

Zadanie: Modernizacja oczyszczalni ścieków w Trzcinicy w ramach zadania pn. „Budowa sieci kanalizacyjnej w Opaciu i Trzcinicy(Granice), modernizacja oczyszczalni ścieków w Trzcinicy i Szebniach oraz kanalizacji w Warzycach w gm. Jasło”

Zakres: Instalacje elektryczne i AKPiA

Faza opracowania: Projekt budowlany

Inwestor: Gmina Jasło
ul. Słowackiego 4; 38-200 Jasło

Adres inwestycji: Oczyszczalnia Ścieków w miejscowości Trzcinica gmina Jasło, dz. ew. nr: 1890/2, 1891/4, 1892/3

Opracował: mgr inż. Michał Mac

Projektował: mgr inż. Wacław Kornafel, PDK/0048/PWOE/19

Sprawdził: mgr inż. Andrzej Łuków, UAN/III/7342/95/98

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----------|
| 1. WSTĘP..... | 3 |
| 1.1. Podstawa opracowania | 3 |
| 1.2. Przedmiot opracowania | 3 |
| 1.3. Zakres opracowania..... | 3 |
| 1.4. Zakres robót | 3 |
| 1.5. Oświadczenie..... | 4 |
| 1.6. Uprawnienia projektowe..... | 5 |
| 1.7. Zaświadczenie o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa | 9 |
| 2. OPIS ROZDZIELNIC ELEKTRYCZNYCH..... | 11 |
| 2.1. Zasilanie OŚ w Trzcinicy | 11 |
| 2.2. Rozdzielnice elektryczne | 11 |
| 2.3. Rozdzielnia zasilająco-sterownicza i automatyki RZSA..... | 11 |
| 2.4. Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni głównej RPg..... | 12 |
| 2.5. Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni pośredniej RPP | 13 |
| 3. TRASY I LINIE KABLOWE, INSTALCJE ELEKTRYCZNE | 14 |
| 4. OPIS STEROWANIA I WIZUALIZACJI..... | 15 |
| 3.1. Sterowanie urządzeniami OŚ w Trzcinicy | 15 |
| 3.2. Wizualizacja procesu technologicznego | 15 |
| 5. ARMATURA AKPiA | 19 |
| 6. UWAGI KOŃCOWE | 21 |
| 7. ZAŁĄCZNIKI..... | 23 |

1. WSTĘP

1.1. Podstawa opracowania

Niniejszy projekt opracowano na podstawie umowy z Inwestorem w oparciu o wytyczne branży technologicznej i obowiązujące normy i przepisy.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji elektrycznej zasilania, sterowania automatyki i wizualizacji dla urządzeń technologicznych Oczyszczalni Ścieków w Trzcinicy, gmina Jasło.

1.3. Zakres opracowania

Projektuje się modernizację istniejącej oczyszczalni ścieków. W ramach inwestycji wykonane zostaną wymienione na nowe rozdzielnice elektryczne i armatura kontrolno-pomiarowa. Opracowanie niniejsze obejmuje projekty wszystkich prac instalacyjno – montażowych oraz sterowania i automatyki Oczyszczalni Ścieków w Trzcinicy:

- Rozdzielnia zasilająco-sterownicza i automatyki **RZSA**
- Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni głównej **RPg**
- Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni pośredniej **RPp**
- Armatura kontrolno-pomiarowa AKPiA

1.4. Zakres robót

W skład zakresu robót elektrycznych na Oczyszczalni Ścieków w Trzcinicy wchodzi:

- Demontaż rozdzielnic zasilająco-sterowniczych w budynku
- Demontaż wyłączników remontowych
- Montaż rozdzielnic zasilająco-sterowniczych i automatyki RZSA
- Montaż rozdzielnic zasilająco-sterowniczych pompowni głównej RPg
- Montaż rozdzielnic zasilająco-sterowniczych pompowni pośredniej RPp
- Wymiana na nowe falowniki napędów dmuchaw 7.1M, 7.2M i 7.3M
- Wymiana tras kablowych na obiektach pompowni główna, pompowni pośrednia, reaktory biologiczne, zbiornik uśredniający i zagęszczacz osadu, pomieszczenie sita i piaskownika oraz pomieszczenie odwadniania osadu na korytka ze stali nierdzewnej
- Wymiana lamp, osprzętu i zestawów gniazd w pomieszczeniu sita i piaskownika oraz pomieszczeniu odwadniania osadu
- Wymiana wyłączników remontowych montowanych przy napędach
- Modernizację instalacji połączeń wyrównawczych
- Wymiana sygnalizatorów pływakowych oraz armatury kontrolno-pomiarowej na oczyszczalni ścieków
- Instalację sterowania i automatyki wraz z urządzeniami AKP
- System wizualizacji procesu technologicznego SCADA

- Podłączenie na nowo kabli i przewodów
- Uruchomienie urządzeń AKPiA
- Uruchomienie i rozruch urządzeń
- Pomiary elektryczne
- Dokumentacja powykonawcza

