

B. CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA

1 Opis techniczny

1.1 Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje wykonanie projektu zasilania pompowni ścieków **PS6Mk** w Miękinii ul. Kościuszki (działka nr 77/4).

Niniejsze opracowanie obejmuje wykonanie projektu zasilania w energię elektryczną wyżej wymienionej pompowni. Niniejsze opracowanie obejmuje projekt przyłącza elektroenergetycznego i złącza kablowego które wykona Tauron Dystrybucja (OSD – operator systemu dystrybucyjnego).

1.2 Podstawa opracowania

Niniejszy projekt techniczny opracowano na podstawie:

1. Warunków technicznych przyłączenia dla pompowni PS6Mk podanych przez przedsiębiorstwo energetyczne z dnia 2015-06-29 znak WP/035465/2015/O05R05 ZP215015743 OMP/ES/15743/3815/2015 PH 1000038159.
2. Warunków technicznych wykonania sterowania pompowni ścieków – ZUK Miękinia z dnia 24-06-2015 znak DWK.7022.137.1.2015.KDWK l.dz. 1688/06/2015
3. Podkładów branżowych.
4. Aktualnie obowiązujących norm i przepisów.

1.3 Układ zasilania pompowni ścieków

Projektowane jest zasilanie projektowanej pompowni ścieków z istniejącego słupa linii napowietrznej nr 110 zasilanego ze stacji transformatorowej SN/nN R2848 Miękinia obwód kierunek Biazków. Na słupie zabudować złącze kablowe ZK1e-1P-Sr. Złącze zasilić z linii napowietrznej przewodem AsXS_n 4x25 mm². Ze złącza kablowego pomiarowego wyprowadzić linię kablową YKXS 4x10 mm². Kabel do wysokości 2,5 m ułożyć w rurze ochronnej mocowanej do słupa. Zastosować rurę BE50 odporną na działanie ultrafioletu. Rurę od góry uszczelnić tuleją termokurczliwą obkurczoną na kablu i na rurze.

Złącze kablowe uziemić taśmą stalową ocynkowaną FeZn 30x4 i prętami stalowymi pomiedziowanymi, w złączu kablowym należy uziemić przewód PEN. Rezystancja uziemienia nie większa niż 10 Ω. Na słupie zabudować odgromniki GXO LOVOS 10/280.

1.4 Linie kablowe nn

Trasy kabli pokazane zostały na załączonych planach linii kablowych. Kable należy układać w rowach kablowych o głębokości 0,8 m na 10 cm podsypce z piasku w rurze DVK 50, z przykryciem 10 cm warstwą piasku, następnie rów zasypać 15 cm warstwą przesianego gruntu rodzimego i ułożyć folię PVC koloru niebieskiego a następnie zasypać gruntem rodzimym. Poszczególne warstwy piasku i ziemi w rowie kablowym należy zagęszczać. Zagęszczanie wykonać następująco: po nasypaniu warstwy piasku na dnie rowu zagęścić go do grubości 10 cm, ułożyć kabel, nasypać warstwę piasku i zagęścić ją do 10 cm, nasypać warstwę przesianego rodzimego gruntu i zagęścić ją do grubości 15 cm, ułożyć folię nasypać kolejne 10 cm, 15 cm warstwy gruntu rodzimego i zagęszczać. Przy układaniu kabli należy stosować normę N SEP-E-004 aktualną na dzień dzisiejszy (2014 r). W miejscach skrzyżowań kabli z drogą należy stosować rury ochronne. Przewiduje się stosowanie rur gładkich PEHD 50/3,5. Dla linii niskiego napięcia należy stosować rury koloru niebieskiego. Lokalizacja przepustów, skrzyżowań z przeszkodami została pokazana na planach linii. Kable przed zasypaniem podlegają odbiorowi oraz wymagają wykonania inwentaryzacji geodezyjnej. Kabel nie zinwentaryzowany geodezyjnie nie może być odebrany i nie może być przekazany do eksploatacji. Przed zasypaniem należy wykonać wszystkie próby wymagane przepisami.

Od projektowanych rozdzielnic RP do pompowni należy ułożyć kable i przewody zasilania i sterowania pracą pompowni w rurze osłonowej karbowanej o średnicy wewnętrznej \varnothing 200 mm.

1.5 Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej

Zgodnie z warunkami technicznymi przyłączenia przewidywany jest trójfazowy układ pomiaru energii bezpośredni jednostrefowy. Licznik zostanie zabudowany przez przedsiębiorstwo energetyczne.

1.6 Agregat prądowórczy

Projektuje się zastosowanie agregatu prądowórczego przewoźnego w obudowie wyciszonej o mocy minimum 7,0 kVA, 5,6 kW lub większej dla zasilania rezerwowego. Podłączenie agregatu do układu zasilania pompowni ścieków przewidziano w projektowanych sterownikach pompowni ścieków RP za pośrednictwem wtyczki stałej 32 A zabudowanej na zewnątrz sterownicy.

