.
- możliwość sygnalizacji pojawienia się piany
- wbudowany ochronnik przeciwprzepięciowy
- osłona pogodowa w zestawie
- Attest EEx

**Pomiar poziomu osadu w osadnikach wtórnych (sonda ultradźwiękowa) ,**

- metoda pomiarowa: ultradźwiękowy pomiar echa
- zakres pomiarowy : do 15,00 m
- zakres temperatury medium: 0 ... 50  $^{\circ}\text{C}$
- zintegrowany czujnik wychylenia
- zintegrowana system czyszczenia

**Sygnalizator pływakowy**

- element przełączający: ruch pływaka jest przekazywany na mikroprzełącznik
- typ: styk wolnoprzełączający SPDT
- napięcie łączeniowe: AC: maks. 250V; DC: maks. 150V
- prąd łączeniowy: maks. 3A (AC), maks. 1A (DC)
- materiał korpusu z polipropylenu
- materiał kabla PVC

➤ **Pomiary przepływu**

**Przepływomierze elektromagnetyczne**

**Przetwornik:**

- 4-liniowy, podświetlany wyświetlacz LCD
  - język polski
  - zasilanie 100-240VAC / 24VAC/DC
  - temperatura otoczenia  $-20\text{stC}..+50\text{stC}$
  - wbudowane narzędzie diagnostyczne czujnika oraz przetwornika
-

- komunikacja Ethernet lub wyjście analogowe 4...20mA
- obudowa wykonana z aluminium,
- stopień ochrony przetwornika min. IP67
- przedział podłączeniowy przetwornika odseparowany galwanicznie od przedziału elektroniki

**Czujnik:**

- rura pomiarowa wykonana jako odlew aluminiowy AlSi10Mg lakierowany proszkowo, stal konstrukcyjna pokrywana lakierem ochronnym lub ze stali węglowej
- przepływomierz w wykonaniu do pomiaru cieczy z dużą zawartością suchej masy
- detekcja niepełnego przepływu elektrodą inną niż pomiarowa
- błąd pomiarowy  $0,5\% \pm 1 \text{ mm/s}$
- przyłącze procesowe kołnierz PN10 stal węglowa,
- odporna na ścieranie wykładzina poliuretanowa (w przypadku mediów agresywnych chemicznie z PTFE)
- odporne na korozję i zabrudzanie tłuszczami elektrody stożkowe wykonane z k.o. (1.4435), Hastelloy C2
- przygotowany do pracy z narzędziem diagnostycznym
- wersja rozdzielna (oryginalny kabel producenta), lub kompaktowa w zależności od zabudowy
- stopień ochrony czujnika min. IP67

**Metoda radarowa (mikrofalowa) połączona z pomiarem położenia krawędzi przelewowej zasuw,**

- dokładność:  $\pm 2 \text{ mm}$
- wyjście 4..20 mA HART
- zasilanie 10,5-30 VDC
- zakres pomiarowy 10 m
- temperatura pracy od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+80^{\circ}\text{C}$
- stopień ochrony: IP66/68
- praca w ciśnieniu od -1 do 3 bar
- materiał czujnika i korpusu: PVDF
- przyłącze procesowe gwintowe
- zintegrowany przewód podłączeniowy o długości min. 10 m
- szerokość wiązki pomiarowej maksymalnie  $12^{\circ}$

**Pomiar przepływu w kanale otwartym**

- dokładność:  $\pm 2 \text{ mm}$
  - wyjście 4..20 mA HART
  - zasilanie 10,5-30 VDC
  - zakres pomiarowy 10 m
  - temperatura pracy od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+80^{\circ}\text{C}$
  - stopień ochrony: IP66/68
  - praca w ciśnieniu od -1 do 3 bar
  - materiał czujnika i korpusu: PVDF
  - przyłącze procesowe gwintowe
  - zintegrowany przewód podłączeniowy o długości min. 10 m
  - szerokość wiązki pomiarowej maksymalnie  $12^{\circ}$
  - przetwornik do sondy poziomego
  - przetwornik przepływomierza
  - wyjście 4..20 mA HART, impulsowe, Ethernet
  - zasilanie 100-230 VDC
-

- dokładność pomiaru  $\pm 0,03\text{ms}/\pm 2\%$
- temperatura pracy od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$
- stopień ochrony: IP66

➤ **Pomiary ciśnienia**

- maksymalny błąd:  $\pm 0,5\%$
- obsługa za pomocą przycisków
- wyświetlacz LCD
- komunikacja 4...20 mA
- odporna mechanicznie i chemicznie membrana ceramiczna
- odporna mechanicznie i korozyjnie obudowa przetwornika aluminiowa lub z k.o.
- zakres pomiarowy dostosowany do warunków panujących w miejscu montażu
- przyłącze procesowe: montaż czołowy (dla osadu) lub przyłącze manometryczne (dla wody lub powietrza)

➤ **Pomiary temperatury w rurociągu** , - kompletny układ pomiarowy składa się z wkładu pomiarowego w osłonie termometrycznej oraz główki przyłączeniowej z zainstalowanym przetwornikiem pomiarowym

- 4-przewodowy czujnik Pt100 klasy A
- pochwa termometryczna wykonana z k.o. lub materiału odpowiedniego do rurociągu
- wymienny wkład pomiarowy
- przetwornik programowalny 4...20 mA
- długość czujnika dostosowana do warunków panujących w miejscu montażu
- średnica osłony termometrycznej min. 11 mm

**Pomiar temperatury w pomieszczeniu**

Kompletny układ pomiarowy składa się z wkładu pomiarowego w osłonie z zainstalowanym przetwornikiem pomiarowym

- 4-przewodowy czujnik Pt100 klasy A
- przetwornik programowalny 4...20 mA

➤ **Pomiary fizyko-chemiczne**

**1. Przetwornik pomiarowy**

- Obsługa wielu sond pomiarowych
- Podświetlany wyświetlacz LCD
- Pamięć danych pomiarowych z możliwością zgrwania na nośnik zewnętrzny
- Komunikacja protokołami z grupy Ethernet: Ethernet, Modbus TCP
- Klasa szczelności: IP 67

**1.1. . Sonda potencjału Redox (armatura uniwersalna pH/mV + pomiar temperatury)**

- Zakres pomiarowy elektrody: -1000 ... 1000 mV
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna
- Specjalne wymagania odnośnie pozycji pracy: brak

**1.2. Sonda tlenowa (sonda optyczna)**

- Metoda pomiarowa: optyczna, bazująca na fotoluminescencji
-

- Zakres pomiarowy: 0,02 ... 20,00 mg/l O<sub>2</sub>
- Zakres pomiarowy temperatury: -5 ... 50 °C
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna

### **1.3. Sonda pH (armatura uniwersalna pH + pomiar temperatury)**

- Kombinowana elektroda szklana z wbudowanym czujnikiem temperatury
- Zakres pomiarowy elektrody: 2 ... 12 pH
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna

### **1.4. Sonda NO<sub>3</sub>-N (sonda jonoselektywna)**

- Metoda pomiarowa: potencjometryczna przy pomocy elektrod jonoselektywnych
- Zakres pomiarowy NO<sub>3</sub>-N (autom. przełączany): 0,1... 1000 mg/l NO<sub>3</sub>-N
- Zakres kompensacji chlorków: 1 ... 1000 mg/l Cl<sup>-</sup>
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego

### **Sonda NO<sub>3</sub>-N (sonda optyczna)**

- Metoda pomiarowa: pomiar absorpcji w zakresie widma UV z automatyczną kompensacją mętności
  - Detektor: fotodiody
  - Zakres pomiarowy
    - 0,00 ... 30,00 mg/l NO<sub>2</sub>-N
    - 0,00 ... 60,00 mg/l NO<sub>3</sub>-N
  - Zakres temperatury: 0 ... 45 °C
  - Automatyczne czyszczenie
  - Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego
  - Dopuszczalne pH: 4 - 12
  - Dopuszczalny przepływ: < 3 m/s
  - Głębokość zanurzenia: do 10 m
  - Certyfikaty: CE

### **1.5. Analizator chemiczny PO<sub>4</sub>-P**

- Analizator z automatyczną kalibracją i czyszczeniem.
  - Metoda pomiarowa PO<sub>4</sub>-P: fotometryczna wanadanowo-molibdenianowa (żółta) przy pomocy fotometru LED
  - Zakres pomiarowy PO<sub>4</sub>-P: 0,05 ... 15,00 mg/l
  - Maksymalny błąd pomiarowy: ±2% zakresu pomiarowego
  - Zintegrowana membranowa pompa dozująca próbkę do analizatora
  - Zintegrowana pompa perystaltyczna, kontrolująca proces pomiarowy
  - Możliwość montażu na zewnątrz, temperatura pracy: -20 ... 40 °C
  - Automatyczne czyszczenie
-

- Kalibracja: wył. (ręczna) lub automatyczna
- Wygładzanie sygnału pomiarowego
- Czas pomiaru: < 10 min
- Certyfikaty: CE
- Klasa: IP 54

#### **1.6. Sonda stężenia osadu (sonda optyczna)**

- Sonda niewymagająca kalibracji dla większości standardowych ścieków komunalnych. Umożliwia jednak korektę wyników przy pomocy zmiany współczynnika korekcji lub przez przeprowadzenie własnej kalibracji wielopunktowej definiującej niestandardową charakterystykę medium pomiarowego.
- Metoda pomiarowa: optyczny pomiar światła rozproszonego
- Zakres pomiarowy (przełączany automatycznie): 0,00 ... 40,00 g/l TSS
- Zakres temperatury: 0 ... 60 °C
- Automatyczne czyszczenie
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego

#### **1.7. Armatura procesowa do zabudowy sondy pH i sondy gęstości w rurociągu**

- z obsługą ręczną do 4 bar
- do bezpośredniego montażu w rurociągu lub zbiorniku
- wykonana z k.o.,
- przyłącze gwintowe (adapter do wspawania w zestawie od producenta)
- zawór kulowy,
- głębokość zanurzenia dostosowana do miejsca montażu