1.5. Oświadczenie

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – *Prawo budowlane* (jednolity tekst Dz. U. 2003 r. Nr 207. poz. 2016 r. z późniejszymi zmianami)

OŚWIADCZAM

że niniejszy projekt wykonawczy **został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej**

Projektant:

mgr inż. Wacław Kornafel, PDK/0048/PWOE/19

Sprawdzający:

mgr inż. Andrzej Łuków, UAN/III/7342/95/98

1.6. Uprawnienia projektowe



PODKARPACKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA



Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
PDK OIIB/0054/0030/19

Rzeszów, 2019-06-28

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2016 r., poz. 1725 z późn. zm.) i art. 12 ust. 1 pkt 1, pkt 2, pkt 3, pkt 4 i pkt 5, art. 12 ust. 2 i ust. 3, art. 12 ust. 4c pkt 3, art. 13 ust. 1, ust. 2, ust. 3 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. c, art. 15a ust. 1, art. 15a ust. 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym, stwierdzamy, że:

Pan Waław Kornafel

magister inżynier
(kierunek studiów - elektrotechnika)
ur. dnia 27 sierpnia 1986 r. miejsce urodzenia – Lubaczów

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny PDK/0048/PWOE/19

**do projektowania i do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2018 r., poz. 2096 z późn. zm.) odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 ww. ustawy Prawo budowlane - podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Rzeszowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Skład Orzekający PDK OIIB

dr inż. Zbigniew Plewako.....

inż. Andrzej Tarczyński.....

mgr inż. Grzegorz Ożóg.....

**Szczegółowy zakres uprawnień
do projektowania i do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych**

Pan Wacław Kornafel

- I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1, pkt 2, pkt 3, pkt 4 i pkt 5 oraz art. 13 ust. 3 i ust. 4 ustawy Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:
- 1. projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno – budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego;**
 - 2. kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi;**
 - 3. kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrolę techniczną wytwarzania tych elementów;**
 - 4. wykonywanie nadzoru inwestorskiego;**
 - 5. sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.**
- II. Na mocy art. 15a ust. 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.) uprawnienia budowlane do projektowania uprawniają również do sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu w zakresie specjalności, objętej niniejszymi uprawnieniami.
- III. Na mocy art. 15a ust. 22 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2018 r., poz. 1202 z późn. zm.) uprawnienia budowlane w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń uprawniają do projektowania obiektu budowlanego lub kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.



Skład Orzekający PDK OIIB

dr inż. Zbigniew Plewako.....

inż. Andrzej Tarczyński.....

mgr inż. Grzegorz Ożóg.....

Otrzymują:

1. Pan Wacław Kornafel
Ul. Zbożowa 37
37-600 Lubaczów
2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
3. aa



WOJEWODA PRZEMYSKI

Przemyśl, 1998-12-10

Nr UAN/III/7342/95/98

D E C Y Z J A
O NADANIU UPRAWNIENÍ BUDOWLANYCH
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie art. 87, ust.1, pkt 2, art.14, ust.1, pkt 5, ust. 3, pkt 1, art.13, ust.1, pkt 1, ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.Nr.89, poz. 414 z 1994 r.) oraz § 9 ust. 1, § 4 ust. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U.Nr.8 z 1995 r. poz.38) art. 104, § 1, 2 KPA - w związku z decyzją Komisji Egzaminacyjnej, zawartą w protokole z dnia 3 grudnia 1998 r.

Andrzej Łuków,

stwierdzam że : Pan

(imię i nazwisko)

magister inżynier elektryk,

.....
(tytuł naukowy - zawodowy)

urodzony dnia 16 listopada 1959 r. w Łukawcu,

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do projektowania ,

instalacyjnej,

w specjalności

(rodzaj specjalności techniczno - budowlanej)

w zakresie : instalacji i sieci elektrycznych i elektroenergetycznych - bez ograniczeń.

- Verte -

Pan mgr inż. Andrzej Łuków jest upoważniony do :

(imię i nazwisko)

1. Projektowania instalacji i sieci elektrycznych i elektroenergetycznych.
2. Sprawdzania projektów budowlanych w /w zakresie.
3. Sprawowania nadzoru autorskiego.
4. Sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

Od niniejszej decyzji przysługuje Panu prawo wniesienia odwołania do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Warszawie, w terminie dni 14-tu od daty doręczenia - za moim pośrednictwem.

Otrzymuje :

1. Pan mgr inż. Andrzej Łuków
ul. Nałkowskiej 5
37-600 Lubaczów

2. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego
ul. Krucza 38/42
00-926 Warszawa 63

3. A/a

z up. Wojewody
mgr inż. arch. Andrzej ŁUKÓW
Wydział Urzędowy i Kontroli
Nadzoru Budowlanego



1.7. Zaświadczenie o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

PDK-HU6-K6J-QNH *

Pan Wacław Kornafel o numerze ewidencyjnym PDK/IE/0149/19
adres zamieszkania ul. Zbożowa 37, 37-600 Lubaczów
jest członkiem Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2021-09-01 do 2022-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-09-21 roku przez:

Grzegorz Dubik, Przewodniczący Rady Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

 Podpis jest prawdziwy



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

PDK-8QK-TEM-HHA *

Pan Andrzej Łuków o numerze ewidencyjnym PDK/IE/1415/01
adres zamieszkania Nałkowskiej 5, 37-600 Lubaczów
jest członkiem Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2021-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2020-12-31 roku przez:

Grzegorz Dubik, Przewodniczący Rady Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



2. OPIS ROZDZIELNIC ELEKTRYCZNYCH

2.1. Zasilanie OŚ w Trzcinicy

Oczyszczalnia Ścieków w Trzcinicy zasilana jest z istniejącej stacji transformatorowej. Układ pomiarowy ze złączem kablowym pozostaje istniejący.