1.7 Charakterystyka systemu nadzoru nad pracą pompowni

Projektowana pompownia ścieków pracować będzie za pomocą własnego układu sterowania. Do sterowania pracą pompowni ścieków zastosowano sterowniki PLC.

Silniki pomp ścieków będą zasilane bezpośrednio. Silniki pomp ścieków zabezpieczone są przed zwarciami za pomocą wyłączników silnikowych i różnicowoprądowych oraz za pomocą bimetalowych łączników w uzwojeniach silników pomp.

Dla kontroli prawidłowości pracy pompowni przewiduje się dwustronną komunikację pompowni ścieków z dyspozytornią zlokalizowaną na terenie przedsiębiorstwa kanalizacyjnego. Wszystkie informacje przekazywane do sterownika będą przekazane do dyżurki za pomocą radiomodemu pracującego w zakresie częstotliwości określonej przez pozwolenie radiowe RRL/R/C/0101/2013 (448,46250 MHz).

Wymagania dla radiomodemu

1. Możliwość skorzystania z funkcji korekty błędów i sprawdzania sumy kontrolnej.
2. Możliwość retransmisji sygnałów i jednoczesnej pracy jako podstacja w systemie.
3. Parametry urządzenia:
 - Port RS-232 lub RS-422/485
 - Napięcie robocze $+9 \div +30$ VDC
 - Zakres temperatury pracy $-25^{\circ}\text{C} \div +55^{\circ}\text{C}$
 - Niestabilność częstotliwości $< \pm 1,5$ kHz
 - Odstęp sąsiedniokanałowy 12,5 kHz lub 25 kHz
 - Moc wyjściowa konfigurowalna
 - Czułość odbiornika < -115 dB
 - Tłumienie zakłóceń międzykanałowych > -8 dB,
 - Selektywność > 60 dB
 - Tłumienie szumów intermodulacyjnych > 65 dB

Za pomocą usługi radiomodemu informacje o stanie pracy pompowni ścieków przekazywane będą do przedsiębiorstwa kanalizacyjnego w celu wizualizacji pracy pompowni ścieków w systemie SCADA.

Przewiduje się zabudowanie anteny kierunkowej na słupie oświetlenia terenu.

Zmianę nastawy będzie można zrealizować zarówno z panelu operatorskiego na terenie pompowni ścieków jak i zdalnie z dyspozytorni. Przekazywana będzie również informacja o czasie pracy pomp ścieków, informacja o pracy i awarii pompy ścieków. Równocześnie tą samą drogą przekazywane będą informacje z łączników krańcowych sygnalizujących otwarcie drzwi do szafy sterowniczej RP oraz otwarcia włączników do pompowni ścieków.

Dla zobrazowania informacji o stanie pracy każdej z kontrolowanej pompowni ścieków przewiduje się zastosowanie oprogramowania do wizualizacji pracy typu SCADA jaki jest zastosowany w przedsiębiorstwie kanalizacyjnym lub poprzez przeglądarkę internetową na wizualizacji oferowanej przez wyspecjalizowaną firmę.

Zakres prac związanych z oprogramowaniem pompowni ścieków powinien być zrealizowany przez wyspecjalizowane w tym zakresie przedsiębiorstwo. W czasie realizacji należy uwzględnić uwagi lub sugestie użytkownika końcowego.

1.8 Szafka sterująca pompowni ścieków

Szafka sterownicza do zasilania i sterowania pompowni ścieków wykonana będzie jako obudowa wolnostojąca na fundamencie zawierać będzie wszystkie elementy obwodów głównych i sterowniczych niezbędnych do sterowania pracą pompowni ścieków. Szafka musi posiadać II klasę ochronności.

Dla awaryjnego zasilania pompowni ścieków z przewoźnego agregatu prądotwórczego szafka sterownicza została wyposażona w przełącznik sieć-agregat umożliwiający przełączenie na zasilanie z agregatu prądotwórczego. Wtyk stały odbiornikowy 32 A zainstalowany będzie z boku szafki.

1.9 Sterowanie i sygnalizacja

Zasilanie obwodów sterowania wykonano z obwodów 24 VDC oraz obwodów 230 VAC. Pompownia ścieków sterowana będzie za pomocą sterownika swobodnie programowanego.