#### **1.8. Jonoselektywna sonda $\text{NH}_4\text{-N}$**

- Metoda pomiarowa: potencjometryczna przy pomocy elektrod jonoselektywnych
- Zakres pomiarowy  $\text{NH}_4\text{-N}$  (autom. przełączany): 0,1 ... 100,0 mg/l  $\text{NH}_4\text{-N}$ ;
- Zakres kompensacji potasu: 1 ... 1000 mg/l  $\text{K}^+$
- Zakres pomiarowy temperatury: -5 ... 60 °C (automatyczna kompensacja w zakresie 0 ... 40 °C)
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Zintegrowany przetwornik analogowo-cyfrowy sygnału pomiarowego
- Materiał obudowy sondy: stal nierdzewna

#### **1.9. Stacja poboru prób**

- pobór proporcjonalnie do: czasu, przepływu- zmienna objętość, przepływu – zmienna częstotliwość poboru
  - 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
  - zegar czasu rzeczywistego, wbudowana bateria litowa
  - 2 wejścia 4...20 mA
  - 2 wejścia binarne
  - 1 wyjście binarne
-

- interfejs serwisowy
- 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  $\pm 5$  ml albo 5 % objętości
- dystrybucja 24 x 1 l, butelki z PE + taca rozdzielająca
- łatwa zamiana dystrybucji bez użycia narzędzi
- możliwość zaprogramowania przynajmniej 7 programów użytkownika
- elektronika sterująca: wbudowany przetwornik uniwersalny z wejściem na 1 czujnik cyfrowy w technologii cyfrowej, możliwość rozbudowy do 4 wejść cyfrowych
- przetwornik z modułem EtherNet
- obudowa ze stali nierdzewnej
- dolne i górne drzwi szafki zamykane na klucz (4 klucze w zestawie)
- górne drzwi ze szklanym wziernikiem
- wąż zasysający o średnicy wewn. 10 mm o dł. 10 m z filtrem siatkowym z V4A

➤ **Progowo detektory gazów toksycznych i wybuchowych**

- stacjonarny dwuprogowy detektor ;
- budowa przeciwwybuchowa, spełnia wymagania Dyrektywy ATEX;
- detektor z wymiennym sensorem katalitycznym, konduktometrycznym, elektrochemicznym lub optycznym (Infra-Red);
- amoniak NH<sub>3</sub>, progi: 20..40ppm, sensor elektrochemiczny
- siarkowodór H<sub>2</sub>S zakres: 0...100 ppm, sensor półprzewodnikowy
- metan CH<sub>4</sub>, progi:10/30% DWG, sensor elektrochemiczny
- wymienne moduły sensoryczne z wbudowanymi algorytmami kompensacji termicznej, kompensacji liniowej, naliczania średnich ważonych, historii pomiarowej i sygnalizacji przekroczenia zalecanego okresu kalibracji;
- tania, wieloletnia eksploatacja poprzez wymiennność sensorów;
- modularność, prostota połączeń, brak konieczności procesu kalibracji w miejscu instalacji

➤ **Progowo moduły sterujące**

- moduł alarmowy do progowych detektorów gazów
  - do stosowania w Dwuprogowym Systemie Detekcji Gazów
  - zasilanie poszczególnych detektorów dwuprogowych (9V=, z kontrolą obciążenia);
  - kontrola stanu połączenia przewodowego z detektorami (sygnalizuje przerwanie dowolnej żyły);
  - sygnalizacja optyczna i pamięć stanów alarmowych każdego detektora oraz wyjść sterujących;
  - dwa wyjścia alarmowe 12V= – sterowanie dodatkowymi sygnalizatorami akustycznymi i optycznymi;
  - dwa wyjścia stykowe (galwanicznie odseparowane) – sterowanie wentylatorami, stycznikami, tablicami informacyjnymi;
  - wyjście stykowe "AWARIA" (galwanicznie odseparowane) – informuje o stanie awaryjnym modułu lub braku zasilania;
  - dwa wejścia napięciowe 12V= (galwanicznie separowane) do współpracy z dodatkowymi modułami (kaskadowo);
-

- zasilanie 12V= dodatkowych urządzeń zewnętrznych (niskoprądowe);
- wyjście wysokoprądowe 12V= do sterowania zaworem odcinającym

### **Wymagania dla urządzeń elektrycznych**

#### **Przemienniki częstotliwości**

Niniejsza specyfikacja opisuje wymagania ogólne stawiane przemiennikom 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 przemiennego 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 przemiennika powinien posiadać ważny certyfikat ISO 9001 (wersja 2000) oraz zaimplementowany system gwarancji jakości.

Producent przetwornicy powinien posiadać certyfikat środowiskowy ISO 14001.

Producent przemiennika 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 osiągnięć 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, zwarciovowe międzyfazowe, zwarciovowe doziemne, utrata fazy zasilania, utrata fazy wyjściowej, przeciążenie silnika, |

|                     |                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | przebiegiowe, podnapięciowe, przegrzanie IGBT, przegrzanie chłodnicy, innych wewnętrznych błędów, zabezpieczenie przed utykiem 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

- A. Przemienник powinien zawierać przynajmniej jeden port Modbus TCP.
- B. Przemienник powinien mieć możliwość podłączenia zewnętrznej karty komunikacyjnej. Na karcie tej powinny być dostępne następujące protokoły:
  - Ethernet / Modbus TCP, RJ45, dwuportowy.
- C. 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.
- D. Reakcje napędu na błąd komunikacji powinna być programowalna.

## Cechy funkcjonalne

- B. Charakterystyka pompy
 

Wymaga się aby przemiennik częstotliwości miał możliwość wprowadzenia charakterystyki pompy odśrodkowej, wyznaczania punktu pracy pompy i jego wizualizacji na panelu HMI przemiennika.
- D. Webserwer
 

Wymaga się aby każdy przemiennik posiadał wbudowany Webserwer, który umożliwia podgląd, wizualizację, parametryzację oraz uruchomienie napędu.
- E. Zarządzanie błędami
 

Każdy przemiennik musi posiadać możliwość wyświetlenia błędu zarówno w postaci pełnego tekstu jak również w postaci dynamicznego kodu QR, który przekierowuje na stronę z opisem błędu oraz instrukcją jego usunięcia. Niedopuszcza się wyświetlania błędów jedynie w postaci trzyliterowego kodu.
- F. Sygnalizowanie błędu



Każdy przemiennik musi posiadać możliwość zmiany koloru wyświetlania HMI na czerwony po wejściu przemiennika w stan błędu.

#### H. Zabezpieczenia silnika

##### I. Pamięć konfiguracji

Przemiennik musi mieć możliwość zapisania konfiguracji w pamięci wewnętrznej lub panelu HMI, które mogą być dowolnie przenoszone pomiędzy przemiennikami tego samego typu.

#### K. Wiadomości serwisowe

Napęd powinien przechowywać co najmniej 5 linii 23 znaków w celu wyświetlenia wiadomości dla użytkownika lub służby utrzymania ruchu.

#### L. Funkcja lotnego startu

Niniejszy przemiennik powinien posiadać wbudowaną funkcję startu w locie. Funkcja ta pozwoli aby silnik, którego wał w dalszym ciągu się obraca (np. na skutek inercji) został ponownie napędzany przez przemiennik bez konieczności jego zatrzymywania. Napęd powinien zacząć pracę silnikową od obecnej prędkości obrotowej do prędkości zadanej odczytanej przez sygnał referencyjny. Funkcja ta powinna być dostępna w obu kierunkach oraz w przypadku zarówno rozpędzania, spowalniania jak i utrzymania tej samej prędkości.

#### O. Sterowanie stycznikiem liniowym

Każdy przemiennik powinien móc zarządzać stycznikiem liniowym w zależności od rozkazu jaki otrzymuje.

#### P. Język

Manu każdego przemiennika musi być w języku polskim.

#### R. Funkcja pomiaru energii

Każdy przemiennik powinien posiadać funkcję pomiaru energii wyjściowej z dokładnością nie gorszą niż 5%. Przemiennik powinien również umożliwiać archiwizowanie pomiarów energii oraz ich akwizycję w postaci wykresów na Webserwerze oraz bezpośrednio na paneli HMI przemiennika.

### INTERFEJS

Interfejs przemiennika powinien się składać z co najmniej:

- Wejścia cyfrowe:
  - 6 x programowalnych wejść logicznych odizolowanych galwanicznie – wystarczą 3 wejścia
  - Zgodne z IEC 61131-2
  - Wszystkie wejścia mogą być użyte jako logika sink lub source
- Wejścia bezpieczeństwa:
  - Przemiennik posiadać winien co najmniej jedno dedykowane wejścia dla funkcji bezpieczeństwa STO Safe Torque Off unkcja bezpieczeństwa zgodna z IEC/EN 61508-1 SIL3.
- Wyjścia przekaźnikowe:
  - 3x programowalne wyjścia przekaźnikowe
  - Zgodne z IEC 61131-2.
- Czas reakcji:       :
  - 2ms □ 0.5ms (za wyjątkiem wyjść przekaźnikowych)

### Inteligentne zasilanie i sterowanie napędami – inteligentna rozdzielnica napędowa

- Podstawą rozwiązania będzie inteligentna rozdzielnica zasilająco- napędowa RG i rozdzielnice obiektowe

- Informacje z inteligentnych zabezpieczeń napędów będą dostępne ze stacji operatorskiej wprost – bez potrzeby przygotowania dodatkowego oprogramowania

**Kompaktowy aparat łączeniowy z wbudowanym zabezpieczeniem cyfrowym do rozruchu bezpośredniego silników posiada :**

- - wbudowany napęd aparatu
- - wbudowany rozłącznik z blokadą na kłódkę ; przerwa torów gł. – widoczna przy wysuniętym module zabezpieczenia
- - wbudowany wyświetlacz z klawiszami do wprowadzania nastaw i monitorowania stanu napędu
- - posiada wejście dla niezależnego zasilania napięciem 24 VDC ( np. gwarantowane 24 VDC z baterii)
- - wbudowany port programujący do komunikacji z PC
- - posiada zabezpieczenie hasłem przed nieautoryzowaną zmianą nastaw
- - przystosowany do montażu na szynie DIN ; szerokość na szynie nie większa niż 45 mm – dla jednostek jednokierunkowych i nawrotnych
- - wbudowany port RS485 Modbus
- - układ charakteryzuje całkowita koordynacja zabezpieczeń ( nie ma możliwości sklejenia się styków wewnętrznego łącznika/stycznika)
- - możliwość nastawy klasy rozruchu: 5 ... 30
- - możliwość nastawy resetu zabezpieczenia : auto / manual
- - możliwość nastawy poziomów ostrzeżeń dla przeciążenia , zacięcia , niedociążenia , zbyt długiego startu ( np. dla wykrycia suchobiegu pompy )
- - możliwość nastawy dla wyłączenia przeciążenia , zacięcia , niedociążenia , zbyt długiego startu
- - rejestruje m.in. :
  - - liczbę automatycznych restartów
  - - liczbę wyzwoleń zabezpieczenia zwarciovowego
- - liczbę wyzwoleń zabezpieczenia cieplnego silnika
  - - licznika czasu pracy napędu
  - - liczbę wyzwoleń zabezpieczenia zaniku fazy / nierównowagi faz
  - - liczbę wyzwoleń zabezpieczenia z powodu zacięcia napędu
  - - liczbę wyzwoleń zabezpieczenia z powodu niedociążenia napędu
  - - liczbę wyzwoleń zabezpieczenia z powodu zbyt długiego startu
  - - liczbę wyzwoleń zabezpieczenia z powodu braku komunikacji

