



CDM Sp. z o. o. ul. Stawki 40 , 01-040 Warszawa
Telefon: 0-22 / 551-93-00 Fax: 0-22 / 551-93-80
poland@cdm-europe.eu



Biuro Projektów Gospodarki Wodnej i Ściekowej
"BIPROWOD - WARSZAWA" Sp. z o.o.
ul. Rydygiera 8, 01-793 Warszawa
Telefon: 0-22 / 633 92 73 Fax: 0-22 / 633 93 73
biprowod@biprowod.com.pl

NAZWA INWESTYCJI:

Modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Piotrkowie Trybunalskim
POIS.01.01.00-00-003/07

INWESTOR:

Miasto Piotrków Trybunalski, Pasaż Karola Rudowskiego 10, 97-300
Piotrków Trybunalski

ADRES INWESTYCJI:

Oczyszczalnia Ścieków, Piotrków Trybunalski, ul. Podole 7/9
Działka ewidencyjna Nr 524/2

NAZWA OPRACOWANIA:

PROJEKT WYKONAWCZY

Modernizacji i rozbudowy oczyszczalni ścieków w Piotrkowie Trybunalskim

Branża: INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Obiekt: Ob. 9 POMPOWIA WYSOKICH CIŚNIEŃ	Nr arch. 046
--	---	-----------------

Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Dyrektor Biura Andrzej DZIUBA		
Główny Projektant Elżbieta KOZŁOWSKA		
Projektant Andrzej POPEK	upr. nr St 348/78 spec. instalacyjno-inżynieryjna	
Opracował Łukasz MOLIK		
Sprawdzający Mariusz PAZURA	upr. nr MAZ/0413/PWOE/07 spec. instalacyjna	

Warszawa, wrzesień 2011r.

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

Spis rysunków.....	3
1 Informacje ogólne.....	4
1.1 Podstawa opracowania	4
1.2 Przedmiot opracowania	4
1.3 Zakres opracowania	4
2 Projektowane rozwiązania.....	5
2.1 Zasilanie	5
2.2 Rozdzielnica 15kV SO2.....	5
2.2.1 Blokady.....	5
2.2.2 Sygnalizacja.....	6
2.3 Rozdzielnica RG2.....	6
2.4 Rozdzielnica RP9A i RP9B.....	7
2.5 Rozdzielnica RPW9.....	7
2.6 Agregaty prądotwórcze.....	8
2.7 Kompensacja mocy biernej	8
2.8 Sterowanie napędami elektrycznymi	8
2.9 Instalacja oświetleniowa	9
2.10 Instalacja siły	10
2.11 Instalacje odgromowe i uziemiające	10
2.12 Ochrona dodatkowa od porażeń prądem elektrycznym.....	10
2.13 Ochrona przepięciowa.....	11
2.14 Sprzęt ochronny bhp i ppoż.....	11
2.15 Uwagi	11
3 Obliczenia techniczne.....	12
3.1 Sprawdzenie skuteczności dodatkowej ochrony od porażeń prądem elektrycznym	12
4 Wykaz kabli	13
5 Zestawienia materiałów	16
5.1 Rozdzielnica SO2.....	16
5.2 Rozdzielnica RG2.....	16
5.3 Rozdzielnica RP9A.....	17
5.4 Rozdzielnica RP9B.....	17
5.5 Rozdzielnica RPW9.....	17
5.6 Bateria kondensatorów	18
5.7 Skrzynki sterowania miejscowego pomp 0901÷0903TS, 0911TS÷0913TS	18
5.8 Kable i przewody	19
5.9 Instalacje elektryczne	19
5.10 Instalacje odgromowe i uziemiające	20
5.11 Korytka i rurki osłonowe	20
6. Obliczenia fotometryczne	

Spis rysunków

Lp.	Nazwa rysunku	Nr rysunku
1.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Plan instalacji siłowej.	046/E/PW/9/1
2.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Plan instalacji oświetleniowej.	046/E/PW/9/2
3.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Plan instalacji odgromowej.	046/E/PW/9/3
4.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Rozdzielnica SN SO2 – Schemat ideowy.	046/E/PW/9/4
5.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Rozdzielnica SN SO2 – Wyposażenie.	046/E/PW/9/5
6.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Rozdzielnica RG2 – Schemat ideowy.	046/E/PW/9/6
7.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Rozdzielnica RG2 – Wyposażenie.	046/E/PW/9/7
8.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Rozdzielnica RP9A, RP9B – Schemat ideowy.	046/E/PW/9/8
9.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Rozdzielnica RP9A, RP9B – Wyposażenie.	046/E/PW/9/9
10.	Sterowanie pompami PWC1/9÷PWC6/9. Schemat zasadniczy – arkusz 1.	046/E/PW/9/10
11.	Sterowanie pompami PWC1/9÷PWC6/9. Schemat zasadniczy – arkusz 2.	046/E/PW/9/11
12.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Tablica sterowania miejscowego pomp PWC1/9÷PWC6/9 *TS	046/E/PW/9/12
13.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Rozdzielnica RPW9 – Schemat ideowy.	046/E/PW/9/13
14.	Obiekt nr 9 – Pompownia wysokich ciśnień. Rozdzielnica RPW9 – Wyposażenie.	046/E/PW/9/14

1 Informacje ogólne

Inwestor: Miasto Piotrków Trybunalski Pasaż Karola Rudowskiego
10, 97-300 Piotrków Trybunalski

Wykonawca: *Konsorcjum firm:* CDM Sp. z o.o. i Biprowod Sp. z o.o.
Lider konsorcjum: CDM Sp. z o.o., ul. Stawki 40
01-040 Warszawa;

1.1 Podstawa opracowania

Podstawą opracowania jest umowa zawarta pomiędzy w/w Inwestorem, a Wykonawcą, na realizację prac projektowych pn. „Modernizacja i rozbudowa Oczyszczalni Ścieków w Piotrkowie Trybunalskim”.

