

# PROJEKT TECHNICZNY

**Nazwa projektu:**

Budowa ujęcia i stacji uzdatniania wody w Ciężkowicach

**Część:**

Elektryka i AKPiA

**Inwestor:**

Gmina Ciężkowice

33-190 Ciężkowice, ul. Tysiąclecia 19

**Jednostka projektowa:**

AWP NORDIC PRODUCTS Spółka z o.o.

ul. Łagiewnicka 54/56, 91-463 Łódź

**Adres inwestycji:**

Gmina: Ciężkowice, obręb Ciężkowice dz. nr. 839

Identyfikator 121601\_4.0001.839

Gmina Ciężkowice, obręb Kąсна Dolna dz. nr 153/2 i 153/5

Identyfikator 121601\_5.0005.153/2, 121601\_5.0005.153/5

**Autorzy opracowania:**

mgr inż. Michał Simiński LOD/1439/PWOE/10

mgr inż. Rafał Skowron LOD/3024/PBE/16

mgr inż. Marcin Janiszewski

## SPIS TREŚCI

1. OPIS TECHNICZNY .....	4
1.1. Podstawa opracowania .....	4
2. ZAKRES OPRACOWANIA.....	4
2.1. Zakres opracowania .....	4
3. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWANYCH .....	5
3.1. Stan zasilania obiektu.....	5
3.1.1. Zasilanie podstawowe obiektu. ....	5
3.1.2. Bilans Mocy.....	6
3.1.3. Układ samoczynnego załączenia rezerwy – SZR .....	7
3.1.4. Prace przy układaniu i podłączaniu kabla nN.....	8
3.1.5. Linie wewnętrzne, trasy kablowe .....	8
3.1.6. Instalacje elektryczne wewnętrzne .....	9
3.1.7. Ochrona przeciwporażeniowa .....	10
3.1.8. Ochrona przepięciowa.....	10
3.1.9. Połączenia wyrównawcze .....	10
3.1.10. Instalacja odgromowa .....	10
3.1.11. Prace kontrolno-pomiarowe .....	11
3.2. Opis projektowanego systemu sterowania wraz z systemem SCADA .....	11
3.2.1. Opis rozwiązania komunikacji obiektowej.....	12
3.2.2. Opis rozwiązania SCADA - Stacja operatorska.....	12
3.2.3. Instalacja alarmowa i instalacja telewizji przemysłowej CCTV .....	16
3.2.4. Dostęp przez Internet do monitorowania urządzeń SUW.....	17
4. WYTYCZNE KRYTERIA PRZYŁĄCZANIA ORAZ WYMAGANIA TECHNICZNE DLA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH .....	17
4.1. Stan istniejący budynków.....	17
4.2. Zakres opracowania .....	17
4.3. Charakterystyka ogólna systemu .....	17
4.4. Generator fotowoltaiczny.....	18
4.5. Zabezpieczenie generatora .....	18
4.6. Ochrona przeciwprzepięciowa i odgromowa .....	18
4.7. Ochrona przeciwporażeniowa .....	18
4.8. Ochrona przeciwpożarowa .....	18

4.9.	Obliczenia techniczne .....	20
4.9.1.	Dobór przewodów po stronie DC i spadek napięcia .....	21
4.9.2.	Dobór przewodu i zabezpieczenia po stronie AC .....	22
4.10.	System montażowy dla modułów fotowoltaicznych.....	23
4.11.	Warunki wykonywania prac montażowych .....	23
5.	WYTYCZNE DO STEROWANIA PRACĄ STACJI UZDATNIANIA WODY .....	23
5.1.	Wytyczne konstrukcyjne systemu sterowania.....	24
5.1.1	<i>Oprogramowanie sterowników PLC .....</i>	<i>25</i>
5.1.2	<i>Oprogramowanie paneli operatorskich (HMI) .....</i>	<i>25</i>
5.1.3	<i>Oprogramowanie SCADA .....</i>	<i>26</i>
5.2.	Wytyczne dla budowy algorytmu sterowania .....	28
5.2.1	<i>Ujęcie wody - Pompownia wody surowej .....</i>	<i>28</i>
5.2.2	<i>układ wód popłuczynach .....</i>	<i>29</i>
5.2.3.	<i>Budynek technologiczny – dezynfekcja UV .....</i>	<i>29</i>
5.2.4.	<i>Budynek technologiczny – stacja przygotowania sprężonego powietrza .....</i>	<i>29</i>
5.2.5.	<i>Budynek technologiczny – dezynfekcja wody .....</i>	<i>30</i>
5.2.6.	<i>Zbiorniki wody czystej .....</i>	<i>30</i>
5.2.7.	<i>Budynek technologiczny – stacja dozowania Flokulanta .....</i>	<i>30</i>
5.2.8.	<i>Budynek technologiczny – stacja dozowania koagulanta .....</i>	<i>31</i>

Załączniki:

#### **CZĘŚĆ GRAFICZNA – WYKAZ RYSUNKÓW:**

- Plan zagospodarowania terenu PZT
- E1 – Rzut fundamentów
- E2 – Rzut parteru – Instalacje elektryczne
- E3 – Rzut piętra – Instalacje elektryczne
- E4 – Rzut dachu – Instalacja odgromowa
- E5 – Schemat ideowy – Zasilanie budynku
- E6 – Schemat ideowy – Instalacja PV
- E7 – Schematy ideowe RGT rysunki 1- 35

## **1. OPIS TECHNICZNY**

**do projektu wykonawczego: „Budowa ujęcia i stacji uzdatniania wody w Ciężkowicach” -  
część elektryczna i AKPiA**

### **1.1. Podstawa opracowania**

Projekt niniejszy opracowano na podstawie:

- umowy zawartej z Inwestorem,
- inwentaryzacji w terenie przeprowadzonej dla celów projektowych,
- uzgodnień branżowych,
- uzgodnień z Inwestorem,
- obowiązujących przepisów i norm.

## **2. ZAKRES OPRACOWANIA**

### **2.1. Zakres opracowania**

Projekt niniejszy obejmuje:

- Prace związane z zabudową nowych aparatów w rozdzielni „RGT” dla nowo projektowanych urządzeń technologicznych oraz zabudowanie urządzeń sterowniczych dla nowo projektowanej stacji uzdatniania wody.
- instalację sterowniczą i pomiarową urządzeń układu technologicznego zbiorników magazynowych wody
- Monitoring wizyjny
- Instalacje bezpieczeństwa

#### **UWAGA:**

Projekt nie obejmuje budowy układu pomiarowo-rozliczeniowego, która objęta jest oddzielnym opracowaniem. Układ rozliczania energii wymagany będzie z uwagi na montaż instalacji systemu fotowoltaicznego.

### **3. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWANYCH**

#### **3.1. Stan zasilania obiektu**

##### ***3.1.1. Zasilanie podstawowe obiektu.***

Obiekt Stacji zasilany będzie z sieci lokalnego ZE. Zgodnie z warunkami przyłączenia WP/044754/2024/O10R01 miejscem rozgraniczenia własności będą zaciski prądowe na wyjściu przewodów od rozłącznika bezpiecznikowego listwowego zabudowanego za przekładnikami prądowymi w zestawie złączowo-pomiarowym w kierunku instalacji Odbiorcy. Przyłączy do szafki po stronie lokalnego Zakładu Energetycznego.

Z projektowanej szafki złączowo-pomiarowej projektuje się WLZ kablem YAKXS 4x120 mm<sup>2</sup> do projektowanej szafy SZR. Z SZR prowadzić zasilanie do certyfikowanej szafy z wyłącznikiem PPOŻ na elewacji budynku. Szafa wyposażona w rozłącznik 160A oraz automatykę, całość z certyfikatem CNBOP. Z automatyki wyprowadzić przycisk dla Urządzenia Uruchamiającego PWP/UU oraz dla sygnalizacji zadziałania PWP/US. Ze złącza z PWP zaprojektowanego kabel 4x N2XH 1x50 mm<sup>2</sup> do projektowanej rozdzielnicy głównej.

