# Spis treści

**1.Opis techniczny.....3**

1.1 Podstawa opracowania.....3
1.2 Przedmiot opracowania.....3
1.3 Zakres opracowania.....3
1.4 Przyłącze energetyczne.....3
1.5 Zestaw ZK+P.Poż.....4
1.6 Agregat prądotwórczy.....4
1.7 Wewnętrzne linie zasilające.....4
1.8 Rozdzielnica główna RG+R1.....4
1.9 Rozdzielnica R2.....5
1.10 Szafa zasilająco sterownicza SZS+SD + pole zasilające PZ.....5
1.11 Szafka pomiarowa SP1.....6
1.12 Skrzynki zaciskowe SV, ST, puszki PV.....6
1.13 Oświetlenie zewnętrzne.....6
1.14 Szafka pneumatyki SE1 i instalacja sprężonego powietrza.....7
1.15 Instalacja elektryczna i wentylacja mechaniczna.....7
1.16 Instalacja odgromowa i połączenia wyrównawcze.....8
1.17 Ochrona przeciwprzepięciowa.....8
1.18 Ochrona od porażeń.....8
1.19 Instalacja alarmowa.....9
1.20 Układ sterowania i sygnalizacji.....9
1.21 Oprogramowanie sterownika.....9
1.22 Układy pomiarowe.....11
1.23 Wytyczne dla branży technologicznej.....11
1.24 Wytyczne dla branży budowlanej.....12

**2 Obliczenia.....13**

2.1 Bilans mocy.....13
2.2 Dobór baterii kondensatorów.....13
2.3 Spadki napięcia.....13
2.4 Sprawdzenie warunków skuteczności ochrony od porażeń.....13

ZAŁĄCZNIKI

- Kserokopia uprawnień wraz z wpisem do Izby Inżynierów,
- Warunki techniczne przyłączenia nr WP/040641/2016/O10R03 z dnia 2016-06-23

## 3. Rysunki

3.1. Schemat układu zasilania
3.2. Schemat rozdzielnicy RG+R1
3.3. Schemat rozdzielnicy R2
3.4. Elewacja - szafa SZS+SD
3.5. Elewacja - szafka SE1 i szafka SP1
3.6. Schemat układu automatyki
3.7. Połączenia zewnętrzne
3.8. Zblokowany reaktor biologiczny – rzut parteru
3.9. Zblokowany reaktor biologiczny – rzut dachu
3.10. Budynek socjalny ze sterownią – rzut parteru
3.11. Budynek socjalny ze sterownią – rzut dachu
3.12. Stacja zlewcza kontenerowa z istn. zb. zlewczym
3.13. Schemat technologiczny – automatyzacji
3.14. Plan zagospodarowania

# 1. Opis techniczny

## 1.1 Podstawa opracowania

- wizja lokalna w terenie i informacje od Inwestora,
- warunków technicznych zasilania,
- uzgodnienia międzybranżowe,
- obowiązujące normy i przepisy.

## 1.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest instalacja elektryczna odbiorcza i AKPiA dla oczyszczalni ścieków w miejscowości Borek gm. Rzezawa.

## 1.3 Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- zestaw ZK+P.Poż.,
- agregat prądotwórczy, szafka SZR,
- wewnętrzne linie zasilające,
- rozdzielnicą główną RG+R1,
- rozdzielnicę R2,
- szafę zasilająco-sterowniczą SZS+SD,
- skrzynki zaciskowe SV oraz stojaki ST
- układy pomiarowe,
- instalacje elektryczne ogólne gniazd i oświetlenia i zasilania technologii,
- oświetlenie zewnętrzne,
- ochronę od porażeń,
- instalację odgromową,
- instalację ochrony mienia,
- połączenia wyrównawcze.

## 1.4 Przyłącze energetyczne

Zgodnie z warunkami technicznymi przyłączenia oczyszczalnia zasilana będzie z istniejącego zestawu złączowo-pomiarowego (złącze ZK-2075, obw. 3, BOREK 2 S-90) zlokalizowanego w ogrodzeniu (po dostosowaniu do zwiększonej mocy przyłączeniowej – wykonuje TAURON).
Moc przyłączeniowa docelowa – **40kW – zwiększenie z 15kW.**

Miejsce dostarczenia energii elektrycznej: zaciski prądowe wyjściowe aparatu zaliczkowego.
Miejsce rozgraniczenia własności urządzeń elektroenergetycznych: zaciski prądowe wyjściowe aparatu zaliczkowego.

Do miejsca rozgraniczenia własności projekt wraz z wykonawstwem wykonuje TAURON po podpisaniu przez Inwestora umowy przyłączeniowej.

W zakresie przyłączanych urządzeń, instalacji Wnioskodawcy:

- przystosowanie szafki pomiarowej do standardów obowiązujących w OSD
- przystosowanie istniejącej instalacji do zwiększonego poboru mocy.

W istniejącej szafce pomiarowej wg standardów 1/DMN/2014 wersja trzecia p-kt 18.3 należy wymienić zabezpieczenie adekwatne do nowych warunków pracy – zabezpieczenie 63A.