1.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji elektrycznych dla Pompowni wysokich ciśnień – ob. nr 9, w ramach Projektu „Modernizacja i przebudowa Oczyszczalni Ścieków w Piotrkowie Trybunalskim”.

1.3 Zakres opracowania

Opracowanie obejmuje:

- rozdzielnicę średniego napięcia 15kV – SO2;
- rozdzielnicę główną niskiego napięcia 0,4kV – RG2;
- rozdzielnicę pomp RP9A;
- rozdzielnicę pomp RP9B;
- rozdzielnicę potrzeb własnych RPW9;
- instalacje zasilająco-sterownicze dla odbiorników technologicznych;
- instalacje elektryczne dla odbiorów drobnych;
- instalacje elektryczne dla urządzeń wentylacji i klimatyzacji;
- instalacje elektryczne dla zestawów gniazd remontowych;
- oświetlenie budynku;
- instalacje odgromowe i uziemiające.

W dokumentacji wykorzystano:

- mapę do celów projektowych;
- inwentaryzację i wytyczne Zamawiającego;
- wytyczne i projekty branżowe.

Opracowanie nie obejmuje tablicy klimatyzacji i tablic wentylacyjnych oraz instalacji zasilających i sterowniczo-sygnalizacyjnych od tych tablic do urządzeń wykonawczych wchodzących w zakres dostawy urządzeń.

Opracowaniem związanym jest projekt zewnętrznych sieci kablowych na terenie.

2 Projektowane rozwiązania

2.1 Zasilanie

Rozdzielnica średniego napięcia SO2, zlokalizowana w wydzielonym pomieszczeniu (rozdzielnia WN) w pompowni wysokich ciśnień, zasilana jest dwoma liniami kablowymi 3x(XRUHAKXS 1x120) wyprowadzonymi z różnych sekcji rozdzielnic SN SO1 zlokalizowanej w budynku energetycznym – ob. 43.

Z rozdzielnic SO2, poprzez istniejące transformatory 15/0,4kV o mocy 1000kVA każdy, zasilana jest główna rozdzielnica niskiego napięcia RG2 za pomocą szynoprzewodów 1600A.

Rozdzielnice obiektowe RP9A i RP9B, zlokalizowane w wydzielonym pomieszczeniu (rozdzielnia nn) w pompowni wysokich ciśnień, zasilane będą dwoma liniami kablowymi 2xYKXS 4x240 każda, wyprowadzonymi z różnych sekcji rozdzielnic głównej RG2 zlokalizowanej w tym samym pomieszczeniu.

Rozdzielnica RPW9, zlokalizowana również w pomieszczeniu rozdzielni nn, zasilana będzie dwoma liniami kablowymi YKXS 4x95 wyprowadzonymi z różnych sekcji rozdzielnic RG2.

2.2 Rozdzielnica 15kV SO2

Zaprojektowano nową rozdzielnicę 15kV – SO2, zlokalizowaną w wydzielonym pomieszczeniu rozdzielni WN w budynku energetycznym – ob. 43.

Rozdzielnica wnętrzowa, w izolacji powietrznej, typu celkowego, z pojedynczym układem szyn zbiorczych, czteroprzędziowa (odrębne przedziały: szynowy, wyłącznikowy, kablowy, obwodów wtórnych nn).

Ze względu na połączenia kablowe pomiędzy transformatorem, a rozdzielnicą SN przewiduje się wykonanie kanałów kablowych zgodnie z rys. 046/E/PW/9/1.

Budowę kanałów kablowych i montaż rozdzielnic SN wykonać kolejno dla poszczególnych sekcji rozdzielnic SN z zachowaniem ciągłości zasilania.

Rozdzielnicę wykonać jako 4 polową, w wykonaniu przyściennym, ustawioną na dwóch przeciwnych ścianach pom. rozdzielni WN, po dwa pola dla każdej sekcji.

Szczegóły na rysunku nr 046/E/PW/9/4 i 046/E/PW/9/5.

Podstawowe parametry techniczne rozdzielnic:

Wykonanie łukoodchronne (1s)	12,5kA1s
Napięcie znamionowe	24kV
Poziom izolacji Ud/Up	24kV/60kV
Częstotliwość znamionowa	50Hz
Prąd znamionowy szyn	630A
Prąd znamionowy rozłączników	630A
Prąd krótkotrwały wytrzymały 1s	12,5kA
Stopień ochrony pól	IP 21XC

2.2.1 Blokady.

Celki rozdzielnic zostały wyposażone fabrycznie w następujące układy blokad:

- zamknięcie odłącznika możliwe przy otwartym rozłączniku i założonej płycie przedniej;
- zamknięcie uziemnika możliwe przy otwartym odłączniku;

- zdjęcie płyty przedniej (zamykającej dostęp do przyłączy kablowych) jest możliwy po:
 - a) otwarciu i zablokowaniu rozłącznika;
 - b) zamknięciu uziemnika.

2.2.2 Sygnalizacja.

Obecność napięcia 15 kV na szynach celek sygnalizowana jest optycznymi sygnalizatorami przekaźników blokady łączeniowej, lub wskaźnikami napięcia, zainstalowanymi na drzwiach przedziałów nn celek.

2.3 Rozdzielnica RG2

W pomieszczeniu rozdzielni nn w pompowni wysokich ciśnień – ob. 9, projektuje się rozdzielnicę szafową, wolnostojącą, posadowioną na cokole, o stopniu ochrony IP30 i znamionowym prądzie szyn zbiorczych 1600A. Rozdzielnica zestawiona z szaf o wys. 2000mm, szer. 6750mm (4x800, 3x650 i 4x400mm) i głębokości 600mm, przystosowana do zasilania czteroprzewodowego w układzie TN-C z odpiętami w układzie TN-S (wykonanie z izolowaną szyną N, połączoną z szyną PE i wspólnie uziemioną). Zasilanie rozdzielnicę górą z szynoprzewodów, odpięty dołem z kanału kablowego. Rozdzielnicę RG2 projektuje się jako dwusekcyjną ze sprzęgłem i blokadą elektryczną uniemożliwiającą załączenie sprzęgła przy załączonych łącznikach w polach zasilających. Dodatkowo przewiduje się blokadę elektryczną i mechaniczną uniemożliwiającą załączenie wyłącznika agregatu przy załączonych zasilaczach. Diagram załączeń łączników wg rys. 046/E/PW/9/4.