2.2. Rozdzielnice elektryczne

Rozbudowa oczyszczalni ścieków zakłada demontaż starych rozdzielnic. Dla OŚ w Trzcinicy przewiduje się następujące rozdzielnice:

- Rozdzielnia zasilająco-sterownicza i automatyki **RZSA**
- Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni głównej **RPg**
- Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni pośredniej **RPp**

2.3. Rozdzielnia zasilająco-sterownicza i automatyki RZSA

Urządzenia technologiczne zasilane i sterowane będą z szafy RZSA. W szafie zainstalowane będą urządzenia zabezpieczające przed skutkami zwarć i przeciążeń oraz urządzenia sterujące. Elementem zarządzającym pracą całego układu będzie przemysłowy sterownik mikroprocesorowy współpracujący z urządzeniami pomiarowymi i wykonawczymi. Oczyszczalnia będzie pracować w trybie automatycznym z możliwością sterowania w trybie lokalnym ręcznym.

W pomieszczeniu elektrycznym należy zamontować nową szafę RZSA, do której należy wprowadzić istniejące kable i przewody. Kable i przewody pozostają istniejące, należy je tylko na nowo zarobić i podłączyć pod aparaty i urządzenia. Schemat elektryczny, rozmieszczenie elementów oraz wygląd elewacji drzwi projektowanej szafy przedstawiony jest w dokumentacji technicznej „Instalacje automatyki. Rozdzielnia zasilająco-sterownicza i automatyki RZSA”. Rozdzielnia składa się z trzech pól i ma wymiar 2000x3000x4300mm z cokołem 100mm i powinna posiadać stopień ochrony nie mniejszy niż IP 54.

W szafie RZSA należy zamontować wyłącznik główny (o znamionowym prądzie 160A) pełniący także rolę przełącznika sieć-agregat. Zestawienie materiałów szafy zasilająco-sterowniczej znajduje się w dokumentacji technicznej szafy RZSA. Zacisk ochronny rozdzielnic RZSA wraz z jej konstrukcją połączyć z uziomem o wartości rezystancji $R < 10 \Omega$. Do połączeń w szafie stosować przewody LgY, układane w korytkach kablowych z tworzywa sztucznego. Przewody muszą być zakończone końcówkami kabelkowymi. Wszystkie aparaty montować na płycie montażowej szafy na wspornikach TS-35. Przewody wprowadzić od dołu szafy RZSA, zapasy kabli gromadzić w cokołe. System ochrony od porażeń prądem elektrycznym – TN-S.

Na elewacji szafy RZSA zamontować elementy sterowania i sygnalizacji ze wszystkich napędów na oczyszczalni ścieków. Na elewacji zamontować lampki koloru pomarańczowego kontroli zasilania i napięcia sterowniczego w szafie RZSA. Dla napędów należy zainstalować przełącznik wyboru sterowania z pozycjami 2-0-1, lampkę koloru zielonego sygnalizującą pracę napędu i lampkę koloru czerwonego sygnalizującą awarię. W szafie tej znajdować się mają również zabezpieczenia zwarciowe i zabezpieczenia termiczne dla pozostałych sterowanych urządzeń. Jest ona także miejscem przyłączenia wszelkich elementów pomiarowo-kontrolnych takich jak pływakowych sygnalizatorów poziomu, radarowych przetworników pomiaru poziomu,

czterokanałowego przetwornika pomiaru tlenu rozpuszczonego w ściekach, redox i gęstości w komorze w reaktorach oraz przepływomierzy elektromagnetycznych ścieków. Układ sterowania wyposażony jest w mikroprocesorowy sterownik współpracujący z panelem dotykowym 10". Panel dotykowy zamontować na drzwiach rozdzielni, dzięki któremu można będzie sterować pracą całej oczyszczalni ścieków.

Zaprojektowany układ sterowania dmuchaw powietrza oparty jest o regulację przepływu powietrza poprzez wysterowanie dmuchaw przetwornicami częstotliwości. Przetwornice zamontować w pomieszczeniu elektrycznym, na ścianie obok szafy RZSA.

Rozdzielnia RZSA jest przyłączeniem także dla ogólnych instalacji siłowych i oświetleniowych na oczyszczalni. Jako dodatkową ochronę zastosowano szybkie wyłączenie uszkodzonego obwodu poprzez:

- wyłączniki silnikowe z wyzwalaczami zwarciovymi bezzwłocznymi
- dobór wielkości zabezpieczeń dla poszczególnych odbiorów
- wyłączniki różnicowo-prądowe
- połączenia wyrównawcze.

