

I. WSTĘP

1. Podstawa opracowania

- Zlecenie inwestora,
- Uzgodnienia branżowe,
- Obowiązujące normy i przepisy.

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt instalacji elektrycznej modernizowanej Stacji Uzdatniania Wody w miejscowości Kosowo. W zakres prac na terenie SUW wchodzi następujące czynności:

- Przebudowa rozdzielni głównej,
- Montaż szafy sterowniczej RT,
- Montaż dmuchawy, sprężarki i pompy płucznej wraz z zasilaniem i okablowaniem sterowniczym,
- Montaż pomp dozowania wraz z zasilaniem i okablowaniem sterowniczym,
- Montaż nowego zestawu hydroforowego wraz z zasilaniem i szafą sterowniczą,
- Instalacja oświetlenia wewnętrznego w istniejącym pomieszczeniu filtrów,
- Instalacja połączeń wyrównawczych i uziemiających,
- Montaż gniazd zasilających 400V/16A 3L+N+PE IP44, 230V/16A 2P+PE IP44,
- Montaż agregatu prądotwórczego,
- Podłączenie urządzeń technologicznych: pompy sieciowe, pompy płuczające, dmuchawa, dozownik chloru,
- Montaż systemu monitoringu obiektu SUW,
- Wykonanie systemu wizualizacji typu SCADA.

3. Charakterystyka obiektu

Podstawowe parametry instalacji elektrycznej

Tabela 1- Parametry zasilania instalacji elektrycznej

Układ sieci	TN-S
Napięcie zasilania	400/230V, L1-L2-L3-N-PE
Częstotliwość	50 Hz
Napięcie pomocnicze-sterowanie	24V DC, 24V AC, 12V DC

4. Opis stanu istniejącego

Podstawowym źródłem zasilania SUW jest stacja transformatorowa 15/0,4kV. Punktem rozdziału własności sieci są zaciski po stronie 0,4kV. Stacja transformatorowa oraz układ pomiarowo rozliczeniowy stanowi własność dystrybutora systemu elektroenergetycznego.

Rezerwowe źródło zasilania stanowić będzie istniejący agregat prądotwórczy spalinowy o mocy 75 kVA. Agregat pracuje w trybie podtrzymania w gotowości do rozruchu (tzw. gorąca rezerwa). Przełączenie źródła zasilania z podstawowego na rezerwowe odbywa się w sposób automatycznym za pomocą układu SZR w polu zasilającym rozdzielnicę głównej RG SUW.

Uwaga!

Nie przewidziano ingerencji w układ stanowiący własność operatora sieci elektroenergetycznej. Wszystkie prace skupione zostają w RG stacji uzdatniania wody.

Z uwagi na dobry stan techniczny oraz prawidłowe działanie istniejącego głównego wyłącznika prądu nie przewiduje się wymiany, czy też przebudowy układu.

Rozdzielnica główna RG SUW w polu zasilającym jest wyposażona w wyłącznik główny, przełącznik sieć-agregat oraz panel regulatora mocy biernej. Pozostałe pola to odpływy dla poszczególnych odbiorników SUW. Rozdzielnica główna RG jest przyłączona do automatycznego układu kompensacji mocy biernej o stopniach 5, 10, 20, 40 kVAr.

II. OPIS TECHNICZNY

1. Zasilanie Stacji Uzdatniania Wody w energię elektryczną

Stacja Uzdatniania Wody zasilana będzie z istniejącej stacji transformatorowej 15/0. Aktualna moc zamówiona na podstawie umowy z dystrybutorem energii wynosi 90 kW. Zasilanie zostanie doprowadzone istniejącymi trasami kablowymi do rozdzielnic głównej RG.

2. Agregat prądotwórczy z układem automatyki SZR

Zgodnie z zaleceniami inwestora oprócz zasilania podstawowego projektuje się montaż układu zasilania rezerwowego, który stanowić będzie istniejący agregat prądotwórczy spalinowy o mocy 75 kVA. Umieszczony agregat prądotwórczy będzie pracować w trybie podtrzymania w gotowości do rozruchu, który będzie podłączany do sieci w sposób automatyczny za pomocą rozłącznika i będzie współpracował z układem SZR. Przełączenie źródła zasilania z podstawowego na rezerwowe odbywać się będzie za pomocą układu automatyki SZR (system Samoczynnego Załączania Rezerwy) sieć-agregat, który umieszczony zostanie w polu zasilającym rozdzielnic głównej RG SUW.

Po powrocie podstawowego napięcia zasilania system wróci do stanu wejściowego. Układ SZR-u zasilony zostanie bezpośrednio z istniejącej stacji transformatorowej.

3. Rozdzielnica główna RG

Projektowana rozdzielnic główna RG znajdować się będzie w pomieszczeniu dyżurki. W związku z przebudową sieci konieczne będzie wykonanie następujących czynności:

- Montaż głównej RG,
- Dostosowanie układu zasilającego do funkcjonalności automatycznego załączenia zasilania rezerwowego agregatu prądotwórczego,

- Zabudowa w polu zasilającym rozdzielnicę głównej RG panelu umożliwiającego wizualizację pracy układu elektroenergetycznego i SZR z możliwością zmiany nastaw czasów, układów łączy (konfiguracja SZR) oraz parametryzacji pozostałych nastaw, umożliwiając jednocześnie przekazywanie danych za pomocą protokołu ModBus RTU do systemu nadrzędnego typu SCADA,
- Zabudowanie w polu zasilającym analizatora parametrów sieci skomunikowanego poprzez protokół ModBus RTU do systemu nadrzędnego typu SCADA,
- Dostosowanie istniejącego układu kompensacji mocy biernej do warunków powstałych po rozbudowie przy zachowaniu parametrów $\text{tg}\Phi$ zgodnie z wytycznymi zakładu elektroenergetycznego po wykonaniu odpowiednich pomiarów.