W polach zasilających i sprzęgłowym zastosowano wyłączniki w wykonaniu wysuwnym, z napędem silnikowym 230VAC, przystosowane do automatyki SZR, realizujące system blokad zgodnie z załączonym diagramem łączy.

W rozdzielnicy zamontowana zostanie aparatura zabezpieczeniowa i sterowniczo-sygnalizacyjna dla poszczególnych odpiętów.

W polach zasilających zastosować ochronę przepięciową klasy B+C. Dla monitoringu parametrów sieci oraz kontroli zużycia energii dla poszczególnych obiektów w rozdzielnicy zabudować analizatory sieci wyposażone w komunikację Modbus/Profibus, połączone z systemem AKPiA. Przewiduje się kontrolę napięć, prądów, zużycia energii współczynnika mocy itp.

Rozdzielnicę należy wyposażyć w układ wentylacji mechanicznej sterowany termostatem.

Wymianę rozdzielnicę głównej należy wykonywać sekcjami z zachowaniem ciągłości zasilania niezbędnego do pracy obiektu.

Schemat rozdzielnicę RG2 p. rys. 046/E/PW/9/4.

Wyposażenie patrz. rys. 046/E/PW/9/5.

Z rozdzielnicę RG2 zasilane będą:

- rozdzielnicę RP9A;
- rozdzielnicę RP9B;
- rozdzielnicę potrzeb własnych RPW9;
- rozdzielnicę R12 – ob. 12 (Stacja dmuchaw);
- baterie kondensatorów BK1 i BK2.

2.4 Rozdzielnica RP9A i RP9B

W pomieszczeniu rozdzielni nn w pompowni wysokich ciśnień – ob. 9, projektuje się dwie rozdzielnice szafowe, przyściennie posadowione na cokole, o stopniu ochrony IP30 i znamionowym prądzie szyn zbiorczych 630A każda. Każda z rozdzielnic zestawiona z szaf o wys. 2000mm, szer. 3150mm (800, 3x650 i 400mm) i głębokości 600mm, przystosowana do zasilania czteroprzewodowego w układzie TN-C z odpływami w układzie TN-S (wykonanie z izolowaną szyną N, połączoną z szyną PE i wspólnie uziemioną). Zasilanie rozdzielnic oraz odpływy dołem z kanału kablowego. Rozdzielnicę RP9A projektuje się jako jednosekcyjną zasilaną z sekcji I rozdzielnicy RG2, a rozdzielnicę RP9B jako jednosekcyjną zasilaną z sekcji II rozdzielnicy RG2. W rozdzielnicach zamontowana zostanie aparatura zabezpieczeniowa i sterowniczo-sygnalizacyjna dla poszczególnych odpływów.

W polach zasilających zastosować ochronę przepięciową klasy C. Dla monitoringu parametrów sieci oraz kontroli zużycia energii dla poszczególnych obiektów w rozdzielnicach zabudować analizatory sieci wyposażone w komunikację Modbus/Profibus, połączone z systemem AKPiA. Przewiduje się kontrolę napięć, prądów, zużycia energii współczynnika mocy itp.

Rozdzielnice należy wyposażyć w układ wentylacji mechanicznej sterowany termostatem.

Schemat rozdzielnic RP9A i RP9B p. rys. 046/E/PW/9/8.

Wyposażenie patrz. rys. 046/E/PW/9/9.

Z rozdzielnicy RP9A zasilane będą:

- pompy PWC1÷PWC3/9;
- zasuwy ZE1÷ZE3/9 i ZE7/9.

Z rozdzielnicy RP9B zasilane będą:

- pompy PWC4÷PWC6/9;
- zasuwy ZE4÷ZE6/9.

2.5 Rozdzielnica RPW9

W pomieszczeniu rozdzielni nn w pompowni wysokich ciśnień – ob. 9, projektuje się rozdzielnicę szafową, przyścienną posadowioną na cokole, o stopniu ochrony IP30 i znamionowym prądzie szyn zbiorczych 250A. Rozdzielnica zestawiona z szaf o wys. 2000mm, szer. 950mm (650 i 300mm) i głębokości 400mm, przystosowana do zasilania pięcioprzewodowego w układzie TN-S z odpływami w układzie TN-S. Zasilanie rozdzielnicy dołem z kanału kablowego, odpływy dołem do kanału kablowego oraz górą. Rozdzielnicę RPW9 projektuje się jako jednosekcyjną z ręcznym przełącznikiem zasilania. W rozdzielnicy zamontowana zostanie aparatura zabezpieczeniowa i sterowniczo-sygnalizacyjna dla poszczególnych odpływów.

W polach zasilających zastosować ochronę przepięciową klasy C. Dla monitoringu parametrów sieci oraz kontroli zużycia energii w rozdzielnicy zabudować analizator sieci wyposażony w komunikację Modbus/Profibus połączony z systemem AKPiA. Przewiduje się kontrolę napięć, prądów, zużycia energii współczynnika mocy itp.

Rozdzielnicę należy wyposażyć w układ wentylacji mechanicznej sterowany termostatem.

Schemat rozdzielnicy RPW9 p. rys. 046/E/PW/9/13.

Wypożyczenie, p. rys. 046/E/PW/9/14.

Z rozdzielnic RPW9 zasilane będą:

- zestaw hydroforowy;
- tablica filtra;
- tablica pompy odwodnieniowej;
- zestawy gniazd remontowych;
- oświetlenie i gniazda 24V;
- gniazda wtykowe, gniazda 1faz dla grzejnika i podgrzewaczy;
- wentylacja i klimatyzacja;
- szafa pompowni RSP9;
- tablica punktu pomiaru ścieków oczyszczonych TPSO – ob. 8;
- zastawki ZKE2 i ZKE3/8 – ob. 8;
- szafa AKPiA.

