

## **1. WSTĘP**

### **1.1 Przedmiot specyfikacji technicznej (SST)**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania i odbioru wewnętrznych linii zasilających w energię elektryczną stacji uzdatniania wody w m. Lucień wraz z instalacjami elektrycznymi i instalacją szaf sterowniczych dla potrzeb zasilania i sterowania obiektami technologicznymi stacji uzdatniania wody w m. Lucień.

### **1.2 Zakres zastosowania SST**

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

### **1.3 Zakres robót objętych SST**

W zakres robót wchodzi:

#### 1) Prace wstępne

a) Oznakowanie robót,

b) Dostarczenie materiałów i sprzętu do wykonania robót,

#### 2) Prace przy rozdzielnicy głównej RG, rozdzielnicy technologicznej RT i RZH .

a) zamocowanie rozdzielnic

b) Sprawdzenie wyposażenia rozdzielnicy w aparaturę rozdzielczą zabezpieczającą i sterowniczą wg projektu,

c) Sprawdzenie zainstalowanych na drzwiach rozdzielnicy przełączników i aparatury sygnalizacyjnej,,

d) Sprawdzenie zainstalowanego w rozdzielnicy przełącznika sieć-wyłącznik-agregat, oraz przyłączenia agregatu prądotwórczego.

#### 3) Wykonanie instalacji elektrycznych.

#### 4) Sterowanie i sygnalizacja.

a) Wprowadzenie sygnałów do sterowania pracą SUW i ujęcia

a) Sprawdzenie i testowanie zaprogramowanych funkcji,

b) Wykonanie prób funkcjonalnych automatyki,

#### 5) Badania i pomiary pomontażowe.

#### 6) Rozruch.

#### 7) Dostarczenie i rozliczenie materiałów.

### **1.4 Określenia podstawowe.**

Określenia podane w niniejszej SST są zgodne z obowiązującymi normami i przepisami.

## 1.5 Ogólne wymagania dotyczące robót.

- 1) Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za zgodność z dokumentacją projektową, SST i poleceniami Inspektora Nadzoru.
- 2) Przed przystąpieniem do robót Wykonawca zgłosi fakt gotowości Generalnemu Wykonawcy (Inspektorowi Nadzoru) w celu ustalenia czasu i zakresu robót, ewentualnych poleceń na pracę lub nadzoru. Następnie dokona wprowadzenia grupy elektrycznej na teren budowy i wykona odpowiedni wpis w dzienniku budowy. Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, SST i poleceniami Inspektora Nadzoru. Wykonawca przed przystąpieniem do wykonywania robót powinien przedstawić do aprobaty Inspektora Nadzoru program zapewnienia jakości.

## 2. MATERIAŁY

**Wszystkie zakupione przez Wykonawcę materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument.**

Inne materiały i urządzenia powinny być wyposażone w takie dokumenty na życzenie Inspektora Nadzoru.

Materiałami stosowanymi przy wykonywaniu robót wymienionych w pkt. 1.1. są:

- **Piasek** do układania kabli powinien odpowiadać wymaganiom BN-87/6774-04
- **Przewody i osprzęt** zgodnie z dokumentacją projektową,
- **Rozdzielnice niskiego napięcia**
- **agregat prądotwórczy z SZR**
- **Instalacje elektryczne**, w skład których wchodzi wg projektu:
- **Przewody fabryczne urządzeń**, armatury, sond i sygnalizatorów,
- **Obwody automatyki**, sterowanie i sygnalizacja pracy SUW,
- **Kable elektroenergetyczne miedziane** zgodnie z dokumentacją projektową. Bębny z kablami przechowywać w miejscach zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi i bezpośrednim działaniem promieni słonecznych. Bębny umieścić na utwardzonym podłożu, pionowo /na krawędziach tarcz/,
- **Oprawy oświetleniowe**

### Oprawa typu B

Oprawa oświetleniowa przystosowana do montażu nastropowego.

Akcesoria: elektroniczne układy stabilizująco-zapłonowe z możliwością regulacji strumienia świetlnego, możliwość montażu czujnika ruchu PIR. Oprawa o mocy 37W.

Źródłem światła w oprawie mają być diody LED o średniej trwałości 50 000 h - L70B50 (podczas której strumień świetlny jest większy lub równy 70% dla 50% procent populacji), moduły o mocy 17W, o skuteczności świetlnej 129 lm/W. Przesłona wykonana z polimetakrylanu metylu w kolorze białym, o przepuszczalności światła większej niż 70%. Optyka ma tworzyć rozproszone światło w kształcie lambertowskim. Przesłona

winna być umieszczona w ramce stalowej, lakierowanej na kolor biały. Ramka montowana do korpusu oprawy za pomocą sprężynek. Montaż i demontaż ramki bez użycia dodatkowych narzędzi. Dzięki zastosowanym rozwiązaniom układu optycznego, oprawa winna posiadać sprawność 75,24%, oraz charakteryzować się wysoką skutecznością świetlną 89,47 lm/W. Oprawy winny być wyposażone w elektroniczne zasilacze o następujących właściwościach: parametry po stronie pierwotnej - napięcie zasilania 220V-240V, częstotliwość sieciowa 0, 50-60Hz, współczynnik mocy  $\lambda > 0,92$ , parametry po stronie wtórnej - napięcie 50-200V, prąd 0,12-0,4A.

Współczynnik efektywności energetycznej CELMA EEI=A2 lub lepszy. Trwałość (do 10% uszkodzonych zasilaczy) 50 000 godzin. Dopuszczalna temperatura otoczenia pracy statecznika -20...+50 °C. Maksymalna temperatura w punkcie Tc - 65°C. Maksymalna długość przewodów po stronie wtórnej 4000mm. Oprawa oprzewodowana zgodnie z normami (DIN VDE 0281-7:2001, PN-HD 21.7 S2 :2004) i dyrektywami (UE 2006/95/EC - LVD, UE 2002/95/EC - RoHS), przewody posiadają certyfikat bezpieczeństwa VDE. Korpus wykonany z blachy stalowej (arkusz oliwiony DC01 wg EN 10130/91+A1/98 POWIERZCHNIA A (EN10130) zgodny z certyfikatem 3.1), malowany farbą z mieszaniny termostatycznej stałych żywic

syntetycznych utwardzaczy i pigmentów,  
odporna na UV. Oprawa o ochronie przed wnikaniem ciał stałych, pyłu i wilgoci – IP44.

### **Oprawa typu D**

Szczelne oprawy do montażu nastropowego lub na zwieszakach, zapewniająca dodatkową ochronę przed penetracją ciał obcych i strumieni wody ze wszystkich kierunków oraz przed skutkami przypadkowych uderzeń. Przeznaczona do instalacji w wilgotnych i zapyłonych pomieszczeniach. Źródłem światła w oprawie mają być diody LED o średniej trwałości 50 000 h - L70B50 ( podczas której strumień świetlny jest większy lub równy 70% dla 50% procent populacji), moduły o mocy 10W, o skuteczności świetlnej 130 lm/W.

Przesłona opalizowana wykonana z poliwęglanu, o przepuszczalności światła większej niż 80%.

Płyta wytłaczana i testowana zgodnie z normą DIN EN ISO 7823-2. Dzięki zastosowanym rozwiązaniom układu optycznego, oprawa winna posiadać sprawność 89,32%, oraz charakteryzować się wysoką skutecznością świetlną 108,01 lm/W. Oprawy winny być wyposażone w elektroniczne zasilacze o następujących właściwościach: parametry po stronie pierwotnej - napięcie zasilania 220V-240V, częstotliwość sieciowa 0, 50-60Hz, współczynnik mocy  $\lambda > 0,92$ , parametry po stronie wtórnej - napięcie 50-200V, prąd 0,12-0,4A.

Współczynnik efektywności energetycznej CELMA EEI=A2 lub lepszy. Trwałość (do 10% uszkodzonych zasilaczy) 50 000 godzin. Dopuszczalna temperatura otoczenia pracy statecznika -20...+50 °C. Maksymalna temperatura w punkcie Tc - 65°C. Maksymalna długość przewodów po stronie wtórnej 4000mm. Oprawa oprzewodowana zgodnie z normami (DIN VDE 0281-7:2001, PN-HD 21.7 S2 :2004) i dyrektywami (UE 2006/95/EC - LVD, UE 2002/95/EC - RoHS), przewody posiadają certyfikat bezpieczeństwa VDE. Korpus i klosz wykonane z poliwęglanu zapewniają maksymalną ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi. Szeroki zestaw akcesoriów umożliwia szybki montaż. Możliwość zastosowania dodatkowego odbłyśnika aluminiowego kształtującego kierunek świecenia (wąski, średni, szeroki). Oprawy z metalowymi klipsami w standardzie. Oprawa o ochronie przed wnikaniem ciał stałych, pyłu i wilgoci - IP65.

### **Oprawa kierunkowa ewakuacyjna**

Obudowa z szarego poliwęglanu, klasa izolacji I. Stopień ochrony IP41. Pasek Led 1,2W.

Czas pracy awaryjnej 2h. Montaż – OPRAWA ZWIESZANA DWUSTRONNA. Rozpoznawalność znaku – 30m. OPRAWA Z AUTOTESTEM

### **Oprawa ewakuacyjna zewnętrzna**

Korpus oprawy wykonany z blachy stalowej malowanej proszkowo. W oprawie ma być możliwość montażu modułu awaryjnego. W oprawie ma być zastosowana izolowana bateria wyposażona w termostat umożliwiający pracę w ujemnych temperaturach do -20°C. Istnieje możliwość montażu do ściany pionowej bądź też sufitów. Oprawa o mocy 37W. Źródłem światła w oprawie winny być świetlówki kompaktowe TC-L przeznaczone do pracy w temp. otoczenia 25°C, o mocy 18W, o skuteczności świetlnej 66,666666666667 lm/W. Przesłona wykonana z zmatowionego szkła hartowanego, o przepuszczalności światła większej niż 80%. Sposób matowienia zapewnia równomierne rozłożenie światła na płaszczyźnie przesłony, bez widocznych źródeł światła. Specjalny raster zwiększający sprawność oprawy, wykonany z aluminium anodyzowanego, o całkowitym współczynniku odbicia większym od 90. Układ optyczny bez ramki aluminiowej/INOX. Montaż i demontaż układu optycznego do korpusu za pomocą specjalistycznych narzędzi. Silikonowa, niewidoczna, uszczelka między tymi elementami ma zapewnić wysoką szczelność oprawy. Dzięki zastosowanym rozwiązaniom układu optycznego, oprawa winna posiadać sprawność 61,93%, oraz charakteryzować się wysoką skutecznością świetlną 40,17 lm/W.

Oprawy wyposażone w elektroniczne układy zapłonowe wysokiej częstotliwości o następujących właściwościach: napięcie zasilania 220V-240V, częstotliwość sieciowa 0, 50-60Hz, lub 50-60Hz, możliwość stosowania w oświetleniu awaryjnym, zapłon świetlówki po optymalnym podgrzaniu elektrod, zapłon bez migotania światła, jednakowy strumień świetlny zarówno przy napięciu stałym jak i zmiennym, automatyczne ponowne włączanie świetlówki po jej wymianie, współczynnik efektywności energetycznej

CELMA EEI=A2 lub lepszy, automatyczny mechanizm wyłączenia uszkodzonej lub zużytej świetlówki - (End-Of-Life Test2), możliwa praca w systemach o dużej częstotliwości włączeń/wyłączeń np. z czujnikami ruchu, współczynnik mocy  $\lambda > 0,95$ , trwałość (do 10% uszkodzonych stateczników) 50 000 godzin. Oprawa oprzewodowana zgodnie z normami (DIN VDE 0281-7:2001, PN-HD 21.7 S2 :2004) i dyrektywami (UE 2006/95/EC - LVD, UE 2002/95/EC - RoHS), przewody posiadają certyfikat bezpieczeństwa VDE. Korpus wykonany z blachy stalowej (arkusz oliwiony DC01 wg EN 10130/91+A1/98 POWIERZCHNIA A (EN10130) zgodny z certyfikatem 3.1), malowany farbą z mieszaniny termostatycznej stałych żywic syntetycznych utwardzaczy i pigmentów, odporna na UV. Korpus oprawy szczelny z każdej strony. Oprawa o ochronie przed wnikaniem ciał stałych, pyłu i wilgoci – IP65. OPRAWA Z AUTOTESTEM

### Oprawa awaryjna

Obudowa z białego lub opcjonalnie szarego poliwęglanu Klasa izolacji II Stopień ochrony IP41 .  
Dioda power LED 3W Temperatura otoczenia 0°C do +40°C .  
Czas pracy w trybie awaryjnym 2 godziny Montaż: natynkowo na suficie.  
Wymiary: kwadratowa 120x120x40 [mm]. Oprawa z soczewką do przestrzeni otwartej.  
Strumień świetlny oprawy: 249 lm OPRAWA Z AUTOTESTEM

### - Latarnie oświetleniowe

Latarnia oświetleniowa solarna kompletna, z fundamentem, z oprawą oświetleniową, ze źródłem światła typu LED 20W, wysokość słupa 5m, panel o wym. 1650x992, pojemność akumulatorów 2x70Ah.