Ponadto z rozdzielnic głównej RG zasilane będą odbiory:

- Rozdzielnica technologiczna,
- Rozdzielnica zestawu sieciowego,
- Pompy płuczne,
- Dmuchawa,
- Sprężarka,
- Dezynfekcja wody,
- Oświetlenie wewnętrzne w nowym pomieszczeniu filtrów,
- Gniazda 400V/16A 3L+N+PE IP44, 230V/16A 2P+PE IP44.

Schemat rozdzielnic głównej RG przedstawiono na rysunku nr E-05.

4. Rozdzielnica technologiczna

Projektowana rozdzielnica technologiczna umiejscowiona będzie w miejscu przy zestawie sieciowym. Zasilanie zostanie doprowadzone trasami kablowymi kablem 2YSLCY-J 5x50mm² z rozdzielnic głównej RG.

Projektowany układ sterowania wyposażony zostanie w mikroprocesorowy sterownik z 15 calowym panelem dotykowym LCD. Panel dotykowy LCD zamontowany zostanie na drzwiach projektowanej rozdzielnicy technologicznej, dzięki któremu możliwe będzie sterowanie pracą zestawu sieciowego. Włączanie odpowiednich urządzeń następować będzie poprzez aparaturę łączeniową i sterującą.

Zadaniem rozdzielnicy będzie automatyczne sterowanie zestawem sieciowym wyposażonym w cztery pompy o mocy 7,5 kW każda oraz tłoczenie i podwyższanie ciśnienia wody pitnej.

W rozdzielnicy projektuje się umieszczenie układów zabezpieczających i sterujących dla pomp sieciowych, a także czterech przemienników częstotliwości. Zadaniem przemienników częstotliwości będzie odpowiednie wysterowanie pomp zestawu sieciowego w zależności od sygnałów doprowadzonych od przetwornika ciśnienia na kolektorze tłocznym oraz sygnalizatora wibracyjnego obecności wody na kolektorze ssawnym. Rozdzielnica technologiczna zestawu sieciowego wraz z układem sterowania będzie dostarczona przez producenta projektowanego zestawu sieciowego.

5. Instalacja sprężarki.

Do zasilania do napowietrzania wody dobrano sprężarkę o mocy 2,2kW. Sterowanie pracą sprężarki odbywa się w sposób automatyczny na podstawie utrzymywania zadanego, stałego parametru ciśnienia. Zabezpieczenie urządzenia oraz przewodu zasilającego usytuowane jest w rozdzielnicy RG.. Podłączenie przewodów zasilających należy wykonać zgodnie z wytycznymi podanymi w DTR sprężarki. Wbudowany regulator będzie utrzymywał stałe ciśnienie w instalacji. Z poziomu panelu operatorskiego będzie można dokonywać trybu pracy sprężarki oraz zdalne kontrolowanie. W projektowanym układzie automatycznego sterowania sprężarki realizowana będzie funkcja za pośrednictwem sygnałów wyprowadzonych ze sprężarki. Przystosowanie sprężarki do zdalnego sterowania należy przeprowadzić zgodnie z zaleceniami producenta. Do systemu sterowania i wizualizacji należy wyprowadzić dodatkowe sygnały o stanie pracy sprężarki. Urządzenia będą przystosowane do:

- Ręcznej lub automatycznej pracy,
- Informowania obsługi o stanie awaryjnym lub samoczynnego wyłączenia.

Dobrano sprężarkę o mocy 2,2 kW. Instalację poprowadzić należy przewodem YKY₂₀ 5 x 2,5mm². Urządzenie oraz przewód zabezpieczyć należy zabezpieczeniem nadprądowym S303 16A.

W instalacji sprężonego powietrza zamontowany zostanie przetwornik o zakresie pomiarowym 0-10 bar i sygnale wyjściowym 4-20 mA w celu kontroli poziomu ciśnienia. W przypadku przekroczenia zadanej wartości ciśnienia, określonego w sterowniku, sygnalizowany będzie stan alarmowy.

6. Układ płukania filtrów

Projektuje się układ do płukania filtrów składający się z 2 pomp o mocy 5,5 kW każda. Zasilanie zostanie doprowadzone trasami kablowymi kablem OLFLEX CLASSIC 110 Black 4G6 z rozdzielniczy głównej RG. Sterowanie nowego układu pomp do płukania filtrów, się będzie w rozdzielniczy głównej RG, gdzie zamontowane zostaną układy zabezpieczające dla dwóch pomp płuczących zasilanych przez układy softstartu.

W układzie automatyki płukania filtrów zostaną zamontowane przepływomierze elektromagnetyczne - jeden za pompami płuczącymi, pozostałe po jednym na nitce wody uzdatnionej za każdym filtrem. Dodatkowo na kolektorze ssącym pomp płuczących zamontowany zostanie wibracyjny czujnik obecności wody dla zabezpieczenia pomp przed suchobiegiem.

System płukania filtrów

- Płukanie filtrów będzie inicjowane ręcznie. Decyzja o płukaniu filtra będzie podejmowana przez operatora na podstawie danych technologicznych opracowanych na etapie rozruchu SUW.
- Opomiarowanie filtrów w trakcie pracy oraz sterowanie filtrów:

Filtry opomiarowane będą w zakresie:

przepływu wody uzdatnionej, (zasilanie – OLFLEX CLASIC 110 Black 3G1,5 ; sygnalizacja OLFLEX CLASIC 110 Black 4G0,5)

ciśnienia na wodzie surowej i uzdatnionej (wspólny pomiar przed wszystkimi filtrami i po wszystkich filtrach). (OLFLEX CLASIC 110 Black 3G0,75)

- Dodatkowe parametry mierzone w trakcie pracy filtrów:

czas pracy od ostatniego płukania,

objętość przefiltrowanej wody przez złożę filtracyjne.