### 3.1.2. Bilans Mocy

Rozdzielnica obiektu – Nowo budowana część technologiczna

Lp.	Opis obwodu	Moc znam. odbiorn.	Wsp. k	Moc odbior. zainst.	cosF	Napięcie znam. U <sub>N</sub> 230/400V
	Nazwa			Pi		
-----	-----	kW	-----	kW	-----	V
1	Oświetlenie podstawowe	1,00	1,00	1,00	0,95	230
2	Oświetlenie awaryjne	1,00	1,00	1,00	0,95	230
3	Oświetlenie zewnętrzne	1,00	1,00	1,00	0,95	230
4	Gniazda wtykowe	1,50	1,00	1,50	0,87	230
5	Gniazda wtykowe	1,50	1,00	1,50	0,87	230
6	Gniazda wtykowe	1,50	1,00	1,50	0,87	230
7	Wentylator dachowy W1	0,05	1,00	0,05	0,63	230
8	Wentylator dachowy W2	0,05	1,00	0,05	0,63	230
9	Wentylator dachowy W3	0,05	1,00	0,05	0,63	230
10	Osuszacz	15,00	1,00	15,00	0,57	400
11	Zestaw hydroforowy	22,00	0,75	16,50	0,68	400
12	Sprężarka nr 1	3,00	0,50	1,50	0,80	400
13	Sprężarka nr 2	3,00	0,50	1,50	0,80	400
14	Generator ClO <sub>2</sub>	3,00	1,00	3,00	0,80	400
15	Ozonator	3,00	1,00	3,00	0,80	400
16	Lamela1	2,00	1,00	2,00	0,80	400
17	Lamela2	2,00	1,00	2,00	0,80	400
18	Lampa UV	1,70	1,00	1,70	0,87	230
19	Pompownia popłuczyn	3,00	1,00	3,00	0,87	400
20	Przepływomierze	1,00	1,00	1,00	0,87	230
21	Pompa P101	7,50	1,00	7,50	0,87	400
22	Pompa P102	7,50	1,00	7,50	0,87	400
23	Instalacja Flokulanta	4,00	1,00	4,00	0,87	400
24	Układ sterowania	3,00	0,70	2,10	0,87	400
25	Ogrzewanie	5,50	0,70	3,85	0,87	400
26	Gniazda 400V	4,00	1,00	4,00	0,87	400
<b>Moc łącznie</b>				<b>86,80</b>		

Na podstawie załączonego bilansu mocy dobrano agregat prądotwórczy o mocy 100kW / 125kVA. Agregat w obudowie dźwiękochłonnej zlokalizowany na zewnątrz, w terenie przy budynku SUV.

**Zasilanie budynku – moc przyłączeniowa przejęta do obliczeń 90 kW**

Prąd obliczeniowy

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{90000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 139,68 \text{ A}$$

Wg normy HD 60364-5-52:2011, obciążalność kabla YAKXS 4x120mm<sup>2</sup> wynosi 174 A, ułożenie „D”. Zabezpieczenie kabla, wkładka gL/gG 160 A w złączu kablowym w granicy działki Inwestora.

$$139,68 \text{ A} < 160 \text{ A} < 174 \text{ A}$$

Spadek napięcia na projektowanym kablu od ZK do ZK-PWP:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2} = \frac{100 \cdot 90000 \cdot 40}{35 \cdot 120 \cdot 400^2} = 0,53 \%$$

Spadek napięcia na projektowanym kablu od ZK-PWP do RG:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2} = \frac{100 \cdot 90000 \cdot 10}{55 \cdot 50 \cdot 400^2} = 0,20 \%$$

W rozdzielni głównej zainstalować kompensator aktywny mocy biernej. Wartość mocy kompensatora dobrać na podstawie pomiarów obciążenia oraz charakterystyki obciążenia po uruchomieniu obiektu. Czas wykonywania pomiarów min 7 pełnych dni przy ustalonej pracy SUW.

**3.1.3. Układ samoczynnego załączenia rezerwy – SZR**

Układ samoczynnego załączania rezerwy zasilania (SZR) zlokalizowany zostanie w zewnętrznej szafie na elewacji budynku. Do SZR doprowadzić zasilanie podstawowe z złącza kablowo-pomiarowego YAKXS 4x120 mm<sup>2</sup> oraz zasilanie rezerwowe z agregatu prądotwórczego kablem YAKXS 4x120 mm<sup>2</sup>. Przewody sterownicze dla agregatu wykonać jako YKSY 12x1,5 mm<sup>2</sup>. Dla zasilania potrzeb własnych agregatu ułożyć kabel YKY 5x4mm<sup>2</sup> z rozdzielniczy głównej.

**3.1.4. Prace przy układaniu i podłączaniu kabla nN**

Przy układaniu projektowanych kabla należy przyczepić w sposób trwały tabliczki oznacznikowe rozmieszczone średnio, co 5m. Wykopy prowadzić mechanicznie, przy zbliżeniach do istniejącego uzbrojenia wykopy prowadzić ręcznie.

Kabel powinien być tak wprowadzany i wyprowadzany z przepustu rurowego, aby osłona lub powłoka kabla nie ocierała się o krawędzie rury i aby kabel nie zaciągał gruntu do wnętrza przepustu. W związku z tym należy albo ustawić bezpośrednio przed wlotem przepustu rolkę ochronną bądź przelotową albo umieścić we wlocie rury gładki kapturek (kielich), a bezpośrednio przy wylocie rury - rolkę przelotową.

Jako materiały do uszczelnienia krawędzi rur dzielonych i do uszczelniania kabli w otworach rur należy stosować materiały odporne na działanie wilgoci oraz nie oddziaływujące szkodliwie na uszczelniane elementy. Zaleca się stosować rury lub taśmy termokurczliwe pokryte klejem do uszczelniania kabli w otworach rur i połączeń rur.

**3.1.5. Linie wewnętrzne, trasy kablowe**

Dla zasilania i sterowania urządzeniami technologicznymi zaprojektowano z rozdzielnic RGT kable do następujących urządzeń:

- wentylatorów dachowych – 1 sztuki
- falownika paneli PV

Z rozdzielnic RG wykonać zasilanie do rozdzielnic technologicznej RGT. Kable układać analogicznie jak przyłącze zasilające. W miejscach przejść kabli przez drogę wewnętrzną kable układać w rurach osłonowych zgodnie z informacjami na PZT.

Dla zasilania urządzeń wewnątrz projektowanego budynku SUW instalacje elektryczne wykonywać zależnie od lokalizacji (wskazanego pomieszczenia):

- na hali instalacje prowadzić w korytach kablowych 100mm o głębokości min 60mm. Koryta kablowe wykonane z blachy stalowej, ocynkowane, grubość blachy min. 0,5mm. Koryta instalowane na zawiesiach do konstrukcji stalowej dachu. Na odcinkach, gdzie koryta kablowe zlokalizowane wzdłuż ścian, należy mocować na uchwytych systemowych do ścian. Dopuszcza się wykonanie z drabin kablowych. Mocowanie min co 70cm.



- Zejścia z koryt kablowych wykonywać w rurach instalacyjnych RB na uchwytych mocowanych do ścian.

### **3.1.6. Instalacje elektryczne wewnętrzne**

W pomieszczeniach o dużej wilgotności należy zastosować oprawy szczelne min IP44. Przykładowe typy opraw podane na rzucie. Dopuszcza się zastosowanie innych opraw niż podane z zachowaniem źródła światła LED i min. wartości strumienia świetlnego.