### Instalacja odgromowa.

1. Najmniejsze dopuszczalne wymiary przewodów stosowanych do budowy urządzeń piorunochronnych podane zostały w tablicy

Poziom ochrony	Materiał	Zwód mm <sup>2</sup>	Przewód oprowadzający mm <sup>2</sup>	Uziom mm <sup>2</sup>
I do IV	Cu	35	16	50
	Al	70	25	-
	Fe	50	50	80

2. Materiały stalowe przeznaczone o wykonania nadziemnej części piorunochronnego ( druty, taśmy, uchwyty, złącza kontrolne i śruby ) powinny być zabezpieczone przed korozją przez ocynkowanie.

3. Przy zastosowaniu różnych metali na urządzenia piorunochronne należy stosować złącza dwumetalowe w celu uniknięcia zwiększonej korozji.

4. Elementy przewodzące stanowiące naturalne i sztuczne części urządzenia piorunochronnego powinny mieć zapewnioną ciągłość połączeń wykonanych jako nierozłączne lub rozłączne.

5. Połączenia elementów urządzeń piorunochronnych można wykonać jako:

- spawane,
- śrubowe,
- zaciskowe,
- powiązane drutem wiązałkowym i zalane betonem pręty zbrojeniowe elementów żelbetonowych

### 2.1.Agregat prądotwórczy - agregat prądotwórczy wewnętrzny

Zamontować agregat prądotwórczy typu Hercules D/VP 80P-3 lub równoważny o mocy znamionowej PRP min. 80kVA/64kW, ESP min. 88kVA/70,4k. Agregat ma być wykonany w wersji otwartej, bez obudowy. Ma

być wyposażony w panel kontroli ze sterowaniem mikroprocesorowym z możliwością programowania parametrów pracy. Agregat ma być wyposażony w silnik wysokoprężny z chłodzeniem wodą, wbudowany w ramę konstrukcyjną, własny zbiornik paliwa i zabezpieczenie główne – wyłącznik.

### **Parametry agregatu prądotwórczego:**

#### **Wymagania podstawowe**

1. Moc znamionowa wg ISO 8528-1: PRP min. 80kVA/64kW, ESP min. 88kVA/70,4kW,
2. Napięcie wyjściowe: 3x400V 50Hz,
3. Układ sieci TN-S,
4. Klasa regulacji wg ISO 8528-5: G3,
5. Zdolność do skokowego przejścia obciążenia 55% PRP z zachowaniem parametrów klasy G3,
6. Panel automatyki zamontowany na ramie agregatu,
7. Wbudowany zbiornik paliwa o pojemności 200 l, na ok. 12 godzin pracy przy 75% obciążeniu,
8. Tłumiki antywibracyjne pomiędzy ramą, a zespołem silnik-prądnica,
9. Wanna retencyjna pod całym zespołem wychwytyjąca wycieki płynów technologicznych i paliwa,
10. Wymiary agregatu nie przekraczające: długość 2350 x szer. 1190 x wys. 1700 [mm],
11. Wymiary elementów wsporczych na fundamencie nie przekraczające: długość 1300 x szer. 1050 [mm],
12. Zestaw akumulatorów rozruchowych 24V co najmniej 2x70Ah,
13. Tłumik wydechu -30dB(A),

#### **Wymagania silnika:**

1. Silnik wysokoprężny, 4-suwowy, turbodoładowany, chłodzony cieczą,
2. Wielopunktowy wtrysk paliwa typu Common rail z dwiema pompami wysokiego ciśnienia,
3. Pojemność skokowa min. 4,5l,
4. Oprzyrządowanie i sterowanie silnika poprzez interfejs CAN SAE J1939,
5. Średnie ciśnienie efektywne przy mocy PRP nie więcej niż 1,3MPa,
6. Moc PRP netto (z wentylatorem) co najmniej 76kW, ESP co najmniej 84kW,
7. Elektroniczny regulator prędkości zgodny z ISO 3046/IV, klasa A1 i ISO 8528-5: 2013 klasa G3,
8. Zużycie oleju silnikowego nie więcej niż 0,03 l/h przy mocy znamionowej,
9. Homologacja zgodnie z dyrektywą spalinową 97/68/WE Etap IIIA i normą TA-luft -50%.

#### **Wymagania prądnicy:**

1. Napięcie 3x400V + N + PE, 50Hz,
2. Moc znamionowa co najmniej 80kVA / 64kW,
3. Klasa izolacji H,
4. Konstrukcja: synchroniczna, samowzbudna, samoregulująca, bezszczotkowa, jednołożyskowa,
5. Poskok uzwojenia twornika 2/3, wirnik z klatką tłumiącą,
6. Regulator napięcia o dokładności regulacji  $\pm 1\%$  lub lepszej,
7. Zdolność przeciążeniowa, co najmniej: 300% przez 20s,
8. Całkowita zawartość harmoniczných w napięciu THD  $< 4\%$ ,
9. Reaktancja podprzejściowa podłużna  $X_d'' < 7,5\%$ ,
10. Sprawność przy pełnej mocy co najmniej 90,5%,
11. Stopień ochrony IP23.

#### **Wymagana funkcjonalność i wyposażenie panelu automatyki:**

1. Panel automatyki zamontowany w skrzynce na ramie konstrukcyjnej agregatu;
2. Przystosowany do współpracy z zewnętrznym układem SZR;
3. Sieciowy prostownik impulsowy zasilający panel i ładujący baterie rozruchowe;
4. Panel automatyki oparty o mikroprocesorowy programowalny sterownik logiczny;
5. Parametry graniczne i wymagania do sterownika:
  - zakres temperatury pracy co najmniej od -20 do +70°C,
  - zakres napięcia zasilającego co najmniej od 8 do 36VDC,
  - stopień ochrony panelu przedniego min. IP65,
  - odporność na wibracje co najmniej 5-25Hz, +/- 1,6mm; 25-100Hz, a = 4g,

- odporność na udar co najmniej 500m/s<sup>2</sup>,
- 6. Możliwość ustawienia trybów pracy agregatu: ręczny, automat, test;
- 7. Wbudowany graficzny ekran LCD min. 128x64pix z podświetleniem;
- 8. Wyświetlanie pomiarów w postaci cyfrowej oraz graficznej (wskazy):
  - wartości true RMS napięć i prądów sieci i agregatu w każdej fazie, dokładność 1%,
  - całkowita moc: pozorna w kVA, bierna w kVAr i czynna w kW,
  - wyprodukowana energia w kWh,
  - współczynnik mocy  $\cos \varphi$ ,
  - częstotliwość napięcia sieci i agregatu, dokładność 0,2%,
  - ilość paliwa w zbiorniku (w % i w litrach),
  - temperatura chłodziwa,
  - ciśnienie oleju silnikowego,
  - napięcie baterii rozruchowych,
  - licznik przepracowanych motogodzin,
- 9. Ustawianie alarmów dotyczących wykonywania przeglądów okresowych, możliwość programowania samoczynnych, okresowych rozruchów testowych;
- 10. Sterowanie przepustnicami powietrza w pomieszczeniu;
- 11. Zabezpieczenia:
  - przed zbyt niskim ciśnieniem oleju smarnego w silniku,
  - przed zbyt wysoką temperaturą chłodziwa silnika,
  - przed zbyt niską i zbyt wysoką prędkością obrotową,
  - przed przeciążeniem agregatu,
- 10. Sygnały alarmowe:
  - niskie ciśnienie oleju silnikowego,
  - wysoka temperatura silnika,
  - nieudany rozruch agregatu,
  - brak ładowania baterii,
  - przekroczenie prędkości obrotowej,
  - przeciążenie agregatu,
  - niskiego stanu paliwa itp.
- 11. Dźwiękowy sygnalizator (syrena) stanu alarmowego z możliwością kasowania;
- 12. 8 wejść i 8 wyjść dwustanowych dla czujników agregatu oraz 4 wejścia analogowe;
- 13. Wyłącznik awaryjny agregatu z możliwością wyniesienia do rozdzielni głównej;
- 14. Możliwość konfiguracji czasu wybiegu (wychłodzenia agregatu po powrocie napięcia);
- 15. Wbudowane porty komunikacyjne USB i CAN;  
Możliwość instalacji kart rozszerzeń do komunikacji zdalnej ze sterownikiem dla RS232, RS485 (Modbus), Ethernet (TCP/IP) z obsługą WEB lub Modem GPRS

## **2.2. Szafy sterownicze, transmisja sygnałów, monitoring procesów**

Zamontowane szafy sterownicze, transmisja sygnałów winny zapewnić pracę urządzeń uzdatniania wody w trybie automatycznym i ręcznym.

System automatyki i sterowania winien zapewnić funkcjonowanie procesów jednostkowych w oparciu o wyszczególnione poniżej wytyczne.

### **2.2.1. Wytyczne sterowania i automatyki**

Przewiduje się pełną automatykę stacji uzdatniania wody zakładając wymienione poniżej procesy sterowania.

#### **Pompy głębinowe I-go stopnia**

Pompy głębinowe będą pracowały naprzemiennie na podstawie określonego w sterowniku algorytmu. Proces zamiany pracującej pompy będzie przebiegał cyklicznie i będzie zarządzany przez sterownik umieszczony w szafie RT.

Szczegółowy algorytm pracy studni powinien zapewnić:

- prace SUW z jak największą ilością godzin na dobę
- z wydajnością nie przekraczającą projektowanej wydajności na jaką zostały dobrane urządzenia układu technologicznego
- z wydajnością nie przekraczającą wydajności eksploatacyjnej ujęcia określonej w pozwoleniu wodnoprawnym.

Pompa głębinowa winna pracować w dwóch trybach, w trybie automatycznym i w trybie ręcznym.

Podstawowy tryb sterowania pracą pompy głębinowej to tryb automatyczny wybierany z poziomu rozdzielnic „RT”. Do wyboru trybu pracy pompy głębinowej przeznaczony powinien być przełącznik 3-położeniowy opisany jako „POMPA GŁĘBINOWA 1; AUTO-0-RĘKA”, zamontowany na drzwiach zewnętrznych rozdzielnic „RT”. Pompa głębinowa w trybie automatycznym winna być załączana w zależności od poziomu wody w zbiorniku magazynowym wody uzdatnionej.

Poziom wody w zbiorniku oraz graniczne poziomy należy kontrolować przez sterownik swobodnie programowalny PLC, zabudowany w rozdzielnic „RT” na podstawie sygnału analogowego otrzymywanego z sondy hydrostatycznej głębokości zamontowanej w zbiorniku retencyjnym

W studni głębinowej należy zatopić sondy hydrostatyczne w celu zabezpieczenia pompy głębinowej (w trybie automatycznym) przed pracą na suchobiegu oraz w celu kontroli poziomu wody w studni głębinowej. Dodatkowo II poziom zabezpieczenia przed sucho biegiem dla pompy głębinowej stanowi pomiar prądu biegu jałowego (tzw. zabezpieczenie podprądowe).