Nastawy zabezpieczeń zwarciovych i przeciążeniowych należy nastawić w czasie prac rozruchowych, uwzględniając faktyczne warunki rozruchu silnika pomp. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej potwierdzić pomiarami po zakończeniu prac montażowych i przekazać protokoły użytkownikowi.

Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa – izolacja.

Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu – wyłącznik różnicowo prądowy w obwodach odbiorczych.

Ochrona urządzeń i instalacji – szybkie wyłączenie zasilania.

Ochrona przeciw przepięciowa – ogranicznik przepięć klasy T1 + T2 (B+C).

2.4. Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni głównej RPg

Szafę pompowni należy zainstalować na nowej konstrukcji obok pompowni głównej. Pompy, pywaki i sonda radarowa pomiaru ścieków jest przyłączona bezpośrednio do szafy RPg. Schemat elektryczny, rozmieszczenie elementów, wygląd elewacji drzwi oraz zestawienie materiałów projektowanej szafki przedstawiony jest w dokumentacji technicznej szafy RPg. Obudowa szafy RPg powinna posiadać stopień ochrony nie mniejszy niż IP65 i mieć wymiar 800x600x250 mm. Wszystkie elementy sterownicze i sygnalizacyjne zamontować na drzwiach wewnętrznych rozdzielni. Zacisk ochronny rozdzielni RZSA wraz z jej konstrukcją połączyć z uziemem o wartości rezystancji $R < 10 \Omega$. Do połączeń w szafie stosować przewody LgY, układane w korytkach kablowych z tworzywa sztucznego. Przewody muszą być zakończone końcówkami kabelkowymi. Wszystkie aparaty montować na płycie montażowej szafy na wspornikach TS-35. Przewody wprowadzić od dołu szafy RPg poprzez dławice kablowe.

Elementem zarządzającym pracą całego układu będzie przemysłowy sterownik mikroprocesorowy współpracujący z urządzeniami pomiarowymi i wykonawczymi. Sterownik należy skomunikować po sieci Profinet TCP/IP ze sterownikiem głównym w szafie RZSA. Wszystkie informacje i nastawy należy wyświetlić na panelu operatorskim szafy RZSA i komputerze

z wizualizacją SCADA. W tym celu należy położyć kabel do komunikacji – kabel ziemny, skrętka żelowana UTPw kat.5e 4x2x0,5.

Nastawy zabezpieczeń zwarciovych i przeciążeniowych należy nastawić w czasie prac rozruchowych, uwzględniając faktyczne warunki rozruchu silnika pomp. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej potwierdzić pomiarami po zakończeniu prac montażowych i przekazać protokoły użytkownikowi.

Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa – izolacja.

Ochrona urządzeń i instalacji – szybkie wyłączenie zasilania.

Ochrona przeciw przepięciowa – ogranicznik przepięć klasy T1 + T2 (B+C).

2.5. Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni pośredniej RPp

Szafę pompowni należy zainstalować na nowej konstrukcji obok pompowni głównej. Pompy, pływaki i sonda radarowa pomiaru ścieków jest przyłączona bezpośrednio do szafy RPg. Schemat elektryczny, rozmieszczenie elementów, wygląd elewacji drzwi oraz zestawienie materiałów projektowanej szafki przedstawiony jest w dokumentacji technicznej szafy RPg. Obudowa szafy RPg powinna posiadać stopień ochrony nie mniejszy niż IP65 i mieć wymiar 800x600x250 mm. Wszystkie elementy sterownicze i sygnalizacyjne zamontować na drzwiach wewnętrznych rozdzielnic. Zacisk ochronny rozdzielnic RZSA wraz z jej konstrukcją połączyć z uziemieniem o wartości rezystancji $R < 10 \Omega$. Do połączeń w szafie stosować przewody LgY, układane w korytkach kablowych z tworzywa sztucznego. Przewody muszą być zakończone końcówkami kabelkowymi. Wszystkie aparaty montować na płycie montażowej szafy na wspornikach TS-35. Przewody wprowadzić od dołu szafy RPg poprzez dławice kablowe.

Elementem zarządzającym pracą całego układu będzie przemysłowy sterownik mikroprocesorowy współpracujący z urządzeniami pomiarowymi i wykonawczymi. Sterownik należy skomunikować po sieci Profinet TCP/IP z sterownikiem głównym w szafie RZSA. Wszystkie informacje i nastawy należy wyświetlić na panelu operatorskim szafy RZSA i komputerze z wizualizacją SCADA. W tym celu należy położyć kabel do komunikacji – kabel ziemny skrętka żelowana UTPw kat.5e 4x2x0,5.

Nastawy zabezpieczeń zwarciovych i przeciążeniowych należy nastawić w czasie prac rozruchowych, uwzględniając faktyczne warunki rozruchu silnika pomp. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej potwierdzić pomiarami po zakończeniu prac montażowych i przekazać protokoły użytkownikowi.