Dla oświetlenia pomieszczeń zaprojektowano oświetlenie spełniające wymagania PN:

- komunikacja 100lx
- pomieszczenia techniczne 300lx
- sanitariaty 200lx

Zaprojektowano oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne. Oprawy typu EXIT z piktogramem WYJŚCIE EWAKUACYJNE montowane „na jasno”. Oprawy te stanowią oświetlenie ewakuacyjne. Oprawy instalowane 10cm nad drzwiami wyjściowymi.

Wybrane oprawy wyposażone fabrycznie w moduły awaryjne o autonomii 1h, oprawy te stanowią oświetlenie awaryjne. Zadziałanie następuje samoczynnie po zaniku napięcia podstawowego i przetłączeniu na zasilanie z indywidualnej baterii.

Zgodnie z PN-EN 1838:2013-11 w przypadku dróg ewakuacyjnych o szerokości do 2m, średnie natężenie oświetlenia na podłodze wzdłuż środkowej linii drogi ewakuacyjnej powinno być nie mniejsze niż 1lx, a na centralnym pasie drogi, obejmującym nie mniej niż połowę szerokości drogi, natężenie oświetlenia powinno stanowić co najmniej 50% podanej wartości. W miejscach ochrony przeciwpożarowej min 5lx. Oświetlenie zaprojektowano zgodnie z obowiązującymi normami PN-EN 50172:2005 oraz PN-EN 60598-2-22:2004.

Całe oświetlenie wewnętrzne obiektu realizowane oprawami LED, sterowanie za pomocą typowych łączników instalowanych przy wejściu do pomieszczenia.

Na hali filtrów obwód oświetlenia awaryjnego wykonać z wyłącznikiem (niezależne zasilanie modułów zasilania awaryjnego), pozwoli to na zrealizowanie oświetlenia nocnego pomieszczenia hali filtrów. Oświetlenie podstawowe hali filtrów realizowane oprawami n/t LED instalowanymi na linkach stalowych lub łańcuszkach do konstrukcji koryt kablowych.

### **3.1.7. Ochrona przeciwporażeniowa**

Zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2017-09 ochronę przeciwporażeniową podzielono na:

- ochronę podstawową (izolowanie podstawowych części czynnych, zastosowanie przegród lub obudów),
- ochronę przy uszkodzeniu (samoczynne wyłączenie zasilania, zastosowanie izolacji podwójnej).
- Uzupełnieniem ochrony jest zastosowanie wyłączników RCD o prądzie różnicowym <30mA.

### **3.1.8. Ochrona przepięciowa**

Ochrona przepięciowa realizowana przez system wielostopniowych ograniczników przepięć: w rozdzielnicy głównej zainstalować ogranicznik typu B+C,

### **3.1.9. Połączenia wyrównawcze**

Dla projektowanego obiektu zaprojektowano Główną Szynę Uziemiającą (GSU) zlokalizowaną przy RG. Do niej należy przyłączyć płaskownikiem FeZn 25x4 wszystkie metalowe elementy konstrukcyjne, np. rury, konstrukcję stalową budynku. Dla podłączenia metalowych obudów urządzeń elektrycznych wykonać połączenia wyrównawcze miejscowe przewodem LgY 1x10mm<sup>2</sup>.

Na etapie wykonywania fundamentów projektuje się ułożenie bednarki FeZn 30x4 w projektowanej płycie fundamentowej. Wypust z bednarki wypuścić w miejscu zainstalowania rozdzielnicy głównej. Bednarkę podłączyć do Główniej Szyny Uziemiającej. Bednarka oraz przewody instalacji połączeń wyrównawczych w kolorze żółto-zielonym.

### **3.1.10. Instalacja odgromowa**

Zaprojektowano zwody poziome z drutu dFeZn fi 8 mocowanego na wspornikach do dachu. Zwody poziome połączone ze przewodami odprowadzającymi dFeZn fi 8 za pomocą złącz krzyżowych. Przewody odprowadzające mocowane na wspornikach osadzanych w ścianach na kołki rozporowe. Przewody odprowadzające należy łączyć z projektowanym uziomem fundamentowym przez złącza kontrolno-pomiarowe instalowane na wysokości 0,3m nad poziomem gruntu.

Uziom fundamentowy wykonać z bednarki FeZn 30x4 układanej na głębokości min 70cm w zgodzie z rysunkiem E-2.. Uziom fundamentowy łączyć w zaznaczonych

miejscach przez spawanie ze stalową konstrukcją. Miejsca połączenia zabezpieczyć przed korozją.

### **3.1.11. Prace kontrolno-pomiarowe**

Po wykonaniu instalacji należy wykonać pomiary sprawdzające:

- badania ruchowe aparatów,
- pomiar rezystancji izolacji kabli nN,
- pomiar rezystancji uziemienia rozdzielnic,
- pomiary uziemienia instalacji odgromowej,
- pomiary uziemienia słupów oświetleniowych,
- pomiary ciągłości przewodów sygnałowych,
- pomiary ciągłości przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych,
- pomiary natężenia oświetlenia podstawowego i awaryjnego

### **3.2. Opis projektowanego systemu sterowania wraz z systemem SCADA**

System automatyki i nadzoru komputerowego będzie się składał z modułowych, swobodnie programowalnych sterowników lokalnych PLC (wyposażonych w lokalne panele operatorskie), połączone ze stacją dyspozytorską w pomieszczeniu dyspozytorów.

Sterowniki obiektowe w poszczególnych szafach automatyki (w tym dostawy z urządzeniami nie będące częścią opracowania) współpracować będą z aplikacją wizualizacyjną SCADA w zakresie wymiany danych o stanie pracy urządzeń i umożliwią zdalne sterowanie pracą urządzeń układu technologicznego.

Wysterowane w sterowniku sygnały binarne wprowadzane będą bezpośrednio do obwodów sterowania odpowiednich urządzeń, które załączają się lub wyłączają w zależności od wyznaczonych przez technologa algorytmów. Układy automatycznej regulacji zostaną zaprogramowane w sterowniku zgodnie z algorytmami technologicznymi.

Głównym zadaniem sterownika PLC SUW będzie prowadzenie procesu technologicznego w nadzorowanym obszarze w trybie dyspozytorskim oraz automatycznym, gromadzenie informacji o parametrach technologicznych i stanie urządzeń technologicznych w nadzorowanym obszarze.

**3.2.1. Opis rozwiązania komunikacji obiektowej.**

Komunikacja pomiędzy Serwerem SCADA i sterownikami PLC wykonana będzie za pomocą kabli miedzianych o parametrach min UTP kat.6e przez protokół wymiany danych TCP/IP Industrial Ethernet. Wszystkie urządzenia obiektowe z interfejsami Ethernet (10/100BaseTx) wpięte będą do przemysłowego przełącznika Ethernet (switch). Urządzenia pomiarowe nieposiadające możliwości komunikacji cyfrowej łączone będą ze sterownikami kablami sterowniczymi, pętłami pomiarowymi 4- 20mA lub stykami bezpotencjałowymi. Standardowe sygnały analogowe 4-20mA będą wprowadzone do wejść analogowych sterownika. Sygnały wejść/wyjść binarnych oraz połączenia komunikacyjne będą izolowane galwanicznie. Urządzenia pomiarowe z RS485 należy wyposażyć w konwertery sygnału RS/Ethernet.