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

- 1) Napędy dobrane wg normy: Napędy elektryczne do armatury przemysłowej – Wymagania podstawowe EN 15714-2:2010-02
  - 2) Moment obrotowy i czas zamknięcia dobrany zgodnie z założeniami projektowymi lub wytycznymi producenta armatury na której zostanie zamontowany napęd;
  - 3) Napęd wyposażony w pojedyncze wielopinowe przyłącze elektryczne typu gniazdo-wtyk
  - 4) Zasilanie 3x400VAC/50Hz
  - 5) Port komunikacyjny Ethernet – Modbus TCP/IP
  - 6) Napęd z armaturą musi być samohamowny zarówno w trybie elektrycznym, ręcznym jak i w trakcie przełączania pomiędzy trybami.
-

- 7) Silnik podłączony do napędu poprzez złącze typu gniazdo-wtyk
- 8) Stopień ochrony IP68 – wysokość słupa wody 8m, czas zanurzenia 96h i do 10 uruchomień w trakcie zanurzenia, wtyczka elektryczna napędu podwójnie uszczelniona (double sealed)
- 9) 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.  
Kółko ręczne powinno być zamontowane z boku napędu.
- 10) Obudowa głowicy sterownika niezależna od obudowy napędu – możliwość odwieszenia sterownika od napędu po dostawie jeśli wystąpią drgania lub utrudniony dostęp dla obsługi .
- 11) Pulpit sterowania lokalnego z przyciskami Otwórz-Stop-Zamknij-Reset, z preselektorem wyboru blokowaniem kłódką Zdalny-0-Lokalny, z 6 diodami sygnalizacyjnymi oraz wyświetlaczem graficznym podświetlanym w języku polskim, sygnalizującym awarię poprzez zmianę
- 12) Napęd „inteligentny” określa napęd elektryczny posiadający możliwość konfigurowania jego parametrów za pomocą przycisków umieszczonych na jego obudowie bez dodatkowych urządzeń i narzędzi.
- 13) Napędy wyposażone będą w funkcje diagnostyczne tj.: rejestr błędów, rejestracja liczby cykli pracy, wykres momentu obrotowego do diagnostyki armatury
- 14) Napędy z wbudowanym wewnętrznym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym dla Ethernet
- 15) Napędy będą sterowane poprzez Ethernet
- 16) 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
- 17) W ramach dostawy urządzeń (napędów elektrycznych armatury) wymagane jest zapewnienie szkolenia dla obsługi obiektu z zakresu eksploatacji, obsługi, parametryzacji urządzeń bezpośrednio przez autoryzowany serwis producenta napędów w Polsce.
- 18) 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.
- 19) Wymaga się napędów renomowanego producenta (z możliwością wykazania co najmniej 5 oczyszczalni ścieków w Polsce ze sprawnie działającymi instalacjami, na których pracuje co najmniej 5 napędów elektrycznych armatury tego producenta)

#### **2.2.1.2. Warstwa we/wyj**

Ważnym aspektem bezpieczeństwa jest zastosowanie do sterowania instalacją OŚ w Ustroniu kontrolera redundantnego, działającego w technologii Hot Standby Redundancy spełniający niżej wymienione założenia:

- rezerwacja na poziomie jednostek centralnych
  - rezerwacja na poziomie magistral komunikacyjnych
  - rezerwacja na poziomie zasilaczy systemowych
  - przełączanie bezuderzeniowe dla procesów
  - podwójna magistrala światłowodowa do synchronizacji danych
  - możliwość naprawy/wymiany modułu na ruchu
-

- min. 8 MB pamięci przeznaczonej na program sterujący, dane oraz projekt
- programowanie i konfiguracja systemu na ruchu

Dzięki zastosowaniu „gorącej” rezerwacji, przełączenie na układ rezerwowy odbywa się bez uderzeniowo. Redundantny system sterowania stosowany jest w celu podniesienia niezawodność sterowania, niezbędnej w wielu procesach technologicznych. Rozwiązanie to zapewnia oszczędności w trakcie eksploatacji instalacji przemysłowej, ograniczając – ze względu na podniesienie poziomu bezawaryjności systemu sterowania – koszty związane z awariami i przestojami w produkcji.

### **Sterowniki programowalne**

Sterowniki muszą być fabrycznie przystosowane do pracy w trudnym środowisku przemysłowym bez konieczności stosowania dodatkowych urządzeń grzejnych / chłodzących oraz filtrów na zasilaniu. Wszystkie części składowe sterownika muszą wytrzymywać temperatury pracy w zakresie 5-60 °C przy wilgotności 5-95%.

Jako opcja dla oferowanego sterownika musi być dostępna możliwość dostarczenia sprzętu z dodatkową , dodatkową warstwą pokrycia lakierem ( tzw. conformal coating) – dla zapewnienia odporności komponentów pracujących w atmosferze szczególnie korozyjnej.

Procesory muszą cechować się czasem cyklu nie większym niż 150 ms po zaimplementowaniu konfiguracji i oprogramowania obiektu. Procesor musi zapewnić wykonanie szybkich pętli regulacyjnych w czasie nie większym niż 10ms.

Wszystkie moduły sterownika – za wyjątkiem CPU i zasilacza muszą posiadać możliwość ich wymiany pod napięciem ( bez wyłączania napięcia zasilającego CPU / kasety sterownika) . Czynność ta nie może powodować żadnego nieprzewidzianego zachowania procesu PLC/Systemu

Program użytkowy musi znajdować się w pamięci nieulotnej ; przerwa w zasilaniu nie może spowodować samoczynnego skasowania tego programu

Wyjścia sterownika muszą mieć możliwość ustawienia wartości jaką mają przyjąć po przejściu sterownika do stanu STOP; wartość musi być ustawiana dla każdego z kanałów osobno.

Moduły sterownika muszą posiadać diody LED służące do diagnostyki i sygnalizacji stanu kanałów.

Sterowniki zastosowane w systemie powinny umożliwiać sterowanie – ich obsługę jako części systemu ( wspólna baza danych ; diagnostyka ..) - powinny integrować komunikacyjne inne sterowniki z kontrolerami ruchu przy pomocy otwartych protokołów komunikacyjnych

Proponowany sterownik musi mieć możliwość budowy układu redundantnego Hot Standby jako układu dwóch kaset z procesorami

Kontrolery powinny mieć po dwa moduły do synchronizacji danych, po dwa moduły komunikacyjne w sieci Ethernet z rozproszonymi kasetami wejść/wyjść. Do komunikacji z systemem nadrzędnym (w warstwie aplikacyjnej) mają być wykorzystywane osobne moduły Ethernetowe komunikujące się przez jeden adres IP niezależnie, który kontroler będzie aktywny (*redundant IP*)

Układ gorącej rezerwacji budowany jest z dwóch specjalizowanych nadrzędnych jednostek sterujących. W celu zapewnienia odpowiednio wysokiego poziomu niezawodności systemu, zaleca się stosowanie osobnych, magistrali Ethernet do komunikacji z systemem SCADA - do sterowania układami wejść/wyjść

---

Sterownik ma być zlokalizowany w pomieszczeniu dyspozytorni w budynku socjalno-technicznym. Do programowania i komunikacji z systemem SCADA dedykowane jest osobne łącze Ethernet

W celu usprawnienia obsługi w modernizowanych stacjach obiektowych zostaną zamontowane również panele operatorskie. W nowym układzie panele włączone będą poprzez sieć i Ethernet. Poszczególne lokalne szafy sterownicze z kasetami wejść/wyjść oddalonych należy wyposażać w lokalne panele operatorskie przekątnej 10" umożliwiające podgląd aktualnego stanu pracy z możliwością diagnostyki układu i jego parametryzacji.

Sterowniki obiektowe zabudowane będą w typowych szafach stalowych stojących ustawionych obok rozdzielnic elektrycznych. Szafy ze sterownikami zasilane będą poprzez bezprzerwowe zasilacze UPS.

Wszystkie urządzenia obiektowe z interfejsami Ethernet (10/100BaseTx) wpięte będą do przemysłowych przełączników Ethernet (switch). Urządzenia typu Switch połączone będą w światłowodowym ringu w standardzie Gigabit-Ethernet. W celu zabezpieczenia od przepięć zastosowano moduł zabezpieczający połączenia Ethernetowe i analogowe z obiektu.

Kabel światłowodowy doprowadzić do łącznicy i zarobić wszystkie włókna złączami typu LC. Przed każdą przełącznicą zostawić zwinięty zapas kabla o długości minimum 10m.