Ochrona przeciwporażeniowa podstawowa – izolacja.

Ochrona urządzeń i instalacji – szybkie wyłączenie zasilania.

Ochrona przeciw przepięciowa – ogranicznik przepięć klasy T1 + T2 (B+C).

3. TRASY I LINIE KABLOWE, INSTALCJE ELEKTRYCZNE

Na oczyszczalni ścieków nie przewiduje się wymiany lub dokładania kabli. Należy wykorzystać istniejące, przy czym należy je na nowo zarobić podpinając pod urządzenia i do rozdzielnic. W celu komunikacji sterowników PLC z pompowni głównej i pompowni pośredniej należy ułożyć nowe kable – skrętka żelowana UTP kat. 5e do szafy RZSA.

W przypadku tras kablowych należy istniejące skorodowane korytka wymienić na nowe. Dotyczy to także wsporników i konstrukcji wsporczych. Należy zamontować korytka i pokrywy ze stali nierdzewnej. Wymiana tras kablowych dotyczy obiektów najbardziej narażonych na warunki panujące na oczyszczalni i są to: pomieszczenie sita i piaskownika, pomieszczenie odwadniania osadu, reaktory biologiczne wraz z zbiornikiem uśredniającym i zagęszczaczem osadu. Istniejące kable należy na nowo ułożyć w nowo zamontowanych trasach kablowych.

Dla pomieszczenia sita i piaskownika oraz pomieszczenia odwadniania osadu należy także wymienić istniejące lampy na nowe – bryzgoszczelne o min. IP65. W pomieszczeniach tych należy także wymienić osprzęt elektryczny tj. łączniki światła, gniazda zasilające i zestawy gniazd. Również na zbiorniku uśredniającym należy wymienić zestaw gniazd zasilających. Nowe zestawy gniazd mają posiadać wyłączniki różnicowo i nadprądowe zasilanych gniazd. Dla wszystkich napędów należy wymienić na nowe wyłączniki remontowe w obudowie z stopniem ochrony min. IP65.

Uziom budynku należy pozostawić istniejący. Dla poprawienia instalacji połączeń wyrównawczych należy wymienić bednarke w pomieszczeniu sita i piaskownika, pomieszczeniu odwadniania osadu i na reaktorach na nową. Rezystancja nie może przekroczyć 10Ω . Podejścia pod urządzenia należy prowadzić przewodem ochronnym żółto zielonym.

Do połączenia wyrównawczego należy przyłączyć: obudowy dmuchaw w budynku, obudowę rozdzielnic RZSA, konstrukcje szafek lokalnego sterowania i przetworników pomiarowych, korytka, instalacje rurowe, barierki na reaktorze i osadnikach oraz punkt rozdziału przewodu neutralnoochronnego PEN na przewód ochronny PE i neutralny N. Do połączeń wyrównawczych używać przewodu LgY 6mm^2 .

4. OPIS STEROWANIA I WIZUALIZACJI

3.1. Sterowanie urządzeniami OŚ w Trzcinicy

Wszystkie napędy zainstalowane na oczyszczalni mają mieć możliwość sterowania lokalnego poprzez załączenie/wyłączenie napędu. W tym trybie przełącznik sterowania dla danego napędu ma być w pozycji „2”. Przetawienie przełącznika w pozycję „1” uaktywni sterowanie zdalne przez sterownik PLC. Pozycja „0” przełącznika trybu sterowania powoduje odstawienie danego napędu.

Swobodnie programowalny sterownik PLC z modułami wejść/wyjść cyfrowych i analogowych służy do sterowania pracą urządzeń zainstalowanych na terenie oczyszczalni. Sterownik wystawia odpowiednie sygnały sterujące włączające i wyłączające określone urządzenia na podstawie sygnałów otrzymywanych z czujników pomiarowych oraz elementów sterowania.

Sterownik PLC powinien posiadać:

- Minimalną ilość wejść cyfrowych DI – 94
- Minimalną ilość wyjść analogowych DO – 42
- Minimalną ilość wejść analogowych AI – 18
- Port do komunikacji Ethernet
- Możliwość rozbudowy o nowe moduły.

Projektowana oczyszczalnia ścieków ma pracować automatycznie. Pracą zarządzać będzie sterownik mikroprocesorowy swobodnie programowalny zapewniający automatyczne działanie urządzeń technologii zgodnie z wytycznymi sygnalizacji i sterowania urządzeń OŚ. Szczegółowe algorytmy sterowania uzyskać należy z branży technologicznej w trakcie rozruchu.

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

3.2. Wizualizacja procesu technologicznego

Układ sterowania wyposażony jest w mikroprocesorowy sterownik, który będzie skomunikowany z panelem dotykowym HMI. Panel należy zamontować na drzwiach rozdzielni. dzięki niemu możemy sterować pracą całej oczyszczalni. Sterownik PLC wyposażony w port Ethernet należy połączyć z panelem patchcordem i skomunikować po protokole profinet TCP/IP. Na panelu należy zaprojektować obrazy technologiczne pozwalające na podgląd stanu urządzeń na oczyszczalni. Panel umożliwił będzie:

- nastawę parametrów
- zmianę trybu pracy SUW
- sterowanie urządzeń w trybie pracy ręcznej
- odczyt wartości pomiarowych
- podgląd stanów urządzeń i ich trybu sterowania
- odczyt historii stanów awaryjnych.