Przepływ wody uzdatnionej po każdym filtrze mierzony będzie za pomocą przepływomierza o następujących parametrach technicznych:

- zasilanie: 230,0 VAC, 50,0 Hz,
- dokładność pomiaru: 0,5 %,
- zakres pomiarowy: 0,01 ÷ 10,0 m/s,
- dobór przewodu (zasilanie – OLFLEX CLASIC 110 Black 3G1,5 ; sygnalizacja OLFLEX CLASIC 110 Black 4G0,5)

- **Pomiar ciśnienia wody w układzie filtracji**

Ze względu na fakt, że projektowany układ filtrów stanowi zestaw pracujący równolegle, pomiar ciśnienia ograniczony zostanie do punktu przed i po filtracji. Do pomiaru ciśnienia wykorzystane zostaną następujące czujniki:

- zakres pomiarowy: 0 ÷ 4 atm.,
- wyjście prądowe: 4 ÷ 20 mA,
- przyłącze technologiczne: 1/2".

dobór przewodu: OLFLEX CLASIC 110 Black 3G0,75

Pomiar ciśnienia przed i po filtracji będzie podstawą do określenia całkowitych strat ciśnienia w układzie filtracji i na tej podstawie do oceny długości cyklu filtracyjnego oraz inicjacji procesu płukania filtrów ciśnieniowych. Ciśnienie przetworzone na impuls prądowy będzie podawane do układu kontrolno – sterującego, przetwarzane na wartość ciśnienia podawanego w mH₂O i przeliczane na różnicę ciśnień (stratę ciśnienia) wyświetlaną w sterowni oraz bezpośrednio na obiekcie.

7. Chlorator.

Dezynfekcja wody.

Celem dezynfekcji wody jest zniszczenie żywych i przetrwalnikowych form organizmów patogennych oraz zapobieżenie ich wtórnemu rozwojowi w sieci wodociągowej. Prowadzona jest metodami fizycznymi bądź też chemicznymi.

W przypadku skażenia wody stosowany będzie podchloryn sodu, który dodawany będzie wariantowo do rurociągu wody czystej przed zbiorniki retencyjne, do rurociągu wody surowej lub do rurociągu wody uzdatnionej tłoczonyj do sieci wodociągowej. Do dawkowania roztworu NaOCl stosowane będą dwie pompy dozujące. Urządzenia do chlorowania wody zostaną zlokalizowane w oddzielnym pomieszczeniu. Pomieszczenie chlorowni zostanie wyposażone w dwie pompy dozujące oraz dwa zbiorniki robocze na podchloryn sodu.

W układzie technologicznym przewidziano zastosowanie dwóch pomp dozowania podchlorynu sodu o wydajności 2,5 l/h. Urządzenia te zostaną umieszczone w specjalnie wydzielonym pomieszczeniu z wymuszoną wentylacją. Instalację należy poprowadzić przewodem (zasilanie – OLFLEX CLASIC 110 Black 3G1,5 ; sygnalizacja OLFLEX CLASIC 110 Black 3G0,75 i OLFKEX 4G1,5mm². Pompy zasilane będą z rozdzielnic głównej RG, sterowanie z szafy sterującej. Załączenie pomp następować będzie w sposób automatyczny. Pompy automatycznie regulują dawkę przez zwiększenie lub zmniejszenie częstotliwości skoku. Pełna długość skoku jest utrzymywana cały czas, zapewniając optymalne warunki ssania i eliminując konieczność ponownej kalibracji po zmianie dawki. Pompy dozować będą za pomocą zewnętrznego sygnału impulsowego

pochodzącego z przepływomierza wyposażonego w zliczanie impulsowe. Pompy automatycznie obliczają prędkość zapewniającą wymaganą ilość dawki na każdy impuls. Dozowaną ilość dawki ustala się w ml na impuls. Pompy zmieniają swoją wydajność na podstawie dwóch czynników:

- częstotliwości czynników zewnętrznych – przepływomierza
- ustawionej dawki na impuls

Sygnały te będą odzwierciedleniem sygnału o wartości chwilowej przepływu wody w sieci. W układzie automatycznego sterowania i wizualizacji wykorzystane będą sygnały z przekaźników alarmowych, w które opcjonalnie wyposażona jest pompa.

Pompy dozujące posiadają także na swoim panelu wybór przejścia w tryb ręczny. W tym trybie dozować można w sposób ciągły z wydajnością ustawioną przyciskami na panelu.

Sterowanie dawką podchlorynu dozowanego do wody odbywać się będzie poprzez sprzężenie pompki dozującej z przepływomierzem podającym ilość m^3 wody surowej tłoczzonej na SUW. Na każdy impuls ze sterownika, oznaczający przepływ określonej objętości wody surowej, pompka dozująca będzie wprowadzać określoną objętość dezynfektanta.

Przewody z podchlorynem należy umieścić w korytkach osłonowych (podobne jak w przypadku instalacji elektrycznej). Na rurociągu tłocznym podchlorynu należy umieścić zaworki przyłączeniowe, pozwalające doprowadzić podchloryn zarówno do wody surowej i do wody uzdatnionej.

W zakresie automatyzacji systemu dozowania dezynfektanta przewiduje się:

- korelację dawki podchlorynu sodu względem ilości podawanej wody surowej lub uzdatnionej, mierzonej przepływomierzem na rurociągu wody surowej lub uzdatnionej, sterowanie dawką podchlorynu odbywać się będzie na zasadzie przydzielenia odpowiedniej ilości impulsów (skoków pompki dozującej) na stałą objętość wody, zmiana nastawy tej dawki odbywać się będzie ręcznie bezpośrednio na wodociągu,
- sygnalizacja stanu pracy pompki dozującej w zakresie trzech podstawowych położeń (z transmisją tych danych do centralnej sterowni): praca, postój, praca w automacie,

- sygnalizacja minimalnego poziomu podchlorynu sodu w beczce retencyjnej (z przesylaniem tej informacji do sterowni).