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 Zamawiającemu 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.**

#### **2.2.1.3. Warstwa sieci komunikacyjnej**

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

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

#### **Switch-e zarządzalne**

Zastosowane elementy w sieci Ethernet mają być przystosowane do przemysłowej transmisji danych, mają zapewniać:

- eliminacja czasów krytycznych
- przystosowanie do pracy w trudnych warunkach
- rozszerzone zakresy temperatur
- odporność na uszkodzenia mechaniczne
- spełnianie norm kompatybilności elektromagnetycznej

Wymagania te będą zrealizowane, przez wykorzystanie następujących cech przełączników (switchy):

---

1. Praca w światłowodowym ring w standardzie Gigabit-Ethernet zapewniającym odpowiednią przepustowość w komunikacji pomiędzy przełącznikami
  2. Zastosowane urządzenia muszą mieć możliwość budowania zaawansowanych struktur redundancji, bazujących na protokołach takich jak: HIPER-ring, Rapid Spaning Tree (RSTP)
  3. Eliminacja czasów krytycznych dająca możliwość synchronizacji czasu przy uzyskaniu dokładności rzędu milisekund w technologii SNTP lub PTP.
  4. Zwiększona niezawodności i skrócony ewentualny czas usunięcia awarii i odzyskania konfiguracji. Wymagana jest możliwość nagrywania i ponownego wgrywania oraz przechowywania aktualnej konfiguracji urządzeń.
  5. Montaż na szynę DIN,
  6. Możliwość podłączenia przynajmniej dwóch niezależnych, redundantnych zasilaczy.
  7. Brak wentylatorów,
  8. Przemysłowa konstrukcja,
  9. Wysoki współczynnik niezawodności pracy MTBF
  10. Wizualizacja, zarządzanie, konfiguracja i diagnozowanie całej topologii sieci dostępne z poziomu specjalizowanego oprogramowania producenta.
  11. Projekt zakłada minimum. 4 porty rezerwy na każdym switchu
  12. Nadawanie priorytetów dla pakietów z danego portu zapewniający, że dane krytyczne będą miały bezwzględne pierwszeństwo
  13. Możliwość zbudowania sieci pozwalającej logicznie grupować switch'e/urządzenia w sieci na zasadzie wyodrębnienia z większej struktury VLAN
  14. Rozwiązania dla transmisji strumieniowych np. obrazu z kamer (np. IGMP Snooping, GMRP)
  15. Switche zarządzalne muszą być dostarczone do pracy warunkach przemysłowych, których specyfikacja i MTBF, które są zgodne z resztą systemu.
  16. Parametry podstawowe
  17. Typ produktu lub komponentu Zarządzany przełącznik sieci Ethernet TCP/IP
  18. Protokół portu komunikacyjnego Ethernet TCP/IP
  19. Port Ethernet 10BASE-T/100BASE-TX - 22 port(y) kabel miedziany, 1000SFP – 2 port fiber optic
  20. Maksymalna liczba łączników w kaskadzie - Nieograniczony
  21. Parametry uzupełniające Połączenie typu zintegrowanego Ekranowane RJ45 kabel miedziany, LC fiber optic
  22. Medium wsparcia transmisji Skrętki ekranowane CAT 5E dla kabel miedziany, wielomodowy kabel światłowodowy
  23. Maksymalna długość kabla Cu 100m
  24. Usługa sieci Ethernet Rapid Scanning Tree Protocol (RSTP)
  25. Filtracja wielotypowa
  26. Gniazdo priorytetowe
  27. Konfiguracja przez serwer sieci web
  28. Sterowanie strumieniem danych: FDR, VLAN, SMTP V3, Podśluchiwanie IGMP, Klient SNTP
  29. Maksymalna liczba łączników w pierścieniu 50
  30. Redundancja/Nadmiarowość Pierścień pojedynczy redundantny, Redundantne zasilacze
  31. Połączenie pierścieniowe
  32. Znamionowe napięcie zasilania [Us] 24 V
  33. Graniczne napięcie zasilające 18...30 V AC SELV 9.6...60 V DC SELV
-

34. Pobór mocy 5.3 W
35. Podstawa montażowa 35 mm szyna symetryczna DIN
36. Oznakowanie CE
37. Sygnalizacja lokalna 1 LED FAULT, 2 diody LED zasilacze P1 P2, 1 LED menedżer pierścieni
38. 1 LED oczekiwanie, 1 LED na kanał miedziany port aktywności, 1 LED na kanał miedziany port statusu
39. Wyjście alarmowe 1 styk beznapięciowy  $\leq 1$  A
40. Funkcja alarmu Awaria zasilania, Stan łącza danych, Usterka łącznika, Usterka pierścienia nadmiarowego
41. System okablowania do sieci Ethernet Switch TF Środowisko pracy
42. Temperatura otoczenia dla pracy urządzenia
43. 0...60 °C Wilgotność względna 10...95 % bez kondensacji
44. Stopień ochrony IP IP20

### **Wymagania dla sprzętu komputerowego**

#### **Serwery systemowe i stacje robocze**

Sprzęt serwera systemu opiera się na standardowych rozwiązaniach dostępnych na rynku, które mogą być zakupione od każdego renomowanego producenta komputerów, Serwer systemu powinien używać najnowszych wersji systemów operacyjnych zgodnych z obowiązującymi na OŚ Ustroń.

Serwery systemu przetwarzają informacje systemowe oraz wykonują poniższe zadania:

- Tworzą scentralizowaną bazę danych systemu zawierającą wszystkie inżynierskie dane
- Tworzą serwery danych dla ułatwienia komunikacji między różnymi kontrolerami i urządzeniami systemu.
- Tworzą serwery alarmów dla uruchomienia monitoringu, alarmowania , udostępniania i potwierdzania alarmów.
- Tworzą serwery trendów dla uruchomienia zbierania, przechowywania i udostępniania trendów historycznych.
- Tworzą serwery raportów dla przetwarzania, przechowywania i udostępniania raportów.

Dodatkowo, każdy z tych serwerów ma możliwość skorzystania z komputerów wieloprocessorowych aby rozkładać obciążenie na wiele CPU i zwiększać wydajność systemu.

Sprzęt stacji inżynierskich i operatorskich opiera się na standardowych rozwiązaniach dostępnych na rynku, które mogą być zakupione od każdego renomowanego producenta komputerów. Stacje inżynierskie i operatorskie powinny używać najnowszych wersji systemów operacyjnych zgodnych z obowiązującymi na OŚ Ustroń.

Stacja inżynierska jest to komputer PC / Laptop wyposażony w narzędzia projektowe dla procesorów PAC/PLC, stacji operatorskich i serwerów systemu dyspozytorskiego .

Stacje operatorskie mogą obsługiwać wiele monitorów na jednej stacji, albo przez wiele pulpitów lub przez rozszerzenie pulpitu. Możliwe jest dodanie stacji roboczej podczas pracy systemu bez wpływania na jego prace. Stacje operatorskie są podłączone do sieci obsługi. Stacje inżynierskie są podłączone do sieci obsługi i do sieci sterowania w celu wgrania projektu na Operation Servers / Clients oraz na kontroler.

---

### **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.

#### **Kable i trasy kablowe**

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

Materiałami są :

- kable typu: LiYY, LiYCY, YKY, YKSY, YKSYekw, itp. ( o odpowiedniej ilości żył i przekroju ),
- kabel do komunikacji MODBUS,
- kabel STP do komunikacji Ethernetowej,
- kabel światłowodowy wielomodowy szklany o grubości rdzenia 62,5/125 µm, lub 50/125 µm, do zastosowań zewnętrznych z zabezpieczeniem przeciwgrzyzoniowym, w powłoce niepalnej LSHO, 24 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.

#### **Uwaga:**

W związku z tym, że niektóre obiekty powstaną w kolejnych etapach należy pozostawić przy nich zapasy kabla światłowodowego oraz kabli sterowniczych pozwalające w przyszłości na wprowadzenie ich w docelowe miejsce w ramach realizacji kolejnych etapów modernizacji.

#### **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  $-40^{\circ}\text{C}$  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

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 Inżyniera

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, tester magistrali Modbus i Ethernet
- 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.

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 Inżyniera.

---

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Wymagania ogólne**

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w ST -00.00. "Wymagania ogólne" oraz SIWZ.

Wykonanie robót powinno być jak określono w powyższych dokumentach, bądź inne, o ile zatwierdzone zostanie przez Inżyniera

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 Inżyniera. 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 Inżyniera nie zwalnia Wykonawcy od odpowiedzialności za ich dokładność.

Polecenia Inżyniera 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.

### **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.**

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. System dyspozytorski jest zbudowany w oparciu o architekturę Klient/Serwer. Architektura powinna umożliwić wzajemną współpracę wielu serwerów i wielu

---

stacji klienckich. System umożliwia przenoszenie aplikacji pomiędzy komputerami bez przebudowy lub modyfikacji.

#### 5.2.1.1. Warstwa obiektowa

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

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.

Modbus TCP/IP używa TCP/IP i sieci Ethernet do transportu danych o strukturze wiadomości Modbus pomiędzy kompatybilnymi urządzeniami. Modbus TCP/IP łączy w sobie sieć fizyczną (Ethernet) ze standardem sieciowym (TCP/IP) i standardową metodą reprezentowania danych (Modbus jako protokół aplikacyjny). Istotnie, wiadomość Modbus TCP/IP jest po prostu komunikatem Modbus enkapsulowanym w opakowanie Ethernet TCP/IP.

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 lub falowniki za pomocą sieci Ethernet. Rozruszniki zabudowane są w rozdzielnicach elektrycznych.
- sterowanie napędami zasuwnic, zastawek, przepustnic itp., odbywać się będzie bezpośrednio z siłownika napędu wyposażone w moduł komunikacji Ethernet IP.
- sterowanie urządzeń technologicznych wyposażonych we własne szafy sterująco-zasilające odbywać się będzie bezpośrednio z szafy za pomocą komunikacji Ethernet
- bezpośrednio sygnałami binarnymi dyskretnymi i we/wy analogowymi.
- mierniki parametrów sieci podłączone do sterowników będą poprzez Modbus RTU.

Urządzenia podłączone do systemu poprzez Ethernet Modbus TCP/ Ethernet IP zapewniają usługę dostępu przez stronę web dla utrzymania ruchu, oraz monitorowanie i dostarczanie informacji diagnostycznej w czasie rzeczywistym. System integruje urządzenia innych producentów i wspiera inne sieci przemysłowe oprócz własnego systemu sieci oraz jest zdolny do łączenia się z systemami firm trzecich, jak również systemami zarządzania Użytkownika. Użyte interfejsy są otwartymi sieciami komunikacyjnymi

Wymagania dla aparatury kontrolno-pomiarowej i elektrycznej przedstawiono w dalszej części Opisu Technicznego.