## 1.5 Zestaw ZK+P.Poż.

Zestaw zlokalizować obok zestawu przyłączeniowego. Zestaw zasilić kablem YKXS 4x25mm$^2$.
W złączu ZK-1 zbudować rozłącznik bezpiecznikowy 250A wraz ze zworami. Nad złączem zabudować szafkę wyłącznika P.Poż. wyposażoną w rozłącznik 250A wraz ze stykiem pomocniczym blokującym agregat prądotwórczy.
Zestaw zabudować na prefabrykowanym fundamencie. Szafki wykonać w obudowach odpornych na czynniki zewnętrzne w II klasie ochronności, IP44.

## 1.6 Agregat prądotwórczy

Przy braku zasilania z sieci oczyszczalnia może być zasilana z agregatu prądotwórczego. Agregat musi być przystosowany do zasilania urządzeń komputerowych (posiadać elektroniczną regulację prędkości obrotowej i napięcia). Dobrano agregat prądotwórczy w wersji otwartej, z rozruchem automatycznym z elektroniczną regulacją prędkości obrotowej i napięcia, przystosowany do pracy ciągłej z podgrzewanym blokiem silnika. Moc zespołu 45kVA/36kW. Zasilanie z agregatu odbywa się poprzez układ SZR zabudowany przy agregacie (agregat zlokalizowano w pomieszczeniu agregatu). Układ SZR uniemożliwia podanie napięcia agregatu na sieć. SZR dostarcza dostawca agregatu. W przypadku wyłączenia oczyszczalni przez wyłącznik główny P.Poż. agregat prądotwórczy jest blokowany przez styk zabudowany w szafce P.Poż.
Przy zasilaniu oczyszczalni z agregatu należy blokować pracę baterii kondensatorów.
W pomieszczeniu agregatu należy wykonać system wymiany powietrza oraz odprowadzenia spalin (wg wytycznych technologicznych).
Instrukcja współpracy agregatu z siecią zostanie uzgodniona na etapie wykonawstwa.

## 1.7 Wewnętrzne linie zasilające

Kable do urządzeń technologicznych układać zgodnie z "Planem zagospodarowania terenu". Podejścia do skrzynek i urządzeń osłaniać rurami ochronnymi.

Kable należy układać w rowie kablowym o głębokości 0,8m , na podsypce z piasku o grubości 10cm linią falistą. Na kable co 10m założyć oznaczniki z oznaczeniem kabla. Następnie kable zasypać 10cm warstwą piasku, warstwą rodzimego gruntu bez kamienia i gruzu o grubości 15cm i przykryć folią ostrzegawczą koloru niebieskiego na całej długości. Szerokość folii powinna być taka aby przykrywała ułożony kabel lecz nie mniejsza niż 20cm. Rów wypełnić gruntem ubijając warstwami. Kable przy skrzyżowaniach z rurociągami, drogami, podejście do złącza czy rozdzielnic powinien być chroniony od uszkodzeń mechanicznych. W tym celu należy kabel umieszczać w rurach ochronnych. Przy wykonywaniu robót należy przestrzegać obowiązujących norm i przepisów.
Kable do urządzeń technologicznych układać zgodnie z rysunkiem „Połączenia zewnętrzne". Podejścia do skrzynek i urządzeń osłaniać rurami ochronnymi.
Do zasilania urządzeń technologicznych zaprojektowano kable typu YKY oraz przewody YDY, do sterowania kable YKSY, natomiast do układów pomiarowych kable w ekranie typu YKSLYekw (YvKSLYekw).

## 1.8 Rozdzielnica główna RG+R1

W budynku socjalnym w pomieszczeniu agregatu zaprojektowano rozdzielnicę główną RG+R1 posadowioną na kanale kablowym. W rozdzielnicy w części RG zabudowano wyłącznik główny z napędem obrotowym 160A, ochronniki przeciwprzepięciowe kl. T1+T2, przekładniki prądowe i monitor zasilania oraz most szynowy z rozłącznikami bezpiecznikowymi które służą do rozdziału energii elektrycznej na cały obiekt oczyszczalni.
Rozdzielnica jest zasilana kablem YKXS5x25mm$^2$ w systemie sieciowym TN-S. W części R1 znajdują się zabezpieczenie obwodów oświetlenia, gniazd i wentylacji budynku socjalnego. Z rozdzielnicy RG+R1 będą zasilone następujące urządzenia i prefabrykaty:

- rozdzielnica R2
- szafa zasilająco-sterowniczą SZS+SD,
- szafka stacji zlewczej SSZ,
- szafka ochrony mienia CA,
- oświetlenie zewnętrzne,
- oświetlenie, ogrzewanie, wentylacja, gniazda dla budynku socjalnego.

Rozdzielnicę RG+R1 zaprojektowano w oparciu o prefabrykat metalowy w II klasie ochronności IP55 o wym. 1890x840x340 + cokół 200mm.

## 1.9 Rozdzielnica R2

Rozdzielnica R2 zlokalizowana w budynku technologicznym w pom. stacji dmuchaw. Rozdzielnica R2 zasilana jest z rozdzielnicy głównej RG+R1 kablem YKY 5x16mm$^2$. W rozdzielnicy znajdują się zabezpieczenia obwodów oświetlenia, wentylacji, ogrzewania, gniazd wtykowych, zestawu gniazd. Z rozdzielnicy R2 będą również zasilone następujące urządzenia i prefabrykaty:

- szafka pneumatyki SE1,
- szafka pomiarowa SP1,
- szafka kraty hakowej SKH,
- szafka sitopiaskownika SSP,
- szafka prasy SPR,
- szafka granulacji z higienizacją osadu SGHO

Obwody odbiorcze są zabezpieczone rozłącznikami bezpiecznikowymi oraz wyłącznikami nadmiarowo – prądowymi.