Przełączanie pomiędzy poszczególnymi wariantami dozowania podchlorynu – ręcznie.

11. System wizualizacji

W systemie wizualizacji typu SCADA przygotowany zostanie algorytm, który pozwoli na odczyt i wizualizację stanów studni głębinowych i hydroforni. Dodatkowo system zostanie wyposażony w zasilanie awaryjne UPS z minimalnym czasem pracy równym 30 minut.

12. Wizualizacja SCADA

Do monitorowania i zarządzania pracą Stacji Uzdatniania Wody projektuje się system typu SCADA zainstalowany na komputerze klasy PC monitorem 27 calowym. Komputer wraz z monitorami będzie zasilany przez układ UPS umożliwiający pracę przez minimum 30 min. po zaniku zasilania.

W programie typu SCADA monitorowane będą stany pracy wszystkich studni głębinowych w tym stany: pracy, awarii oraz wartości przepływu. Przesył informacji do programu wizualizacyjnego następować będzie w czasie rzeczywistym. W programie wizualizacyjnym zostaną umieszczone także informacje o pracy agregatu prądotwórczego oraz informacje z analizatora parametrów sieci zainstalowanego w rozdzielnicy głównej RG. Użytkownik będzie mógł dokonać zmiany wszystkich ustawień, czasów i parametrów technologicznych.

Komputer na stanowisku dyspozytorskim, znajdującym się w budynku technicznym, będzie gromadzić przychodzące dane, informować o wszystkich sytuacjach awaryjnych występujących na stacji oraz przedstawiać aktualny stan procesu technologicznego. System ten będzie także umożliwiać technologowi wprowadzanie korekt parametrów pracy stacji. Ze stanowiska dyspozytorskiego będzie można zdalnie sterować pracą wszystkich urządzeń technologicznych. Operator na podstawie obrazu synoptycznego obiektu będzie mógł

zaobserwować zdarzenia związane z funkcjonowaniem SUW. Dostawca systemu zapewni min. nadzór oraz wsparcie techniczne w formule „call center” 7 dni w tygodniu w godzinach 7-22.

13. Ogólny zakres trybów pracy SUW

Stacja SUW zostanie tak zoptymalizowana aby pracować w sposób częściowo automatyczny. Sterowniki będą miały funkcjonalność umożliwiającą zbieranie danych z obiektu o stanie pracy urządzeń oraz wartości wielkości mierzonych takich jak przepływ, poziom, ciśnienie, temperatura. Sterowniki wystawiać będą odpowiednie sygnały sterujące pracą poszczególnych urządzeń i na podstawie tych sygnałów realizować będą między innymi następujące zadania:

- sterowanie pracą pomp głębinowych,
- sterowanie pracą pomp płuczących,
- sterowanie pracą zestawu hydroforowego,
- podczas procesu płukania załączanie zaworów elektromagnetycznych doprowadzających wodę i powietrze do filtrów,
- blokowanie pracy poszczególnych pomp jeśli układ wskazuje awarię,
- blokowanie pracy pomp zestawu sieciowego jeśli występuje niski stan wody w zbiornikach retencyjnych,
- umożliwianie odczytu aktualnych parametrów podczas pracy stacji,
- umożliwianie ręcznego sterowania poszczególnymi urządzeniami z poziomu paneli dotykowych zamontowanych na drzwiach szaf sterujących lub z poziomu programu do wizualizacji.

III. INSTALACJE ELEKTRYCZNE

1. Instalacja elektryczna urządzeń

Instalacja elektryczna w projektowanym pomieszczeniu filtrów poprowadzona zostanie w korytach kablowych PCV. Koryta będą zamontowane do ścian w sposób systemowy zachowując normatywne odstępów uchwytów zgodnie z zaleceniami producenta. Odejścia do urządzeń zostaną prowadzone w korytkach PCV lub w rurkach instalacyjnych w zależności od ilości przewodów w nich prowadzonych, a w miejscach narażonych na uszkodzenia mechaniczne w rurkach ochronnych. W zależności od potrzeb i możliwości wykorzystane zostaną istniejące trasy kablowe. Na rysunku nr E-01, E-02, E-03 przedstawiono projektowany przebieg tras kablowych.

2. Instalacja oświetlenia wewnętrznego

W nowych pomieszczeniach zaprojektowano rozmieszczenie przemysłowych opraw oświetleniowych 2x36W. Część opraw oświetleniowych zostanie wyposażona w moduły podtrzymujące zasilanie przez jedną godzinę w przypadku zaniku zasilania podstawowego. Instalacja oświetlenia zostanie wykonana przewodami YDYżo 3x1,5mm², o napięciu znamionowym izolacji 750V. Natomiast instalacja oświetlenia ewakuacyjnego poprowadzona zostanie przewodami YDYżo 4x1,5mm², o napięciu znamionowym izolacji 750V. Dodatkowo na zewnątrz budynku zamontowana zostanie oprawa halogenowa 150W wraz z czujnikiem ruchu. Plan rozmieszczenia opraw oświetleniowych przedstawiono na rysunku nr E-01. Obwód oświetlenia zasilany będzie z rozdzielniczy administracyjnej umieszczonej w istniejącym pomieszczeniu filtrów.

3. Instalacja gniazd wtykowych

W pomieszczeniach zaprojektowano rozmieszczenie gniazd wtykowych. Instalacja elektryczna składać się będzie z dwóch obwodów elektrycznych i zostanie wykonana przewodami typu YDYżo 5x2,5mm² dla gniazda zespolonego 400/230/24V/16A 3L+N+PE

IP44 i YDYżo 3x2,5mm² dla gniazda 230V/16A 2P+PE IP44 układanymi w korytach kablowych PCV. Obwody gniazd wtykowych zasilane będą z rozdzielniczki administracyjnej umieszczonej w pomieszczeniu filtrów (rysunek nr E-02).