Układ w trybie pracy automatycznej niezależnie od zabezpieczeń programowych powinien być wyposażony w następujące bloki zabezpieczające:

- zabezpieczenie pompy głębinowej przed pracą na „suchobiegu” – realizowane za pośrednictwem sondy hydrostatycznej zatopionej w studni. Sonda powinna współpracować ze sterownikiem PLC. Obniżenie się poziomu wody poniżej określonego poziomu dla suchobiegu winno spowodować awaryjne wyłączenie pompy głębinowej. Zdjęcie blokady - po podniesieniu się poziomu wody powyżej zawieszenia sondy kasowania suchobiegu.
- zabezpieczenie zbiornika magazynowego wody przed przelaniem - realizowane za pośrednictwem sondy hydrostatycznej zatopionej w zbiorniku magazynowym wody. Sondy hydrostatyczne powinny współpracować ze sterownikiem PLC. Przekroczenie poziomu wody powyżej zadanego poziomu winno spowodować awaryjne wyłączenie pompy głębinowej. Zdjęcie blokady - po obniżeniu się poziomu wody poniżej zadanego poziomu kasowania przelania.
- zabezpieczenie przed: przeciążeniem, zanikiem fazy - realizowane przez wyłącznik silnikowy i czujnik kolejności faz zabudowane w rozdzielnic „RT”.

Zadziałanie tych zabezpieczeń powinno spowodować wyłączenie układu.

W przypadku awarii układu automatycznego sterowania pompą głębinową, stworzona będzie możliwość przejścia w tryb sterowania „ręcznego”.

Tryb pracy „ręcznej” ma umożliwić załączenie pompy głębinowej niezależnie od analogowego sygnału sterującego z sondy hydrostatycznej o poziomie wody w zbiorniku magazynowym.

Przejście z trybu automatycznego do trybu ręcznego ma umożliwić przełącznik 3-położeniowy zamontowany na drzwiach zewnętrznych rozdzielnic „RT”. W trybie ręcznym nadal mają pozostać aktywne zabezpieczenia przed przeciążeniem, zanikiem fazy.

## **Sprężarka**

Zasilanie sprężarki należy wyprowadzić z rozdzielnic „RT” kablem wg listy kablowej.

Podłączenie kabla zasilającego należy wykonać zgodnie z wytycznymi podanymi w dokumentacji techniczno-ruchowej sprężarki. W pobliżu sprężarki należy zamontować wyłącznik krzywkowy ozn. WBS w obudowie szczelnej. Wyłącznik WBS ma pełnić rolę wyłącznika odcinającego napięcie zasilania sprężarki, w przypadku przeglądu sprężarki lub jej naprawy.

Sprężarka zaprojektowana w układzie winna posiadać własny regulator (presostat), który będzie utrzymywać ciśnienie w instalacji między nastawionymi wartościami. Regulator samoczynnie bez udziału sterownika PLC powinien załączać i wyłączać sprężarkę utrzymując nastawioną wartość ciśnienia powietrza w zbiorniku. W instalacji sprężonego powietrza (Rozdzielnia Pneumatyczna) należy kontrolować poziom ciśnienia za pośrednictwem przetwornika ciśnienia o zakresie pomiarowym 0-10bar.

Spadek ciśnienia w instalacji sprężonego powietrza poniżej wartości nastawionej powinien być sygnalizowany wyświetleniem komunikatu na panelu operatorskim, na wizualizacji oraz zatrzymaniem SUW. Zadziałanie przekaźnika nadprądowego sprężarki w rozdzielnicy ozn. „RT” i jednoczesny spadek ciśnienia sprężonego powietrza winien powodować wyświetlenie komunikatu o awarii na panelu operatorskim.

### **Aerator**

Proces napowietrzania wody surowej projektuje się w aeratorze ciśnieniowym. Odpowiednią ilość powietrza w aeratorze należy regulować za pośrednictwem elektrozaworu i rotametu umieszczonych w Rozdzielni Pneumatycznej. Układ sterowania aeratorem winien pozwolić na jego pracę w dwóch trybach tj.:

- automatycznym – otwarcie elektrozaworu doprowadzającego sprężone powietrze uaktywnione będzie załączeniem którejkolwiek pompy głębinowej,
- „ręcznym” – otwarcie elektrozaworu doprowadzającego sprężone powietrze do aeratora powinno być możliwe niezależnie od pracy automatycznej

Do wyboru trybu pracy aeratora należy przewidzieć przełącznik 3-położeniowy zamontowany na drzwiach zewnętrznych rozdzielnicy „RT”. W położeniu „Auto” elektrozawór powinien być otwierany lub zamykany na podstawie sygnału ze sterownika, w położeniu „ZERO” elektrozawór pozostaje zamknięty niezależnie od warunków, w położeniu „RĘKA” powinno się uzyskać możliwość sterowania ręcznego zaworem.

### **Zestawy filtracyjne**

Proces filtracji wody zaprojektowano w systemie dwu stopniowym.

Każdy filtr należy wyposażyć m.in. w sześć przepustnic odcinających z napędem pneumatycznym dwustronnego działania i zaworem elektromagnetycznym rozdzielającym monostabilnym 5/2 drożnym. Proces uzdatniania wody w trybie automatycznym odbywać się winien pod nadzorem sterownika swobodnie programowalnego PLC. Proces płukania filtrów projektuje się w systemie wodno-powietrznym. Proces płukania będzie się składał z fazy płukania wodą oraz fazy płukania powietrzem wraz z „dopłukiwaniem” czyli odprowadzeniem pierwszego filtratu, przez okres nastawiany na panelu operatorskim, do zbiornika wód popłucznych. Wodę do płukania złoza filtracyjnego należy dostarczać za pomocą pompy płuczającej, załączanej w trybie automatycznym, przez sterownik PLC. Rozpoczęcie procesu płukania filtrów uzależnione może być od dwóch czynników tj.:

- od ilości wody która przepłynęła przez stację od ostatniego płukania filtrów,
- od aktualnego czasu.

Sterownik PLC na podstawie wskazań przepływomierzy zliczać powinien ilość wody, która przepłynęła przez filtry. Jeżeli stan licznika przepływu w sterowniku PLC przekroczy zadaną wartość, wówczas zostanie uruchomiony proces płukania. Wbudowany zegar czasu rzeczywistego sterownika winien pozwalać na określenie dowolnego przedziału czasowego, w którym może zostać zrealizowane płukanie i odstępów czasowych pomiędzy płukaniem kolejnych filtrów.

Układ sterowania procesem płukania filtrów poza trybem automatycznym należy wyposażyć dodatkowo w możliwość przejścia w tryb sterowania „ręcznego”. Pozwala to na uruchomienie procesu płukania dowolnego filtra niezależnie od w/w warunków z poziomu panelu operatorskiego na rozdzielnicy „RT”.



Przeprowadzenie płukania wybranego filtra w trybie „ręcznym” wymagać powinno odpowiedniego przygotowania urządzeń układu technologicznego (przepustnic pneumatycznych na filtrach) oraz ręcznego załączenia pompy płuczającej oraz dmuchawy.

### **Zbiorniki wyrównawcze wody czystej**

W projektowanym układzie technologicznym przewidziano dwa zbiorniki do magazynowania wody. W projektowanym zbiorniku należy zamontować rurę perforowaną wykonaną z PE w celu montażu sondy hydrostatycznej. Montaż w/w sondy w rurze perforowanej zapobiegnie przemieszczeniu się sond pod wpływem turbulencji wody w zbiorniku. W zbiorniku projektuje się montaż hydrostatycznej sondy głębokości do ciągłego pomiaru poziomu lustra wody, jako zabezpieczenie zbiornika magazynowego wody przed przełaniem oraz zabezpieczenie pompy płucznej przed pracą na sucho biegu. W zbiorniku retencyjnym projektuje się również pływak który stanowi zabezpieczenie pomp sieciowych przed sucho biegiem.

W zbiorniku magazynowym wody uzdatnionej należy kontrolować dwa stany alarmowe tj.:

- graniczny poziom górny (poziom przełania) – kontrolowany za pośrednictwem sondy hydrostatycznej. Przekroczenie poziomu wody powyżej poziomu przelewu winno spowodować awaryjne wyłączenie pompy głębinowej. Obniżenie poziomu wody poniżej poziomu przelewu winno spowodować usunięcie blokady pracy pompy głębinowej,
- graniczny poziom dolny (suchobiegu zestawu pompowego) – kontrolowany za pośrednictwem pływaka. Obniżenie poziomu wody poniżej poziomu sucho biegu pomp sieciowych winno spowodować wyłączenie pomp zestawu pompowego sieciowego. Ponowne uruchomienie pomp możliwe będzie po napełnieniu zbiornik do poziomu powrotu po sucho biegu.

Charakterystyczne poziomy wody w zbiornikach zgodnie z projektem instalacyjno-technologicznym.

### **Zestaw pomp sieciowych**

Pompowanie wody do sieci wodociągowej należy realizować za pośrednictwem zestawu pompowego II-go stopnia. Układy zasilania i sterowania pracą pomp zestawu II-go stopnia należy zabudować w rozdzielniczy „RH” dostarczanej jako komplet z zestawem pompowym. Do każdej pompy zestawu II-go stopnia należy doprowadzić kabel zasilający ekranowany o typie i przekroju wg listy kablowej. Wszystkie pompy należy zabezpieczyć przed skutkami przeciążeń i zwarć za pośrednictwem wyłączników silnikowych.

Podstawowym trybem sterowania pompami zestawu II-go stopnia winien być tryb automatyczny. W tym trybie sterowanie winno odbywać się za pośrednictwem przetwornika ciśnienia zabudowanego na kolektorze tłocznym zestawu pompowego. Stabilizowana wielkość tzn. ciśnienie wody w sieci, zamieniana jest w tym przetworniku na standardowy sygnał prądowy 4-20mA, który doprowadzony będzie do sterownika PLC w rozdzielniczy RH. Wartość zadana ciśnienia wody na wyjściu z zestawu pompowego winna być utrzymywana w funkcji zapotrzebowania (przepływu) wody, z pominięciem udziału pracowników stałej obsługi i dozoru.

Wydajność zestawu należy regulować poprzez zmianę prędkości obrotowej jednej z pomp wchodzącej w skład zestawu pompowego, za pośrednictwem przetwornicy częstotliwości oraz poprzez zmianę ilości pracujących pomp. W chwili, gdy zapotrzebowanie na wodę jest niewielkie pracować ma tylko jedna pompa z taką wydajnością, jakie jest chwilowe zapotrzebowanie wody i zadane ciśnienie. Jeżeli zapotrzebowanie na wodę wzrasta - rośnie prędkość obrotowa i wydajność pompy. Jeżeli wydajność jednej pompy nie pokrywa zapotrzebowania na wodę, włączać się powinna następna pompa. Pompa dodatkowa nie powinna być zasilana z przetwornicy częstotliwości, a załączać się bezpośrednio „na sieć”. W tym czasie przetwornica częstotliwości powinna zmniejszyć obroty pompy „falownikowej” do wartości ustawionej w sterowniku PLC, po czym, po dołączeniu pompy dodatkowej zwiększać je do momentu zrównania ciśnienia wyjściowego z wartością zadaną. Jeżeli ciśnienie wyjściowe nadal będzie niewystarczające, załączane będą kolejne pompy. Rozruchy poszczególnych pomp przesunięte będą w czasie, co uniemożliwia jednoczesny start więcej niż jednej pompy. Proces odłączania pomp, w przypadku wzrostu ciśnienia winno przebiegać odwrotnie do procedury przedstawionej wcześniej.

W przypadku małych rozbiórów wody, kiedy pracuje tylko jedna pompa - sterowana z przetwornicy częstotliwości, powinno zapewnić możliwość automatycznego wyłączenia układu (przebiegiem przechodzą

w funkcję "uśpienia"). Ponowne uruchomienie układu ma nastąpić po obniżeniu się ciśnienia do wartości nastawionej w regulatorze. Należy zapewnić możliwość blokady tej funkcji. Funkcja "uśpienia" pozwala na duże oszczędności energii elektrycznej w okresach małych rozbiorów wody, co w sieciach wodociągowych następuje najczęściej w godzinach nocnych.