Rozdzielnica wykonana jest w II klasie ochronności, o stopniu ochrony IP65.

## 1.10 Szafa zasilająco sterownicza SZS+SD + pole zasilające PZ

Pole zasilające PZ szafy SZS+SD będzie zasilane z jest z rozdzielnicy głównej RG+R1 kablem YKY5x25mm$^2$. Na elewacji pola PZ zabudowany jest wyłącznik główny zasilania urządzeń technologicznych.

Z szafy SZS zasila się i steruje pracą następujących urządzeń technologicznych:

- Pompa P1, P2
- Pompa P3, P4, Mieszadło M1
- Pompa P5
- Pompa P7
- Pompa P8
- Pompa PD1, PD2
- Dekanter DK1, DK2
- Dmuchawy D1-D5
- Zawory z napędem pneumatycznym,
- Zasuwy i przepustnice

Pompownia ścieków
Zbiornik buforowy
KTSO
SBR1
SBR2
Zbiornik PIX
Komora tlenowej stabilizacji osadu KTSO

Układy sterowania zostały zaprojektowane w ten sposób aby była możliwość sterowania w trybie ręcznym z elewacji szafy SZS wszystkimi ważniejszymi urządzeniami technologicznymi takimi jak: pompy, mieszadła, dmuchawy, przepustnice i zasuwy nożowe. Umożliwia to sterowanie w trybie ręcznym pracą oczyszczalni. Również na elewacji szafy SZS są sygnalizowane wszystkie stany alarmowe urządzeń i obiektów np. awaria pompy, poziom max itp. oraz potwierdzenie pracy oraz stanów powyższych urządzeń np. praca pompy, przepustnica zam/otw.

Dmuchawy zasilane są poprzez przetwornice częstotliwości, umożliwiające regulację wydajności pracy dmuchaw. Przetwornice komunikują się ze sterownikiem PLC zlokalizowanym w szafie

SZS w oparciu o protokół Modbus RTU. Umożliwia to zebranie podstawowych parametrów pracy falowników takich jak częstotliwość i prąd i wyświetlanie ich w systemie wizualizacyjnym.
Szafa SD posiada wentylację mechaniczną sterowaną termostatem.

Z szafy SZS zasilana jest część układów pomiarowych i sygnalizacyjnych.
Wszystkie silniki zabezpieczono przeciążeniowo i zwarciowo wyłącznikami silnikowymi, pozostałe obwody zabezpieczono wyłącznikami instalacyjnymi. W szafie zabudowany jest sterownik PLC, urządzenia komunikacyjne oraz zasilacz z układami zasilania 24VDC. Na płycie montażowej zabudowane są również wył. silnikowe, wyłączniki nadmiarowoprądowe, styczniki oraz przekaźniki. Na elewacji szafy zabudowany jest panel operatorski, wyłącznik główny, przełączniki, przyciski oraz lampki sygnalizacyjne.
Szafa SZS+SD jest zlokalizowana w sterowni budynku socjalnego.
Szafę SZS+SD zaprojektowano w oparciu o trzy prefabrykaty metalowe do zabudowy szeregowej, IP 55 o wym. 2009x600x500, 2009x1600x500 i 2009x1200x500 + cokoły 100mm.

## 1.11 Szafka pomiarowa SP1

Szafka SP1 zasilana jest z rozdzielnicy R2 kablem YKY3x2,5mm$^2$.
Z szafki SP1 zasilane są układy pomiarowe oczyszczalni.

Wyłącznik główny zabudowany jest na elewacji szafki. W szafie zabudowany jest sterownik PLC, switch, układy zasilania elektrycznego oraz urządzenia komunikacyjne. Sterownik wyposażony jest w port Ethernetowy oraz dwa izolowane porty RS485,
Do szafki SP1 doprowadzone są kable sygnałowe. Napięcie zasilające urządzenia komunikacyjne, oraz sterownik PLC jest wyprowadzone z UPS który jest zabudowany w szafce. W szafce zabudowana jest również przełącznica światłowodowa PS.
Na elewacji zabudowane są lampki sygnalizacyjne napięcia zasilania i przyciski kontroli lampek.
Szafkę SP1 zaprojektowano w oparciu o prefabrykat metalowy, IP55 o wym. 1200x800x300.
Szafka zlokalizowana jest w pomieszczeniu dmuchaw.
Program na sterowniki PLC należy wykonać w oparciu o wytyczne branży technologicznej.