### 5.2.1.2. Warstwa we/wyj

Ważnym aspektem bezpieczeństwa jest zastosowanie do sterowania instalacją OŚ w Ustroniu kontrolera redundantnego, działającego w technologii Hot Standby Redundancy spełniający niżej wymienione założenia:

- rezerwacja na poziomie jednostek centralnych
- rezerwacja na poziomie magistral komunikacyjnych
- rezerwacja na poziomie zasilaczy systemowych
- przełączanie bezuderzeniowe dla procesów
- możliwość naprawy/wymiany modułu na ruchu
- min. 8 MB pamięci przeznaczonej na program sterujący, dane oraz projekt
- programowanie i konfiguracja systemu na ruchu
- rozproszone wyspy wejść / wyjść muszą posiadać wbudowany port Modbus TCP TCP/IP ( serwer i klient )

Dzięki zastosowaniu „gorącej” rezerwacji, przełączenie na układ rezerwowy odbywa się bez uderzeniowo. Redundantny system sterowania stosowany jest w celu podniesienia niezawodność sterowania, niezbędnej w wielu procesach technologicznych. Rozwiązanie to zapewnia oszczędności w trakcie eksploatacji instalacji przemysłowej, ograniczając – ze względu na podniesienie poziomu bezawaryjności systemu sterowania – koszty związane z awariami i przestojami w produkcji.

Kontrolery powinny mieć dedykowane porty ethernetowe do synchronizacji danych pomiędzy jednostkami redundantnymi po dwa moduły do synchronizacji danych, po dwa porty komunikacyjne w sieci Ethernet z rozproszonymi kasetami wejść/wyjść. Do komunikacji z systemem nadrzędnym (w warstwie aplikacyjnej) mają być wykorzystywane osobne moduły Ethernetowe komunikujące się w protokole Modbus TCP/IP przez jeden adres IP niezależnie, który kontroler będzie aktywny (*redundant IP*).

Układ gorącej rezerwacji budowany jest z dwóch specjalizowanych nadrzędnych jednostek sterujących. W celu zapewnienia odpowiednio wysokiego poziomu niezawodności systemu, zaleca się stosowanie osobnych, magistrali Ethernet do komunikacji z systemem SCADA - do sterowania układami wejść/wyjść

Sterownik ma być zlokalizowany w pomieszczeniu dyspozytorskim w budynku socjalno-technicznym. Do programowania i komunikacji z systemem SCADA przewiduje się dedykowane łącze Ethernet w protokole Modbus TCP/IP.

Z wielkości i charakteru obiektu wynika rozproszona struktura stacji obiektowych. Jednym z elementów struktury systemu są moduły sterownika zwane węzłami obiektowymi. Węzły obiektowe zbierają pomiary i sygnały z najbliższych obiektów technologicznych oraz sterowania z rozdzielnic elektrycznych.

W celu usprawnienia obsługi w modernizowanych stacjach obiektowych zostaną zamontowane również panele operatorskie. W nowym układzie panele włączone będą poprzez sieć Ethernet poprzez protokół komunikacyjny Modbus TCP/IP. Poszczególne lokalne szafy sterownicze z kasetami wejść/wyjść oddalonych należy wyposażyć w lokalne panele operatorskie przekątnej 10" umożliwiające podgląd aktualnego stanu pracy z możliwością diagnostyki układu i jego parametryzacji.

Szafy z sterownikami tylko z modułami wejść/wyjść – tzw. wyspy) obiektowe zabudowane będą w typowych szafach stalowych stojących ustawionych obok rozdzielnic elektrycznych. Szafy z modułami wejść/wyjść zasilane będą poprzez bezprzerwowe zasilacze UPS. Wyspy

powinny mieć zabudowane min. 3 wolne porty Ethernet oraz min. 2 porty szeregowy RS485 z protokołem Modbus( Master i Slave).

Wszystkie urządzenia obiektowe z interfejsami Ethernet (10/100BaseTx) wpięte będą do przemysłowych przełączników Ethernet (switch). Urządzenia typu Switch połączone będą w światłowodowym ringu w standardzie Gigabit-Ethernet. W celu zabezpieczenia od przepięć zastosowano moduł zabezpieczający połączenia Ethernetowe i analogowe z obiektu.

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 Zamawiającemu 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.**

#### 5.2.1.3. Warstwa sieci komunikacyjnej

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

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

Sieć sterowania jest siecią opierającą się na sieci Ethernet gdzie wszystkie urządzenia używają komunikacji opierającej się na TCP/IP z minimalnym pasmem 100 Mbit/sec. System umożliwia komunikację w sieciach i komunikację do urządzeń w następujących protokołach:

Modbus TCP/IP – warstwa sterownikowa, falowniki, pomiary

Modbus RTU – moduły sterujące napędami, analizatory sieci

System ma możliwość ciągłego monitorowania i kontroli komunikacji pomiędzy stacjami w sieci sterowania oraz ma funkcje diagnostyczne możliwością wykrywania i identyfikacji przyczyn i skutków awarii komunikacyjnych. ( diagnostyka na podstawie zmiennych systemowych kontrolerów obiektowych zawierających dane statusowe o połączeniach do innych kontrolerów i urządzeń obiektowych). Awarie 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).

Na terenie obiektu rozprowadzona jest sieć Ethernet w topologii ringu Gigabit Ethernet. Jako medium wykorzystano światłowodowy kabel wielodomowy 50/125um. W stacjach obiektowych umieszczone będą switchy Ethernet ze światłowodowymi portami do wpięcia w strukturę ringu.

Na poziomie stacji obiektowych zaprojektowano topologię gwiazdy Fast Ethernet.

W zaprojektowanej sieci Ethernet komunikować będą się urządzenia realizujące różne funkcje na terenie oczyszczalni.

W sieci Ethernet będzie realizowana wymiana danych:

- Pomiędzy sterownikami PLC
  - Paneli operatorskich ze sterownikami PLC
-

- Systemu dyspozytorskiego ze stacjami obiektowymi
- Oprogramowania narzędziowego do programowania i diagnostyki sterowników PLC
- Oprogramowania narzędziowego do programowania i diagnostyki paneli operatorskich
- Pomędzy stacjami sytemu dyspozytorskiego
- Oprogramowanie do wizualizacji, zarządzania, konfiguracji i diagnozowania sieci i przełączników (switchy) Ethernet
- Pomiary fizyko-chemiczne

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

#### 5.2.1.4. Warstwa aplikacyjna (poziom dyspozytorski)

Część centralna systemu wizualizacji i sterowania SCADA zlokalizowana została w pomieszczeniu istniejącej Dyspozytorni.

Dla celów sterowania i wizualizacji pracy oczyszczalni zaprojektowano stacje komputerowe wyposażone w oprogramowanie narzędziowe, pakiet biurowy oraz system wizualizacji SCADA.

Z dowolnego komputera w sieci będzie można połączyć się przez zdalny pulpit i przez stronę internetową z drugą maszyną wirtualną ( serwer danych historycznych ), przy czym dostarczone licencje pozwolą na równoczesną pracę ( równoczesne połączenie) z dwóch różnych komputerów. Łącząc się z serwerem zarówno w trybie strony internetowej jak i trybie zdalnego pulpitu, uzyskamy dostęp do tych samych funkcjonalności.

- **Oddziaływanie na proces**

Operator będzie mógł również oddziaływać na proces lub obiekt z klawiatury poprzez wprowadzenie wartości liczbowej lub w sposób przyrostowy, będzie mógł ponadto zmienić całe zestawy danych.

Plansze mogą być wywoływane ręcznie poprzez operatora lub automatyczne, np przez sytuacje alarmowe w węzłach technologicznych.

System automatyzacji przewiduje sterowanie wybranymi napędami poprzez sterownik i system dyspozytorski. Dla tych napędów możliwe będą następujące reżimy pracy:

- Automatyczny, w którym sterowanie dokonywane będzie przez system zgodnie z założonym algorytmem. Wybór automatycznego reżimu pracy dokonywany będzie za pomocą stacyjki programowej aktywowanej myszką
- Sterownie zdalne ręczne, w którym sterowanie napędem (zarówno załączanie i wyłączanie, jak i regulacja obrotów) dokonywane będzie przez operatora za pomocą manipulatora lub klawiatury i stacyjki programowej na monitorze. System będzie prowadził kontrolę stanu pracy napędu oraz rejestrację operacji wykonywanych przez obsługę.
- Sterowanie ręczne lokalne, w którym sterownie napędem odbywać się będzie przyciskami w rozdzielnicy elektrycznej lub punktów sterowania (skrzynek sterowniczych), po uprzednio przełączeniu przełącznika LOKALNIE/CENTRALNIE danego napędu w położenie LOKALNIE. Sterownie obrotami w tym reżimie odbywać się będzie z falownika zabudowanego na elewacji rozdzielni

System będzie prowadzić kontrolę pracy napędu oraz rejestrację operacji i będzie zliczać czas pracy napędu.

---

- **Kontrola dostępu i zarządzanie**

System zapewni centralne zarządzanie użytkowników/operatorów w domenie lub grupie roboczej zapewniając m.in. następujące funkcje:

- tworzenie, usuwanie, blokowanie użytkowników ,
- dwu-poziomową identyfikację tzn.: nazwa użytkownika + hasło lub identyfikator np. czytnik kart ID.

System zapewnia odpowiedni poziom bezpieczeństwa identyfikacji poprzez:

- możliwość definicji właściwości hasła ( minimalna długość, znaki specjalne etc),
- określony czas ważności hasła,
- automatyczne wylogowanie po zdefiniowanym czasie nieaktywności użytkownika,
- blokowanie użytkownika po zdefiniowanej licznie nieudanych prób zalogowania.

- **Wizualizacja procesu technologicznego**

Wizualizacja odbywać się będzie na planszach podstawowych i planszach szczegółowych. Plansze szczegółowe przedstawiać będą na tle fragmentów technologii poszczególne obwody pomiarowe i sterownicze wraz ze związanymi z demonstrowanym procesem parametrami technologicznymi. Dla każdej takiej planszy szczegółowej będzie przyporządkowana plansza graficzna, umożliwiająca odtworzenie przebiegu parametrów technologicznych oraz parametrów obwodów regulacyjnych w różnych horyzontach czasowych, jak również śledzenie ich na bieżąco w trybie on-line.

Obiekty graficzne będące odzwierciedleniem urządzeń obiektowych (typu: pompa, zawór , pętla regulacji) są generowane w edytorze graficznym na etapie projektowania / zmian przez wybranie z biblioteki gotowych w.w. obiektów ( dostarczonych w ramach licencji DCS – np. stacyjki do sterowania i monitorowania. W/w obiekty graficzne udostępniają również informacje takie jak:

- opis obiektu
- wartość procesową, wartość zadaną, wartość wyjściową wyrażoną w jednostkach inżynierskich,
- wartość procesową, wartość zadaną, wartość wyjściową wyrażoną graficznie jako wykres słupkowy,
- tryb sterowania automatyczny/ręczny oraz lokalna/zdalna nastawa, możliwość zmiany tych trybów z obiektu graficznego
- graficzną reprezentację alarmu danego urządzenia
- zawansowana diagnostyka dla służb UR : obiekty graficzne na ekranach stacji operatorskich będą posiadały aktywne linki pozwalające wyświetlić na żywo animowany program w kontrolerze ( np . przy kliknięciu na widok dmuchawy –otwiera się w trybie podglądu program PLC z aktualnymi wartościami sygnałów dot . dmuchawy – np . jaki sygnał blokuje uruchomienie )
- dokumentację danego urządzenia, wyświetlaną w wyskakującym okienie po naciśnięciu widoku urządzenia na ekranie stacji operatorskiej.