Układ sterowania pracą pomp należy wyposażyć w funkcję zmiany kolejności pracy napędów („autochange”), która winna obejmować pompy zasilane z przetwornicy częstotliwości. Funkcja ta pozwala na zmianę kolejności startu silników wchodzących w skład zespołu pomp. Dzięki sterowaniu za pomocą systemu "autochange" okres pracy poszczególnych napędów będzie taki sam. Chroni to pompy przed ich nadmiernym zużyciem lub "zastaniem się". Zasadniczym systemem winno być sterowanie automatyczne. Wybór trybu sterowania pracą pomp zestawu pompowego II-go stopnia dokonywać należy za pomocą przełącznika 3-położeniowego opisanego jako „AUTO-0-REKA” dla każdej pompy. W trybie pracy automatycznej pompownia dostosowuje swoje parametry do wartości wczytanych do regulatora. W trybie „REKA” umożliwić ręczne uruchomienie danej pompy bez udziału przetwornicy częstotliwości. Układ w trybie pracy automatycznej niezależnie od zabezpieczeń programowych wyposażyć w następujące bloki zabezpieczające:

- zabezpieczenie pomp przed pracą na sucho biegu w zbiorniku magazynowym wody - realizowane przez pływak. Obniżenie poziomu wody poniżej poziomu suchobiegu winno spowodować wyłączenie pomp zestawu pompowego II-go stopnia. Ponowne uruchomienie pomp możliwe będzie po napełnieniu zbiorników do poziomu powrotu po sucho biegu
- zabezpieczenie od suchobiegu w kolektorze ssawnym zestawu - realizowane przez czujnik wibracyjny
- zabezpieczenie przed pracą niepełną fazową oraz zanikiem napięcia zasilania - realizowane przez czujnik kolejności faz.

Zadziałanie tych zabezpieczeń spowodować winno wyłączenie układu oraz sygnalizację na panelu operatorskim szafy RH i wizualizacji.

Gdy podczas pracy automatycznej układu nastąpi wyłączenie silnika pompy przez zabezpieczenie silnikowe, układ powinien zostać chwilowo zatrzymany i skonfigurowany przez regulator do pracy z mniejszą ilością pomp.

Układ sterowania pracą pompowni winien pozwolić na przejście do trybu sterowania „ręcznego”, w którym zestaw może pracować na „sztywno”. Poszczególne pompy winne być wówczas załączane przełącznikami umieszczonymi na drzwiach rozdzielnic zasilająco-sterowniczej „RH”. W tym trybie pracy wszystkie zabezpieczenia działają tak jak w pracy automatycznej. Układ w trybie pracy ręcznej powinien być wyposażony w możliwość pracy bez udziału falownika (przejście w tryb pracy hydroforowej w przypadku awarii falownika). Praca ta polega na tym, że po załączeniu pierwszej pompy do pracy ręcznej, rozpoczyna ona pracę, a po czasie nastawionym na przekaźniku czasowym załączy się druga pompa. Układ w tym trybie sterowany winien być poprzez łącznik ciśnieniowy zabudowany na kolektorze tłocznym.

### **Pompa wód nadosadowych – pompa zainstalowana w komorze odpływowej odstojnika**

Popłuczyny z filtrów ciśnieniowych gromadzić należy w odstojniku wód popłucznych. Następnie w odstojniku wód popłucznych będzie zachodził proces sedymentacji osadu. Po zakończeniu procesu sedymentacji woda nadosadowa będzie odprowadzana za pomocą pompy. Pompę należy zabezpieczyć w rozdzielnic RT za pomocą wyłącznika silnikowego. Zasilanie pompy będzie realizowane projektowaną linią kablową z rozdzielnic RT.

Elementy wykonawcze układu sterowania pompy wód nad osadowych zamontować w rozdzielnic „RT”.

Układ automatyki pozwala na pracę pompy w następujących trybach:

- „automatycznym” realizowanym z poziomu sterownika PLC zabudowanego w rozdzielnic RT
- „ręcznym zdalnym” realizowanym z poziomu przełączników na elewacji rozdzielnic RT

Podstawowym trybem sterowania pracą pompy ma być tryb automatyczny realizowany z poziomu sterownika PLC zabudowanego w rozdzielnic RT.

Załączanie pompy w „trybie automatycznym” powinno nastąpić po upływie czasu sedymentacji. Jest to czas potrzebny na sedymentację osadu z wody popłucznej liczony od momentu zakończenia płukania filtra. Czas sedymentacji osadu winien być wielkością zadawaną na panelu operatorskim w rozdzielnic RT.

Pompę wód nadosadowych należy zabezpieczyć przed pracą na suchobiegu za pomocą sondy hydrostatycznej zamontowanej w odstojniku. W przypadku awarii układu automatycznego sterowania pompą, należy stworzyć możliwość przejścia w „ręczny” tryb sterowania. Tryb pracy ręcznej powinien umożliwić załączenie pompy niezależnie od sygnałów sterujących, przełącznikiem zamontowanym na drzwiach rozdzielnic RT. Tryb „ręczny” należy wykorzystywać głównie w przypadku wykonywania przeglądów pompy, sprawdzenia poprawności działania pompy i układów automatyki.

### **Pompa do podlewania boiska – pompa zainstalowana w komorze K.1 odstojnika**

Po zakończeniu procesu sedymentacji woda nadosadowa będzie odprowadzana do instalacji podlewania boiska za pomocą pompy zainstalowanej w komorze K.1 istniejącego odstojnika popłuczyn.

Pompę należy zabezpieczyć w rozdzielnic RT za pomocą wyłącznika silnikowego. Zasilanie pompy będzie realizowane projektowaną linią kablową z istniejącego na terenie SUW złącza kablowo-pomiarowego obsługującego obiekty boiska.

Elementy wykonawcze układu sterowania pompy do podlewania boiska zamontować w rozdzielnic „RT”.

Układ automatyki winien umożliwić pracę pompy w trybie „ręcznym lokalnym” realizowanym z poziomu przełączników umieszczonych na drzwiach wewnętrznych skrzynki sterowania lokalnego.

Na drzwiach wewnętrznych skrzynki sterowania lokalnego projektuje się zainstalowanie sygnału świetlnego, wskazującego pracę pompy głównej odprowadzającej ścieki do odbiornika zewnętrznego.

Przy w/w sygnalizacji (lampa świecąca) nie jest możliwe załączenie pompy do podlewania boiska.

Zaleca się podlewanie boiska w godzinach rannych, między godziną 7.00 a 10.00.

Załączanie pompy powinno być możliwe tylko i wyłącznie, gdy w odstojniku popłuczyn jest woda i upłynął wymagany czas sedymentacji. Jest to czas potrzebny na sedymentację osadu z wody popłucznej liczony od momentu zakończenia płukania filtra. Czas sedymentacji osadu winien być wielkością zadawaną na panelu operatorskim w rozdzielnic RT.

Pompę wód nadosadowych należy zabezpieczyć przed pracą na suchobiegu za pomocą sondy hydrostatycznej zamontowanej w odstojniku.

### **Pompa płuczna**

W projektowanym układzie technologicznym zastosowano pompę płuczczą przeznaczoną do podawania wody w procesie płukania filtrów. Zasilanie pompy płuczczącej wyprowadzić z rozdzielnic zasilająco-sterowniczej RT kablem wg listy kablowej.

Układ sterowania pompą płuczczą umożliwić ma jej pracę w dwóch trybach tj.:

- w trybie automatycznym,
- w trybie „ręcznym”.

Wybór trybu pracy pompy płucznej oraz jej załączenie w trybie „ręcznym” winno się odbywać za pomocą przełącznika umieszczonego na elewacji zewnętrznej rozdzielnic zasilająco-sterowniczej RT. Pracę pompy płuczczącej w trybie sterowania automatycznego winno się nadzorować przez sterownik PLC. Pompę płuczczą należy załączać przez sterownik w trakcie realizacji fazy płukania wodą złoża filtracyjnego. W trybie automatycznym płukanie nie powinno się rozpocząć jeśli w zbiorniku magazynowym wody, nie będzie wystarczającej ilości wody na przeprowadzenie płukania. Płukanie należy rozpocząć dopiero wówczas gdy woda w zbiorniku osiągnie zaprogramowany w sterowniku poziom. Sterownik PLC powinien realizować zaprogramowaną sekwencję płukania zgodną z projektem technologicznym.

Układ w trybie pracy automatycznej niezależnie od zabezpieczeń programowych należy wyposażyć w następujące bloki zabezpieczające:

- zabezpieczenie pompy przed pracą na suchobiegu w zbiorniku magazynowym wody – realizowane przez sondy hydrostatyczne. Obniżenie poziomu wody poniżej poziomu suchobiegu spowoduje wyłączenie pompy płuczczącej. Ponowne uruchomienie pompy możliwe będzie po napełnieniu zbiornika do poziomu powrotu po suchobiegu.
- zabezpieczenie przed rozpoczęciem płukania ze zbyt małą ilością wody w zbiorniku magazynowym,
- zabezpieczenie przed rozpoczęciem płukania przy zbyt wysokim poziomie popłuczyn w odstojniku
- zabezpieczenie przed pracą niepełno fazową oraz zanikiem napięcia zasilania - realizowane przez czujnik kolejności faz.

Zadziałanie tych zabezpieczeń powinno spowodować wyłączenie układu i sygnalizacja na panelu szafy RT. W trybie sterowania „ręcznego” winno umożliwić załączenie pompy płuczczącej niezależnie od sterownika

PLC. Ten tryb pracy będzie wykorzystywany w przypadku płukania filtrów w systemie „ręcznym”. W tym trybie pracy wszystkie zabezpieczenia winny działać tak jak w pracy automatycznej. Pompa płuczająca powinna być zabezpieczona przed skutkami zwarcia lub przeciążenia za pomocą wyłącznika silnikowego oraz przed pracą niepełnofazową i zanikiem napięcia zasilania - przez czujnik kolejności faz.

### **Dmuchawa**

Zaprojektowana w układzie technologicznym dmuchawa przeznaczona jest do celów spulchniania złoza filtracyjnego w procesie płukania filtrów. Zasilanie dmuchawy należy wyprowadzić z rozdzielnic RT.

Układ sterowania dmuchawą powinien pozwolić na jej pracę w dwóch trybach tj.:

- w trybie automatycznym,
- w trybie „ręcznym”.

Wybór trybu pracy dmuchawy oraz jej załączenie w trybie „ręcznym” odbywać się powinny za pomocą przełącznika umieszczonego na elewacji zewnętrznej rozdzielnic zasilająco-sterowniczej RT.

Praca dmuchawy w trybie sterowania automatycznego powinna być nadzorowana przez sterownik PLC. Dmuchawa powinna być załączana przez sterownik w trakcie realizacji fazy płukania powietrzem złoza filtracyjnego. Czas trwania tej fazy określono w projekcie branży technologicznej.

W trybie sterowania „ręcznego” należy umożliwić załączenie dmuchawy niezależnie od sterownika PLC.

Ten tryb pracy będzie wykorzystywany w przypadku płukania filtrów w systemie „ręcznym”.

W tym trybie pracy wszystkie zabezpieczenia powinny działać tak jak w pracy automatycznej.

Dmuchawa powinna być zabezpieczona przed skutkami zwarcia lub przeciążenia za pomocą wyłącznika silnikowego oraz przed pracą niepełno fazową i zanikiem napięcia zasilania - przez czujnik kolejności faz.

### **Pomiar przepływu**

Do pomiaru natężenia przepływu wody w stacji uzdatniania wody oraz do sterowania procesem uzdatniania przyjęto przepływomierze z nadajnikiem impulsów: Dostawa w ramach orurowania poza zestawami technologicznymi.