## 1.12 Skrzynki zaciskowe SV, ST, puszki PV

Skrzynki zaciskowe SV znajdują się na obiekcie w pobliżu urządzeń technologicznych i służą do połączenia kabli zasilających, sterowniczych i pomiarowych. Do skrzynek zaciskowych przewidziano konstrukcje wsporcze wraz z rurami osłonowymi do wyprowadzania kabli ponad poziom gruntu. Na elewacji skrzynek SV znajdują się pokrętła wyłączników remontowych do zasilania wpiętych w obwód zasilania urządzeń technologicznych oraz lampki sygnalizujące stan pracy i awarii urządzeń. Skrzynki również służą do zabudowy przekaźników wilgoci oraz przekaźników termicznych dostarczanych przez dostawców pomp i mieszadeł.
Szafki SV zostały zaprojektowane w oparciu o prefabrykaty na zewnątrz z poliwęglanu natomiast wewnątrz z ABSu o wymiarach 300x300x180. Konstrukcje wsporcze do skrzynek SV należy wykonać ze stali nierdzewnej. Dokładną lokalizację skrzynek SV w trakcie realizacji należy uzgodnić z branżą technologiczną.

## 1.13 Oświetlenie zewnętrzne

W rozdzielnicy głównej RG+R1 przewidziano zabudowę zabezpieczeń i układu sterowania.
Oświetlenie terenu załączane jest ręcznie lub sterowane zegarem astronomicznym.
Oświetlenie terenu wykonać w oparciu o lampy LED ze źródłem światła 50W, zabudowanych na słupach 5m wraz z rurą o średnicy zew. 60mm do mocowania oprawy, na fundamencie prefabrykowanym F-100 zabezpieczonym przed wpływem wilgoci ok. 10cm ponad poziom utwardzonego terenu. Metalowa stopa słupa oświetleniowego powinna być połączona z fundamentem w sposób rozłączny. Połączenia słupa z fundamentem powinno być widoczne dla

służb eksploatacji. Zasilanie oświetlenia terenu wykonać kablem YKY5x4mm$^2$. Dodatkowo wzdłuż kabla ułożyć bednarkę Fe/Zn25x4.
Dla oświetlenia na elewacji budynku przewidziano naświetlacze LED 50W oraz oprawy świetlówkowe. Załączanie oświetlenia ręcznie poprzez łączniki lokalne.

## 1.14 Szafka pneumatyki SE1 i instalacja sprężonego powietrza

Dla oczyszczalni zaprojektowano instalację sprężonego powietrza służącą do zasilania napędów pneumatycznych zasuw. Szafka pneumatyki SE1 jest zlokalizowana w pomieszczeniu dmuchaw i zasilana z rozdzielnicy R2 kablem YKY 3x2,5mm$^2$ . Z szafki pneumatyki SE1 zasila się napędy pneumatyczne zasuw nożowych i przepustnic oraz steruje pracą zaworów pneumatycznych.
Szafka SE1 została zaprojektowana w oparciu o prefabrykat metalowy IP55 o wym. 1000x800x300.

W szafce SE1 zabudowane są: stacje przygotowania powietrza, zawory i kolektory do rozdziału sprężonego powietrza. Sprężone powietrze jest dostarczane ze sprężarki tłokowej przewodem pneumatycznym elastycznym Ø8. Na elewacji szafki SE1 zabudowano lampki sygnalizujące prawidłowe napięcie zasilania, ciśnienie powietrza i liczniki czasu pracy i liczby rozruchu sprężarki. Przewody pneumatyczne układać bezpośrednio w korytkach kablowych a w ziemi w rurach osłonowych Ø40. Z szafki SE1 rozprowadza się powietrze zasilające do poszczególnych napędów rurkami pneumatycznymi wykonanymi z poliamidu w osłonie PVC o średnicy 8/6mm, temperaturze pracy -20$^0$C – 80$^0$C, ciśnienie 36bar w pomieszczeniu dmuchaw rurka poliamidową PL.

## 1.15 Instalacja elektryczna i wentylacja mechaniczna

**Pomieszczenia socjalne oczyszczalni**
W pomieszczeniach socjalnych przewody dla oświetlenia, gniazd wtykowych układać w rurkach RVKL w tynku.
Do wszystkich wypustów oświetleniowych doprowadzić przewód ochronny.
Łączniki instalować na wysokości 1,4m nad podłogą. Gniazda montować na wysokości 0,3m nad podłogą, w sanitariatach 1,2m (o ile technologia nie wymaga inaczej). W pomieszczeniach przejściowo wilgotnych stosować sprzęt bryzgoszczelny IP44.

**Pomieszczenia technologiczne oczyszczalni**

Kable i przewody w pomieszczeniach technologicznych i technicznych oczyszczalni należy układać w korytach kablowych.
W pomieszczeniach technologicznych należy stosować korytka perforowane z pokrywami na zewnątrz korytka pełne; system H60, wykonane z blachy stalowej o grubości co najmniej 1mm ze stali nierdzewnej. Ze stali nierdzewnej powinien być również osprzęt montażowy.
Podejścia do gniazd wtykowych, łączników, lamp wykonać w rurkach RVS na tynku.
Do wszystkich wypustów oświetleniowych doprowadzić przewód ochrony.
Wszystkie gniazda wtykowe tzw. ogólne są podwójne ze stykiem ochronnym, bryzgoszczelne IP54. Łączniki montować na wysokości 1,4m nad podłogą. Gniazda montować na wysokości 1,2m nad podłogą (o ile technologia nie wymaga inaczej).