2.6 Agregaty prądotwórcze

Przewiduje się wykorzystanie istniejących agregatów prądotwórczych o mocy elektrycznej 200kVA każdy. Istniejące agregaty będą włączone na różne sekcje projektowanej rozdzielnic RPW9. Pomiedzy wyłącznikami układu zasilania wykonana zostanie blokada elektryczna uniemożliwiająca załączenie agregatów przy obecności napięcia na szynach rozdzielnic RPW9 zgodnie z diagramem rys. 046/E/PW/9/4. Przewiduje się ręczne włączanie agregatów do pracy na rozdzielnic RPW9.

2.7 Kompensacja mocy biernej

Dla potrzeb grupowej kompensacji mocy biernej projektuje się dla każdej sekcji rozdzielnic RPW9 dławikowe baterie kondensatorów BK1 i BK2 o mocy 60kVar każda, z automatycznym regulatorem, odporne na działanie wyższych harmonicznych. Urządzenia dla kompensacji mocy biernej montowane we własnych szafach w pomieszczeniu rozdzielni nn.

2.8 Sterowanie napędami elektrycznymi

Napędy z regulowaną prędkością obrotową.

Ze względów technologicznych regulację prędkości obrotowej silników z zastosowaniem przemienników częstotliwości zaprojektowano dla wszystkich pomp PWC1/9÷PWC6/9.

Przemienniki częstotliwości wyposażone będą w moduł komunikacyjny Modbus/Profibus dla komunikacji z AKPiA.

Sterowanie pomp

Napędy elektryczne pomp mają możliwość wyboru miejsca sterowania:

- zdalnie z Centralnej Dyspozytorni;
- miejscowo z tablicy sterowniczej przy napędzie jako sterowanie awaryjne (remontowe).

Przewiduje się tablice sterownicze napędów

- pomp PWC1/9÷PWC6/9.

Na elewacji tablic sterowniczych przewiduje się:

- przycisk bezpieczeństwa;
- przełącznik wyboru miejsca sterowania – miejscowe, odstawione, zdalne;
- przyciski zał-wył sterowania miejscowego;
- lampki pracy i awarii.

Projektuje się tablice sterowania miejscowego *TS w obudowie ze stali nierdzewnej IP65. Wewnątrz tablicy umieszcza się rozłącznik remontowy. W tablicach należy zamontować przekaźniki zabezpieczeń własnych napędu zgodnie z wytycznymi dostawcy urządzeń. Tablice mocować na konstrukcji wsporczej ze stali nierdzewnej, do barierki lub ścian. Podejścia kablowe chronić rurkami PCV.

Tabliczki sterowania pomp – p. rys. 046/E/PW/9/12.

Sterowanie napędami pomp – p. rys. 046/E/PW/9/10, 046/E/PW/9/11.

Dla zasuw elektrycznych przewidziano zasilanie z rozdzielnic RP9A i RP9B.

Sterowanie miejscowe odbywać się będzie z paneli sterowniczych zintegrowanych z kolumną przepustnicy lub zdalnie z sytemu AKPiA.

2.9 Instalacja oświetleniowa

Instalacja oświetleniowa pompowni wysokich ciśnień jest zasilana z rozdzielnic potrzeb własnych RPW9 zlokalizowanej w pomieszczeniu rozdzielni nn.

Pomieszczenie hali pomp

Oświetlenie podstawowe pomieszczeń realizowane oprawami metalohalogenowymi 150W, o stopniu ochrony IP65 oraz oprawami świetłówkowymi 2x36W, o stopniu ochrony IP65. Oświetlenie awaryjne za pomocą opraw świetłówkowych wyposażonych w inwerter 2h. Instalację wykonać przewodami YDYżo 3(4)x1,5mm² n/t z osprzętem szczelnym n/t. Instalacje prowadzić w korytkach kablowych lub rurach ochronnych.

Wyłączniki oświetleniowe montować przy wejściach do pomieszczenia pomp, przewody prowadzone poniżej wysokości 1,5m chronić rurami osłonowymi.

Pozostałe pomieszczenia

Oświetlenie podstawowe pomieszczeń realizowane oprawami świetłówkowymi 2x36W, o stopniu ochrony IP65. Oświetlenie awaryjne za pomocą opraw świetłówkowych wyposażonych w inwerter 2h. W pomieszczeniach komór transformatorowych oświetlenie za pomocą opraw świetłówkowych 2x18W o stopniu ochrony IP54. W WC oświetlenie będzie realizowane za pomocą opraw świetłówkowych nastropowych 2x18W o stopniu ochrony IP44. Nad bramami wejściowymi przewiduje się zastosowanie opraw halogenowych 70W, o stopniu ochrony IP65.

W pomieszczeniach obsługi, WC i dyspozytorni wykonać instalację przewodami YDYżo 3(4)x1,5mm² p/t z osprzętem p/t, w pozostałych pomieszczeniach przewodami YDYżo 3(4,5)x1,5mm² n/t z osprzętem szczelnym n/t.

Wyłączniki oświetleniowe montować przy wejściach do budynku i do poszczególnych pomieszczeń, przewody prowadzone poniżej wysokości 1,5m chronić rurami osłonowymi.

Plan instalacji oświetleniowej – p. rys. 046/E/PW/9/2.

2.10 Instalacja siły

Odbiory technologiczne – pompy i zasuwy – zasilane będą przez przemienniki częstotliwości z rozdzielnic RP9A i RP9B, które zlokalizowane są w pomieszczeniu rozdzielni nn.

Zestawy gniazd remontowych, tablica klimatyzacji, tablice wentylacji, gniazda dla grzejnika i podgrzewaczy oraz gniazda wtykowe zasilane będą z rozdzielnic potrzeb własnych RPW9 także zlokalizowanej w pomieszczeniu rozdzielni nn.

Należy wykonać instalacje zasilające i sterownicze dla odbiorników technologicznych oraz instalacje dla potrzeb tablic klimatyzacji i wentylacji, zestawów gniazd remontowych oraz gniazd wtykowych.