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| • woda surowa:             | Przepływomierz SIEMENS DN 80  |
| • woda uzdatniona na sieć: | Przepływomierz SIEMENS DN 100 |
| • woda płuczna:            | Przepływomierz SIEMENS DN 100 |
| • woda za filtrami         | Przepływomierz SIEMENS DN 80  |

### **Pomiar ciśnienia**

W układzie technologicznym projektuje się przetworniki ciśnienia:

- na wodzie surowej
- przed i za układem filtrów
- w rozdzielni pneumatycznej
- na rurociągu pompy płucznej
- na rurociągu dmuchawy
- na kolektorze tłocznym ZH

### **Pompa dozująca podchloryn**

W układzie technologicznym stacji uzdatniania wody zaprojektowano pompę dozującą podchloryn sodu.

Pompę dozującą należy zlokalizować w chlorowni i wyposażać we własny przewód zasilający z wtykiem sieciowym, stąd w instalacji zasilającej należy przewidzieć montaż gniazda wtykowego 230V, 10/16A.

Pompa dozująca sterowana będzie z rozdzielnic „RT”.

Jako podstawowy tryb pracy pompy dozującej projektuje się tryb automatyczny.

W automatycznym trybie pracy pompy dozującej impuls dozowania pompy sterowany winien być sygnałem impulsowym doprowadzonym do pompy ze sterownika PLC będącym odzwierciedleniem sygnału o wartości chwilowej przepływu wody w układzie, otrzymywanym z określonych przepływomierzy w zależności od

miejsca podawania podchlorynu.

Miejsce podawania podchlorynu sodu należy wybierać za pomocą panelu HMI szafy RT. Projektuje się punkty dozowania podchlorynu sodu na rurociągu wychodzącym na sieć wodociągową i na rurociągu biegnącym do zbiornika retencyjnego. W układzie automatycznego sterowania należy wykorzystać sygnał z przekaźnika alarmowego, w który należy wyposażyć pompę dozującą. Ponadto w trybie automatycznym zapewnić możliwość dozowania z wydajnością ustawioną na panelu operatorskim pompki dozującej. Pompa dozująca powinna mieć możliwość przejścia w tryb sterowania „Ręczny-Lokalny” za pośrednictwem przycisków znajdujących się na panelu sterowania pompy. W tym trybie pracy pompa może dozować w sposób ciągły z wydajnością ustawioną przyciskami na panelu pompy.

### 2.2.2. Rozdzielnia technologiczna ze sterownikiem ICSW

Rozdzielnia Technologiczna (RT) jest rozdzielnią która powinna zawierać urządzenia pośrednie dla elementów elektrycznych Stacji Uzdatniania Wody. Zasilac ją należy z Rozdzielni Energetycznej (Główniej) napięciem 3x400V kablem pięciożyłowym.

Zawierać powinna w sobie zasilanie i sterowanie m.in.:

- pompami głębinowymi;
- pompą płuczną;
- dmuchawą;
- pompami w odstojniku;
- elektrozaworami napędów przepustnic filtrów.

oraz zasilanie m.in.:

- Sprężarki
- Przepływomierzy
- Sond hydrostatycznych
- Przetworników ciśnienia
- Lampy UV

Znajdować się w niej również powinny zabezpieczenia zwarceniowe, i zabezpieczenia termiczne dla zasilanych urządzeń. Jest ona także miejscem przyłączenia wszelkich elementów pomiarowo-kontrolnych takich jak:

- analogowe przekładniki prądowe (kontrola suchobiegu w trybie automatycznym poprzez pomiar prądu biegu jałowego silników pomp głębinowych);
- sonda hydrostatyczna w zbiorniku retencyjnym wody uzdatnionej, studni głębinowej i odstojniku popłuczyn (pomiar analogowy poziomu wody);
- wodomierzy, przepływomierzy;
- przetworników ciśnienia (analogowy pomiar ciśnienia).

Na drzwiach rozdzielni zamontować kolorowy panel dotykowy (przekątna min. 15”), dzięki któremu można będzie obserwować parametry pracy urządzeń SUW, sterować pracą całej Stacji oraz zmieniać podstawowe nastawy parametrów.

Zasilane urządzenia (silniki) zabezpieczać wyłącznikami silnikowymi. Włączanie/wyłączanie odpowiednich urządzeń w trybie ręcznym ma następować poprzez aparaturę kontrolno-sterującą (przełączniki trybu pracy „AUTO-0-REKA” dla silników) lub poprzez kolorowy panel dotykowy HMI (napędy przepustnic filtrów). W szafie Rozdzielni Technologicznej umieścić sterownik swobodnie programowalny firmy SIEMENS lub równoważny który służy do sterowania pracą urządzeń stosowanych na Stacjach Uzdatniania Wody. Mikroprocesorowy sterownik ma budowę modułową pozwalającą na dowolne konfigurowanie oraz rozbudowę o dodatkowe moduły wejść/wyjść analogowych i binarnych.

Podstawowe dane techniczne sterownika:

- Zasilanie: 15..30VDC (standardowo poprzez zasilacz buforowy z podtrzymaniem akumulatorowym);
- Interfejsy komunikacyjne: Ethernet,
- Temperatura pracy: -5...+75 °C;
- Wilgotność: 5...95 %.

Sterownik winien wystawiać odpowiednie sygnały sterujące włączające i wyłączające określone urządzenia na podstawie sygnałów otrzymywanych z sondy hydrostatycznej (w zbiorniku retencyjnym), przepływomierzy, wodomierzy, prądowych przetworników ciśnienia i przekładników prądu oraz programu wewnętrznego jak i wewnętrznego programowalnego zegara wyznaczającego rozpoczęcie procesu płukania. Sterownik na podstawie sygnałów analogowych dostarczanych z przetworników zewnętrznych (pomiar: ciśnienia, poziomu wody, przepływu, pomiaru prądu obciążenia pomp głębinowych) realizować powinien rozmaite zadania zgodnie z założonym algorytmem:

- włączać i wyłączać pompy I stopnia w zależności od poziomu wody w zbiorniku retencyjnym;
- podczas procesu płukania załączać zawory elektromagnetyczne doprowadzające powietrze do filtrów;
- zabezpieczać pompę płuczną przed suchobiegiem (w trybie automatycznym) w przypadku, gdy poziom wody w zbiorniku retencyjnym obniży się poniżej określonego poziomu lub przy braku przepływu mierzonego wodomierzem przy pompie płucznej;
- blokować włączenie pompy płucznej jeżeli układ elektryczny wykazuje awarię;
- sterować pracą przepustnic z napędem pneumatycznym przy filtrach;
- umożliwić odczyt aktualnych parametrów podczas pracy oraz przy zablokowanej możliwości włączenia urządzeń;
- umożliwić ręczne sterowanie poszczególnymi urządzeniami (poprzez panel HMI);
- umożliwić nadzór on-line w postaci wizualizacji nadzorowanego obiektu przy zapewnieniu stałego łącza kablowego (lokalne stanowisko operatorskie) lub łącza internetowego (zdalne stanowisko operatorskie);

opcjonalnie umożliwić całodobowy monitoring stacji uzdatniania wody (powiadamanie SMS).

#### Zasada działania sterownika:

Sterownik ICSW wystawia odpowiednie sygnały sterujące włączające i wyłączające określone urządzenia na podstawie sygnałów otrzymywanych z sondy hydrostatycznej (w każdym zbiorniku retencyjnym), przepływomierzy, prądowych przetworników ciśnienia i prądu oraz programu wewnętrznego jak i wewnętrznego programowalnego zegara wyznaczającego rozpoczęcie procesu płukania.

#### Podstawowe funkcje.

Sterownik ICSW lub równoważny na podstawie sygnałów analogowych dostarczanych z przetworników zewnętrznych (pomiar: ciśnienia, poziomu wody, przepływu) może realizować rozmaite zadania:

- włącza i wyłącza pompy I stopnia w zależności od poziomu wody w zbiorniku retencyjnym;
- podczas procesu płukania załącza zawory elektromagnetyczne doprowadzające powietrze do filtrów;
- zabezpiecza pompę płuczną przed suchobiegiem w przypadku, gdy poziom wody w zbiorniku retencyjnym obniży się poniżej określonego poziomu lub przy braku przepływu mierzonego wodomierzem przy pompie płucznej;
- blokuje włączenie pompy płucznej jeżeli układ elektryczny wykazuje awarię;
- steruje pracą przepustnic z napędem pneumatycznym przy filtrach;
- umożliwia odczyt aktualnych parametrów podczas pracy oraz przy zablokowanej możliwości włączenia urządzeń;
- umożliwia ręczne sterowanie poszczególnymi urządzeniami (poprzez panel HMI)
- umożliwia nadzór on-line w postaci wizualizacji nadzorowanego obiektu przy zapewnieniu stałego łącza kablowego (lokalne stanowisko operatorskie) lub łącza internetowego (zdalne stanowisko operatorskie)
- opcjonalnie umożliwia całodobowy monitoring stacji uzdatniania wody (powiadamanie SMS).

#### Sterowanie pracą stacji.

Projektowana Stacja Uzdatniania Wody pracować będzie całkowicie automatycznie. Pracą zarządzać będzie mikroprocesorowy sterownik ICSW zapewniający automatyczne działanie procesów filtracji oraz płukania filtrów. Po przepompowaniu zadanej ilości wody ze studni głębinowych lub upłynięciu określonej liczby dni,

sterownik realizuje automatycznie cały proces płukania ze wskazaniem na okres nocny.

Pracą pomp pierwszego stopnia sterują sondy hydrostatyczne zawieszone w zbiorniku wyrównawczym.

Pracą pomp stopnia drugiego sterować będzie odrębny sterownik mikroprocesorowy IC2008 lub równoważny wchodzący w skład wyposażenia Zestawu Hydroforowego pomp II stopnia i utrzymujący ciśnienie wody na wyjściu ze stacji na stałym poziomie.

#### *Praca stacji w trybie uzdatniania wody.*

Na podstawie ciągłego pomiaru poziomu wody dokonywane będzie napełnianie zbiornika retencyjnego pompami głębinowymi. Tłoczą one wodę ze studni głębinowych do budynku stacji i poprzez aerator, zespół filtrów do zbiornika retencyjnego.

Podczas pracy pomp głębinowych dokonywany będzie pomiar ilości przepompowanej wody surowej.

Uzdatniona woda znajdująca się w zbiorniku wyrównawczym pobierana będzie przez sekcję I (sekcję gospodarczą) Zestawu Hydroforowego pomp II stopnia i tłoczona będzie bezpośrednio w sieć wodociągową. Zestaw Hydroforowy będzie zabezpieczony przed suchobiegiem sygnalizatorem pływakowym zawieszonym w zbiorniku retencyjnym.

#### *Praca w trybie płukania.*

Proces płukania rozpoczyna się o ustawionej programowo godzinie płukania i upłygnięciu określonej liczby dni bądź określonej zadanej ilości wody mierzonej wodomierzem za pompami głębinowymi na wejściu do Stacji. W początkowej fazie napełniane będą zbiorniki retencyjne do poziomu maksymalnego. W następnej kolejności układ przechodzi do spustu wody z pierwszego filtru. Po spuszczeniu wody następuje otwarcie odpowiednich przepustnic i rozpoczyna się płukanie (wzruszenie złoża) filtru powietrzem z dmuchawy, po czym filtr płukany będzie wodą przy innym odpowiednim ustawieniu przepustnic. W następnej kolejności woda tłoczona jest poprzez filtr do odstoju stabilizując złożę. Po zakończeniu powyższych procedur układ kończy płukanie filtra nr 1 i przechodzi do płukania kolejnych filtrów w identyczny sposób wg ustalonej procedury. Po zakończeniu płukania filtrów następuje przejście do pracy w trybie uzdatniania

Mikroprocesorowy sterownik ma mieć budowę modułową pozwalającą na dowolne konfigurowanie oraz rozbudowę o dodatkowe moduły wejść/wyjść analogowych i binarnych.