4. Instalacja uziemiająca i wyrównawcza

Wszystkie części przewodzące takie jak ramy metalowe korpusów pomp i silników, metalowe rurociągi, metalowe elementy konstrukcji budynków, metalowe obudowy, osłony, barierki oraz inne metalowe elementy na których może się pojawić niebezpieczne napięcie zostaną przyłączone do głównej szyny uziemiającej. Metalowe ramy montażowe silników i innych urządzeń elektrycznych zabudowanych trwale będą uziemione w minimum 2 miejscach. W miejscach trudno dostępnych połączenia wyrównawcze wykonane zostaną przewodem LgY 16mm².

Dla metalowych rurociągów w przypadku stosowania połączeń kołnierzowych dla każdego połączenia zostaną wykorzystane 2 przeciwległe śruby kołnierza o odpowiednim przekroju wraz z dedykowanymi podkładkami przebijającymi izolację. Alternatywnie zastosowany zostanie dodatkowy mostek w postaci przewodu Cu o przekroju 16mm².

Instalacje połączeń wyrównawczych i uziemiające zostaną zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz uszkodzeniem na skutek korozji.

5. Wewnętrzne trasy kablowe

Projektuje się ułożenie kabli zasilających i kabli sterowniczych w wydzielonych korytach kablowych. Koryta kablowe będą perforowane oraz zamknięte pokrywami i wykonane z PCV. Sposób montażu koryt kablowych umożliwiać będzie swobodny montaż dodatkowych kabli w przyszłości.

Każdy kabel zostanie zamocowany do koryta za pomocą niemagnetycznej opaski co 2 metry na odcinkach poziomych oraz co 1 metr na odcinkach pionowych. Wszystkie kable układane w korytach kablowych i kanałach kablowych na całej długości oznaczone będą opaskami w odstępach nie większych niż 5m, przy wejściach do przepustów, kanałów oraz na

początku i końcu linii. Treść opisu opaski zawierać będzie: symbol i numer ewidencyjny linii, oznaczenie kabla wraz z podaniem napięcia znamionowego linii, znak użytkownika, rok ułożenia, określenie początku i końca linii kablowej.

W ramach prowadzonych robót dokonane zostaną naprawy uszkodzeń wszelkich istniejących mediów, w tym niezlokalizowanych pierwotnie urządzeń podziemnych i innych, wynikłych w czasie wykonywania robót, przy wykorzystaniu materiałów, z jakich zostały one wykonane lub o podobnych parametrach technicznych.

6. Zewnętrzne trasy kablowe

Kable układane będą w osłonie DVK w rowie kablowym o głębokości 0,7 m na podsypce piasku o grubości nie mniejszej niż 10cm. Następnie kable zostaną przysypane warstwą piasku tej samej grubości i warstwą gruntu rodzimego o grubości 10cm. Wzdłuż kabli ułożona zostanie folia oznacznikowa z tworzywa koloru niebieskiego. Kable ułożone w ziemi będą zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m, oraz w miejscach charakterystycznych np.: przy skrzyżowaniach itp.

7. Kable zasilające i sterownicze

Do zasilania instalacji odbiorników technologicznych energii zostaną wykorzystane kable YKYżo o żyłach wyłącznie miedzianych oraz izolacji 0,6/1kV (dla napięcia znamionowego urządzeń UN=400/230V). Każdy kabel będzie posiadał wydzieloną żyłę ochronną PE o przekroju nie mniejszym od przekroju przewodów fazowych. Wykorzystywanie ekranu kabla jako przewodu PE lub PEN jest zabronione.

Natomiast dla odbiorników zasilanych z przemienników częstotliwości zastosowane zostaną dedykowane przewody ekranowane oraz dławice przy zachowaniu pełnej kompatybilności EMC. Przewody przeznaczone będą do pracy w pomieszczeniach suchych i wilgotnych, odporne na UV oraz będą miały możliwość układania na zewnątrz, a także bezpośrednio w ziemi. Opis kabli sterowniczych przedstawiono na rysunku nr E-05.

8. Ochrona przeciwporażeniowa

Projektowany system ochrony od porażen prądem elektrycznym będzie zapewniał samoczynne dostatecznie szybkie wyłączenie zasilania przy pomocy urządzeń ochronnych przetężeniowych i różnicowo-prądowych oraz połączeń wyrównawczych.

Nastawy zabezpieczeń zwarciovych i przeciążeniowych nastawione zostaną w czasie prac rozruchowych, uwzględniając faktyczne warunki rozruchu silnika pomp. Ochronie podlegają wszystkie dostępne części przewodzące w postaci: części metalowych urządzeń nie będących pod napięciem w czasie normalnej pracy, metalowych konstrukcji podtrzymujących, metalowych osłon oraz styków ochronnych gniazd wtyczkowych.