Projekt obejmuje tylko kable zasilające dla tablic klimatyzacji i wentylacji. Instalacje zasilające i sterowniczo-sygnalizacyjne od tych tablic do urządzeń wykonawczych wchodzi w zakres dostawcy urządzeń.

Kable siłowe i sterownicze prowadzić w kanałach kablowych, korytkach kablowych lub w rurach ochronnych.

W pomieszczeniach obsługi, dyspozytorni i WC wykonać instalacje p/t z osprzętem p/t, w pozostałych pomieszczeniach n/t z osprzętem n/t.

Plan instalacji siłowej – p. rys. 046/E/PW/9/1.

Przewiduje się zestawy gniazd remontowych wyposażone we własne zabezpieczenia nadprądowe oraz różnicowo-prądowe 0,03A, rozłącznik główny i gniazda:

- 1x gniazdo 3f. 32A,
- 1x gniazdo 3f. 16A,
- 2x gniazda 1f. 16A.

2.11 Instalacje odgromowe i uziemiające

Przewiduje się wykonanie instalacji odgromowej zwodami poziomymi niskimi oraz uziomu otokowego płaskownikiem ocynkowanym 40x5mm. Dla ochrony wentylatorów dachowych stosować zwody pionowe.

Wszystkie masy metalowe w obiekcie (konstrukcje, rurociągi, obudowy rozdzielnic, szyny PE, itp.) należy podłączyć do szyny wyrównawczej wykonanej płaskownikiem stalowym ocynkowanym 30x4mm. Szynę wyrównawczą przyłączyć do uziomu otokowego instalacji odgromowej połączonego z siecią uziemiającą oczyszczalni.

2.12 Ochrona dodatkowa od porażeń prądem elektrycznym

Jako środek ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym zastosowano:

- uziemienia robocze średniego i niskiego napięcia;
- uziemienia ochronne średniego napięcia;
- samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieciowym TN-S dla odbiorów niskonapięciowych. Dodatkowo przewiduje się zastosowanie wyłączników różnicowo-prądowych dla odbiorników zasilanych z gniazd oraz stosowanie połączeń wyrównawczych.

2.13 Ochrona przepięciowa

W celu zapewnienia bezawaryjnego działania urządzeń elektrycznych należy zainstalować w rozdzielnicach RG1, RP9A i RP9B ochronniki przepięciowe klasy B+C, a w rozdzielnicy RPW9 ochronnik klasy C. Dalsze stopnie ochrony dla urządzeń pomiarowych i automatyki wg projektu AKPiA.

2.14 Sprzęt ochronny bhp i ppoż.

W celu poprawienia warunków bezpieczeństwa, pomieszczenia rozdzielni należy wyposażać w typowy sprzęt przeciwpożarowy (gaśnice śniegowe, koce gaśnicze, itp.) oraz sprzęt ochronny, w szczególności:

- półbuty dielektryczne
- rękawice dielektryczne
- chodnik gumowy
- uchwyty izolacyjne do bezpieczników
- wskaźniki neonowe
- drążek izolacyjny
- tablice ostrzegawcze
- instrukcję udzielania pierwszej pomocy
- instrukcję współpracy ruchowej
- instrukcję eksploatacji stacji

Na drzwiach zewnętrznych rozdzielni SN i nn i transformatorów należy zamocować tabliczki ostrzegawcze.

2.15 Uwagi

1. Przejścia kablowe przez ściany należy wykonać w ochronnych przepustach rurowych z obustronnym uszczelnieniem.
2. Podejścia do odbiorników należy chronić rurkami osłonowymi do wys.1,5m.
3. Po wyborze dostawców napędów technologicznych oraz urządzeń i aparatury elektrycznej (pompy, rozdzielnice, przemienniki częstotliwości, zabezpieczenia, osprzęt sterowniczo-sygnalizacyjny itp.) przedstawione rozwiązania projektowe Wykonawca zweryfikuje pod kątem zabudowy w/w urządzeń, oznaczeń, połączeń i innych wymagań wynikających z wymogów zawartych w dokumentacji DTR urządzeń.
4. Podane w projekcie nazwy własne oraz producenci urządzeń są informacjami przykładowymi określającymi standardy wykonania. Powyższe urządzenia mogą zostać zastąpione innymi o nie gorszych parametrach technicznych po akceptacji Zamawiającego.

3 Obliczenia techniczne

3.1 Sprawdzenie skuteczności dodatkowej ochrony od porażeń prądem elektrycznym

Lp.	Nazwa elementu	Oporność jednostkowa		Długość	Oporność Elementu		Suma oporności			I _{zw}	I _{zab}	T _{zw}	T _{dop}	Miejsce zwarcia
		R _o	X _o		R	X	R	X						
	-	mΩ/m	mΩ/m	m	mΩ/m	mΩ/m		mΩ	mΩ	A	A	sek	sek	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	Zasilanie	-	-	-	3	11	-	-	-	-	-	-	-	Trafo
2.	2x240mm ² Cu	0,077/2	0,079/2	2x12	1	1	4	12	16	14370	I _t ≤ 6900	<5	5	RP9A
2.1	120mm ² Cu	0,155	0,082	2x24	7	4	11	16	24	9580	I _t ≤ 2500	<0,2	0,2	PWC3/9
2.2	1,5mm ² Cu	12,68	-	2x32	811	-	815	16	1019	226	DO 4	<0,2	0,2	ZE6/9
3.	95 mm ² Cu	0,196	0,083	2x18	7	3	10	14	22	10450	I _t ≤ 2000	<5	5	RPW9
3.1	35mm ² Cu	0,533	0,087	2x32	34	6	44	20	60	3830	gG 100	<0,2	0,2	ZH
3.2	4mm ² Cu	4,66	0,107	2x43	401	9	411	23	515	447	DO 20	<0,2	0,2	TW2
3.3	6mm ² Cu	3,11	0,103	2x31	193	6	203	20	255	902	DO 35	<0,2	0,2	ZG2
3.4	2,5mm ² Cu	7,46	0,111	2x42	627	9	637	23	797	288	B16	<0,2	0,2	Gniazdo 1-faz
3.5	4mm ² Cu	4,66	0,107	2x72	671	15	681	29	852	270	DO 20	<0,2	0,2	RSP9