Wymienione wyżej właściwości obiektów graficznych pojawiają się jako wyskakujące okna „pop-up” po najechnięciu kursorem myszy na zdefiniowany obszar obiektu np. symbol. System zezwala na jednoczesne otwarcie trzech instancji obiektów graficznych na ekranie operatorskim.

Jeśli komunikacja obiektu graficznego z kontrolerem lub innym urządzeniem ulegnie uszkodzeniu z dowolnej przyczyny, w miejscu gdzie wyświetlany jest ten obiekt będzie

---

sygnalizowany błąd w postaci graficznej – wskazujący na uszkodzenie wymiany danych/braku komunikacji.

Dostarczone środowisko inżynierskie będzie umożliwiało dostosowanie ( edycję ) standartowych obiektów stacyjek i programu – dla łatwego dostosowania do potrzeb użytkownika systemu.

#### Nawigacja.

Użytkownik systemu ma możliwość poruszania się po systemie graficznym „systemie na stacji operatorskiej” z wykorzystaniem różnych metod nawigacji:

- skróty klawiszowe zapewniają szybki dostęp do konkretnych stron graficznych z klawiatury Windows
- menu w stylu systemu Windows powinno być domyślnie dostępne w systemie zezwalając na dostęp do każdej strony zdefiniowanej
- ekrany graficzne zapewniają możliwość przejścia do widoku szczegółowego danej części procesu obiektu jeśli została zdefiniowana.

Nawigacja nie wymaga żadnej dodatkowej konfiguracji ani programowania oprócz stworzenia instancji obiektów w systemie sterowania, nazwy instancji są identyczne w edytorze graficznym i systemie sterowania.

#### **Uwaga:**

**Szczegółowy podział oraz opracowanie formy plansz nastąpi w trakcie realizacji oprogramowania i uruchamiania systemu przy ścisłej współpracy z Użytkownikiem.**

#### ***Trendy***

Dane wykresów z możliwością konfiguracji: rozmiaru pliku, okresu próbkowania, lokalizacji pliku, uprawnień i obszaru konfigurowalnego dla każdego kanału oddzielnie, zapis danych w trybie nadpisywania starszych plików. Zawartość pliku z danymi historycznymi nie powinna przekraczać jednego roku przy próbkowaniu 2 sekundowym. System powinien zapewnić odpowiednie zarządzanie plikami dla zapewnienia płynnego przewijania wykresów historycznych. Archiwum powinno zapewnić możliwość przechowywania danych historycznych minimum 3 lata przy próbkowaniu 10-cio sekundowym. Jedynym ograniczeniem dla wielkości archiwum jest wielkość przestrzeni dyskowej. Po wypełnieniu dysku należy go zarchiwizować i zastąpić nowym.

Pobieranie danych z archiwów do wykresów powinno odbywać się w taki sposób, aby nie było zauważalne dla użytkownika niezależnie jak stare są te dane lub z jakiego pliku zostały pobierane. Wywoływanie wykresów na żądanie użytkownika nie powinno mieć wpływu na zachowanie ciągłości archiwum lub konieczności ingerencji w pliki i tworzenia kopii.

Możliwość wyboru cyklicznego zbierania danych (jedna próbka co określony czas) lub przyrostowego (jedna próbka gdy nastąpi zmiana wartości). Musi umożliwiać warunkowe zbieranie danych, aktywowanych ręcznie przez operatora lub automatycznie w zależności od czasu, od wartości zmiennych.

Przechowywanie zmiennych wykresów w wartościach zmiennoprzecinkowych, nie wymagające przeskalowania dla celów wyświetlania. Dla umożliwienia zachowania dokładności danych możliwość przeskalowania zakresów dla tagów bez utraty integralności repozytorium.

Przejrzysty dostęp do całego archiwum za pomocą skryptów, niezależnie od czasu i alokacji zapisanych danych. Możliwość eksportu danych archiwalnych do plików o otwartej strukturze np. csv/json, itp.

---



Możliwość eksportu wykresów historycznych na nośniki zewnętrzne. Możliwość drukowania wykresów chwilowych lub historycznych na wcześniej zdefiniowane szablony wydruku.

Możliwość gromadzenia i zarządzania danymi wykresów z poziomu serwera podstawowego i zapasowego przy skonfigurowanej architekturze redundantnej. Dane mają być gromadzone na dwóch serwerach jednocześnie, aby w przypadku awarii jednego był zachowana ciągłość wykresów. W momencie przywrócenia działania obydwu serwerów musi następować automatyczna synchronizacja danych działająca w tle bez angażowania zewnętrznych mechanizmów inicjujących.

Praca serwera zapasowego musi być monitorowana, aby w przypadku awarii został wygenerowany alarm.

### **Wyświetlanie wykresów**

Umożliwienie przedstawienia do 32-ch kanałów na jednym wykresie z możliwością ustawienia podstawy czasu od 1 sekundy przy 10 000 próbkach używając standardowego szablonu. Możliwość wyświetlenia całego zakresu danych na jednym wykresie dla grupy kanałów. Konfiguracja stron wyświetlających wykresy dla każdego użytkownika indywidualnie w trybie on-line.

Wszystkie opcje konfiguracji wykresów dostępne w czasie rzeczywistym. Przynajmniej kolory rysowania wykresów, kolor tał, siatka, tagi dla każdej strony wykresu.

Możliwość wyświetlania wartości analogowych i cyfrowych na tym samym wykresie. Możliwość definiowania przez użytkownika szablonów wykresów i łatwego wykorzystania przez innych użytkowników lub grupy. Wyświetlanie wykresów z płynnym przechodzeniem pomiędzy danymi aktualnymi, a historycznymi. Możliwość zatrzymania automatycznego przewijania wykresu w celu szczegółowej analizy.

Możliwość wyświetlenia tego samego kanału dla różnych wykresów czasowych.

Możliwość pokazania wartości, daty, godziny w punkcie wskaźnika na analizowanym wykresie. Możliwość przełączania wyświetlania czasu UTC lub lokalnego dla danego wykresu przez użytkownika. W przypadku wyświetlania wykresu w czasie lokalnym powinna być wyraźna informacja o zmianie czasu letniego na zimowy.

Funkcja "zoom i "pan" dostępna zarówno dla zakresu danej jak i osi czasu.

System powinien umożliwić przesuwanie osi czasu jak i dowolne definiowanie wyświetlanego obszaru wykresu.

Możliwość wyświetlenia wartości MIN, MAX, Średniej dla wszystkich dostępnych kanałów (pisaków). Dane rejestrowane warunkowo powinny być widoczne na osi czasu oraz jako dane ilościowe. Możliwość wyświetlania wartości pisaków w jednostkach inżynierskich. Możliwość skalowania pisaków niezależnie dla celów prezentacji wykresu

- **Alarmy i zdarzenia**

System ma możliwość zapisania do 500 000 zdarzeń alarmowych w wbudowanym archiwum alarmów oraz utrzymać je co najmniej dziesięć dni, aby wywołać je za pomocą standardowych ekranów alarmów.

---

System wspiera co najmniej 10 000 kategorii alarmów i do 255 stopni alarmów.

Zdarzenia alarmowe są również wpisywane do dzienników zdarzeń i zapisywane w sposób ciągły w celu archiwizacji plików.

Na każdej stacji systemu możliwe jest potwierdzać alarmy indywidualnie, wyszukując po kategorii lub poprzez stronę.

Wbudowane alarmy diagnostyczne powinny być wyposażone w system, który automatycznie powiadamia operatora o braku jakiejkolwiek komunikacji.

Potwierdzony alarm na jednej stacji operatorskiej powinien być potwierdzony także na wszystkich stacjach klienckich, tak jak jest to potwierdzone przez system. Globalne potwierdzanie alarmów z dowolnej stacji powinno być dostępne bez potrzeby specjalnego programowania lub skryptów.

Dla zdarzeń alarmowych (cyfrowych i analogowych), które są oznakowane czasowo przez kontroler dla większej dokładności, system daje możliwość używania tych oznaczeń czasowych. Oznakowanie czasowe systemu ma dokładność co do milisekundy.

Podczas używania redundantnej architektury system automatycznie sprawdza czy główny serwer alarmów uległ awarii. Wszystkie funkcje alarmów powinny pracować ciągle i przejrzysto dla klientów. System automatycznie generuje alarm diagnostyczny aby zasygnalizować awarie serwera głównego lub rezerwowego.

Podczas ponownego uruchomienia serwera, który uległ awarii, historia alarmów musi zsynchronizować się pomiędzy serwerami, głównym i rezerwowym, taka by nie było niezgodności między historią alarmów na serwerach. Nie jest wymagane dodatkowe programowanie czy skryptów do tej synchronizacji.

System rejestruje czynności wszystkich operatorów wykonane na dysku, drukarce czy ekranie.

System rejestruje dane takie jak Nazwa użytkownika, Akcja, Czas, Data, Wartość i komentarz w formacie zdefiniowanym przez użytkownika.

Kolejność działań powinna być widoczna w okienku podglądu zdarzeń w systemie, a także przechowywane w pliku w otwartym formacie plików. (takich jak TXT, CSV, DBF, SQL) w do późniejszej analizy.

### ***Konfiguracja alarmów***

System daje możliwość ustawienia wielu poziomów alarmów lub kategorii. Poziom alarmu jest zdefiniowany przez kolor i ustawienie czcionki wiadomości alarmowej na ekranie. Kodowanie koloru komunikatu alarmowego powinno być definiowane przez inżynierów.

Istnieje możliwość konfigurowania alarmów, które bazują na kombinacji cyfrowych zmiennych i różne kombinacje wartości mogą być konfigurowane jako stan alarmu.