**Wentylacja mechaniczna**

W pomieszczeniach socjalnych przewidziano wspomaganie wentylacji grawitacyjnej za pomocą wentylatora. Wentylator załączany jest razem z oświetleniem ogólnym.
W pomieszczeniu technologicznym prasy i sitopiaskownika przewidziano wentylator dachowy. W pomieszczeniu dmuchaw wentylator ścienny. Sterowanie wentylatorem w trybie ręcznym z kasetys sterowniczej. W trybie automatycznym przez przekaźnik czasowy lub czujnik temperatury.

**Ogrzewanie**

Dla ogrzewania pomieszczeń przewidziano grzejniki elektryczne.

Zasilanie grzejników w budynku socjalnym z rozdzielnicy RG+R1. Grzejniki są sterowane termostat. Dla budynku socjalnego dodatkowe sterowanie z zegara (obniżenie czasowe temperatury).

Zasilanie grzejników w budynku technologicznym z rozdzielnic R2. Ze względu na agresywną atmosferę w pomieszczeniu sitopiaskownika i prasy ogrzewanie jest zaprojektowane w oparciu o grzejniki elektryczne (bez termostatów) wykonane ze stali nierdzewnej IP65 z osłonami. Regulator jest zabudowany na zewnątrz pomieszczeń w rozdzielnicy R2, sterowanie czujnikiem temperatury w pomieszczeniu.

## 1.16 Instalacja odgromowa i połączenia wyrównawcze

Dla wszystkich budynków projektuje się instalacje odgromowe.
Instalację odgromową wykonać zgodnie z PN-EN 62305. Przewody uziemiające z uziomów otokowego dla instalacji odgromowej wyprowadzić maksymalnie co 20 m po obwodzie budynków i należy osłonić certyfikowaną rurą ochronną ok. 0,8m nad poziom gruntu i zakończyć zaciskami probierczymi; wykonać co najmniej dwa zwody odprowadzające układane w certyfikowanej rurce ochronne przeznaczonej dla instalacji odgromowej pod warstwą ocieplenia. Z zacisków probierczych poprowadzić przewody odprowadzające (drut stalowy ocynkowany fi8mm) na poziom dachu. Na dachu wykonać instalację odgromową z drutu fi8mm. Przy wentylatorach dachowych zabudować iglice odgromowe zachowując co najmniej 0,6m odstępu izolacyjnego od urządzenia.

W celu wyeliminowania napięć dotykowych zastosowano połączenia wyrównawcze. W tym celu przewidziano główne szyny wyrównawcze. Do szyn należy podłączyć wszystkie metalowe konstrukcje, urządzenia technologiczne, ramy, balustrady i inne rozległe metalowe elementy. Główne połączenia wyrównawcze wykonać z płaskownika Fe/Zn 30x4 oraz przewodu LgY 16mm$^2$. W związku z powyższym należy przewidzieć ułożenie bednarki po elewacji zbiorników oraz w pom. technologicznych i połączenie ich z uziomem.
Miejscowe połączenia wyrównawcze należy wykonać przewodami LgY 6mm$^2$ układanym bezpośrednio w tynku bądź w rurkach na ścianie. W łazienkach wykonać miejscowe szyny wyrównawcze.

## 1.17 Ochrona przeciwprzepięciowa

Ochronę przed przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi zapewniają ochronniki przeciwprzepięciowe zabudowane w rozdzielnicach RG+R1, R2, SZS+SD (T1+T2 stopień). Dodatkowo w szafach zasilająco-sterowniczych zabudowano ochronniki typu II.

## 1.18 Ochrona od porażeń

Sieć pracuje w układzie TN-C. Rozdzielenie przewodu PEN na PE i N następuje na uziemionym zacisku SZR agregatu.

Jako dodatkowy środek ochrony przeciwporażeniowej zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania i obudowy wykonane w II klasie ochronności.

Samoczynne wyłączenie zasilania jest realizowane przez wkładki topikowe oraz wyłączniki nadmiarowo-prądowe zabudowane w rozdzielnicach RG+R1, R2 i SZS Dodatkową ochronę od porażeń zapewniają wyłączniki różnicowo-prądowe o prądzie różnicowym 30mA. Należy metodą pomiarów sprawdzić skuteczność ochrony od porażeń oraz oporność izolacji instalacji.

## 1.19 Instalacja alarmowa

Dla budynku socjalnego zaprojektowano instalację ochrony włamania i napadu. W pom. sterowni (szafy SZS+SD) zlokalizować centralkę z modułem rozszerzeń linii + moduł zasilania (centralkę zabudować w metalowej obudowie – całość zamknąć w szafce). W pomieszczeniach zamontowano czujki podczerwieni, w drzwiach czujki kontraktonowe.
Na zewnątrz budynku zainstalowano sygnalizator akustyczny.

Instalację rozprowadzić rurkach RVKL18 pod tynkiem przewodami YTDY 6x0,5.

## 1.20 Układ sterowania i sygnalizacji

Układy sterowania zostały zaprojektowane tak, aby sterowanie procesami oczyszczalni ścieków odbywało się w sposób automatyczny zgodnie z programem zapisanym w sterowniku PLC i stacji operatorskiej (sterownik modułowy wraz z odpowiednimi modułami wejść/wyjść i modułami komunikacyjnymi) istnieje możliwość sterowania w trybie ręcznym za pomocą przełączników na elewacji szafy SZS. Program na sterownik PLC i stację operatorską musi zostać napisany zgodnie z wytycznymi branży technologicznej.