9. Zestawienie kabli**Tabela 2 Zestawienie kabli**

Lp.	Skąd	Dokąd	Typ kabla
1.	Transformator	Rozdzielnica RG	Istniejący kabel
2.	Rozdzielnica RG	Rozdzielnica RT	OLFLEX CLASSIC 110 Black 4G50
4.	Rozdzielnica RG	Sprężarka	OLFLEX CLASSIC 110 Black 5G2,5
5.	Rozdzielnica RG	Agregat – zasilanie	YKY 4x70 mm ²
6.	Rozdzielnica RG	Agregat – kable sygnałowe	OLFLEX CLASSIC 110 Black 7G1,5
8.	Rozdzielnica RG	Pompy płuczące – zasilanie	OLFLEX CLASSIC 110 Black 4G6
9.	Rozdzielnica RG	Pompy płuczące – kable sygnałowe	OLFLEX CLASSIC 110 4G1
10.	Rozdzielnica RG	Dmuchawa – zasilanie	OLFLEX CLASSIC 110 4G6
11.	Rozdzielnica RG	Sprężarka – kable sygnałowe	OLFLEX CLASSIC 110 CY 3G1
12.	Rozdzielnica RG	Pompy płuczące – kable sygnałowe	OLFLEX CLASSIC 110 4G0,75
13.	Rozdzielnica RG	Chlorator – zasilanie	OLFLEX CLASSIC 110 3G1,5
14.	Rozdzielnica RG	Chlorator – kabel sygnałowy	OLFLEX CLASSIC 110 CY 4G1 OLFLEX CLASSIC 110 CY 3G0,75
15.	Rozdzielnica RG	Przepływomierze wody – zasilanie	OLFLEX CLASSIC 110 3G1,5
16.	Rozdzielnica RG	Przepływomierze wody – kable sygnałowe	OLFLEX CLASSIC 110 CY 4G0,5
17.	Rozdzielnica RG	Przepływomierze powietrza – zasilanie	OLFLEX CLASSIC 110 3G1,5
18.	Rozdzielnica RG	Przepływomierze powietrza – kable sygnałowe	OLFLEX CLASSIC 110 CY 4G0,75
19.	Rozdzielnica RG	Czujniki ciśnienia	OLFLEX CLASSIC 110 CY 3G0,75
20.	Rozdzielnica RT	Zbiorniki retencyjne –	OLFLEX CLASSIC 110 Black CY

		poziom wody	3G1
21.	Rozdzielnica RG	Włazy zbiorników retencyjnych	OLFLEX CLASSIC 110 Black 5G1
22.	Rozdzielnica RT	Rozdzielnice pomp sieciowych	OLFLEX CLASSIC 110 CY 7x1
23.	Rozdzielnica RG	Gniazda wtykowe	YDYżo 3x2,5 mm ²
24.	Rozdzielnica RG	Gniazda 3F	YDYżo 5x4 mm ²
25.	Rozdzielnica RG	Oświetlenie	YDYżo 3x1,5 mm ²
26.	Rozdzielnica RG	Oświetlenie ewakuacyjne	YDYżo 4x1,5 mm ²
27.	Rozdzielnica RG	Filtry	OLFLEX CLASSIC 110 14G1

10. Zestawienie materiałowe**Tabela 3 Zestawienie materiałowe**

Lp.	Nazwa	Ilość
1.	Softstart	2 szt.
2.	Panel dotyk. kolorowy 15"	1 szt.
3.	Drut ocynkowany Ø8	90m
4.	Bednarka stalowa ocynkowana FeZn30x4mm	140m
5.	Wspornik klejony	40 szt.
6.	Uchwyt dachowy umożliwiający połączenie przewodu odprowadzającego ze zwodem poziomym na dach	4 szt.
7.	Uchwyt stalowy łączący drut z drutem	6 szt.
8.	Uchwyt elewacyjny o wysokości 36 mm	12 szt.
9.	Uchwyt kontrolny łączący bednarkę z drutem	4 szt.
10.	Uchwyt do połączenia przewodu z konstrukcją stalową lub	4 szt.
11.	Rozłącznik 160A	1 szt.
12.	Wkładka WT-1/gG-25A	18 szt.
13.	Wkładka WT-1/gG-63A	9 szt.
14.	Wkładka WT-1/gG-160A	3 szt.
15.	Rozłącznik bezpiecznikowy 3P 160A NH00 RBK00	7 szt.
16.	Rozłącznik bezpiecznikowy 3P 160A NH2 RBK	1 szt.
17.	Wyłącznik T5N 630 PR222DS/P-LSI 400 3P FF	1 szt.
18.	Wyłącznik T5N 400 PR222DS/P-LSI 400 3P FF	1 szt.
19.	Napęd silnikowy MOE220 – 250V AC/DC	2 szt.
20.	Blokada mechaniczna	1 szt.
21.	Płyta sprzęgająca DT5	2 szt.
22.	Styk AUX Q1 SY	2 szt.
23.	Sterownik SZR ATS022	1 szt.
24.	Wyłącznik izolacyjny	2 szt.
25.	Stycznik obecności napięcia	2 szt.
26.	Blokada mechaniczna	1 szt.

27.	Rozłącznik 3P	1 szt.
28.	Przekładnik prądowy	3 szt.
29.	Analizator sieci	1 szt.
30.	Podstawka bezpiecznikowa 3P	1 szt.
31.	Rozdzielnica modułowa 3x12 natynkowa IP40	1 szt.
32.	Rozłącznik modułowy FR304/32	1 szt.
33.	Wyłącznik różnicowoprądowy P302 25-30AC	1 szt.
34.	Wyłącznik różnicowoprądowy P304 40-30AC	1 szt.
35.	Wyłącznik nadprądowy B16 S301	6 szt.
36.	Wyłącznik nadprądowy B16 S303	2 szt.
37.	Oprawa oświetleniowa TCW 2x36W	18 szt.
38.	Moduł awaryjny 2h 36W TQ236 PX2073129	9 szt.
39.	Oprawa awaryjna 1.5W 3h IP40 Ikl. dwustronna jednozadaniowa	2 szt.
40.	Gniazdo hermetyczne 1-krotne z/u 16A IP44 z klapką dymną białe	5 szt.
41.	Gniazdo zespolone natynkowe stałe 5P 16A 400/230/24V IP44	9 szt.
42.	Łącznik hermetyczny natynkowy jednobiegunowy 16AX IP44 biały	9 szt.
43.	Projektor halogenowy 150W R7s IP54 Ikl. symetryczny z czujnikiem ruchu	2 szt.