Sterowniki oraz urządzenia obiektowe takie jak falowniki będą wyposażone w jeden z poniższych interfejsów komunikacyjnych:

- Profinet – komunikacja z systemem SCADA, z panelem operatorskim, pomiędzy sterownikami.
- Modbus TCP/IP / Profinet - komunikacja z przetwornikami pomiarowymi, przetwornicami częstotliwości, sterownikami obiektowymi
- Modbus TCP/IP z analizatorami parametrów sieci.
- Modbus RTU/USS/ Profinet komunikacja z falownikami

**3.2.2. Opis rozwiązania SCADA - Stacja operatorska**

Funkcje gromadzenia, przetwarzania, wizualizacji i archiwizacji danych pomiarowych mają być zrealizowane za pośrednictwem urządzeń zlokalizowanych w dyspozytorni. W związku z powyższym zaprojektowano modernizację następujących punktów infrastruktury teleinformatycznej:

- Wymiana serwera:
  - procesor/procesory dedykowane do zastosowań serwerowych; każdy posiadający przynajmniej 10 rdzeni fizycznych i 20 MB pamięci podręcznej oraz obsługujący magistralę pamięci

- dla konfiguracji 2-procesorowej: identyczne procesory przynajmniej klasy Intel Xeon E5- 2650 v3 lub równoważne wydajnościowo,
  - przynajmniej 64 GB pamięci DDR4 2400 Mhz RDIMM, przy zachowaniu co najmniej 4 wolnych slotów,
  - macierz z dysków Hot Plug 2,5” SFF (cache przynajmniej 2 GB), pracujących z interfejsem SAS 12G z prędkością 10k obr./min. lub szybszą (zastosowanie odpowiedniego pod względem bezpieczeństwa danych i szybkości systemu rodzaju macierzy jest obowiązkiem Wykonawcy),
  - magazyn danych systemu zarządzania powinien być zdolny pomieścić dane z co najmniej 10 lat pracy zaprojektowanego systemu, przy czym minimalna pojemność musi wynosić przynajmniej 3,0 TB (efektywnie, tj. bez uwzględnienia dodatkowej, fizycznej pojemności wynikającej z zastosowania macierzy, np. typu RAID 1);
  - w obudowie Tower powinna pozostać rezerwa na przynajmniej połowę możliwych do zainstalowania dysków,
  - dwa zasilacze Hot Plug,
  - napęd DVD-RW, – co najmniej 3 lata gwarancji w miejscu instalacji. Serwery obsługujące system zarządzania należy traktować jako odrębne maszyny fizyczne.
- Zabudowanie nowej szafy rack wraz z wykonaniem okablowania strukturalnego, zaprojektowano urządzenia spełniające wymagania standardu sieci 1000BaseT dla każdego z 24 portów. Projektowana szafa RACK.
    - Wysokość: 12U,
    - Klasa szczelności: IP20,
    - Rodzaj drzwi: Przednie – Szkło hartowane,

- Zgodność ze standardami: IEC297-2, DIN41494; PART1 & PART7, ETSI,
- Materiał wykonania: stal walcowana, malowana proszkowo,

Dla panelu dyspozytorskiego zostanie zapewniona możliwość wyświetlania dowolnie wybranej sekcji danych z dowolnego poziomu zarządzania.

Na stanowisku operatorskim w dyspozytorni, również na komputerze w obudowie mini, zainstalowany będzie system oprogramowania przemysłowego SCADA w wersji stacji operatorskiej. Na monitorze LED 32" na stanowisku dyspozytorskim będzie wyświetlany widok całej technologii SUW oraz powiększone obrazy kolejnych etapów technologii. Stworzona komputerowa aplikacja wizualizacyjna współpracować będzie z obiektowymi sterownikami PLC w zakresie przekazywania danych o stanie pracy urządzeń układu technologicznego. Sygnały przesyłane będą do centralnej dyspozytorni przez sieć Profinet (ETHERNET) z użyciem przetworników przemysłowych. Wykonana aplikacja komputerowa podzielona zostanie na szereg ekranów synoptycznych, przedstawiających kolejne etapy procesu uzdatniania. Podstawową funkcją systemu SCADA będzie dostarczenie operatorowi informacji opisującej bieżący stan obiektu. Budowa systemu wymagać będzie dostosowania systemu SCADA do wymagań technologicznych oraz wymagań ruchowych. Wybór konfiguracji systemu oraz ilość zmiennych powinny odpowiadać aktualnym wymaganiom obsługi całego procesu realizowanego na SUW.

Przy wyborze konfiguracji uwzględnić konieczność bezpośredniego dostępu do systemu SCADA

Oprogramowanie musi pozawalać na sterowanie i wizualizację procesu poprzez funkcje:

- zintegrowane środowiska inżynierskie i operatorskie
- odczytu danych konfiguracyjnych, które zostały zapisane w bazie danych oprogramowania inżynierskiego,
- wyświetlania przebiegu całego procesu na dwóch monitorach
- wyświetlania ekranów na wybranym monitorze (obrazy synoptyczne) powinny mieć możliwość przemieszczania pomiędzy ekranami,

- archiwizacji danych - np. wartości procesowych oraz podejmowanych akcji (sterowań), w plikach dobowych
- archiwizowanie wybranych danych w wybranym okresie (np. 1s-1min),
- komunikacji z systemem automatyki (ze wszystkimi sterownikami PLC),
- dostęp do danych tylko osobom upoważnionym (wg uzgodnionej z użytkownikiem struktury autoryzacji dostępu)
- rejestrację czasu pracy poszczególnych urządzeń SUW
- rejestrację i raportowanie zaistniałych stanów alarmowych i awarii,

Zastosowany system baz danych SCADA zapewni:

- rejestrację wszystkich danych procesowych za min. cały rok kalendarzowy i możliwość tworzenia wykresów histogramów i porównywanie ich,
- obróbkę statystycznych danych, różne formy prezentacji danych procesowych, wartości procesowe mogą zostać wydrukowane oraz archiwizowane elektronicznie,
- prezentacja danych rzeczywistych i archiwalnych w postaci wykresów oraz tabel
- przygotowywanie i drukowanie raportów, zestawień i bilansów zawierających wartości rzeczywiste oraz wyliczane, rejestrację logowań użytkowników i wykonanych czynności operatorskich (każde zdarzenie sygnowane nazwiskiem i nazwą komputera).
- wyświetlane są w postaci graficznej na ekranie, przy czym następuje aktualizacja za każdym razem, gdy zmienia się stan procesu, sygnalizację graficzną i dźwiękową stanów krytycznych (alarmowych) w procesie technologicznym, w przypadku krytycznego stanu procesu zostanie automatycznie uruchomiony alarm; jeżeli np. zostanie przekroczona predefiniowana wartość graniczna, na ekranie zostanie wyświetlone powiadomienie,
- tworzenie i konfigurowanie sygnałów ostrzegania (optycznych i dźwiękowych) o zagrożeniach procesowych,
- animację wybranych obiektów ekranu synoptycznego np. poziom cieczy, przepływ,
- zdalne sterowanie wybranymi elementami wykonawczymi układu technologicznego np. pompami, zasuwami,

- tworzenie zabezpieczeń programowych (prawa dostępu) przed nieupoważnionymi osobami,
- dostęp do systemu przez Internet oraz wysyłanie wiadomości SMS pod uprawnione numery telefonów.

#### *Sygnalizacja alarmowa w systemie dyspozytorskim*

System obsługi alarmów w systemie dyspozytorskim musi zapewnić opisane poniżej funkcje obsługi alarmów.

- Każdy alarm i ostrzeżenie zdefiniowane w systemie musi być zasygnalizowane na ekranie komputera SCADA w formie planszy zgłoszeniowej alarmu, dodatkowo każdy z alarmów musi być wyświetlony na lokalnych panelach operatorskich.
- Z każdym z alarmów prezentowanych na tej planszy ma być związana informacja o czasie wystąpienia alarmu, statusie alarmu (czy jest aktywny i czy jest potwierdzony przez operatora).
- Każdy alarm wymaga potwierdzenia przez operatora poprzez wykonanie akcji potwierdzenia.
- Dodatkowo alarmy mają być prezentowane na ekranach technologicznych w postaci graficznego symbolu lub tekstowej informacji.