Podstawowe dane techniczne sterownika:

- Zasilanie: 15..30VDC (standardowo poprzez zasilacz buforowy z podtrzymaniem akumulatorowym)
- Interfejsy komunikacyjne: RS232, RS485
- Parametry transmisji: protokół MODBUS RTU (slave, 8 bitów danych, brak bitu parzystości, 1 bit stopu, maksymalna prędkość transmisji 115200bps)
- Temperatura pracy: -5...+75 °C
- Wilgotność: 5...95 %

Sterownik wersji rozszerzonej powinien umożliwiać:

- Dostęp poprzez przeglądarkę internetową i wbudowany serwer WWW oraz system stron internetowych pozwalający na przegląd bieżących danych procesowych, nastaw, komunikatów alarmowych bieżących i historycznych
- Zdalną zmianę nastaw poprzez system stron internetowych
- gromadzenie danych procesowych w plikach historycznych oraz logach
- wymianę oprogramowania poprzez łącze ethernetowe
- zdalną wymianę oprogramowania (w przypadku podłączenia do Internetu lub sieci GPRS/EDGE/UMTS)
- obsługę różnych interfejsów komunikacyjnych (kablów, radiowych, GSM/ GPRS/EDGE/UMTS) z wykorzystaniem protokołów internetowych

### **2.2.3. Obwody sterownicze**

Obwody sterownicze zostaną zamontowane w RT, w celu poprawnego zarządzania zaprojektowanym i

wykonywanym procesem technologicznym, w tym do zasilania i bezobsługowego sterowania systemem uzdatniania wody, a także do samoczynnego (w zależności od określonych parametrów) płukania złoża filtracyjnego. Układy sterownicze winny zawierać wszystkie niezbędne elementy zasilania i zabezpieczenia układów pompowych wraz z przetwornicami częstotliwości oraz sterownikiem.

Zainstalowany sterownik sterował będzie pracą zainstalowanych urządzeń zgodnie z wpisanym algorytmem.

W szafie tej zamontowane zostaną odpowiednio dobrane układy sterująco-zabezpieczające, oddzielnie dla każdej z pomp. Układy te złożone z zabezpieczeń zwarciovych, termicznych, przekaźników i styczników jako elementy wykonawcze sterować będą odpowiednim załączaniem silników pomp zamontowanych na terenie stacji do wykonania poprawnego przebiegu procesu uzdatniania i zasilania odbiorców w wodę.

#### **2.2.4. Rozdzielnia ZH ze sterownikiem zestawu hydroforowo-pompowego**

Rozdzielnia RH zawierać ma zasilanie i sterowanie zestawem pomp sieciowych. Zasilić ją należy z Rozdzielni Głównej. Sterowanie za pomocą sterownika SIEMENS S7-1200 z panelem HMI lub równoważnego, który współpracuje z przetwornicą częstotliwości firmy Danfoss (lub równoważną) – sterowanie tego rodzaju pozwala na ustabilizowanie ciśnienia w rurociągu tłocznym. W celu równomiernego zużycia się pomp zestaw wyposażono w sterowanie z tzw. „przełączaną przetwornicą”. Zasadą działania tej opcji jest czasowe (np. co 24 godziny) przełączenie przetwornicy i przypisanie jej, na zaprogramowany okres, danej pompie. Zestaw pompowy posiada komplet zabezpieczeń zwarciovych, termicznych i przed suchobiegiem.

Szafą sterowniczą należy wyposażać w:

- Sterownik, który ma możliwość komunikacji, wyposażony jest w port Ethernet i posiada dodatkowe wejścia pomiarowe pozwalające na podłączenie różnych urządzeń pomiarowych, takich jak ciśnieniomierze, przepływomierze i czujniki temperatury. Możliwość odczytu z panelu sterownika.
- (wyświetlacz na drzwiach szafy): ciśnienia ssania, tłoczenia, obroty/ częstotliwość silnika z przetwornicą. Wyświetlacz jest wykonany w stopniu ochrony minimum IP 54.
- w odrębne moduły sterownika i klawiatury.
- Aparaturę zabezpieczająco-łączeniową: wyłącznik silnikowy (zabezpieczenie zwarciove i termiczne).
- Kontrolę faz zasilania: spadek napięcia, asymetria, kolejność faz, rozłącznik główny.
- Kontrolę ciśnienia: przetwornik ciśnienia.
- Sygnalizację zasilania, pracy pomp, ręczne załączanie pomp – pokrętła podświetlane.
- Obudowa jest: metalowa, malowana proszkowo RAL 7035 o stopniu ochrony minimum IP 54.
- Przetwornik ciśnienia należy zamontować do rozdzielni za pomocą złączy o stopniu ochrony IP 68, umożliwiających łatwą wymianę.

#### **2.2.5. Monitoring i wizualizacja**

Aby udostępnić nadzór nad pracą urządzeń technologicznych stacji uzdatniania wody, projektuje się wykonanie systemu umożliwiającego wizualizację i monitorowanie urządzeń, pozwalającego zarówno na lokalny jak i zdalny dostęp do parametrów pracy urządzeń oraz graficznej interpretacji ich pracy (wizualizacji). Projektowany system oparty będzie na licencjonowanym pakiecie oprogramowania SCADA. W celu prowadzenia zdalnego nadzoru pracy urządzeń inwestor/użytkownik winien zapewnić stałe łącze internetowe w budynku SUW (telefoniczne, kablowe lub radiowe o przepustowości co najmniej 512 Kb/s z modemem i publicznym statycznym adresem IP) do przesyłu danych na odległość (np. do siedziby użytkownika). Umożliwić podłączenie stacji do Internetu przez kartę SIM z uruchomioną usługą – statyczny,



publiczny adres IP (Orange, T-Mobile, Plus GSM) – warunkiem koniecznym jest zapewnienie zasięgu operatora.

System Wizualizacji pozwalać ma na bieżącą obserwację parametrów pracy urządzeń, rejestrację wybranych parametrów w plikach historycznych oraz ich wyświetlanie w formie wykresów.

Szczegóły:

- rozdzielnica technologiczna ze sterownikiem PLC z udostępnionymi rejestrami
- rozdzielnica zestawu hydroforowego ze sterownikiem dedykowanym z udostępnionymi rejestrami
- rejestracja zdarzeń historycznych (alarmowych, załączeń/wyłączeń dotycząca urządzeń wymienionych poniżej w pkt. Wizualizacja urządzeń (schemat technologiczny))
- wykresy bieżące - możliwość włączenia wykresu i podgląd wartości zmiennych na wykresie w czasie rzeczywistym
- wykresy historyczne - wszystkie parametry przedstawione na wykresie z możliwością wyboru przedziału czasowego (za okres min 1 rok wstecz)
- animacja obiektów - stan urządzeń: praca, awaria, postój, suchobieg, brak komunikacji; stan przepustnic: otwarta/zamknięta
- dostęp do aplikacji przez przeglądarkę internetową (ze wszystkimi funkcjonalnościami głównej aplikacji dla 1 użytkownika - przy zapewnieniu dostępu do Internetu przez Inwestora)
- lokalny dostęp do aplikacji przez 2 użytkowników (tylko podgląd) + 1 admin (pełen dostęp)

Zakłada się, że w systemie wizualizowane będą następujące zmienne procesowe:

- poziom i objętość wody w zbiornikach retencyjnych (sonda hydrostatyczna w każdym zbiorniku)
- poziom wód popłucznych w odstojniku (sonda hydrostatyczna w odstojniku)
- poziom wody w studniach (sonda hydrostatyczna w każdej studni)
- pomiar prądu obciążenia pomp głębinowych (analogowy przekładnik prądowy dla każdej pompy głębinowej)
- ciśnienie powietrza za rozdzielnią pneumatyczną (przetwornik ciśnienia)
- ciśnienie wody przed filtrami (przetwornik ciśnienia)
- ciśnienie wody za filtrami I<sup>o</sup> (przetwornik ciśnienia)
- ciśnienie wody za filtrami II<sup>o</sup> (przetwornik ciśnienia)
- ciśnienie wody za pompą płuczną (przetwornik ciśnienia)
- ciśnienie powietrza za dmuchawą (przetwornik ciśnienia)
- przepływ wody przez wodomierz wody surowej (przepływ chwilowy oraz zliczona objętość)
- przepływ wody przez wodomierz wody za filtrami (przepływ chwilowy oraz zliczona objętość)
- przepływ wody przez wodomierz wody płucznej (przepływ chwilowy oraz zliczona objętość)
- przepływ wody przez wodomierz wody na sieć (przepływ chwilowy oraz zliczona objętość)
- stan pracy filtra (praca/ płukanie)
- stan wysterowania przepustnic filtrów (otwarta/zamknięta)
- stany dla pompy głębinowej (gotowość/praca/awaria/suchobieg/odstawiona)
- stany dla pomp pośrednich (gotowość/praca/awaria/suchobieg/odstawiona)
- stany dla dmuchawy (gotowość/praca/awaria/odstawiona)
- stany dla pompy płucznej (gotowość/praca/awaria/odstawiona)
- stany dla pompy w odstojniku, zainstalowanej w komorze odpływowej (gotowość/praca/awaria/odstawiona)
- stany dla pompy w odstojniku, zainstalowanej w komorze K.1. - podlewanie boiska (gotowość/praca/awaria/odstawiona)
- kontrola krańcówek włączów/drzwi
- stan dla sprężarki (praca/awaria)
- natężenie promieniowania lampy UV
- awaria lampy UV
- awaria chloratora

- awaria niskie ciśnienie powietrza
- stop SUW
- awaria stacji uzdatniania wody
- awaria zasilania
- awaria przetworników
- dla zestawu hydroforowego :
  - stan pracy dla pomp (gotowość/praca/awaria/suchobieg/odstawiona)
  - ciśnienie za zestawem hydroforowym
  - częstotliwość na wyjściu przetwornicy
  - awaria zestawu hydroforowego

### Wykresy

Powinny być udostępnione wykresy z dowolnie wybieranego zakresu czasowego:

- poziom wody w zbiorniku retencyjnym
- poziom ścieków w odстойniku popłuczyn
- prąd obciążenia pomp głębinowych
- wartość ciśnienia za zestawem hydroforowym
- wartość przepływów przez wodomierze

### Raporty

Powinna zostać udostępniona możliwość generowania raportów (dobowe/miesięczne) dla dowolnie wybieranego zakresu czasowego:

- zliczanie przepływu (wartość średnia/maksimum/minimum)
- czas pracy pompy
- liczba załączeń pompy

### Historia zdarzeń

Lista komunikatów zawierać winna wszystkie zdarzenia istotne dla procesu:

- stany pompy głębinowej/pompy pośredniej/pompy płucznej/pompy odстойnika/dmuchawy (praca/awaria)
- wystąpienie suchobiegu pompy głębinowej/pompy pośredniej
- przekroczenie znamionowego prądu obciążenia pompy głębinowej
- wystąpienie suchobiegu zestawu hydroforowego
- stany przepustnic filtrów (otwarcie/zamknięcie)
- awaria zasilania
- włamanie (krańcówki włączów/drzwi)
- brak komunikacji
- awaria przetworników (sonda hydrostatyczna, przetwornik ciśnienia)

Wraz z systemem należy zapewnić dostawę i instalację następujących urządzeń:

Serwer/stanowisko operatorskie – o parametrach co najmniej:

1	Procesor	Intel Core i3
2	Pamięć RAM	8GB
3	Dysk twardy	500GB
4	Karta graficzna	Intel HD
6	Zasilacz	UPS – układ zasilania awaryjnego
7	Monitor	Przekątna: 24" Rozdzielczość: 1920 x 1080
8	Dodatkowe wyposażenie	Klawiatura, mysz komputerowa, listwa antyprzebieciowa, drukarka laserowa A4
9	Oprogramowanie	MS Windows prof. 64bit, licencja SCADA

### **3. SPRZĘT**

Wykonawca przystępując do prac, winien wykazać się możliwością korzystania z odpowiedniego sprzętu technicznego i narzędzi gwarantujących wykonanie prac.

### **4. TRANSPORT**

Wykonawca przystępujący do wykonania prac wyszczególnionych w pkt. 1.1. winien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu:

- samochodu skrzyniowego
- samochodu dostawczego

Na środkach transportu przewożone materiały i elementy powinny być zabezpieczone przed ich przemieszczaniem, układane zgodnie z warunkami transportu wydanymi przez wytwórcę dla poszczególnych elementów.