---

### Rejestrowanie alarmów

Dla każdej kategorii alarmów możliwe jest zdefiniowanie różnych metod rejestrowania alarmów do pliku logów. Możliwe jest zdefiniowanie czy alarm ma zostać zarejestrowany gdy stan alarmu zmieni się na NO, OFF lub podczas potwierdzenia alarmu.

Możliwe jest podejrzanie pliku logów zapisanego na dysku z rejestrowanymi alarmami w trybie on-line jak i off-line bez wywierania wpływu na dalsze zapisywanie tych danych. Liczba alarmów zarejestrowanych w pliku logów nie jest ograniczona przez oprogramowanie. Funkcja zapisywania alarmów w pliku logów jest zdolna do zapisania 2000 alarmów podczas pojedynczego skanu.

### Filtrowanie alarmów

System dostarcza wbudowaną funkcję wyświetlania alarmów według projektu aplikacji. Rezultatem jest zgrupowanie alarmów z obiektu według opisu procesu w hierarchii drzewa, z filtrowaniem do poddrzewa lub folderu w drzewie.

### **Wyświetlanie alarmów**

Mając odpowiednie uprawnienia możliwe jest wyświetlenie lub potwierdzenie alarm i / lub najnowszy alarm na dowolnej stronie.

System umożliwia nadanie wielu poziomów alarmów lub kategorii. Priorytet alarmu jest identyfikowany przez kolor i czcionkę wiadomości alarmowej wyświetlanej na ekranie.

Istnieje możliwość wyłączenia alarmów indywidualnie przez strony, według kategorii alarmu lub wszystkich alarmów. Gdy alarm jest wyłączony, alarm zostanie wyświetlony w odrębnej stronie wyłączonych alarmów, więc każdy użytkownik systemu może łatwo określić, które alarmy zostały wyłączone.

System umożliwia dodanie przez użytkownika komentarzy do każdego alarmu, gdy zostanie potwierdzony lub później. Te komentarze są wyświetlane z alarmem lub wyświetlane przez kliknięcie na niego.

Możliwe jest sortowanie aktualnie wyświetlanych alarmów przez jedno lub więcej pól alarmów bez ograniczeń.

- **System raportowania**

System zapewnia funkcję generowania raportów, planowanie czasowe tworzenia raportów, zarządzanie raportami - bez zastosowania do tego celu zewnętrznych narzędzi innych dostawców. Aplikacja serwer - klient służy do tworzenia, formatowania, generowania i automatycznej dystrybucji raportów z baz danych /MSSQL/ SCADA. Pozwala w szybki, łatwy sposób tworzyć i publikować raporty w przyjaznym interfejsie - nie wymagającym głębszej znajomości z zakresu programowania baz danych.

Funkcje jakie zapewnia system w zakresie raportowania :

---

- możliwość planowania czasu wytworzenia raportu automatycznie w zdefiniowanym czasie ( data, czas) oraz możliwość tworzenia raportu na żądanie operatora lub w momencie wystąpienia określonego zdarzenia ( np . alarm lub zakończenie procesu ).
- możliwość drukowania raportów na drukarce lub zapisywanie raportów na dysku lub w bazie danych ( SQL, DBF lub innych w standardzie ODBC) lub publikowania na serwerze( Web Server) w w formie html.
- Możliwość prezentacji raportu na ekranie w kolorach i formacie wg. wyboru użytkownika
- Zaawansowane funkcje kalkulacyjne dla danych bieżących i historycznych oraz innych danych z systemu
- Powinien posiadać interfejsy do zewnętrznych narzędzi raportowania ( możliwość importu / eksportu danych do niech lub do zewnętrznych baz danych)

#### Inne wymagane właściwości

Narzędzia raportowania dostarczają precyzyjnie i w oznaczonym czasie dane z obiektu i przetwarzają je na istotne informacje.

System zachowuje dane długoterminowo dla tworzenia raportów historycznych i udostępnia je następnie w wizualizacji dla użytkownika ( w przeglądarce internetowej, plikach MS EXCEL (XLS/open XML/CSV) w formie wykresów - trendów lub MS Reporting Services).

Narzędzie do raportowania gwarantuje dostęp użytkownika za pomocą przeglądarki internetowej lub Excel'a do danych bieżących ( Real Time Data) z kilku systemów.

Przed wydrukowaniem raportu jest możliwość edycji raportu przez użytkownika oraz możliwość wyboru fragmentu raportu do wydruku – wydruk na żądanie lub w zdefiniowanym - zaplanowanym czasie;

**Postać raportów dobowych, miesięcznych winna być uzgodniona z Użytkownikiem w trakcie realizacji systemu automatyzacji**

- **Zarządzanie Energią.**

- System zapewnia monitorowanie urządzeniami i liniami niskiego napięcia z poziomu stacji operatorskich systemu sterowania procesem.
  - System umożliwia sterownie urządzeniami niskiego napięcia z poziomu stacji operatorskich systemu sterowania procesem w celu osiągnięcia inteligentnego zarządzania energią w tym:
    - automatyczny podział obciążenia z możliwością zarządzania blokadami i nadawaniem priorytetów dla obciążeń krytycznych.
    - automatyczne przywrócenie połączenia obwodów mocy w momencie powrotu zasilania.
    - dostępna możliwość symulacji w celu oceny wpływu przeciążenia i /lub utraty zasilania.
    - system zlicza on-line energię elektryczną i kontroluje zużycie sygnalizując zbliżanie się do wielkości zamówieniowej.
    - w przypadku wystąpienia braku zasilania zewnętrznego i przejściu do pracy na agregacie prądotwórczym Operator załącza kolejne odbiorniki nie dopuszczając do przekroczenia max obciążenia agregatu.
- System zapewnia wyświetlanie paneli kontrolnych na Stacjach Operatorskich które monitorują zużycie energii urządzeń / maszyn / obszaru procesowego lub nawet całego zakładu.
-

Historian systemu sterownia procesem zapewnia gotowe szablony raportów które umożliwiają kompleksową ocenę energetyczną:

- Zużycie energii
- Potencjalne oszczędności energii
- Identyfikacja nieefektywnego sprzętu.
- Zidentyfikowanie nieefektywnych procesów.

Podczas obsługi systemu użytkownik nie będzie proszony o podanie adresu lub konfigurację połączenia do wskazanego urządzenia, ponieważ połączenia są już zdefiniowane przez system podczas jego wdrożenia i przechowywane w jednej globalnej bazie danych.

- **Menadżer urządzeń**

Dzięki zgromadzeniu w jednym miejscu wszystkich informacji eksploatacyjnych i diagnostycznych, system wspiera pracę służb remontowych oraz zespołów zajmujących się utrzymaniem ruchu. System pozwala na automatyzację rejestracji czasów pracy i postoju urządzeń. Udostępnia zagregowane informacje o aktualnym stanie maszyn oraz ilości awarii. Pomaga również planować remonty w oparciu o faktyczny stan eksploatacyjny

### **5.2.2. Wymagania dla wykonawcy oprogramowania sterowników i SCADA**

1. Wykonawca powinien posiadać zespół min. 4 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 PLC/DCS obsługującymi powyżej 3 tys. zmiennych,
3. Wykonawca powinien wykazać się min. 3 instalacjami systemu opartym na komunikacji Ethernet z min 5 sterownikami w sieci w każdej referencji.
4. Wykonawca przeprowadzi szkolenia z zakresu obsługi aparatury kontrolno-pomiarowej
5. Wykonawca przeprowadzi szkolenie z zakresu obsługi konserwacji, modyfikacji elementów składowych systemu PLC/SCADA (modyfikacje oprogramowania systemowego, sterowników PLC, systemu synoptyk SCADA, raportowania).
6. 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 oraz montaż zgodnie z zaleceniami producenta.

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.

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 należyłą 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.

#### **5.2.3.1. Montaż przepływomierzy**

##### Przepływomierze montowane na rurociągach

Przepływomierze elektromagnetyczne powinny być w wykonaniu kołnierzowym.

Należy uziemiać oba końce odcinka pomiarowego za pomocą obejm lub zastosować przepływomierze z czujnikami przepływu posiadającymi wewnętrzne zintegrowane elektrody uziemiające. Dodatkowo, oba kołnierze odcinka pomiarowego powinny być wyposażone w zaciski uziemiające, połączone wraz z obejmami do wspólnego punktu uziemienia. w przypadku montażu podziemnego w każdej studzience należy zainstalować szynę uziemiającą. Montaż przepływomierza powinien wykluczać występowanie jakichkolwiek naprężeń na jego kołnierzach. Odcinki rury przed i za przepływomierzem powinny być tak wsparte, aby przepływomierz nie ulegał ściskaniu ani skręcaniu, bez względu na termiczną rozszerzalność materiału (odpowiednia kompensacja i punkty stałe). Należy zachować właściwe długości odcinków prostych przed i za czujnikiem przepływomierza, wymagane: 5xDN przed i 2xDN za czujnikiem przepływomierza (zgodnie z wytycznymi dostawcy).

W przypadku montażu rozdzielnego czujnika i przepływomierza elementy te należy łączyć specjalnym kablem ekranowanym, dostarczonym przez producenta przepływomierza. Kable prefabrykowane nie powinny być cięte, nadmiar kabla należy zwinąć i zabezpieczyć. Przepływomierze powinny być wyposażone w armaturę odcinającą, umożliwiającą odcięcie, opróżnienie i wymontowanie, jak również napełnienie przepływomierza bez konieczności opróżniania całego odcinka rurociągu. z wymogu tego można zrezygnować w przypadku małych średnic i krótkich odcinków rurociągu do najbliższego odcięcia.