#### **3.2.3. Instalacja alarmowa i instalacja telewizji przemysłowej CCTV**

Projektuje się centralę alarmową o min 12 wejściach czujników, zamontowana w dyspozytorni i zasilona z rozdzielnicy RGT. Wyposażona w akumulator 12V-17Ah, zamontowany w obudowie centrali typu OPU-3P z wbudowanym zasilaczem 60VA. System alarmowy wyposażony klawiaturę systemową np. typu INT-KLCD-GR.

System telewizji przemysłowej oparty jest o zestaw 4 kamer zewnętrznych umieszczonych na elewacji budynku SUW, 2 kamer umieszczonych w części socjalno-biurowej i jednej na hali technologicznej. Kamery podłączono do rejestratora cyfrowego (np. typu BCS3108). Stanowisko dyspozytora wyposażone jest w monitor 22" podłączony do rejestratora BCS. Rejestrator należy podłączyć do wymienionego switcha umieszczonego w szafie dystrybucyjnej SD, aby umożliwić oglądanie obrazu z kamer systemu przez Internet lub na innych komputerach w sieci LAN.



Lokalizację kamer należy ustalić z inwestorem po wykonaniu montażu wszystkich urządzeń technologicznych, w celu zapewnienia optymalnego pokrycia monitoringiem zabezpieczanego obszaru

### **3.2.4. Dostęp przez Internet do monitorowania urządzeń SUW**

Projektuje się połączenie do wewnętrznej sieci Ethernet za pomocą łącza internetowego wyłączenie poprzez **fizyczne urządzenie VPN** o następujących minimalnych parametrach:

- Automatyczne wznowienie i zestawianie połączenia w tunelu VPN
- Napięcie zasilania 12-24 V DC
- Obsługa modemu USB 3G/4G – na wypadek utraty komunikacji na łączu stałym
- Minimum Port LAN 3 x 10/100 Mbit/s
- Port WAN 10/100 Mbit/s
- Przepustowość VPN Do 10 Mbit/s
- Równoległe połączenia VPN Max 10
- Szyfrowanie VPN Blowfish 128 bit CBC, AES 128/192/256 bit CBC
- Uwierzytelnienie połączenia VPN PKI, 3072 bit RSA

## **4. WYTYCZNE KRYTERIA PRZYŁĄCZANIA ORAZ WYMAGANIA TECHNICZNE DLA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH**

### **4.1. Stan istniejący budynków**

Dach płaski

### **4.2. Zakres opracowania**

Niniejsze opracowanie jest projektem powykonawczym systemu fotowoltaicznego, którego zadaniem jest produkcja energii elektrycznej na potrzeby budynku SUW.

### **4.3. Charakterystyka ogólna systemu**

Zainstalowane na gruncie panele fotowoltaiczne produkują energię elektryczną przeznaczoną do pokrycia bieżącego zapotrzebowania energetycznego budynku.

#### **4.4. Generator fotowoltaiczny**

Generator fotowoltaiczny stanowi układ odpowiednio skonfigurowanych i odpowiednio połączonych modułów fotowoltaicznych.

#### **4.5. Zabezpieczenie generatora**

Zabezpieczenia elektryczne, przetężeniowe przepięciowe zebrano w rozdzielni elektrycznej projektowanej dla obsługi systemu i powiązania go z siecią energetyczną budynku użyteczności publicznej.

#### **4.6. Ochrona przeciwprzepięciowa i odgromowa**

W celu ochrony przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi w rozdzielni elektrycznej wiążącej system PV z siecią energetyczną projektuje się ochronniki przepięciowe.

#### **4.7. Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochronę przed porażeniem stanowi izolacja robocza, izolacja ochronna i samoczynne szybkie wyłączenie obwodu w przypadku uszkodzenia ochrony podstawowej. Aparaty zebrano w rozdzielniach dedykowanych fotowoltaice. Nie należy lekceważyć zasad ochrony w instalacjach pracujących na napięciu stałym (generatory fotowoltaiczne). W celu wyeliminowania możliwości wystąpienia różnic potencjałów przekraczających bezpieczną wartość napięcia projektuje się szynę wyrównania potencjałów i główne oraz miejscowe połączenia wyrównawcze. Do głównej szyny uziemiającej należy podłączyć:

- przewód ochronny PE w rozdzielni elektrycznej,

Uziemienie systemu wykonać zgodnie z instrukcją obsługi elementów.

#### **4.8. Ochrona przeciwpożarowa**

Warunki ochrony przeciwpożarowej:

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji obejmującej wykonanie urządzenia budowlanego (instalacji fotowoltaicznej) przewidzianej do montażu na istniejącym użytkowanym budynku w oparciu o dane zawarte w projekcie instalacji fotowoltaicznej.

Zakres uzgodnienia dokumentacji jest zgodny z wymogami Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015r w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej. (Dz. U.2015, poz. 2117). Zgodnie z §5.2. ww. rozporządzenia określono warunki ochrony przeciwpożarowej w części obejmującej zakres projektu instalacji fotowoltaicznej.

***Wymagania w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowych projektowanej instalacji obejmują informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji użytkowych, a w szczególności elektrycznej i piorunochronnej.***

Wymagania dla instalacji elektroenergetycznej:

- zabezpieczyć przepusty instalacyjne przy przejściu instalacji przez elementy oddzielenia przeciwpożarowych do klasy odporności ogniowej EI elementu oddzielenia przeciwpożarowego, przez który przechodzą o ile występują na drodze prowadzenia tras przewodów, w przypadku występowania zastosować certyfikowane systemy uszczelnień przejść instalacyjnych, np. HILTI, PROMASTOP lub inne, na zastosowane systemy zabezpieczeń przejść instalacyjnych przedstawić stosowne: certyfikaty zgodności, Krajowe Deklaracje Właściwości Użytkowych lub aprobaty techniczne, sposób wykonania przejść instalacyjnych wykonać zgodnie z aprobatą techniczną,
- elementy oddzielenia przeciwpożarowych (ściany, stropy) oraz ich klasę odporności ogniowej ustalić w oparciu o projekt budowlany lub informacje przekazane przez Inwestora podczas prac wykonawczych instalacji,
- zabrania się montażu osprzętu instalacji elektrycznej bezpośrednio na podłożu palnym, jeżeli ich konstrukcja nie zabezpiecza podłoża przed zapaleniem,
- w przewodach wentylacyjnych zabrania się prowadzenia przewodów instalacji
- w przypadku prowadzenia przewodów w metalowych kanałach lub korytkach kablowych należy usunąć ostre krawędzie,
- przewody pod modułami przymocować do ramy modułu lub do szyn za pomocą dedykowanych uchwytów,
- montaż przewodów w aparatach urządzeniach instalacji dokonać za pomocą odpowiedniego momentu obrotowego zgodnie ze specyfikacją DTR.

***Zabezpieczenie instalacji fotowoltaicznej:***

W przypadku wyłączenia prądu AC wyłącznikiem głównym budynku następuje rozłączenie obwodu OC za pomocą rozłączników zamontowanych poza budynkiem. Załączenie następuje samoistnie po ustalonej zwłoce czasowej od momentu przywrócenia napięcia w sieci. Zastosowanie rozłącznika (montowanego w najbliższym

możliwym miejscu przy modułach) ogranicza ryzyko porażenia prądem stałym w budynku podczas prowadzenia działań ratowniczo - gaśniczych. Przewody solarne występujące pod napięciem podczas ekspozycji promieni słonecznych obejmują odcinek instalacji OC od paneli fotowoltaicznych do rozłączników - obwód zlokalizowany poza budynkiem, powyższe pozwala na bezpieczne prowadzenie działań gaśniczych wewnątrz budynku oraz prowadzenia działań gaśniczych na zewnątrz budynku za pomocą prądów wodnych rozproszonych.