Pracą urządzeń technologicznych (pomp, mieszadeł, dmuchaw, zasuw, przepustnic) można sterować za pomocą przełączników umieszczonych na elewacji szafy SZS. Za pomocą tego przełącznika można wyłączyć urządzenie (0-WYŁ), załączyć urządzenie w trybie miejscowym (1-ZAŁ) lub w trybie zdalnym (2-AUTO). W trybie AUTO (zdalnym) urządzenia są sterowane poprzez sterownik PLC. Sterowanie napędami odbywa się w oparciu o algorytmy czasowe i sygnalizowane poziomy ścieków.

Sterownik PLC komunikuje się z falownikami oraz softstartami w oparciu o łącze RS485 z protokołem Modbus RTU. Również z przetwornikami pomiarowymi tlenu, gęstości osadu, pH i przepływu sterownik będzie się komunikował po łączu RS485 z protokołem Modbus RTU.

Panel operatorski jak również stacja operatorska zainstalowana na komputerze PC komunikują się ze sterownikiem PLC za pomocą łącza ethernet. Panel operatorski to jednostka kolorowa, dotykowa z odpowiednimi protokołami dobranymi do sterownika PLC. Poszczególne elementy które komunikują się po łączu ethernet są podłączone do Switcha.

## 1.21 Oprogramowanie sterownika

Na oczyszczalni zaprojektowano stację operatorską z oprogramowaniem wizualizacyjnym SCADA która ma obsługiwać całość procesu oczyszczania. Dodatkowo w skład systemu wizualizacji wchodził będzie panel operatorski. Panel ten służy przede wszystkim do wyświetlania stanu pracy oczyszczalni, wyświetlania oraz zmiany podstawowych parametrów pracy urządzeń np. zmiany poziomów załączenia, wyłączenia, zmianę czasów pracy, przerwy, wyświetlenie liczników godzin pracy itp.

Komputer z oprogramowaniem SCADA pracujący jako stacja operatorska służy do pełnego zobrazowania procesu oczyszczania, zmian wszystkich dostępnych parametrów tego procesu oraz archiwizacji wszystkich ważnych danych. Archiwizacja danych danych będzie obejmowała okres co najmniej jednego roku wstecz, a więc będzie możliwe wyświetlanie przebiegów pomiarowych, przebiegów pracy napędów, obliczanie dowolnych raportów co najmniej rok wstecz. Jeżeli będzie istniała potrzeba użytkownikom można poprzypisywać hasła a więc nie będzie możliwa zmiana nastaw technologicznych czy innych działań w systemie wizualizacji bez podania poprawnego hasła. Oprogramowanie wizualizacyjne będzie zawierać RunTime oraz Development, a więc będzie możliwa jego zmiana, rozbudowa bezpośrednio na obiekcie. Dodatkowo oprogramowanie to musi mieć możliwość archiwizacji wszystkich danych pomiarowych, liczników ścieków i wybranych nastaw w celu wyświetlania przebiegów archiwalnych i obliczania raportów. Archiwum powinno obejmować okres co najmniej jeden rok wstecz.

Oprogramowanie wizualizacyjne będzie zawierać:

- schemat oczyszczalni z rysunkami wszystkich urządzeń, na schemacie będą zobrazowane stany urządzeń – zmiana koloru rysunku urządzenia (praca - zielony, awaria - czerwony), wszystkie wielkości mierzone, stany alarmowe,
- stacyjki urządzeń, na stacyjkach operator będzie miał możliwość podglądu rodzaju sterowania (ręczne, automatyczne), będzie przedstawiony także czas pracy urządzenia,
- stacyjki pomiarów, na stacyjkach operator będzie miał możliwość obserwacji bieżących zmian wielkości mierzonych,
- przebiegi chwilowe i historyczne mierzonych wielkości fizycznych,

- okno alarmowe, na oknie tym przedstawione są aktywne i historyczne alarmy, operator ma możliwość potwierdzania alarmów,
- okno raportów – operator może wyświetlić i wydrukować raporty dobowe jak również godzinowe za wybrany okres czasu.

Sterownik PLC jak również komputer będzie posiadał podtrzymanie zasilania poprzez UPS.

Oprogramowanie sterownika PLC oraz stacji operatorskiej należy wykonać zgodnie z wytycznymi branży technologicznej.

Jeżeli inwestor zapewni dostęp do internetu ze stałym publicznym adresem IP istnieje możliwość zdalnego monitoringu oraz sterowania oczyszczalnią przy wykorzystaniu technologii zdalnego pulpitu.