---

Wymaga się, aby projektowany przepływomierz ultradźwiękowy spełniał poniższe warunki:

- powinien być przystosowany do pomiarów w kanałach i rurociągach o dowolnie definiowalnym przekroju, wypełnionych całkowicie lub częściowo.
- pomiar napełnienia, prędkości przepływu i temperatury; wyniki pomiarów powinny być podawane w jednostkach zgodnych z układem metrycznym (SI).
- wyposażenie przepływomierza powinno obejmować w minimalnym zakresie 2 czujniki napełnienia – minimum jeden czujnik hydrostatyczny realizujący pomiar od dołu przez medium i minimum jeden czujnik ultradźwiękowy realizujący pomiar od góry przez powietrze. Czujniki napełnienia mają być dobrane i rozmieszczone tak, aby prawidłowo mierzyć poziom ścieków w pełnym zakresie napełnień. Klasa dokładności czujników napełnienia nie gorsza niż 1%. w przypadku realizacji jednego z pomiarów poziomu urządzeniem zewnętrznym, pomiar ten musi być niezależnie zwizualizowany, tak aby można było weryfikować jego odczyt bez potrzeby używania dodatkowych aplikacji.
- wyposażenie dodatkowo powinno zawierać minimum 1 czujnik prędkości. Zakres pomiarowy prędkości od 1 do 5 m/s. Klasa dokładności czujnika prędkości nie gorsza niż 1,5%. Czujnik prędkości przepływu musi być przystosowany do montażu na dnie rurociągu.
- jest konieczne aby urządzenie posiadało możliwość uwzględnienia wysokości osadu i wysokości montażu czujników w rurociągu w oprogramowaniu rejestratora przy przeliczaniu prędkości średniej i poprzecznego pola przekroju płynących ścieków,
- wymaga się również możliwości kompensacji wpływu temperatury dla wszystkich wartości pomiarowych,
- przepływomierz powinien posiadać możliwość programowania długości interwałów między pomiarami. Minimalny interwał czasowy 1 minuta. Możliwość jednoczesnej konfiguracji standardowo zaprogramowanego interwału między pomiarami (np. co 15 minut) i pomiaru zdarzeniowego częstszych pomiarów po wystąpieniu alarmu (np. po przekroczeniu zadanego przepływu pomiar co 1 minutę),
- wymaga się możliwości przedstawienia mierzonych wartości na wyświetlaczu graficznym przepływomierza,
- wymaga się możliwości programowania poprzez menu urządzenia (menu całkowicie w języku polskim),
- wymaga się zapisywania wszystkich pomierzonych prędkości lokalnych, prędkości średniej, napełnień, wielkości przepływu, temperatury oraz analogowych i cyfrowych sygnałów wejściowych na wyjmowanej karcie pamięci,
- elementy przepływomierza, umieszczone w rurociągu, powinny być przystosowane do pracy w środowisku ściekowym (szczelne, odporne na agresywne środowisko),
- przetwornik przepływomierza powinien komunikować się z systemem nadrzędnym w oparciu o protokół komunikacyjny Modbus, Ethernet

#### Przepływomierze montowane w kanałach typu otwartego i zamkniętego

W kanałach typu otwartego i zamkniętego montować przepływomierze bezkontaktowe, radarowe.

Wymagane wielkości mierzone:

- przepływ chwilowy oraz sumaryczny z pamięcią w przypadku zaniku zasilania,
- wielkość napełnienia kanału.

Urządzenie musi mieć możliwość łatwego podłączenia do istniejących systemów SCADA.

---

Urządzenie musi zapewnić dokładny pomiar przepływu w zakresie od minimalnych do maksymalnych przepływów na oczyszczalni ścieków.

Obudowa musi być szczelna, bez połączeń zaciskowych, śrub i podkładek.

Stopień ochrony czujnika – IP 68.

#### **5.2.3.2. Pomiary ciśnienia**

Przyłącza procesowe do pomiaru ciśnienia w orurowaniu procesowym powinny być min. 1"; typ przyłącza (kołnierzowe lub gwintowane) zgodny z klasą ciśnieniową rury.

Przyłącza ciśnieniowe na mediach pomocniczych mogą być zredukowane do 3/4". w przypadku zestawów pomocniczych dostarczanych przez producenta przyłącze procesowe określa producent zestawu.

Każde urządzenie pomiarowe powinno być wyposażone w osobne przyłącze procesowe.

Każde urządzenie do pomiaru/sygnalizacji ciśnienia powinno być wyposażone w osobny zawór odcinający, zblocze zaworowe (z przyłączem do testowania oraz z zaworkiem do obniżenia ciśnienia).

Rurki impulsowe powinny mieć średnicę zewnętrzną min. 12 mm. w przypadku pomiarów ciśnień na przepływach pulsacyjnych i występowaniu nagłych zmian ciśnień należy zastosować tłumiki, w przypadku instalacji na urządzeniach wibrujących – w specjalne pętle kompensacyjne.

#### **5.2.3.3. Montaż sprzętu elektrycznego**

Przez pojęcie sprzętu elektrycznego należy rozumieć: sterowniki, przełączniki, wyłączniki i przełączniki dźwigniowe, przyciski sterownicze, wyłączniki samoczynne, gniazda bezpiecznikowe, styczniki, przekaźniki, 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.

Niewykorzystane otwory na przepusty kablowe powinny zostać zaśleпione. w przypadku instalacji sprzętu w strefach zagrożonych wybuchem, wszystkie zastosowane urządzenia i wyposażenie powinny posiadać stosowne dopuszczenia do pracy w strefie.

#### **5.2.3.4. 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.

#### **5.2.3.5. Przyłączenie 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

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 dostawianiu 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 kanalizacji kablowej lub w korytach.

Wszystkie nowe trasy światłowodowe jak i sterownicze mają być prowadzone w nowej kanalizacji teletechnicznej uwzględniając na każdym załamaniu trasy studnie rewizyjne.

Kanalizacja techniczna musi zapewniać co najmniej 20 % zapasu dla ewentualnych nowych przyszłych instalacji

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 kablowe przez ściany czy sufity powinny być osłonięte rurami PCW lub stalowymi. Przyłącza kablowe mogą być wykonywane jedynie w skrzynkach obiektowych, szafach lub urządzeniach.

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

Koryta kablowe powinny być wykonane ze stali nierdzewnej. 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. Instalacje urządzeń i tras kablowych w obiektach zagrożonych

---

### **wybuchem**

Przewody obwodów iskrobezpiecznych powinny mieć izolację wytrzymującą napięcie probiercze do obudowy o wysokości 3-krotnej wartości najwyższego napięcia występującego w układzie; nie wolno stosować przewodów aluminiowych.

#### **5.2.6. 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 zdemonstrować 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 wkręty, śruby, nakrętki, opaski i wszystkie inne elementy mocujące.

#### **5.2.7. 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 przezroczystą z tworzywa sztucznego. Oznaczniki mocować na kablu za pomocą opasek zaciskowych z tworzywa sztucznego nie ulegającego szybkiemu rozkładowi w ziemi

---

### 5.2.8. 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.
- 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
- zastosować napędy zasuw z interfejsami Ethernet
- lokalnie zastosować graficzne panele operatorskie
- programowanie sterowników i paneli oraz pliki konfiguracyjne urządzeń należy przekazać Użytkownikowi w wersji źródłowej z dokumentacją

### 5.2.9. Kanalizacja kablowa

Kable należy prowadzić w istniejących kanałach kablowych oraz w nowoprojektowanej kanalizacji kablowej

Kanalizacja kablowa dla potrzeb branży elektrycznej i AKP zostanie wykonana w ciągach głównych jako dwutorowa DN110, a na podejściach do obiektów jako jednotorowa DN50 lub DN75.

Przebieg trasy pokazano na rysunku „Plan tras kablowych”

Na trasie rury dla zachowania równomiernych odstępów należy stosować odpowiednie uchwyty dystansowe.

Na rozgałęzieniach oraz przy zmianie kierunku przebiegu trasy należy zastosować studzienki kablowe

Przy przejściach pod drogami należy stosować rury osłonowe z twardego PCV

Kanalizację wykonać w standardzie kanalizacji telefonicznej (kanalizacja pierwotna i wtórna dla światłowodu). Norma zakładowa Telekomunikacja Polska ZN-96 TPSA-011 „Telekomunikacyjna Kanalizacja Kablowa-Ogólne wymagania techniczne” Wykonanie i odbiór opisano w specyfikacji Technicznej „Sieci zewnętrzne.

Kabel światłowodowy doprowadzić do łącznicy i zarobić wszystkie włókna złączami typu LC. Przed każdą przełącznicą zostawić zwinięty zapas kabla o długości minimum 10m. Połączenie pomiędzy przełącznicą i switch wykonać patchcordami światłowodowymi.

**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 Ethernet IP, Modbus prowadzić na obiektach w korytkach ze stali kwasoodpornej
  - odległość tras dla kabli pomiarowych i magistral od kabli zasilających z napięciem 230 V co najmniej 10cm
-

- 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
- kable na wprowadzeniu kabli do szafki ekran kabla należy bez rozcinania przewodów uziemić specjalnym zaciskiem.
- należy stosować kable, dla których producent deklaruje odporność na działanie środowiska oczyszczalni, w szczególności siarkowodoru, 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,

#### **5.2.10.1. 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 po ułożeniu kabli uszczelnić pianką ognioodporną

#### **5.2.10.2. Podłączenie przewodów kabelkowych**

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 żyły 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.

---

### **5.2.10.3. 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.

### **5.2.10.4. 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
- wyizolowane ze ścieków nie przedostawały się do wnętrza szaf

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

### **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 rozdzielnic 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.

### **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.

### **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.

### **5.3. 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 urządzenia. 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 protokół 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, cząłki), 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 „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 Inżyniera 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  $\pm 5$  cm,
- głębokość podsypki piaskowej nad i pod kablami z tolerancją  $\pm 1$  cm,
- odległość folii ochronnej od kabla z tolerancją  $\pm 5$  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 głębiej 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.

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 Inżyniera 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.

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

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-EN 60446:2018-01       | Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja -- Identyfikacja zacisków urządzeń i końcówek przewodów a także samych przewodów |
| PN-EN 60073:2003          | Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, oznaczanie i identyfikacja -- Zasady kodowania wskaźników i elementów manipulacyjnych                       |
| PN-IEC 60364-5-56:2019-01 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-56: 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 -- Część 2: Badania w warunkach odniesienia                            |
| PN-IEC 1131-1 2004        | Określono podstawowe charakterystyki funkcjonalne sterowników programowalnych. Podano definicje 8 terminów                                                                              |
| PN-EN 61131-2:2008        | Sterowniki programowalne -- Część 2: Wymagania i badania dotyczące sprzętu                                                                                                              |
| PN-IEC 6131-3:2013-10     | Sterowniki programowalne -- Część 3: Języki programowania                                                                                                                               |

### 10.2. Inne

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane z późniejszymi poprawkami .

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 3 listopada 1992 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów.
  - Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 22 kwietnia 1998 r. w sprawie wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej, które mogą być wprowadzane do obrotu i stosowane wyłącznie na podstawie certyfikatu zgodności.
  - Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1989 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Z późniejszymi zmianami.
  - Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy
-