Dla budynku o kubaturze do 1000m<sup>3</sup> nie jest wymagany przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

### **Inne wymagania**

Przed przystąpieniem do użytkowania instalacji, należy:

- oznakować obiekt znakiem bezpieczeństwa wg normy PN-EN 60364-7-712 w miejscu przyłączenia instalacji PV, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania,
- oznakować trasy przewodów instalacji fotowoltaicznej OC tablicą informacyjną o treści „Niebezpieczeństwo - wysokie napięcie OC w ciągu dnia”,
- oznakować główny wyłącznik AC instalacji fotowoltaicznej, oznakować główny wyłącznik OC,
- przeprowadzić badania rezystancji instalacji elektrycznej i ciągłości instalacji,
- po zakończeniu budowy instalacji o mocy powyżej 6,5kW, Inwestor zobowiązany jest do powiadomienia właściwej terenowo Komendy Miejskiej (Powiatowej) Państwowej Straży Pożarnej o zakończeniu budowy urządzenia i zamiarze przystąpienia do użytkowania, zgodnie z Art. 56 ust 1. Ustawy Prawo Budowlane.

### **4.9. Obliczenia techniczne**

Obliczenia układu wykonano programem specjalistycznym PV SOL premium. W programie zostały przeanalizowane różne konfiguracje:

- Układ modułów fotowoltaicznych dla danej powierzchni:
  - układ pionowy
  - układ poziomy
- Dobór falownika
- Dobór zabezpieczeń i okablowania

**4.9.1. Dobór przewodów po stronie DC i spadek napięcia**

Założenia:

- WARUNEK 1 - Przewód należy dobrać tak aby został spełniony warunek:

$$I_{sc} \leq I_z$$

Gdzie:

$I_{sc}$  - prąd zwarciaowy połączenia [A]

$I_z$  - Obciążalność prądowa przewodu [A]

Dobrano przewód solarny 1x4mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej  $I_z=55A$

$$I_{sc} = 14,03A < I_z = 55A$$

**Warunek spełniony**

- WARUNEK 2 (pole modułów - RPV DC)

Spadek napięcia  $\Delta U_{\%} \leq 1\%$

Dla Solax X3-50K-TL

Łańcuch 1

$$\Delta U_{\%DC} = \frac{I_{mpp} * L}{X * V_{mpp} * \gamma * S} * 100\% = \frac{13,45 * 10}{16 * 40,9 * 58,6 * 4} * 100\% = 0,08\%$$

Łańcuch 2

$$\Delta U_{\%DC} = \frac{I_{mpp} * L}{X * V_{mpp} * \gamma * S} * 100\% = \frac{13,45 * 10}{16 * 40,9 * 58,6 * 4} * 100\% = 0,08\%$$

Łańcuch 3

$$\Delta U_{\%DC} = \frac{I_{mpp} * L}{X * V_{mpp} * \gamma * S} * 100\% = \frac{13,45 * 10}{16 * 40,9 * 58,6 * 4} * 100\% = 0,08\%$$

Łańcuch 4

$$\Delta U_{\%DC} = \frac{I_{mpp} * L}{X * V_{mpp} * \gamma * S} * 100\% = \frac{13,45 * 10}{16 * 40,9 * 58,6 * 4} * 100\% = 0,08\%$$

Łańcuch 5

$$\Delta U_{\%DC} = \frac{I_{mpp} * L}{X * V_{mpp} * \gamma * S} * 100\% = \frac{13,45 * 10}{13 * 40,9 * 58,6 * 4} * 100\% = 0,1\%$$

Łańcuch 6

$$\Delta U_{\%DC} = \frac{I_{mpp} * L}{X * V_{mpp} * \gamma * S} * 100\% = \frac{13,45 * 10}{13 * 40,9 * 58,6 * 4} * 100\% = 0,1\%$$

$$\Delta U_{\%} \leq 1\%$$

**Warunek spełniony**

Gdzie:

X- liczba modułów

$V_{mpp}$ - Napięcie w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego

$I_{mpp}$ - maksymalne wyjściowe natężenie prądu modułu fotowoltaicznego [A]

$\gamma$ - konduktywność kabla [ $\frac{m}{\Omega mm^2}$ ]

L- długość kabla [m]

S - przekrój kabla [mm<sup>2</sup>]

#### **4.9.2. Dobór przewodu i zabezpieczenia po stronie AC**

Założenia:

Relacja falownik - rozdzielnia RPV

- WARUNEK 1 - zabezpieczenie przed prądem przeciążeniowym

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_Z$$

$I_B$  - prąd obliczeniowy danego obwodu [A]

$I_Z$ - obciążalność prądowa długotrwała przewodu[A]

$I_n$  - Prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego [A]

$I_2$  - prąd zapewniający skuteczne zadziałanie w umownym czasie urządzenia zabezpieczającego [A]

***Dla Solax X3-50K-TL***

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi} = \frac{50000[W]}{\sqrt{3} * 400[V] * 0,8} = 90,21 A$$

Dla falownika dobrano przewód Lg/YDY 5x25mm<sup>2</sup> 0,6/1kV o dopuszczalnym prądzie długotrwałym  $I_Z = 120$ . W celu zabezpieczenia Falownika dobrano wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B i prądzie  $I_n=100A$ , k- (współczynnik krotności prądu) dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B  $k=1,45$

$$I_2 = k \cdot I_n$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 100 \text{ A} = 145$$

Sprawdzenie warunku:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$90,21 \leq 100 \leq 420$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_z$$

$$145 \leq 1,45 \cdot 120 = 174 \text{ A}$$

**Warunek 1 spełniony**

#### **4.10. System montażowy dla modułów fotowoltaicznych**

Panele fotowoltaiczne zamocowane są na stalowych konstrukcjach wsporczych służących do ich mocowania oraz do prowadzenia kabli obsługujących system. Z uwagi na montaż paneli w strefie zalewowej należy je montować na indywidualnych konstrukcjach wsporczych projektowanych pod konkretny typ paneli. Fundamenty pod konstrukcję wg ustaleń z RZGW.

Mocowania do konstrukcji wykonać ściśle według zaleceń producenta zawartych w dokumentacji fabrycznej danego elementu. Ewentualne odstępstwa powinien uzgodnić uprawniony inżynier budowy.

#### **4.11. Warunki wykonywania prac montażowych**

Prace w pobliżu pracujących instalacji elektrycznych, prace kontrolno-pomiarowe oraz prace przyłączeniowe i rozruchowe mogą wyłączenie elektrycy posiadający stosowną wiedzę, doświadczenie zawodowe i kwalifikacje poświadczone stosownymi zaświadczeniami (seria E do 1 kV).

Przy pracach montażowych prowadzonych w sąsiedztwie istniejących kabli, niezależnie od ich przeznaczenia i napięcia, zachować szczególną ostrożność.

### **5. WYTYCZNE DO STEROWANIA PRACĄ STACJI UZDATNIANIA WODY**

Podstawową kwestią jest ustalenie sposobu określania wydajności dla układu uzdatniania wody. Oprogramowanie sterownika PLC musi sterować pompami P101 i

P102 w sposób taki aby, wydajność zmieniała się samoczynnie w funkcji napętnienia zbiorników magazynowych wody czystej. Taki sposób nie jest jednak optymalny z uwagi na możliwe znaczne wahania wydajności i niestabilność procesów uzdatniania. Idealna sytuacja to działanie stacji z jednakową wydajnością przez całą dobę, natomiast nierównomierności dobowych rozbiórów są kompensowane przez pojemność magazynową zbiorników. Z uwagi na ostrożność postępowania należy uwzględnić w nowym sterowaniu dwa sposoby regulacji wydajności SUW. Sposób pierwszy to utrzymać dotychczasowe zasady, tj. wydajność zwiększa się w funkcji napętnienia zbiorników. Ten sposób zakłada pracę układu z możliwie dużym napętnieniem zbiorników, co będzie korzystne dla pompowni sieciowej, będzie więc on korzystny dla pracy pompowni pod względem ryzyka wystąpienia zjawiska kawitacji oraz zapowietrzania.