Wymagania dla sterownika

1. Integracja funkcji sterownika i panelu operatorskiego.
2. Możliwość rozbudowy sterownika o dodatkowe moduły I/O.
3. Obsługa liczników impulsów wysokiej częstotliwości.
4. Wbudowane dwa porty komunikacyjne RS232/RS485, wraz z protokołami swobodnie konfigurowalnymi na każdym z portów (protokoły komunikacyjne Modbus RTU (Master/Slave).
5. Wbudowany trzeci port komunikacyjny umożliwiający podłączenie dodatkowych modułów I/O.
6. Operacje zmiennoprzecinkowe.
7. Obsługa regulatorów PID.
8. Zegar czasu rzeczywistego.
9. Port dla kart pamięci do 2GB oraz programowane bloki obsługi karty pamięci:
 - zapis / odczyt danych procesowych,
 - przechowywanie, przenoszenie, ładowanie programu sterującego.
10. Obsługa sieci Ethernet oraz GSM/GPRS (komunikacja GPRS lub powiadamianie SMS).
11. Skan programu co najmniej 0,2 ms/kB programu.
12. Wyświetlacz graficzny (panel operatorski) dotykowy kolorowy o rozdzielczości 320x240 pikseli z regulowanym kontrastem i poziomem podświetlenia.
13. Liczba możliwych ekranów co najmniej 1024 z 50 aktywnymi obiektami na każdym.
14. Temperatura pracy wyświetlacza -10°C ÷ 60°C.
15. Możliwość montażu sterownika na drzwiach szafki sterowniczej oraz na szynie DIN.
16. Programowanie sterownika i panelu przy pomocy jednego programu narzędziowego.
17. Instrukcja w języku polskim do oprogramowania narzędziowego.
18. Co najmniej 24 miesięczna gwarancja.
19. Dla zastosowanego sterownika powinien istnieć rozwinięty system wsparcia technicznego w Polsce.

Silnik pompy może być ręcznie załączony dla celów sprawdzenia działania pompy. Praca silnika pompy będzie sygnalizowana na panelu wizualizacyjnym. O awarii w pompowni ścieków będzie informowana Centralna Dyspozytornia. Wymianę danych pomiędzy sterownikiem

pompowni ścieków a systemem SCADA w dyspozytorni. Sterownik komunikacyjny (moduł telemetryczny) należy wyposażyć w kartę SIM ze stałym numerem IP. Przewiduje się przekazywanie takich danych binarnych jak:

1. Stan załączenia pomp
2. Stany awarii pomp – wyłączenie przez wyłącznik różnicowoprądowy
3. Stany awarii pomp – wyłączenie przez wyłączniki bimetalowe w uzwojeniach silnika
4. Stany awarii pomp – wyłączenie przez wyłącznik silnikowy
5. Otwarcie szafki sterowniczej lub włączów do pompowni.

Przesyłane będą też takie dane analogowe jak:

1. Czas pracy pomp
2. Ilość załączeń pomp
3. Prąd pobierany przez silniki pomp
4. Poziom ścieków w pompowni
5. Dane cyfrowe z miernika parametrów sieci (prądy, napięcia, moce czynna i bierna, energia czynna i bierna).

W drugą stronę będą przesyłane następujące polecenia:

1. Załącz wyłącz pompy
2. Odstaw do remontu pompę
3. Kasowanie awarii
4. Poziomy sterujące pomp (poziomy załącz, wyłącz poszczególnych pomp)
5. Sterowanie oświetleniem zewnętrznym.

Sterowanie pracą pomp powinno zapewniać naprzemienną pracę pomp oraz samoczynne podjęcie pracy przez drugą pompę po awarii pracującej pompy.

Do komunikacji z centralną dyspozytornią stosowany będzie radiomodem. Połączenia sterownika z radiomodem odbywać się będzie za pomocą łącza RS232 z zastosowaniem protokołu komunikacyjnego Modbus RTU.

Dodatkowo lokalnie z poziomu panelu operatorskiego sterownika przewiduje się wyświetlanie wszystkich podanych wyżej informacji oraz wprowadzanie wszystkich podanych wyżej nastaw.

Ponadto po otwarciu szafki lub włączu należy przewidzieć wprowadzenie kodu wyłączającego sygnał alarmu akustycznego i optycznego włamania.

Sterowanie powinny spełniać warunki podane przez ZUK Miękinia załączone do niniejszego opracowania.

Przewiduje się, że całe oprogramowanie sterowników, paneli operatorskich, modułów telemetrycznych zostanie zainstalowane bez ochrony hasłami (lub hasła z prawami administratora zostaną udostępnione) a oprogramowanie źródłowe w wersji edytowalnej wraz z czytelnymi komentarzami co do sposobu jego działania zostanie przekazane Zamawiającemu łącznie z narzędziami do programowania sterowników, paneli operatorskich modułów telemetrycznych (oprogramowanie dostarczane wraz z urządzeniami bezpłatnie) wraz z odpowiednimi licencjami i prawami autorskimi. To samo dotyczy wprowadzanych zmian w oprogramowaniu SCADA, serwerach baz danych np. SQL i serwerach komunikacyjnych. Wymagane są licencje zezwalające na wprowadzanie zmian w oprogramowaniu.