Sterownik PLC zapewnia także komunikację z systemem wizualizacji SCADA, który będzie zainstalowany na dostarczonym komputerze. Przewiduje się uruchomienie nowej stacji operatorskiej

z oprogramowaniem wizualizacyjnym SCADA. Na komputerze należy zainstalować zintegrowany i pewny w działaniu system oprogramowania przemysłowego pozwalający na bezpieczne zarządzanie, monitoring, sterowanie i archiwizację danych. System wizualizacji SCADA ma mieć możliwość wyświetlania parametrów i ich zmianę (w przypadku wartości zadanych sterowania). W przypadku wystąpienia awarii system ma wyświetlać monity o awariach i gromadzić je w dzienniku alarmów bieżących i historycznych. Na stanowisku komputerowym należy wykonać wizualizację pracy oczyszczalni przedstawiając w sposób graficzny stany pracy urządzeń technologicznych, wartości procesowe oraz trendy bieżące i historyczne. Domyślnym użytkownikiem będzie operator, który posiada możliwość obserwacji przebiegów procesów technologicznych, przeglądania, potwierdzania i kasowania alarmów, przeglądania wykresów bieżących i historycznych.

System obsługiwany będzie za pomocą myszy lub klawiatury. Między ekranami synoptycznymi przełącza się poprzez wybór odpowiedniego klawisza funkcyjnego. W projektowanej aplikacji cała instalacja technologiczna podzielona zostanie funkcjonalnie na ekrany (tzw. maski), z których można wyróżnić maski technologiczne oraz ekrany informacyjne. Maski technologiczne będą pokazywać w uzgodniony z użytkownikiem sposób obraz odpowiedniego fragmentu instalacji technologicznej, natomiast ekrany informacyjne będą podawać bardziej szczegółowe informacje o wybranym obiekcie, przy czym ekrany informacyjne powinny pojawiać się na tle maski technologicznej po wskazaniu przez operatora obiektu, z którego niezbędne jest ściągnięcie bardziej szczegółowych danych.

Komputer z oprogramowaniem SCADA pracujący jako stacja operatorska służy do pełnego zobrazowania systemu sieci pompowni, zmian wszystkich dostępnych parametrów oraz archiwizacji wszystkich ważnych danych. Archiwizacja danych będzie obejmowała okres co najmniej jednego roku wstecz, a więc będzie możliwe wyświetlanie przebiegów pomiarowych, przebiegów pracy napędów, obliczanie raportów co najmniej rok wstecz. Jeżeli będzie istniała potrzeba, użytkownikom można przypisać 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 i wybranych parametrów w celu wyświetlania przebiegów archiwalnych i obliczania raportów. Archiwum powinno obejmować okres co najmniej jednego roku wstecz. Oprogramowanie wizualizacyjne będzie zawierać:

- schematy technologiczne oczyszczalni wraz z ekranami szczegółowymi poszczególnych obiektów,
- na schemacie będą zobrazowane stany urządzeń – aktywna zmiana koloru symbolu urządzenia (praca - zielony, awaria – czerwony, postój - szary), wszystkie wielkości mierzone, stany alarmowe,
- stacyjki urządzeń, na stacyjkach operator będzie miał możliwość podglądu rodzaju sterowania (ręczne, automatyczne), możliwość zmiany nastaw sterowania, będzie przedstawiony także czas pracy urządzenia,
- przebiegi chwilowe i historyczne mierzonych wielkości fizycznych

- raporty z czasów pracy pompowni - operator może wyświetlić i wydrukować raporty dobowe i godzinowe za wybrany okres czasu.

- dzienniki alarmów bieżących i historycznych występujących na poszczególnych obiektach

- monitorowanie stanu komunikacji z poszczególnymi obiektami i alarmowanie o wystąpieniu braku komunikacji z pompowniami.

Komputer będzie posiadał podtrzymanie zasilania poprzez UPS 700VA. Stacja operatorska to komputer o następujących lub lepszych parametrach:

Procesor: Intel Core i5-9XXX,
- System: Microsoft Windows 10Pro,
- Pamięć RAM: 8GB,
- Dysk twardy: 1TB,
- Napęd optyczny: Nagrywarka DVD,
- Karta grafiki,
- Karta dźwiękowa,
- Karta sieciowa 10/100Mb/s,
- Obudowa: zasilacz 350W,
- Klawiatura,
- Mysz,
2. Monitor LCD - 24"
3. Głośniki
4. UPS 700VA

Należy zastosować system oprogramowania z grupy SCADA (ang. Supervisory, Control And Data Aquisition), który będzie umożliwiał kontrolę oraz sterowanie siecią pompowni. System nie może ograniczać w żaden sposób ilości kontrolowanych obiektów oraz ilości kontrolowanych i przesyłanych danych z obiektów. Należy dostarczyć system o nielimitowanej ilości zacytywanych danych i rejestrów pomiarowych z obiektów. Zastosowany system ma mieć możliwość dalszej rozbudowy przez automatyka/programistę, kody źródłowe należy przekazać po zakończeniu prac. Nie dopuszcza się stosowanie systemów na serwerach zewnętrznych firm, zainstalowanych poza obiektem zakładu komunalnego.