Ob. 9 Pompownia wysokich ciśnień

4 Wykaz kabli.

L.p.	Oznaczenie kabla	Skąd	Dokąd	Typ kabla	Długość (m.)	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7
Pompownia wysokich ciśnień – ob. 9						
Kable SN						
1.	9S1	Rozdzielnica SO2	Transformator TR1	3x (XRUHAKXS 1x120)	12	
2.	9S2	Rozdzielnica SO2	Transformator TR2	3x (XRUHAKXS 1x120)	12	
Szynoprzewód nn						
3.	9S3	Transformator TR1	Rozdzielnica RG2	Canalis 1600A	12	
4.	9S4	Transformator TR2	Rozdzielnica RG2	Canalis 1600A	12	
Kable nn						
5.	9KZ1	Rozdzielnica RG2 – sekcja I	Rozdzielnica RP9A	2x(YKXS 4x240)	12	
6.	9KZ2	Rozdzielnica RG2 – sekcja II	Rozdzielnica RP9B	2x(YKXS 4x240)	12	
7.	9KZ3	Rozdzielnica RG2	Rozdzielnica RPW9	YKXS 4x95	14	
8.	9KZ4	Rozdzielnica RG2	Rozdzielnica RPW9	YKXS 4x95	18	
9.	9KZ5	Rozdzielnica RG2	Bateria kondensatorów BK1	YKYżo 5x70	13	
10.	9KS6	Rozdzielnica RG2	Bateria kondensatorów BK1	YKY 3x2,5	13	
11.	9KZ7	Rozdzielnica RG2	Bateria kondensatorów BK2	YKYżo 5x70	13	
12.	9KS8	Rozdzielnica RG2	Bateria kondensatorów BK2	YKY 3x2,5	13	
13.	0901W1	Rozdzielnica RP9A	Tablica zasilająco-sterownicza 0901TS pompy PWC1/9	YKYekw 4x120	20	
14.	0901W2	Rozdzielnica RP9A	Tablica zasilająco-sterownicza 0901TS pompy PWC1/9	YKSYżo 14x1	20	

Modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Piotrkowie Trybunalskim
PROJEKT WYKONAWCZY - BRANŻA INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Ob. 9 Pompownia wysokich ciśnień

L.p.	Oznaczenie kabla	Skąd	Dokąd	Typ kabla	Długość (m.)	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7
15.	0902W1	Rozdzielnica RP9A	Tablica zasilająco-sterownicza 0902TS pompy PWC2/9	YKYekw 4x120	22	
16.	0902W2	Rozdzielnica RP9A	Tablica zasilająco-sterownicza 0902TS pompy PWC2/9	YKSYżo 14x1	22	
17.	0903W1	Rozdzielnica RP9A	Tablica zasilająco-sterownicza 0903TS pompy PWC3/9	YKYekw 4x120	24	
18.	0903W2	Rozdzielnica RP9A	Tablica zasilająco-sterownicza 0903TS pompy PWC3/9	YKSYżo 14x1	24	
19.	0904W1	Rozdzielnica RP9A	Zasuwa ZE1/9	YKYżo 4x1,5	26	
20.	0905W1	Rozdzielnica RP9A	Zasuwa ZE2/9	YKYżo 4x1,5	28	
21.	0906W1	Rozdzielnica RP9A	Zasuwa ZE3/9	YKYżo 4x1,5	30	
22.	0907W1	Rozdzielnica RP9A	Zasuwa ZE7/9	YKYżo 4x1,5	29	
23.	0908W1	Rozdzielnica RP9B	Zasuwa ZE4/9	YKYżo 4x1,5	26	
24.	0909W1	Rozdzielnica RP9B	Zasuwa ZE5/9	YKYżo 4x1,5	30	
25.	0910W1	Rozdzielnica RP9B	Zasuwa ZE6/9	YKYżo 4x1,5	32	
26.	0911W1	Rozdzielnica RP9B	Tablica zasilająco-sterownicza 0911TS pompy PWC4/9	YKYekw 4x120	20	
27.	0911W2	Rozdzielnica RP9B	Tablica zasilająco-sterownicza 0911TS pompy PWC4/9	YKSYżo 14x1	20	
28.	0912W1	Rozdzielnica RP9B	Tablica zasilająco-sterownicza 0912TS pompy PWC5/9	YKYekw 4x120	22	
29.	0912W2	Rozdzielnica RP9B	Tablica zasilająco-sterownicza 0912TS pompy PWC5/9	YKSYżo 14x1	22	
30.	0913W1	Rozdzielnica RP9B	Tablica zasilająco-sterownicza 0913TS pompy PWC6/9	YKYekw 4x120	24	
31.	0913W2	Rozdzielnica RP9B	Tablica zasilająco-sterownicza 0913TS pompy PWC6/9	YKSYżo 14x1	24	

Modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków w Piotrkowie Trybunalskim
PROJEKT WYKONAWCZY - BRANŻA INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Ob. 9 Pompownia wysokich ciśnień