IV. OBLICZENIA TECHNICZNE**1. Bilans mocy****Tabela 4 Bilans mocy urządzeń technologicznych**

Lp.	Odbiorniki technologiczne	Ilość	Moc zainstalowana [kW]	Suma mocy zainstalowanych [kW]
1.	Pompy płuczające	2	5,5	11
2.	Sprężarka	1	2,2	2,2
3.	Pompy sieciowe	4	7,5	30
4.	Dmuchawa	1	7,8	7,8
5.	Pompy głębinowe zasilane z SUW (9kW i 7,5kW)	2	16,5	16,5
Moc zainstalowana odbiorników technologicznych				67,5 kW

Tabela 5 Bilans mocy urządzeń potrzeb własnych budynku

Lp.	Odbiorniki technologiczne	Ilość	Moc zainstalowana [kW]	Suma mocy zainstalowanych [kW]
1.	Wentylacja	2	0,5	1
2.	Pozostałe odbiorniki energii elektrycznej budynku	1	8	8,5
Moc zainstalowana odbiorników potrzeb własnych				77,0 kW

2. Rozdzielnica RG

Moc zainstalowana:

$$P_i = 77,0 \text{ kW}$$

Obliczeniowa moc szczytowa:

$$P_s = 64,87 \text{ kW}$$

Obliczeniowy prąd szczytowy:

$$I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos(\varphi)} = \frac{64870}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 117,04 \text{ A}$$

Obciążalność prądowa kabla 2xYKY 90mm² wynosi:

$$I_{dd} = 160 \text{ A}$$

Obliczenia rezystancji kabla od transformatora do RG:

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

- l – długość kabla w metrach – 15,
- γ – rezystywność materiału – 57 m/ Ω mm²,
- s – przekrój kabla w mm² – 120,

$$R = \frac{15}{57 \cdot 120} = 0,00219 \, \Omega$$

Obliczenia reaktancji kabla od transformatora do RG:

$$X = X_0 \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,8 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,012 \, \Omega$$

Obliczenia spadku napięcia na kablu od transformatora do RG:

$$\Delta U_{proc.} = \left[\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{400} \cdot I_s \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi)) \right]$$

$$\Delta U_{\%} = \left[\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{400} \cdot 341,44 \cdot (0,00219 \cdot 0,93 + 0,012 \cdot 0,37) \right] = 0,96 \%$$

$$\Delta U_{\%} < 2 \% - \text{warunek spełniony}$$

2. Pompy sieciowe

Moc zainstalowana:

$$P_i = 30,0 \text{ kW}$$

Obliczeniowa moc szczytowa:

$$P_s = 30,0 \text{ kW}$$

Obliczeniowy prąd szczytowy:

$$I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos(\varphi)} = \frac{30000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 54,13 \text{ A}$$

Obciążalność prądowa kabla OLFLEX CLASSIC 110 Black 4G50 wynosi:

$$I_{dd} = 146 \text{ A}$$

Dla kabla OLFLEX CLASSIC 110 Black 4G50 dobrano zabezpieczenie obwodu WT-1/gG-32A:

$$I_s \leq I_n \leq I_{dd}$$

$$66,76 A \leq 125 A \leq 146 A$$

$$1,6 I_n < 1,45 I_{dd}$$

$$1,6 \cdot 125 A < 1,45 \cdot 146 A$$

$$200 A < 211,7 A - \text{warunek spełniony}$$

Obliczenia rezystancji kabla od RG do pomp II stopnia:

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

- l – długość kabla w metrach – 60,
- γ – rezystywność materiału – $57 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$,
- s – przekrój kabla w mm^2 – 6,

$$R = \frac{60}{57 \cdot 6} = 0,175 \Omega$$

Obliczenia reaktancji kabla od RG do pomp sieciowych:

$$X = X_0 \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,8 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0,048 \Omega$$

Obliczenia spadku napięcia na kablu od RG do pomp sieciowych:

$$\Delta U_{proc.} = \left[\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{400} I_s (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi)) \right]$$

$$\Delta U_{\%} = \left[\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{400} 16,06 (0,175 \cdot 0,99 + 0,048 \cdot 0,14) \right] = 1,25 \%$$

$$\Delta U_{\%} < 2 \% - \text{warunek spełniony}$$

3. Pompy płuczące

Moc zainstalowana:

$$P_i = 5,5 \text{ kW}$$

Obliczeniowa moc szczytowa:

$$P_s = 5,5 \text{ kW}$$

Obliczeniowy prąd szczytowy:

$$I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3} U_n \cos(\varphi)} = \frac{5500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,86} = 9,23 \text{ A}$$

Obciążalność prądowa kabla OLFLEX CLASSIC 110 Black 4G6 wynosi:

$$I_{dd}=16A$$

Dla kabla OLFLEX CLASSIC 110 Black 4G2,5 dobrano zabezpieczenie obwodu WT-1/gG-63A :

$$I_s \leq I_n \leq I_{dd}$$

$$50,35 A \leq 63A \leq 80A$$

$$1,6 I_n < 1,45 I_{dd}$$

$$1,6 63A < 1,45 \cdot 80A$$

$$100,8 A < 116A - \text{warunek spełniony}$$

Obliczenia rezystancji kabla od RG do pomp płuczących:

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

- l – długość kabla w metrach – 60,
- γ – rezystywność materiału – $57 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$,

– – przekrój kabla w mm² – 25,

$$R = \frac{60}{57 \cdot 25} = 0,042 \Omega$$

Obliczenia reaktancji kabla od RG do pomp płuczających:

$$X = X_0 \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,8 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0,048 \Omega$$

Obliczenia spadku napięcia na kablu od RG do pomp płuczających:

$$\Delta U_{proc.} = \left[\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{400} \cdot I_s \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi)) \right]$$

$$\Delta U_{\%} = \left[\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{400} \cdot 50,35 \cdot (0,042 \cdot 0,86 + 0,048 \cdot 0,51) \right] = 1,32 \%$$

$$\Delta U_{\%} < 2\% - \text{warunek spełniony}$$

5. Oświetlenie

Moc zainstalowana:

$$P_i = 5 \text{ kW}$$

Obliczeniowa moc szczytowa:

$$P_s=5\text{kW}$$

Obliczeniowy prąd szczytowy:

$$I_s = \frac{P_s}{\sqrt{3} U_n \cos(\varphi)} = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 7,22 \text{ A}$$