Stacja operatorska to komputer o następujących lub lepszych parametrach:

1. Zestaw komputerowy
- Procesor: Intel Dual Core serii G
- System: Microsoft Windows 10 professionnal,
- Płyta główna: ASUS
- Pamięć: 8GB,
- Dysk twardy: 500GB,
- Napęd optyczny: Nagrywarka DVD,
- Karta grafiki,
- Karta dźwiękowa
- Karta sieciowa 10/100Mb/s
- Obudowa: 400W
- Klawiatura
- Mysz

2. Monitor LCD - 22"
3. UPS ETA – MultiSystem1000

**Wytyczne dotyczące algorytmu sterowania**

Układy sterowania zostały zaprojektowane tak, aby sterowanie procesami oczyszczalni ścieków odbywało się w sposób automatyczny za pomocą sterownika PLC wraz z odpowiednimi modułami wejść/wyjść. Zmiana nastaw czasów pracy/przerwy napędów, poziomów załączenia i innych parametrów następuje z poziomu panelu operatorskiego znajdującego się na elewacji szafy SZS bądź z poziomu stacji operatorskiej. Oprogramowanie wizualizacyjne stacji operatorskiej umożliwia również sterowanie ręczne wszystkich napędów. W przypadku awarii stacji operatorskiej i sterownika PLC istnieje możliwość ręcznego sterowania napędami za pomocą przełączników umieszczonych na elewacji szafy SZS. Za pomocą tego przełącznika można wyłączyć urządzenie (0-WYŁ), załączyć urządzenie w trybie miejscowym (1-ZAŁ) lub w trybie zdalnym (2-AUTO). W trybie AUTO (zdalnym) urządzenia są sterowane poprzez sterownik PLC.

Sterowanie pracą pomp znajdujących się w pompowni ścieków surowych odbywa się w zależności od poziomu ścieków. Pompy pracują naprzemiennie w celu zapewnienia równomiernego zużywania się obu napędów. Poziom jest mierzony za pomocą sondy hydrostatycznej, poziomy załączenia i wyłączenia pomp są ustawiane przez operatora z poziomu panelu operatorskiego lub stacji operatorskiej. Pompy są zabezpieczone przed suchobiegiem za pomocą sygnalizatorów pływakowych.

Sterowanie pomp w zbiorniku buforowym odbywa się również w zależności od poziomu ścieków. Pompy w pompowni i w zbiorniku buforowym pracują naprzemiennie w celu zapewnienia równomiernego zużywania się pomp.

Mieszadła będą pracowały w trybie czasowym, zgodnie z cyklem reaktorów z możliwością ustawienia czasu pracy oraz przerwy.

Zaprojektowano układ regulacji zawartości tlenu w komorach reaktora biologicznego SBR1 i SBR2. Na podstawie pomiaru tlenu w reaktorach sondami tlenowymi oraz regulatorami PID zrealizowanymi w sterowniku PLC steruje się pracą falowników zmieniając obroty dmuchaw, tak aby utrzymać stały poziom natlenienia ścieków. Również monitorowana jest mętność wody nadosadowej aby do kanalizacji nie zrzucać osadu.
Na wyjściu z oczyszczalni zaprojektowano pomiar przepływu chwilowego ze zliczaniem ilości ścieków oczyszczonych.
Przy spuście ścieków oczyszczonych monitoruje się ich mętność tak, aby nie dopuścić do zrzutu osadu z reaktora do odbiornika.
Reaktory SBR pracują cyklicznie z następującymi fazami:

- faza postoju
- faza napełniania mieszania
- faza tlenowa
- faza anoksyczna
- faza areacji
- faza sedymentacji
- faza spustu ścieków
- faza spustu osadu nadmiernego

Program powinien umożliwić włączenie lub wyłączenie poszczególnych faz tak, aby cykl reaktora elastycznie dopasować do efektów które zamierzamy osiągnąć.

## 1.22 Układy pomiarowe

Na oczyszczalni zaprojektowano następujące układy pomiarowe:

- pomiar poziomu – stacja i zbiornik zlewczy,
- pomiar, sygnalizacja poziomu ścieków i pH – pompownia ścieków,
- pomiar poziomu, tlenu – zbiornik buforowy,
- pomiar poziomu, tlenu, gęstości osadu – KTSO,
- pomiar przepływu osadu na zgęszczaczu,
- pomiar poziomu, tlenu, gęstości osadu – SBR1,
- pomiar poziomu, tlenu, gęstości osadu – SBR2,
- pomiar przepływu ścieków oczyszczonych

## 1.23 Wytyczne dla branży technologicznej

Następujące urządzenia technologiczne są dostarczane z szafkami zasilająco-sterowniczymi, pełnym wyposażeniem łącznie z instalacją, podłączeniem, sprawdzeniem i uruchomieniem:

- stacja zlewcza ścieków dowożonych (łącznie z oprogramowaniem wizualizacyjnym zainstalowanym na stacji operatorskiej dedykowanej, która będzie się znajdowała w pomieszczeniu dyżurki w budynku socjalnym, dostawa montaż i uruchomienie po stronie dostawcy stacji zlewczej),
- krata hakowa,
- sitopiaskownik,
- stacja odwadniania osadu z węzłem higienizacji ze stacją rozstwarzania i dozowania polielektrolitu,
- granulator z węzłem higienizacji.

Szafki powinny umożliwiać wyprowadzenie sygnałów pracy i awarii. Szafka prasy i granulatora powinna umożliwić włączenie powyższych urządzeń w centralny system SCADA w oparciu o komunikację cyfrową RS485 Modbus RTU. Z szafki prasy powinny być zasilane i sterowane wszystkie niezbędne urządzenia wykorzystywane w procesie odwodnienia łącznie z pompą w zbiorniku KTSO.