Drugi sposób sterowania to stała wydajność, która byłaby ustalona przez operatora na poziomie średniej godzinowej lub ewentualnie średniej z godzin dziennych. Osoby odpowiedzialne za ruch stacji będą na podstawie obserwacji dobowych i godzinowych rozbiórów wody w ostatnich okresach, a także obserwowanych trendów i sytuacji typowych, ustalać właściwą równomierną wydajność stacji. Wyboru wariantu sterowania będzie można dokonać zaznaczając odpowiednie pole w programie wizualizacji. Dla obydwu wariantów powinna być możliwość wprowadzenia w programie minimalnego i maksymalnego poziomu w zbiornikach magazynowych. Poziomy te zostaną określone na etapie rozruchu z uwzględnieniem dotychczasowych doświadczeń eksploatacyjnych.

### **5.1. Wytyczne konstrukcyjne systemu sterowania**

Wykonawca w ramach realizacji projektu powinien:

1. Wykonać, zainstalować i uruchomić oprogramowanie dedykowane dla sterowników, paneli operatorskich, SCADA zgodnie z algorytmem,
2. Sparametryzować i zaprogramować urządzenia obiektowe, dla właściwej wymiany sygnału z układem sterowania.
3. Dokonać sprawdzenia poprawności wskazań urządzeń pomiarowych, a w razie potrzeby wskazać na konieczność kalibracji lub ich sprawdzenia.



4. Uczestniczyć w rozruchu obiektu i szkoleniu obsługi, na etapie rozruchu uwzględnić konieczność wprowadzania zmian w programach: sterowników, paneli operatorskich i stacji SCADA dotyczących algorytmu sterowania urządzeń
5. Przekazać wykonane oprogramowania w wersjach nieskompilowanych (z możliwością edycji i wprowadzenia zmian) na płycie CD wraz z przeniesieniem praw autorskich w zakresie wykorzystania na obiekcie SUW "Ciężkowice",
6. Wykonać i dostarczyć opis i instrukcje obsługi wykonanej instalacji i zastosowanych urządzeń elektrycznych oraz dostarczyć dokumentację powykonawczą (w szczególności dokumentację techniczną sterowników, instrukcje obsługi paneli operatorskich oraz SCADA),
7. Dostarczyć gwarancje na wykonane instalacje.

#### **5.1.1 Oprogramowanie sterowników PLC**

Oprogramowanie sterowników, należy wykonać z należytą starannością i przejrzystością:

1. Dla opracowania pomiarów analogowych należy opracować funkcję wywoływaną dla każdego trybu pomiaru. Funkcja powinna zwracać: przekroczenie zadanych poziomów LL, LH, HL, HH, awarię pomiarów np. detekcję przerwy w obwodzie analogowym. Możliwość zadania wartości symulowanej pomiaru w przypadku jego awarii, co pozwoli w sytuacjach krytycznych prowadzić nieprzerwanie proces uzdatniania
2. Dla każdego rodzaju napędu opracować funkcję do jego sterowania. Funkcja musi umożliwiać zmianę trybu pracy

#### **5.1.2 Oprogramowanie paneli operatorskich (HMI)**

Oprogramowanie paneli operatorskich, należy wykonać z należytą starannością i przejrzystością:

1. Stosując proste schematy graficzne prezentowanych obiektów, unikać nadmiaru kolorów. Stosować kolory zgodnie z obowiązującymi normami
2. Przewidzieć dla każdego z paneli zarządzanie dostępami funkcjonalności, z określonym dostępem dla zdefiniowanych grup użytkowników:
  - a. Administrator
  - b. Automatyk
  - c. Kierownik

- d. Operator
- 3. Każdy pomiar musi mieć stacyjkę umożliwiającą:
  - a. Zmiany nastaw zakresów pomiarowych (w trybie administratora)
  - b. Zmiany nastaw progów alarmowych
  - c. W przypadku uszkodzenia czujnika możliwość włączenia trybu jego symulacji (w trybie administratora)
- 4. Dla każdego napędu zarówno zaworu jak i napędów silnikowych należy przewidzieć:
  - a. Dla napędów dwustanowych (załącz/wyłącz lub zamknij/otwórz):
    - i. Zmiana trybu pracy (automat/ręka)
    - ii. Załączenie (otwarcie) w trybie ręcznym
    - iii. Informacja o czasie pracy
  - b. Dla napędów regulacyjnych:
    - i. Zmiana trybu pracy (automat/ręka)
    - ii. Załączenie (otwarcie) w trybie ręcznym wraz ze stopniemysterowania
    - iii. Informacja oysterowaniu w trybie automatycznym
    - iv. Informacja o czasie pracy
- 5. Każdy z obiektów wyposażać w niezbędne stacyjki do sterowania opisane w 5.2

#### **5.1.3 Oprogramowanie SCADA**

Oprogramowanie SCADA będzie głównym interfejsem operatorskim, przy jego projektowaniu należy przewidzieć:

- 1. Możliwość wyświetlenia poglądu całego schematu technologicznego na dwóch monitorach.
- 2. Każdy pomiar analogowy musi być archiwizowany i powinien mieć możliwość prezentacji w postaci dowolnie definiowanych wykresów czasowych oraz w postaci raportów.

3. Każdy alarm pojawiający się w systemie: obiektowy i systemowy musi być zapisany w bazie danych i możliwy do analizy (zapisany czas początku i końca alarmu). Alarmy muszą mieć możliwość ich blokowania.
4. Przewidzieć w systemie zarządzanie dostępami, z określonym dostępem dla zdefiniowanych grup użytkowników:
  - a. Administrator
  - b. Automatyk
  - c. Kierownik
  - d. Operator
5. Podobnie jak w przypadku paneli każdy pomiar musi mieć stacyjkę umożliwiającą:
  - a. Zmiany nastaw zakresów pomiarowych (w trybie administratora)
  - b. Zmiany nastaw progów alarmowych
  - c. W przypadku uszkodzenia czujnika możliwość włączenia trybu jego symulacji (w trybie administratora)
6. Również w systemie SCADA dla każdego napędu zarówno zaworu jak i napędów silnikowych należy przewidzieć:
  - a. Dla napędów dwustanowych (załącz/wyłącz lub zamknij/otwórz):
    - i. Zmiana trybu pracy (automat/ręka)
    - ii. Załączenie (otwarcie) w trybie ręcznym
    - iii. Informacja o czasie pracy
  - b. Dla napędów regulacyjnych:
    - i. Zmiana trybu pracy (automat/ręka)
    - ii. Załączenie (otwarcie) w trybie ręcznym wraz ze stopniemysterowania
    - iii. Informacja oysterowaniu w trybie automatycznym
    - iv. Informacja o czasie pracy

7. Każdy z obiektów wyposażać w niezbędne stacyjki do sterowania opisane w 5.2

## **5.2. Wytyczne dla budowy algorytmu sterowania**

### **5.2.1 Ujęcie wody - Pompownia wody surowej**

Ujęcie wody składające się z dwóch pomp zatapialnych w studni zbiorczej. Projektuje się zasilanie i sterowanie każdej pompy za pomocą przetwornicy częstotliwości wyposażonej w moduł komunikacji cyfrowej USS.

Pompownia wody surowej jest to zbiornik wraz z kolektorem tłocznym z następującym wyposażeniem:

- pompa zatapialna – 2 szt. - P101; P201;
- przepływomierz elektromagnetyczny
- dwa pływakowe czujniki poziomu
- jeden ciągły pomiar – sonda hydrostatyczna

Podstawowym trybem sterowania pracą pompy jest tryb automatyczny realizowany z poziomu sterownika PLC, umieszczonego w „RTECH”. Tryb automatyczny wybierany jest z poziomu panelu operatorskiego jak i z systemu SCADA. W trybie pracy automatycznej zestaw pomp wody surowej dostosowywać będzie swoje parametry według parametrów sterownika programowalnego. Pompy będą sterowane przetwornicami częstotliwości. W trybie pracy automatycznej układ będzie pracował w trybie regulacji PID regulacja przepływu, układ będzie dążył do utrzymania stałej wartości (zadanej).