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

#### **5.1 Projekt organizacji robót i harmonogram robót**

Wykonawca przedstawi Inspektorowi Nadzoru do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniające wszystkie warunki, w jakich będzie wykonana budowa. Projekt ten wykonawca uzgodni z Generalnym Wykonawcą (Inspektorem Nadzoru) w celu ustalenia czasu i zakresu robót, wyłączeń sieci spod napięcia, uziemień, poleceń na prace i nadzoru.

#### **5.2 Ogólne wymagania dotyczące urządzeń**

Aby rozpocząć prace montażowe, muszą być zakończone prace wstępne np. ustalone trasy kablowe dla kabli.

Oznaczenie urządzeń i ich opis powinny być zgodne z dokumentacją i wykonane w języku polskim. Stan zewnętrzny kabli i połączeń elektrycznych powinien wykazywać brak uszkodzeń i zanieczyszczeń. Montaż kabli powinien być wykonany zgodnie z dokumentacją techniczną i instrukcjami montażu (wymaganiami wytwórcy). Montaż powinien być wykonany w sposób staranny, trwały, estetyczny i zapewniać prawidłowe działanie.

Zaciski przyłączowe urządzeń pod względem doboru do przyłączonych kabli, a także podłączenie kabli w zaciskach powinny być prawidłowe.

##### **5.2.1 Wytrasowanie przebiegu projektowanych wewnętrznych linii zasilających kablowych.**

Podstawę wytyczenia miejsca ułożenia projektowanych wewnętrznych linii zasilających kablowych stanowi dokumentacja projektowa.

Wytyczenia powinno być dokonywane przez odpowiednie służby geodezyjne lub specjalną służbę przedsiębiorstwa wykonującego montaż. Lokalizację określono na planach geodezyjnych.

##### **5.2.2 Wykonanie rowów kablowych dla kabli i bednarki uziemiającej**

Rowy kablowe należy wykonać o szerokości dna 0,4m na głębokość 0,7m. Wykopy należy wykonywać ręcznie.

Grunt przeznaczony do zasypania wykopów należy zgromadzić na odkładzie. Nadmiar gruntu stanowi własność Wykonawcy i powinien być usunięty bezzwłocznie po zakończeniu robót poza Teren Budowy.

### **5.3. Wykonanie robót w zakresie i instalacji wewnętrznych**

#### **5.3.1. Roboty przygotowawcze.**

Do wykonywania prac elektroenergetycznych należy przystąpić po wykonaniu prac budowlanych i podstawowego montażu instalacji sanitarnych wyposażeniu ich w osprzęt i urządzenia sanitarne – pompy, rurociągi, zawory i inne tak aby nie nastąpiła kolizja poszczególnych wykonawców.

#### **5.3.2. Roboty montażowe.**

Do robót montażowych zaliczyć należy:

- wymiana rozdzielni złączowo – pomiarowej,
- zasilenie i montaż tablicy hydroforowej, - montaż instalacji oświetleniowej i gniazd wtykowych,
- montaż instalacji siłowej,
- montaż instalacji odgromowej,
- montaż linii kablowej sterowniczej.

Należy stosować się do norm i przepisów podanych w punkcie 2 oraz do :

- „Warunków technicznych wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych”, tom V, -Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28.03.2013 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. Dz. Ustaw z dnia 23.04.2013, poz.492 .

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

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

### **5.4. Wykonywanie instalacji odgromowej**

#### **Zwody poziome**

1. Funkcje zwodów poziomych pełni pokrycie dachu.
2. Wszystkie nieprzewodzące elementy budowlane, wystające nad powierzchnię należy wyposażać w zwody niskie i połączyć pokrycie dachu.
3. Zwody należy prowadzić bez ostrych zagięć i załamań (promień zagięcia nie może być mniejszy niż 10cm).
4. Do mocowania zwodów należy stosować wsporniki, uchwyty i złączki zgodnie z normami.
5. Przy zastosowaniu wsporników naruszających szczelność pokrycia dachowego po ich zamontowaniu należy uszczelnić miejsca zainstalowania.
6. Wszystkie wystające ponad elementy ( balustrady, kominy, itp.) należy połączyć z pokryciem dachu.

#### **Montaż przewodów odprowadzających i uziemiających (10.3 27-29, 10.3 32-34 ).**

1. Przewody odprowadzające i uziemiające układać na zewnętrznych ścianach obiektu w rurkach w zatynkowanych bruzdach
2. Sztuczne przewody odprowadzające należy instalować po możliwie najkrótszej trasie pomiędzy zwodem a przewodem uziemiającym.
3. Połączenia przewodów odprowadzających z pokryciem dachu wykonać stosując sprzęt specjalistyczny nie niszczący szczelności dachu.
4. Połączenia przewodów odprowadzających z uziomami należy wykonać w sposób rozłączny za pomocą

zacisków probierczych. Zaciski należy instalować w miejscach łatwo dostępnych przy pomiarach rezystancji uziemienia np. na wysokości 0,8m nad ziemią.

5. Znormalizowane zaciski probiercze powinny mieć co najmniej dwie śruby zaciskowe M6 lub jedną śrubę M10. Należy je umieszczać i osłaniać w taki sposób, aby były łatwo dostępne na potrzeby okresowej konserwacji oraz podczas pomiaru rezystancji uziomu.

6. Połączenie przewodów uziemiających z uziomami należy wykonać przez spawanie lub za pomocą połączeń śrubowych.

7. Przewody uziemiające należy chronić przed korozją przez pomalowanie farbą antykorozyjną lub lakierem asfaltowym do wysokości 0,3m nad ziemią i do głębokości 0,2 m w ziemi.

8. Elementy zbrojeni obiektu budowlanego przewidziane jako naturalne przewody uziemiające powinny mieć przyspawane wypusty w celu ich podłączenia z przewodami odprowadzającymi sztucznymi i dodatkowymi uziomami sztucznymi obiektu budowlanego. Jako wypusty należy stosować stalowe ocynkowane pręty lub płaskowniki o wymiarach nie mniejszych niż 30x4mm lub Ø12mm.

## **Wykonywanie uziomów**

1. Do uziemienia urządzenia piorunochronnego należy wykorzystać zbrojenie ław fundamentowych budynku.

2. Wykopy, w których układa się uziomy należy zasypywać tak, aby w bezpośrednim kontakcie z uziomem nie było kamieni, żwiru, żużla lub gruzu.

3. Uziomy sztuczne należy wykonać z materiałów podanych w pkt. 5.12.1

4. Uziomów sztucznych nie wolno zabezpieczać przed korozją powłokami nieprzewodzącymi.

5. Odległość kabli ziemnych od urządzenia piorunochronnego nie powinna być mniejsza niż 1m. Jeżeli rezystancja uziemienia piorunochronnego jest mniejsza niż 10  $\Omega$  dopuszczalne jest zmniejszenie tej odległości do:

- 0,75m dla kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1kV i kabli telekomunikacyjnych,

- 0,5m dla kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym powyżej 1kV.

Jeżeli zachowanie wymaganych odstępów jest niemożliwe, należy w miejscu zbliżenia ułożyć przegrodę izolacyjną (niehigroskopijną) o grubości co najmniej 5mm (np. płyta lub rura winidurowa), tak aby najmniejsza odległość między uziomem a kablem, mierzona w ziemi wokół przegrody, nie była mniejsza niż 1m.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1 Badania przed przystąpieniem do robót.**

Kable powinny być wstępnie sprawdzone u wytwórców i dostawców. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać od producentów świadectwa jakości lub atesty stosowanych materiałów.

### **6.2 Program i zakres pomontażowych badań odbiorczych.**

#### **6.2.1 Wymagania dotyczące dokumentacji.**

Przeprowadzającemu badanie powinny być dostarczone następujące dokumentacje i dokumenty:

- projekty budowlano-wykonawcze wewnętrznych linii zasilających kablowych,
- protokoły zawierające pozytywne wyniki badań pełnych (typu) i niepełnych (wyrobu) dla urządzeń,
- stwierdzenie wykonawcy o zakończeniu montażu,

## **6.6.2 Wymagania dotyczące kabli.**

- oznaczenie kabli i ich opisy powinny być zgodne z dokumentacją i wykonane w języku polskim,
- stan zewnętrzny kabli powinien wykazywać brak uszkodzeń i zanieczyszczeń,
  - montaż kabli powinien być wykonany zgodnie z dokumentacją, wymaganiami wytwórcy i użytkownika; powinien być wykonany w sposób staranny, trwały, estetyczny i zapewniać prawidłowe działanie układów i urządzeń,
- ochrona przeciwporażeniowa urządzeń powinna spełniać wymagania dokumentacji i przedmiotowej normy,

## **6.3 Postanowienia ogólne dotyczące badań odbiorczych.**

### **6.3.1 Program i zakres pomontażowych badań odbiorczych.**

Program badań kabli obejmuje wykonanie niżej wykonanych czynności:

- sprawdzenie zgodności ułożenia kabli z dokumentacją projektową.
- przeprowadzenie oględzin kabli przed przystąpieniem do pomiarów i prób oraz ponowne każdorazowo po wykonaniu takich prób i pomiarów, które mogą wpłynąć na stan zewnętrzny urządzeń.

### **6.3.2 Warunki przystąpienia do badań oraz przeprowadzenia badań.**

Do badań należy przystąpić po zakończeniu montażu kabli potwierdzonego przez wykonawcę montażu. Negatywny wynik jednego z badań może spowodować przerwanie dalszych badań, przewidzianych dla danego kabla, jeżeli ten wynik dyskwalifikuje kabel.

Ponowne przeprowadzenie badania może nastąpić po usunięciu przyczyn negatywnego wyniku – przy czym dalsze badania kabli obejmować powinny zarówno badania nie wykonane z powodu przerwania badań, jak i te, które wymagają powtórzeń, a także ewentualnie badania dodatkowe.

Przyrządy pomiarowe użyte do wykonania badań powinny mieć odpowiednie świadectwa legalizacyjne i atesty.

### **6.3.3 Metody badań.**

Badania należy wykonać stosując metody określone w odpowiednich normach przedmiotowych.

### **6.3.4 Ocena wyników badań.**

Wynik pomontażowych badań odbiorczych kabli uważa się za pozytywny, jeśli wyniki wszystkich badań są pozytywne.

Zestawienie wyników badań i ich ocena powinny być zawarte w protokole badań sporządzonym w terminie ustalonym przez zlecającego i wykonującego badania.

### **6.3.5 Zmiany w dokumentacji technicznej.**

Wykonujący badania powinien w otrzymanej dokumentacji technicznej (z naniesionymi zmianami wprowadzonymi w czasie układania kabli) nanieść zmiany za schematach strukturalnych, zasadniczych, połączeń i przyłączeń oraz w zestawieniach wprowadzone w czasie pomontażowych badań odbiorczych. Wszystkie zmiany powinny być potwierdzone przez autorów dokumentacji technicznej (projektantów).

### **6.3.6 Przekazanie dokumentacji.**

Wykonujący badania po ich zakończeniu ma obowiązek przekazać zlecającym badania:

- protokół badań wg pkt. 6.3.4.
- dokumentację techniczną wg pkt 6.3.5. z naniesionymi zmianami w 1 egzemplarzu w sposób trwały i czytelny.

## **6.4 Oględziny, próby i pomiary urządzeń.**

### **6.4.1 Postanowienia ogólne dotyczące wszystkich rodzajów urządzeń.**

Dla skontrolowania stanu izolacji aparatury, urządzeń, połączeń elektrycznych należy przeprowadzić następujące rodzaje prób:

- pomiary rezystancji izolacji
- badanie wytrzymałości elektrycznej izolacji

Wyniki próby należy uznać za dodatnie, jeżeli w czasie próby nie stwierdzono uszkodzeń izolacji stałej ani przeskoków iskrowych w powietrzu.

Zakres oględzin, sprawdzeń, pomiarów i prób kablowych wewnętrznych linii zasilających oraz wymagania techniczne podano w pkt 6.4.2.