Obciążalność prądowa kabla YKY 5x1,5mm² wynosi:

$$I_{dd}=46\text{A}$$

Dla kabla YKY 5x1,5mm² dobrano zabezpieczenie obwodu WT-1/gG-10A :

$$I_s \leq I_n \leq I_{dd}$$

$$7,22 \text{ A} \leq 32\text{A} \leq 46\text{A}$$

$$1,6 I_n < 1,45 I_{dd}$$

$$1,6 \cdot 32\text{A} < 1,45 \cdot 46\text{A}$$

$$51,2 \text{ A} < 66,7 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

Obliczenia rezystancji kabla:

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

- l – długość kabla w metrach – 60,
- γ – rezystywność materiału – 57 m/ Ω mm²,
- S – przekrój kabla w mm² – 10,

$$R = \frac{60}{57 \cdot 10} = 0,11 \Omega$$

Obliczenia reaktancji kabla od RG do pomp płuczających:

$$X = X_0 \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,8 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0,048 \Omega$$

Obliczenia spadku napięcia na kablu od RG do pomp płuczających:

$$\Delta U_{proc.} = \left[\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{400} \cdot I_s \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi)) \right]$$

$$\Delta U_{\%} = \left[\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{400} \cdot 7,22 \cdot (0,11 \cdot 1 + 0,048 \cdot 0) \right] = 0,34 \%$$

$$\Delta U_{\%} < 2\% - \text{warunek spełniony}$$

V. Uwagi ogólne.

1. Kwalifikacje obsługi

- Znajomość przeznaczania poszczególnych układów automatyki,
- Znajomość lokalnej obsługi urządzeń pomiarowo-kontrolnych,

- Znajomość sposobów postępowania w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnych,
- Znajomość obsługi panelu operatorskiego.

2. Obsługa urządzeń pomiarowo-kontrolnych

Szczegółowe opisy czynności obsługowych w DTR tych urządzeń.

3. Sondy hydrostatyczne

Ze względu na pracę w cieczy zaleca się okresowe kontrole. W razie potrzeby przemyć membranę.

4. Wizualna kontrola stanu urządzeń

Codziennym obowiązkiem obsługi jest obejście wszystkich urządzeń pomiarowo-kontrolnych celem ich wizualnej kontroli. Nie jest konieczne otwieranie szafki sterowniczej czy obudów, lecz ich zewnętrzna kontrola. Wszystkie zauważone usterki powinny być natychmiast zgłoszone służbom zajmującym się konserwacją urządzeń.

5. Konserwacja systemu

Aby system automatyki mógł pracować bezawaryjnie należy regularnie przeprowadzać określone prace konserwacyjne.

- Kwalifikacje personelu:
 - znajomość przeznaczenia poszczególnych układów automatyki,
 - znajomość obsługi stanowiska operatorskiego,
 - znajomość lokalnej obsługi urządzeń pomiarowo-kontrolnej,
 - znajomość dokumentacji systemu automatyki,
 - znajomość sposobów postępowania w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnych,
 - uprawnienia w dziedzinie eksploatacji i konserwacji urządzeń

elektrycznych do 1kV.

- Czynności konserwacyjne:

Czasy podane poniżej są tylko orientacyjne. W zależności od warunków wykonanie określonych prac może być niezbędne wcześniej.

Uwaga!

Czynności konserwacyjne przyrządów kontrolno-pomiarowych wykonać według instrukcji obsługi dostarczonych przez producenta.

●Codzienna:

- wizualna kontrola stanu urządzeń,
- sprawdzenie poprawności działania lampek na drzwiach szafki sterowniczej.

●Raz na miesiąc:

- wizualna kontrola stanu urządzeń, wnętrza szafy,
- sprawdzenie układu przeciwprzepięciowego.

●Raz na rok:

- czyszczenie wnętrza szafki,
- sprawdzenie szczelności szafki i puszek łączeniowych,
- dokręcenie śrub, listew łączeniowych, śrub i nakrętek zacisków,
- sprawdzenie stanu napisów i oznaczeń,
- sprawdzenie wprowadzonych nastaw w przyrządach kontrolno-pomiarowych,
- sprawdzenie poprawności działania oprogramowania.

Prace konserwacyjne lub remontowe przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych wykonać zgodnie z aktualnymi Przepisami Eksploatacji Urządzeń Elektroenergetycznych oraz instrukcji współpracy Zakładowej Służby Energetycznej z jednostką Energetyki Zawodowej.

Prace konserwacyjne i naprawy aparatury kontrolno-pomiarowej i sterowniczej można wykonywać po odłączeniu napięcia elektrycznego. Szafę sterowniczą oraz zamontowane urządzenia utrzymywać w czystości.

6. Uwagi końcowe

- Wykonanie wszystkich robót powinno odbywać się zgodnie z obowiązującymi zarządzeniami, normami i przepisami, oraz normami BHP.
- Roboty powinny wykonywać osoby specjalizujące się i posiadające odpowiednie kwalifikacje oraz uprawnienia do wykonywania tego rodzaju robót.
- Wszystkie zmiany w instalacji wynikłe podczas realizacji należy nanieść w projekcie powykonawczym.

VI. RYSUNKI

- E-01 – Instalacje oświetlenia elektrycznego,
- E-02 – Instalacje gniazd wtykowych,
- E-03 – Instalacje urządzeń technologicznych,
- E-04 – Instalacja uziomów,
- E-05 – Rozdzielnia główna – schemat funkcjonalny,
- E-06 – Rozdzielnia główna – zasilanie,