Algorytm pracy pompowni w trybie pracy automatycznej będzie działać w trybie pracy kaskadowej. W algorytmie sterowania należy przewidzieć możliwość ręcznego załączenia każdej z pomp. Pompy będą załączane do pracy na podstawie czasu przepracowanego.

Na panelu operatorskim napęd powinien mieć możliwość sterowania:

- Sygnalizacja i sterowanie przełączenia napędu w tryb pracy ręcznej /automatycznej

- Napęd przełączony w tryb pracy automatycznej – aktualny stan napędu -postój.  
Kolor szary napędu oraz wartość prędkości, dla napędów sterowanych falownikiem
- Napęd pracuje - w trybie ręcznym, informacja o pracy w każdym trybie kolor zielony oraz wyświetlana jest informacja o zadanej prędkości
- Sygnalizacja awarii napędu, wyświetlany symbol napędu podświetlany jest na kolor czerwony

Na panelu operatorskim oraz w SCADA należy przewidzieć wizualizację oraz stacyjki obsługowe dla pomp

### **5.2.2 układ wód popłuczynach**

Układ – osadnik wód popłuczynach jest to zbiornik z następującym wyposażeniem:

- dwa pływakowe czujniki poziomu
- jeden ciągły pomiar– sonda hydrostatyczna
- dwie pompy zawracana wód popłuczynach

Do zbiornika doptywały będą wody popłucze z filtrów samo płuczących. Na panelu operatorskim osadnik powinien mieć możliwość:

- Sygnalizacja przekroczenie poziomów

### **5.2.3. Budynek technologiczny – dezynfekcja UV**

Lampa UV dostarczona będzie łącznie z szafą zasilająco-sterowniczą. Do szafy należy doprowadzić sygnał informujący o przepływie. Połączyć układ sterowania lampy z systemem sterowania z wykorzystaniem magistrali Ethernet

### **5.2.4. Budynek technologiczny – stacja przygotowania sprężonego powietrza**

Przygotowanie sprężonego powietrza to sprężarki, a także filtry i zbiornik ciśnieniowy. Układy te będą pracować całkowicie niezależne. W systemie sterowania należy przewidzieć opcje zdalnego załączenia i wyłączenia. Możliwość zmiany wartości zadanej ciśnienia, przebudowa układu sterowania powinna uwzględnić sterowanie po sieci Ethernet.

Przewidzieć czujnik ciśnienia na instalacji podłączony do sterownika PLC w celu monitorowania poprawności układów powietrznych

#### **5.2.5. Budynek technologiczny – dezynfekcja wody**

W programie wizualizacji należy utworzyć odpowiedni panel do monitorowania parametrów pracy układu dozowania NaClO (podchloryn sodu).

#### **5.2.6. Zbiorniki wody czystej**

W zbiornikach wody czystej zamontowane będą sondy hydrostatyczne pomiaru poziomu wody oraz w każdym zbiorniku przewidziano po dwa wyłączniki pływakowe. Wyłączniki pływakowe poziomu mini poziomu max, stanowiąc będą zabezpieczenie sond hydrostatycznych. Zastosowane analogowe i binarne pomiary napętnienia zbiornika należy przedstawić w programie wizualizacji oraz wykorzystać do sterowania wydajnością SUW w jednym z dwóch możliwych wariantów działania. W każdym zbiorniku należy zamontować czujniki pomiarowe

- dwa pływakowe czujniki poziomu
- jeden ciągły pomiar – sonda hydrostatyczna

Wartości pomiarowe z pomiarów ciągłych należy rejestrować w systemie SCADA a pływaki wykorzystać do kontroli poprawności wskazań pomiarów ciągłych.

#### **5.2.7. Budynek technologiczny – stacja dozowania Flokulanta**

Stacja przygotowania roztworu flokulanta będzie trzykomorowa o wydajności 1000 dm<sup>3</sup>/h.

Stan napętnienia w komorze 3 monitorowany jest poprzez pomiar stanu napętnienia. Pomiędzy poziomem ustawionym na minimum i maksimum służącym do rozpoczęcia wytwarzania. Zakończenia automatycznego procesu zaprawiania zainstalowano dodatkowo poziom bezpieczeństwa (komora pusta) chroniący przed pracą przy niedostatecznym smarowaniu - praca na sucho dla pomp dozujących oraz poziom zabezpieczający przed przepiętnieniem.

Ponadto jako integralna część stacji dozowania flokulanta jest stacja dozowania zabudowana na ramie z kształtowników ze stali 304 składa się z 3 równoległych nitek dozujących złożonych z:

- Pompa ślimakowa MD012-12, o zakładanej wydajności przy ciśnieniu 18 l/h 220 l/h przy 7 bar; regulacja częstotliwość pracy do 8 Hz do 87 Hz
- Przepływomierz elektromagnetyczny wyposażony w komunikację IO-Link

- Stacja zawiera jeden układ sterowania dla części przygotowania flokulanta oraz stacji dozowania

Układ przygotowany do komunikacji w standardzie Ethernet. W systemie SCADA i na panelu operatorskim należy przewidzieć:

Sygnały stanu pracy pomp, częstotliwości, przepływu i poziomu w ostatniej komorze.

W algorytmie sterowania należy przewidzieć zabezpieczenia:

- Suchobiegu pracy pomp
- Zadawanie stężenia dla stacji

Na panelu oraz w systemie SCADA stacji flagelanta należy:

- rejestrować wszystkie pomiary przepływów z obiektu
- dla każdej z pomp należy wykonać stacyjki sterowania ręczne/automatyczne

#### **5.5.8. Budynek technologiczny – stacja dozowania koagulanta**

W ramach rozbudowy planuje się stację wyposażać w dwa układy dozowania koagulanta celem maksymalizacji efektów separacji zawiesin. W pomieszczeniu zostaną zamontowane dwa nowe układy dozujące. Pierwszy z nich to układ dozowania do rurociągów wody surowej przed trzema nowymi separatorami lamelowymi, natomiast drugi układ będzie dozował koagulant w układ przed filtrami. Każda z dwóch stacji będzie wyposażona w następujące elementy:

- Stacja wykonana w formie panelu ściennego wykonanego z płyty PP, z tacą ociekową wyposażoną w detekcję wycieku.
- Dwie pompy membranowe (1 główna + 1 rezerwowa) dozujące koagulant. Wydajność każdej z nich 7,6 l/h przy 7 barach. Pompa wyposażona w moduł komunikacji Profinet, umożliwiający podłączenie do systemu SCADA
- Skrzynka zasilająca - krosowa do połączenia sygnałów elektrycznych z pomp i ze stacji:
  - Zasilanie dla każdej z pomp
  - Podłączenie sygnałów o poziomach w zbiornikach magazynowych

Algorytm pracy dwóch stacji głównie będzie pracował w trybie pracy automatycznej. W algorytmie sterowania należy przewidzieć możliwość ręcznego załączenia każdej z pomp. Pompy będą załączane do pracy na podstawie decyzji operatora.

Na panelu operatorskim napęd powinien mieć możliwość sterowania:

- Sygnalizacja i sterowanie przełączenia napędu w tryb pracy ręcznej /automatycznej
- Napęd przełączony w tryb pracy automatycznej – aktualny stan napędu -postój.  
Kolor szary napędu oraz wartość prędkości – odczyt po Profinet
- Napęd pracuje - w trybie ręcznym, informacja o pracy w każdym trybie kolor zielony oraz wyświetlana jest informacja o zadanej prędkości
- Sygnalizacja awarii napędu, wyświetlany symbol napędu podświetlany jest na kolor czerwony