## **6.5. Instalacja ochrony przeciwporażeniowej.**

### **6.5.1 Oględziny i sprawdzenie zgodności z dokumentacją oraz poprawności montażu.**

Ułożenie kabla i jego oznakowanie powinny być zgodne z dokumentacją oraz przepisami i udokumentowane protokołem wykonawcy.

#### **- sprawdzenie prawidłowości połączeń i przebiegu tras przewodów ochronnych**

Sprawdzić mocowanie przewodów ochronnych; prawidłowość oznakowania barwnego żył przewodów ochronnych.

#### **- sprawdzenie zgodności , faz i ciągłości żył**

Sprawdzić brak przerw w żyłach oraz właściwe i zgodne oznaczenia faz na obu końcach kabla. Sprawdzenie należy wykonać napięciem nie większym niż 24V.

#### **- pomiary rezystancji izolacji linii NN**

Pomiary rezystancji izolacji kablowych wewnętrznych linii zasilających NN można wykonać bez odłączania od zacisków rozdzielnic.

W przypadku nie uzyskania wymaganej rezystancji , kabel należy odłączyć i powtórzyć pomiar.

### **6.5.2 Badanie skuteczności ochrony przeciwwyważeniowej.**

Skuteczność ochrony przeciwwyważeniowej należy sprawdzić zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-41:200

## **6.6. Instalacja odgromowa - Badania techniczne i pomiary kontrolne.**

### **1. Pomiar rezystancji uziomu naturalnego.**

- Pomiary rezystancji uziomów naturalnych należy wykonać przed przyłączeniem przewodów uziemiających do konstrukcji budynku oraz połączenie ich z uziomami sztucznymi
- Pomiary należy wykonywać metodą mostkową lub techniczną. Rozmieszczenie sondy i uziomu pomocniczego powinno być tak dobrane, aby odległość stopy fundamentowej od miejsca pomiaru nie była mniejsza niż 40m.
- Różnice wartości zmierzonych rezystancji nie powinny być większe od 50%. W przypadku większych różnic należy wykonać dodatkowe uziomy.

### **2. Pomiar rezystancji uziomu sztucznego.**

- Wykonać pomiar rezystancji uziomu metodą mostkową lub techniczną. Pomiary należy wykonać przed

połączeniem uziomu z innymi uziomami.

3. Pomiary kontrolne połączeń metalicznych urządzenia piorunochronnego.

- W obiektach budowlanych gdzie fundamenty wykorzystane są jako uziomy, należy wykonać pomiary rezystancji połączeń metalicznych pomiędzy wszystkimi wypustami wyprowadzonymi z fundamentu.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

Obmiar robót będzie określać faktyczny zakres wykonywanych robót zgodnie z dokumentacją projektową i SST, w jednostkach ustalonych w kosztorysie.

Szczegółowe przedmiary robót załączono do dokumentacji projektowej.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1 Ogólne zasady odbioru robót**

**Odbioru robót dokonać należy w oparciu o Dokumentację Projektową i ewentualne dodatkowe ustalenia w czasie budowy akceptowane przez Inspektora Nadzoru.**

Szczegółowe przedmiary robót załączono do dokumentacji projektowej.

### **8.2 Dokumentacja powykonawcza.**

Dokumentacja powykonawcza obejmuje prawną i techniczną dokumentację powykonawczą dostarczoną zarówno przez wykonawców jak i Inwestora.

**Dokumentację prawną stanowią:**

- oryginał dziennika budowy,
- oświadczenie kierownika budowy o zgodności wykonania z projektem i warunkami pozwolenia na budowę, przepisami i obowiązującymi Polskimi Normami.
- protokoły badań i sprawdzeń oraz ewentualnych odbiorców częściowych,
- pozwolenie na budowę z ewentualnymi dokumentami które powstały w czasie wykonywania robót.

**Techniczną dokumentację powykonawczą w szczególności stanowią:**

- dokumentacja techniczna z naniesionymi czytelnie poprawkami,
- oświadczenie wykonawcy o stosowaniu urządzeń i materiałów ze świadectwami jakości, atestami itp.

### **8.3 Odbiór końcowy.**

Odbioru końcowego dokonuje Inspektor Nadzoru Inwestorskiego.

Inspektor nadzoru może skorzystać z opinii komisji złożonej z rzeczoznawców i przedstawicieli Użytkownika.

Do odbioru należy przygotować dokumentację powykonawczą wg p. 8.2.

Przy dokonaniu odbioru końcowego należy sprawdzić zgodność wykonanych prac z umową, projektem, z warunkami technicznymi wykonania, obowiązującymi przepisami i Polskimi Normami.

Należy także sprawdzić jakość wykonywanych robót potwierdzoną próbami pomontażowymi, jak również wykonanie zleceń zawartych w protokołach prób i odbiorów.

Z odbioru końcowego powinien być sporządzony protokół podpisany przez Inspektora Nadzoru Inwestorskiego, przedstawicieli wykonawcy (ewentualnie biur projektów) i pozostałe osoby biorące udział w odbiorze.

Protokół powinien zawierać ustalenia poczynione podczas odbioru, stwierdzone ewentualnie usterki oraz terminy ich usunięcia.



Decyzja o tym czy obiekt nadaje się do eksploatacji powinna być zawarta w protokole wpisana do dziennika budowy.

#### **8.4 Zgłoszenie zakończenia robót i przekazanie wewnętrznych linii zasilających do eksploatacji.**

Po dokonaniu odbiorów końcowych kablowych wewnętrznych linii zasilających z wynikiem pozytywnym kierownik budowy zgłasza zakończenie robót kierownikowi wiodącemu.

Do zgłoszenia powinien dołączyć:

- oryginał dziennika budowy,
- oświadczenie kierownika robót o zgodności wykonania robót z projektem wykonawczym, przepisami i obowiązującymi Polskimi Normami
- protokoły przeprowadzonych badań i sprawdzeń.

Inspektor powołuje komisję w celu dokonania odbioru i przekazania wewnętrznych linii zasilających do eksploatacji.

Skład komisji to przedstawiciele inwestora, wykonawców i ewentualnie biura projektów sprawującego nadzór autorski. Komisja ustala stan faktyczny i odpowiednio kwalifikuje przekazanie wewnętrznych linii zasilających do użytkowania.

#### **8.5 Odbiór ostateczny.**

##### **8.5.1 Zasady odbioru ostatecznego robót.**

Odbiór ostateczny polega na finalnej ocenie wykonania robót w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości. Całkowite zakończenie robót oraz gotowość do odbioru ostatecznego będzie stwierdzona przez Wykonawcę wpisem do dziennika budowy z bezzwłocznym powiadomieniem na piśmie o tym fakcie Inżyniera.

Odbiór ostateczny robót nastąpi w terminie ustalonym w dokumentach umowy, licząc od dnia potwierdzenia przez Inżyniera zakończenia robót i przyjęcia dokumentów, o których mowa w pkt. 8.5.2.

Odbioru ostatecznego robót dokona komisja wyznaczona przez Zamawiającego w obecności Inżyniera i Wykonawcy. Komisja odbierająca roboty dokona ich oceny jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań i pomiarów ocenie wizualnej oraz zgodności wykonania robót z dokumentacją projektową i z SST.

##### **8.5.2 Dokumentacja powykonawcza.**

Podstawowym dokumentem do dokonania odbioru ostatecznego robót jest protokół odbioru ostatecznego robót sporządzony wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Do odbioru ostatecznego Wykonawca jest zobowiązany przygotować następujące dokumenty:

- dokumentację projektową podstawową z naniesionymi zmianami oraz dodatkową, jeśli została sporządzona w trakcie realizacji umowy,
- szczegółowe specyfikacje techniczne (podstawowe z dokumentów umowy i ewentualnie uzupełniające lub zamienne),
- ustalenia technologiczne,
- dzienniki budowy i księgi obmiarów (oryginały),
- wyniki pomiarów kontrolnych raz badań, zgodne z SST,
- deklaracje zgodności lub certyfikaty zgodności wbudowanych materiałów zgodnie z SST,
- opinię technologiczną sporządzoną na podstawie wszystkich wyników badań i pomiarów załączonych do dokumentów odbioru, wykonanych zgodnie z SST,

- rysunki (dokumentacje) na wykonanie robót towarzyszących ( np. na przełożenie linii telefonicznej, energetycznej, gazowej, oświetlenia itp.) oraz protokoły odbioru i przekazania tych robót właścicielom urządzeń,
- geodezyjną inwentaryzację powykonawczą robót i sieci uzbrojenia terenu,
- kopię mapy zasadniczej powstałej w wyniku geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej.

## 9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności:

Podstawą płatności jest cena jednostkowa skalkulowana przez wykonawcę za jednostkę obmiarową ustaloną dla danej pozycji kosztorysu.

Dla pozycji kosztorysowych wycenionych ryczałtowo, podstawą płatności jest wartość (kwota) podana przez Wykonawcę w danej pozycji kosztorysu. Cena jednostkowa lub kwota ryczałtowa pozycji kosztorysowej będzie uwzględniać wszystkie czynności, wymagania i badania składające się na jej wykonanie, określone dla tej roboty w SST i w dokumentacji projektowej.

Ceny jednostkowe lub kwoty ryczałtowe robót będą obejmować:

- robociznę bezpośrednią wraz z towarzyszącymi kosztami,
- wartość zużytych materiałów wraz z kosztami zakupu, magazynowania, ewentualnych ubytków i transportu na teren budowy,
- wartość pracy sprzętu wraz z towarzyszącymi kosztami,
- koszty pośrednie, zysk kalkulacyjny i ryzyko,
- podatki obliczone zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Do cen jednostkowych nie należy wliczać podatku VAT.

## PRZEPISY ZWIĄZANE

### Normy

N-SEP-E-004 -*Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.*

PN-93/E-90401 -*Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji powłóce polwinitowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 6/6 kV. Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.*

PN-EN 50110-1/2000 -*Eksploatacja urządzeń elektrycznych.*

PN-E-04700:1998 -*Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych.*

BN-68/6353-037 -*Folia kalendrowana techniczna z uplastycznionego polichlorku winylu.*

PN-B-11113:1996 -*Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek.*

BN-83/8836-02 -*Roboty ziemne. Wymagania i badania przy odbiorze.*

Prenorma SEP z dn.25.10.2001r. Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.

PN-EN 60947 „Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa”.

PN-EN 60947-6-1 „Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa. Automatyczne urządzenia przełączające.”

PN-EN 60439 „Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe.”

PN-IEC 60364-4-41 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona instalacji przeciwporażeniowa.”

PN-IEC 60364-4-442 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia.

PN-IEC 60364-4-481 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia

bezpieczeństwa. Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych.  
PN-IEC 60364-6-61 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie odbiorcze.  
PN-E 04700:1998 „Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych.  
PN-E 05161:1997 „Metoda wyznaczania przez ekstrapolację przyrostów temperatury niskonapięciowych rozdzielnic i sterownic badanych w niepełnym zakresie badań typu (PTTA).  
PN-E 05115 „Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięci wyższym od 1 kV.  
PN-86/E-05003/01 „Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.

**Inne dokumenty.**

*Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy-Prawo Budowlane. Dz. Ustaw nr 106, poz.1126 z dnia 10.11.2000r.*

*USTAWA – Prawo Energetyczne. Dz. Ustaw nr 54, poz.348 z dnia 10.11.2000r. wraz z późniejszymi zmianami.*

*Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać urządzenia elektryczne niskiego napięcia w zakresie ochrony przeciwporażeniowej. Projekt nowelizacji przepisów. Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych Wydanie IV. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28.03.2013 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. Dz. Ustaw z dnia 23.04.2013, poz.492 .*

*Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych.*

*Tom V. Instalacje elektryczne. Wyd. 1988r.*

*Obwieszczenie Prezesa Polskiego Komitetu normalizacyjnego z 19.12.2003r. w sprawie wykazu norm zharmonizowanych (Minitor Polski 7/04 poz.117).*

*Ustawa – Prawo Budowlane”.*

*„Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – Dz.U. 75/02 poz.690.”*

*Ustawa „Prawo Energetyczne”.*