W zbiornikach oczyszczalni, pompowni ścieków, zbiorniku zlewczym, zbiorniku buforowym, komorach SBR I, II, należy zabudować rury ochronne 80 PVC na uchwytach ze stali kwasoodpornej zgodnie z projektem dla sond hydrostatycznych, pH i tlenowych.
W trakcie montażu instalacji technologicznej należy zabudować czujniki przepływomierzy elektromagnetycznych i zawory.
Zasuwy nożowe i przepustnice z siłownikami pneumatycznymi dostarcza branża technologiczna. Siłowniki pneumatyczne należy dobrać na ciśnienie sterujące 4 atmosfery i powinny być wyposażone w sygnalizatory zamknięcia i otwarcia na napięcie 24VDC, zawory sterujące z cewkami na napięcie 24VDC oraz puszki przyłączeniowe. Każdorazowo zakres dostaw i wyposażenia urządzeń technologicznych należy uzgodnić z branżą technologiczną i elektryczną.

## 1.24 Wytyczne dla branży budowlanej

W budynku socjalnym w pomieszczeniu dyżurki i agregatu prądotwórczego należy wykonać kanał kablowy o wymiarach szer. 30cm gł. 40cm górne krawędzie wykończone kątownikiem 5x5cm. Kanał należy odsunąć od ściany na ok. 10 cm. Kanał powinien być przykryty blachą ryflowaną. W miejscach zaznaczonych na rysunku należy wykonać przepusty kablowe wychodzące na zewnątrz budynku. Przepusty kablowe będą stanowiły rury osłonowe odpowiednio uszczelnione przy przejściu przez fundament ułożone pod wylewką. Lokalizacje kanałów kablowych i rur zgodnie z rysunkami. W budynku reaktorów w pomieszczeniu dmuchaw należy wykonać przepusty opisane jw.
Pomieszczenia przeznaczone na szafy sterownicze SZS+SD powinny być wolne od wyziewów powodujących korozję aparatury (pomieszczenie sterowni i dmuchaw). W pomieszczeniach o wyziewach powodujących korozję należy się liczyć z szybszym zużyciem elementów i aparatów AKP i elektrycznych w w/w pomieszczeniach.

# 2 Obliczenia

## 2.1 Bilans mocy

Zgodnie z warunkami przyłączenia przyjmujemy moc 4**0kW.**

$P_{sz}$= 40kW

cosφ = 0,93

Prąd szczytowy: $I_{sz}$ = 63,08A

Wszystkie dobrane przewody i zabezpieczenia spełniają warunek:

$I_B \leq I_n \leq I_z$

$I_2 \leq 1{,}45 \text{ x } I_z$

Gdzie:

$I_B$ – prąd obliczeniowy

$I_n$ – prąd znamionowy urządzeń zabezpieczających

$I_z$ – obciążalność prądowa długotrwała zabezpieczonych przewodów

$I_2$ – prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających

## 2.2 Dobór baterii kondensatorów

Bateria kondensatorów została dobrana na podstawie wzoru:

$$Q_{sz} = P_{sz}\, x\left(tg\,\varphi_1 - tg\,\varphi_2\right) = 40\, x\left(0{,}75 - 0{,}4\right) = 14\text{kVAr}$$

Z analizy odbiorów przyjęto współczynnik mocy cos φ=0,8.

Dobrano baterię typ I pięciostopniową o mocy 2,5÷25kVAr

## 2.3 Spadki napięcia

Spadki napięcia obliczamy ze wzorów:

$$\Delta U\% = \frac{P_{SZ} \cdot 10^3 \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U_p^{\,2}} \cdot 100\%$$ dla obwodu 3-fazowego

$$\Delta U\% = \frac{2 \cdot P_{SZ} \cdot 10^3 \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U_f^{\,2}} \cdot 100\%$$ dla obwodu 1-fazowego

gdzie: $P_{SZ}$ = moc szczytowa w kW

L - długość pojedynczego przewodu w m

γ - przewodność właściwa przewodu (dla γCu = 57, γAl = 35)

S - przekrój przewodu w $mm^2$

$U_p$ – napięcie sieci międzyfazowe

$U_f$ – napięcie sieci fazowe

Zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-52 dopuszczalny spadek napięcia od złącza do końca dowolnego obwodu odbiorczego instalacji nie może przekraczać 4%.

## 2.4 Sprawdzenie warunków skuteczności ochrony od porażeń

Jako dodatkowy system ochrony od porażeń prądem elektrycznym zastosowano:

- obudowy wykonane w II klasie ochronności: zestaw ZK-1+P.Poż., rozdzielnice obiektowe, skrzynki zaciskowe,

- samoczynne wyłączenie zasilania realizowane jest przez wkładki bezpiecznikowe i wyłączniki nadmiarowoprądowe. Dodatkową ochronę od porażeń realizują wyłączniki różnicowo-prądowe o prądzie różnicowym 30mA zlokalizowane w poszczególnych rozdzielnicach.

Należy metodą pomiarów sprawdzić skuteczność ochrony och porażeń oraz rezystancję izolacji przewodów i kabli.

Projektował:
inż. Tomasz Więcek
nr upr. MAP/0177/PWOE/07

Określenia materiałów i technologii za pomocą znaków towarowych i nazw handlowych użyto w celu dostatecznie dokładnego opisania elementów budowlanych. W każdym przypadku dopuszcza się zastosowanie materiałów i technologii równoważnych.