Najważniejsze cechy systemu:

- architektura typu klient-serwer,
- rozproszony (modułowy) charakter - poszczególne funkcje systemu realizowane przez pracujące równolegle moduły,
- skalowalny - z możliwością rozbudowy w każdym momencie o kolejne moduły,
- otwarty – z możliwością rozszerzenia funkcjonalności przez programistów na życzenie Użytkownika po okresie gwarancji
- łatwość obsługi (środowisko Windows),
- środowisko programowe i dokumentacja w całości w języku polskim,
- serwis do oprogramowania SCADA w języku polskim,
- współpraca z bazami danych MS SQL i Oracle,
- brak podziału na wersję runtime i deweloperską – narzędzia do przygotowania aplikacji wbudowane w system,
- rozbudowane możliwości komunikacyjne pozwalające na tworzenie instalacji rozproszonych w ramach sieci LAN lub WAN,

- obsługa szerokiej gamy łączy komunikacyjnych do łączności z urządzeniami obiektowymi (łącza szeregowo bezpośrednie, linie komutowane, GSM/GPRS, łącza radiowe, UDP/TCP, LAN, WAN),
- wbudowane narzędzia do archiwizacji i raportowania danych,
- możliwość tworzenia profili raportowych godzinowych, dobowych, miesięcznych i okresowych,
- mechanizmy łatwego tworzenia kolejnych obiektów na podstawie już istniejących,
- komunikaty dźwiękowe,
- rozbudowany edytor graficzny do tworzenia schematów i raportów
- bogaty zbiór bibliotek graficznych,
- nowoczesne metody kontroli dostępu.

5. ARMATURA AKPiA

Radarowy pomiar poziomu

Specyfikacja techniczna:

- dokładność: ± 2 mm
- wyjście 4...20 mA HART
- zasilanie 10,5-30 VDC
- konfiguracja radaru poprzez wbudowany moduł bluetooth
- komunikacja bluetooth szyfrowana: 128 bit (certyfikat Instytutu Fraunhoffera)
- darmowa aplikacja z menu w języku polskim
- częstotliwość pracy 26 GHz
- zakres pomiarowy 15 m
- temperatura pracy od -40°C do $+80^{\circ}\text{C}$
- czas odpowiedzi $t_{90} < 3$ s
- stopień ochrony: IP66/68
- praca w ciśnieniu od -1 do 3 bar
- materiał czujnika i korpusu: PVDF
- przyłącze procesowe z PVDF
- zintegrowany przewód podłączeniowy o długości min. 10 m
- wyświetlacz LCD, obiektowy, zasilany z pętli prądowej, IP66/67
- w zestawie pułapka kesonowa z metalizowanego tworzywa PBT-PC
- deklaracja producenta o braku wpływu fal elektromagnetycznych na żywe organizmy i środowisko

- wbudowany ogranicznik przepięć spełniający wymagania normy IEC/EN 60079-14 cl. 12.3

Cyfrowy czujnik redoks:

Specyfikacja techniczna:

- kombinowana elektroda szklana z wbudowanym czujnikiem temperatury
- zakres pomiarowy: -1500 mV... $+1500$ mV
- dokładność ± 5 mV
- odporna na zabrudzenia diafragma z PTFE
- wszystkie charakterystyki oraz parametry kalibracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci czujnika
- odporne na wilgoć (IP68) bezstykowe złącze indukcyjne
- ciśnienie: do 6 bar
- temperatura medium: 0°C ... $+80^{\circ}\text{C}$
- kabel odłączany przy sondzie o dł. 10 m
- klasa ochrony IP 68
- kompletny zestaw montażowy producenta sondy

Sonda cyfrowa tlenu rozpuszczonego

Specyfikacja techniczna:

- metoda pomiaru: fluorescencja/optyczna
- wszystkie charakterystyki oraz parametry kalibracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci czujnika
- zintegrowany kabel o długości 7 m
- zakres pomiarowy: 0...20 mg/l

- czas odpowiedzi: $t_{90} = 60$ s
- dokładność: $\pm 2\%$ wartości mierzonej
- zakres temperatury pracy: do $60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- zakres ciśnienia: maks. 10 bar abs
- korpus sondy z: 1.4435
- klasa ochrony IP68
- kompletny zestaw montażowy producenta sondy

Sonda cyfrowa do pomiaru mętności/gęstości

Specyfikacja techniczna:

- pomiar metodą światła rozproszonego pod kątem 90° oraz czterowiązkowego światła pulsacyjnego pod kątem 135°
 - okno pomiarowe wykonane ze szkła szafirowego odpornego na zarysowania
 - korpus wykonany ze stali 1.4404 lub 1.4571
 - wszystkie charakterystyki oraz parametry kalibracyjne są przechowywane w wewnętrznej pamięci czujnika
 - zintegrowany kabel o długości 7 m
 - zakres pomiarowy $0 \dots 150\text{ g/l}$; $0 \dots 4000\text{ FNU}$
 - maksymalny błąd: $< 2\%$ wartości mierzonej
 - zakres temperatury pracy: do $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - zakres ciśnienia: maks. 10 bar abs
 - klasa ochrony IP 68
 - brak elementów ruchomych podlegających wymianie (np. wycieraczka)
 - możliwość montażu zanurzeniowego oraz do rurociągu
 - kompletny zestaw montażowy producenta sondy

Przetwornik uniwersalny

Specyfikacja techniczna:

- obsługa czujników w technologii cyfrowej umożliwiającej podłączenie sond więcej niż jednego producenta
 - automatyczne rozpoznawanie podłączonych czujników wraz z pobieraniem danych kalibracyjnych
 - duży, indywidualny wyświetlacz z regulacją wielkości czcionek oraz ustawianiem kontrastu
 - obsługa za pomocą 4 przycisków i pokrętki nawigacyjnego
 - menu w języku polskim
 - dostęp do funkcji umożliwiających ocenę stanu zużycia elektrody lub czujnika
 - funkcja sterowania czyszczeniem
 - zasilanie: 230 VAC
 - wejście: 4x czujnik cyfrowy
 - wbudowany serwer www
 - monitoring, weryfikacja stanu czujników na żądanie, diagnostyka
 - wyjście 4x $4 \dots 20\text{ mA}$
 - zestyk alarmowy
 - praca w temperaturach: $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - stopień ochrony: IP66/IP67
 - daszek przeciwsłoneczny w zestawie

6. UWAGI KOŃCOWE

Po wykonaniu robót należy sprawdzić:

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

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania robót, ich zgodność z dokumentacją projektową, sztuką budowlaną, prawem i przepisami BHP. Wszelkie prace wykonać zgodnie z polskimi normami, szczególnie: PN-IEC 364, PN-IEC 60364, PN-IEC 61024 wiedzą techniczną i zasadami sztuki budowlanej. Zgodnie z Prawem Budowlanym (Dziennik Ustaw RP nr 89 z 25 sierpnia 1994 r.) przy wykonywaniu prac budowlano-montażowych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu stosowania w budownictwie. Za dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie uznaje się wyroby, dla których zgodnie z odrębnymi przepisami wydano:

- certyfikat na znak bezpieczeństwa wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie polskich norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych,

- deklaracje zgodności lub certyfikat zgodności z polską normą lub aprobatą techniczną (w wypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono polskiej normy), jeżeli nie są objęte certyfikacją na znak bezpieczeństwa.

Wszystkie materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia, o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument. Materiały, z których wykonywane są wyroby powinny odpowiadać warunkom stosowania w instalacjach, budownictwie oraz dokumentacji projektowej. Urządzenia i elementy instalacji powinny być zamontowane zgodnie z instrukcją producenta. Urządzenia i elementy instalacji powinny mieć dopuszczenia do stosowania w budownictwie. Dopuszcza się stosowanie zamienników do urządzeń wymienionych w projekcie pod warunkiem zachowania parametrów technicznych

Wszelkie materiały i urządzenia powinny być składowane w sposób zapobiegający ich zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się ich właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych. Składowanie aparatury AKPiA powinno odbywać się w zamkniętym suchym pomieszczeniu zabezpieczonym przed dostaniem się kurzu

i przed uszkodzeniami mechanicznymi z zachowaniem specyficznych cech do typu i rodzaju materiałów. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

Szafy sterownicze montowane przez doświadczony personel z uprawnieniami zgodnie z obowiązującymi normami. 36-miesięczna gwarancja na szafy sterownicze. Serwis szaf sterowniczych w okresie gwarancyjnym i pogwarancyjnym zapewniony przez wykwalifikowane osoby. Nie dopuszcza się stosowanie sterowników, panela HMI i systemu wizualizacji typu SCADA programowanych w tzw. systemach zamkniętych tzn. oprogramowaniu nie dostępnym na rynku poza firmą, która będzie konfigurowała i programowała sterowniki/moduły telemetryczne.

7. ZAŁĄCZNIKI

1. Dokumentacja techniczna; Rozdzielnia zasilająco-sterownicza i automatyki RZSA
2. Dokumentacja techniczna; Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni głównej RPg
3. Dokumentacja techniczna; Rozdzielnia zasilająco-sterownicza pompowni pośredniej RPP
4. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-1
5. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-2
6. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-3
7. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-4
8. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-5
9. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-6
10. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-7
11. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-8
12. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-9
13. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-10
14. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-11
15. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-12
16. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-13
17. Dokumentacja pomiarów technologicznych; rys. AKP-14
18. Schemat technologiczny Oczyszczalni Ścieków w Trzcinicy