L.p.	Oznaczenie kabla	Skąd	Dokąd	Typ kabla	Długość (m.)	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7
32.	9W1	Rozdzielnica RPW9	Gniazdo 1faz. dla grzejnika G1	YDYżo 3x2,5	24	
33.	9W2	Rozdzielnica RPW9	Tablica wentylacji TW4	YKYżo 5x2,5	26	
34.	9W3	Rozdzielnica RPW9	Gniazda 1faz. pom. rozdzielni	YDYżo 3x2,5	28	
35.	9W4	Rozdzielnica RPW9	Tablica wentylacji TW3	YKYżo 5x2,5	10	
36.	9W5	Rozdzielnica RPW9	Tablica klimatyzacji pom. rozdzielni	YKYżo 5x4	7	
37.	9W6	Rozdzielnica RPW9	Zestaw gniazd remont. ZG1,2	YKYżo 5x6	31	
38.	9W7	Rozdzielnica RPW9	Tablica wentylacji TW2	YKYżo 5x4	43	
39.	9W8	Rozdzielnica RPW9	Gniazdo 1faz. podgrzewacza PW2	YDYżo 3x2,5	42	
40.	9W9	Rozdzielnica RPW9	Gniazdo 1faz. podgrzewacza PW3	YDYżo 3x2,5	40	
41.	9W10	Rozdzielnica RPW9	Gniazdo 1faz. podgrzewacza PW1	YDYżo 3x2,5	42	
42.	9W11	Rozdzielnica RPW9	Gniazda 1faz. pom. obsługi	YDYżo 3x2,5	50	
43.	9W12	Rozdzielnica RPW9	Zestaw hydroforowy ZH (ob. 9.1)	YKYżo 5x35	32	
44.	9W13	Rozdzielnica RPW9	Tablica wentylacji TW1	YKYżo 5x4	28	
45.	9W14	Rozdzielnica RPW9	Tablica filtra TF	YKYżo 5x1,5	25	
46.	9W15	Rozdzielnica RPW9	Szafa AKPiA	YKYżo 3x4	32	
47.	9W16	Rozdzielnica RPW9	Gniazda 1faz. pom. dyspozytorni	YDYżo 3x2,5	43	
48.	9W17	Rozdzielnica RPW9	Tablica pompy odwod. TPO	YKYżo 5x2,5	21	
49.	9W18	Rozdzielnica RPW9	Oświetlenie pom. rozdzielni	YDYżo 3x1,5 YDYżo 4x1,5 YDYżo 5x1,5	87 30 5	
50.	9W19	Rozdzielnica RPW9	Oświetlenie hali pomp	YDYżo 3x1,5 YDYżo 4x1,5	104 28	
51.	9W20	Rozdzielnica RPW9	Oświetlenie pom. obsługi, dyspozytornia	YDYżo 3x1,5 YDYżo 4x1,5	49 22	
52.	9W21	Rozdzielnica RPW9	Gniazda 24V	YDY 2x2,5	63	
53.	9W22	Rozdzielnica RPW9	Szafa pompowni RSP9	YKYżo 5x4	72	

5 Zestawienia materiałów

5.1 Rozdzielnica SO2

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1.	-	Rozdzielnica w izolacji powietrznej, typu celkowego, z pojedynczym układem szyn zbiorczych, czteroprzedziałowa, wolnostojąca, o wymiarach: - szer. 875mm (375 + 500mm) - głęb. 940mm - wys. 1600mm Podstawowe parametry techniczne rozdzielnic: - Wykonanie łukoochronne (1s) -12,5kA1s - Napięcie znamionowe - 24kV - Poziom izolacji Ud/Up - 24kV/60kV - Częstotliwość znamionowa - 50Hz - Prąd znamionowy szyn - 630A - Prąd znamionowy wyłączników - 630A - Prąd krótkotrwały wytrzymały 1s - 12,5kA - Stopień ochrony pól - IP 21XC Wyposażenie poszczególnych pól wg rys. 046/E/PW/9/4, 046/E/PW/9/5.	-	2kpl.	-
2.		Głowica wewnętrzna do kabli jednożyłowych o ekranowanej izolacji z tworzyw sztucznych na napięcie 15 kV	-	4kpl.	

5.2 Rozdzielnica RG2

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1.	-	Rozdzielnica szafowa, wolnostojąca L1-L3, N, PE, 1600A IP30, o wymiarach: szer. 6750mm głęb. 600mm wys. 2000mm posadowiona na cokole, wyposażona w wentylację mechaniczną sterowaną termostatem. Wyposażenie rozdzielnic wg rys. 046/E/PW/9/6, 046/E/PW/9/7.	-	1kpl.	

5.3 Rozdzielnica RP9A

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1.	-	Rozdzielnica szafowa, przyścienna L1-L3, N, PE, 630A IP30, o wymiarach: szer. 3150mm głęb. 600mm wys. 2000mm posadowiona na cokole, wyposażona w wentylację mechaniczną sterowaną termostatem. Wyposażenie rozdzielnic wg rys. 046/E/PW/9/8, 046/E/PW/9/9.	-	1kpl.	

5.4 Rozdzielnica RP9B

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1.	-	Rozdzielnica szafowa, przyścienna L1-L3, N, PE, 630A IP30, o wymiarach: szer. 3150mm głęb. 600mm wys. 2000mm posadowiona na cokole, wyposażona w wentylację mechaniczną sterowaną termostatem. Wyposażenie rozdzielnic wg rys. 046/E/PW/9/8, 046/E/PW/9/9.	-	1kpl.	

5.5 Rozdzielnica RPW9

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1.	-	Rozdzielnica szafowa, przyścienna L1-L3, N, PE, 250A IP30, o wymiarach: szer. 950mm głęb. 400mm wys. 2000mm posadowiona na cokole, wyposażona w wentylację mechaniczną sterowaną termostatem. Wyposażenie rozdzielnic wg rys. 046/E/PW/9/13, 046/E/PW/9/14.	-	1kpl.	

5.6 Bateria kondensatorów

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1.	BK1, BK2	Wnętrzowa bateria kondensatorów Z dławikami ochronnymi z automatyczną regulacją o mocy 60kvar i stopniem regulacji 10kvar. Szafa o wymiarach: szer.1050 x wys.2000 x gł.500mm i stopieniu ochrony IP 42	-	2kpl.	

5.7 Skrzynki sterowania miejscowego pomp 0901÷0903TS, 0911TS÷0913TS

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5	6
1.	-	Rozłącznik remontowy, 200A, ze stykami pomocniczymi 1z+1r, do montażu na listwie		1	
2.	S4	Przycisk awaryjny grzybkowy ze stykiem 1r	-	1	
3.	S3	Przełącznik sterowniczy 3 położeń., 2 obwodowy	-	1	
4.	H2	Lampka 230V AC, 50Hz zielona	-	1	
5.	H1	Lampka 230V AC , 50Hz czerwona	-	1	
6.	S1	Przycisk sterowniczy (1w) czerwony	-	1	„01”
7.	S2	Przycisk sterowniczy (1z) zielony	-	1	„10”
8.	B1*	Przełącznik zabezpieczeń własnych napędu , z blokadą ponownego załączenia	-	1	dostawa z napędem
9.	X1	Zacisk montażowy 6mm ²	-	7	
10.	X1	Zacisk montażowy 2,5mm ²	-	24	
11.	-	Dławik	-	4	
12.	-	Skrzynka ze stali nierdzewnej o wym. 430x330x200mm z pokrywą, IP65	-	1	

* - Przełącznik (przełączniki) wg wytycznych producenta napędu.

UWAGA:

Wykonać 6 szt.

UWAGA:

1. Tablice mocować na wys. 1,2m, na konstrukcji ze stali nierdzewnej.
2. Rodzaj dławików dostosować do przekrojów kabli.

5.8 Kable i przewody

Lp.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
<u>Kable 12/20kV</u>				
1.	Kabel elektroenergetyczny w izolacji z polietylenu usieciowanego na napięcie 12/20kV	XRUHAKXS 1x120	72 m	
<u>Szynoprzewody 0,6/1kV</u>				
2.	Szynoprzewód 1600A dł. 12m. z dwoma głowicami przyłączeniowymi (transformator, rozdzielnica)	Canalis	2 kpl.	
<u>Kable 0,6/1kV</u>				
3.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 5x70	26 m	
4.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 5x35	32 m	
5.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 5x6	31 m	
6.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 5x4	150 m	
7.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 5x2,5	57 m	
8.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 5x1,5	25 m	
9.	Kabel elektroenergetyczny	YKXS 4x240	48 m	
10.	Kabel elektroenergetyczny	YKXS 4x95	32 m	
11.	Kabel elektroenergetyczny ekranowany	YKYekw 4x120	132 m	
12.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 4x1,5	201 m	
13.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 3x4	32 m	
14.	Kabel elektroenergetyczny	YKYżo 3x2,5	26 m	
<u>Przewody 0,45/0,75kV</u>				
1.	Przewód elektroenergetyczny	YDYżo 5x1,5	5 m	
2.	Przewód elektroenergetyczny	YDYżo 4x1,5	80 m	
3.	Przewód elektroenergetyczny	YDYżo 3x1,5	240 m	
4.	Przewód elektroenergetyczny	YDYżo 3x2,5	269 m	
5.	Przewód elektroenergetyczny	YDY 2x2,5	63 m	
<u>Kable sterownicze 0,6/1kV</u>				
1.	Kabel sterowniczy	YKSYżo 14x1	132 m	

5.9 Instalacje elektryczne

Lp.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
<u>Osprzęt instalacyjny</u>				
1.	Łącznik 1bieg., szczelny, n/t	-	11 szt.	
2.	Łącznik schodowy, szczelny, n/t	-	6 szt.	
3.	Puszka rozgałęźna szczelna, n/t	-	67 szt.	
4.	Gniazdo 1faz. 230V (L+N+PE), 16A, szczelne	-	14 szt.	
5.	Gniazdo 24V, szczelne	-	4 szt.	
6.	Rozłącznik remontowy RB 3bieg. – 16A w obudowie izolacyjnej IP65	-	7 kpl	
7.	Zestaw gniazd remontowych 1x3f–32A, 1x3f–16A, 2x1f–16A z własnymi zabezpieczeniami nadprądowymi i różnicowo prądowymi 30mA, oraz rozłącznikiem głównym, w obudowie izolacyjnej IP65	-	2 kpl	

Ob. 9 Pompownia wysokich ciśnień

Lp.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
<u>Oprawy oświetleniowe</u>				
8.	Oprawa dla lamp metalohalogenkowych 150W, IP 65	-	9 kpl	
9.	Oprawa świetlówkowa 2x36W, IP65	-	9 szt.	
10.	jw. z modułem awaryjnym, 2h	-	18 szt.	
11.	Oprawa halogenowa 70W, IP65	-	5 szt.	
12.	Oprawa świetlówkowa 2x18W, IP54	-	4 szt.	
13.	Oprawa świetlówkowa, nastropowa, 2x18W, IP44	-	2szt.	

5.10 Instalacje odgromowe i uziemiające

Lp.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
1.	Zacisk probierczy	-	8szt.	
2.	Drut stalowy ocynkowany	FeZn Ø8mm	210m	
3.	Płaskownik stalowy ocynkowany	FeZn 40x5	150m	
4.	Płaskownik stalowy ocynkowany	FeZn 30x4	130m	
5.	Zwód pionowy – pręt stalowy Ø10mm dł. 2,0m	-	4kpl	
6.	Zwód pionowy – pręt stalowy Ø10mm dł. 1,5m	-	2kpl	
7.	Linka miedziana 6mm ²	-	48m	
8.	Obejma na rurę Ø300	-	8szt.	
9.	Obejma na rurę Ø200	-	4szt.	

5.11 Korytka i rurki osłonowe

Lp.	Wyszczególnienie	Typ	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5
1.	Drabinka kablowa ze stali nierdzewnej, szer. 300mm, z osprzętem montażowym	-	10m	
2.	Korytko kablowe perforowane ze stali nierdzewnej, szer. 150mm, z pokrywą, z osprzętem montażowym	-	24m	
3.	Korytko kablowe perforowane ze stali nierdzewnej, szer. 100mm, z pokrywą, z osprzętem montażowym	-	35m	
4.	Korytko kablowe perforowane ze stali nierdzewnej, szer. 50mm, z pokrywą, z osprzętem montażowym	-	60m	
5.	Rura RVS 47	-	20m	
6.	Rura RVS 28	-	45m	
7.	Rura sztywna Ø110	-	20m	
8.	Rura stalowa Ø50	-	12m	
9.	Rura giętka Ø32	-	30m	
10.	Rura giętka 20mm	-	20m	