1.10 Kontrola włamania do pompowni ścieków

Kontrola włamania do szafki i do pompowni ścieków jest realizowana przez zainstalowanie łączników krańcowych w szafce sterowniczej oraz w pompowni ścieków. Sygnał akustyczny awarii powinien się wyłączyć samoczynnie po upływie 3 minut. Natomiast sygnał optyczny dopiero po usunięciu przyczyn awarii. W przypadku pracy na zasilaniu z akumulatorów sygnał optyczny i akustyczny powinny się wyłączyć po minucie. Przewiduje się blokowanie sygnału akustycznego włamania przez podanie kodu na panelu operatorskim w ciągu 20 sekund od otwarcia szafki.

1.11 Sygnalizacja optyczna awarii

Przekazywane sygnały o awarii drogą radiową do Dyżurki będą uruchamiać alarmy programu wizualizacji i rejestrować w archiwum programu SCADA wszystkie tego typu informacje.

1.12 Sterowanie ręczne

Przewiduje się możliwość ręcznego załączenia pomp przyciskami w pompowni ścieków. Przewiduje się, że po przełączeniu na sterowanie ręczne będzie można ręcznie sterować pracą poszczególnych pomp ścieków.

1.13 Wyświetlacz sterownika

Do komunikacji z obsługą w sterownicy pompowni ścieków przewidziano mały panel operatorski zintegrowany ze sterownikiem, z którego będzie można wprowadzić wszystkie nastawy do sterownika oraz odczytać wszystkie dane poprzednio wymienione.

1.14 Zasilanie urządzeń AKPiA

Do zasilania układów AKPiA (aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki) stosowany będzie zasilacza buforowy 24 VDC. W okresie, gdy nastąpi zanika napięcia zasilającego z sieci energetyki zasilanie przejmą dwa akumulatory 12 V typu EP7-12. Przewidywany czas pracy na akumulatorach 16 godzin.

1.15 Ochrona przeciwporażeniowa

Dla układu sieciowego stosowany jest układ sieciowy TN-C, dla którego jako środek ochrony stosowane jest samoczynne wyłączenie zasilania. W rozdzielnicy pompowni następuje rozdział przewodu PEN na przewód N i przewód PE. W miejscu rozdziału przewodu PEN należy uziemić przewód PEN i równocześnie przewód PE po rozdzieleniu przewodu PEN na PE i N.

Dla zasilania pompowni ścieków projektowany jest układ sieć typu TN-S, w którym punkt neutralny transformatora połączony jest z wszystkimi szynami ochronnymi PE i zaciskami ochronnymi PE wszystkich urządzeń. Przewód neutralny po wydzieleniu z przewodu PEN w całej sieci jest izolowany od ziemi. W sieci tej stosowana jest ochrona przeciwporażeniowa podstawowa (ochrona przed dotykiem bezpośrednim), ochrona przy uszkodzeniu (ochrona przed dotykiem pośrednim) poprzez samoczynne wyłączenie zasilania i ochrona uzupełniająca za pomocą urządzeń różnicowoprądowych. Oprócz tego przewidziano zastosowanie połączeń wyrównawczych i uziemień, a także za pomocą izolacji ochronnej II klasy ochronności.

Przewiduje się stosowanie dla instalacji jednofazowych przewodów 3 żyłowych, w których jedna żyła to faza L, druga żyła to przewód neutralny N (zerowy) a trzecia żyła to przewód ochronny PE. Dla odbiorników 3 fazowych tam gdzie niezbędne jest doprowadzenie oprócz przewodu ochronnego przewodu neutralnego N (zerowego) przewiduje się stosowanie przewodów 5 żyłowych w tym osobnego przewodu ochronnego PE. Tam gdzie nie jest on potrzebny będą stosowane przewody cztero-żyłowe, w których czwarta żyła przewodu będzie żyłą ochronną PE (np. dla wszystkich silników pomp). Przewiduje się także uziemienie urządzeń zainstalowanych w studni pompowni takich jak metalowe prowadnice pomp i metalowe rurociągi oraz konstrukcje pompowni.

1.16 Ochrona przeciwprzepięciowa

Zastosowano ochronę wielostopniową ochronę przeciwprzepięciową z zastosowaniem ochronników. Stosuje się ochronniki klasy I + II (B + C) zainstalowanych w rozdzielnicy sterownicy pompowni ścieków.

1.17 Oświetlenie zewnętrzne terenu

Projektuje się wykonanie oświetlenia zewnętrznego terenu za pomocą oprawy oświetleniowej ze źródłem światła LED 30 W. Oprawa oświetleniowa wykonana w II klasie ochronności. Oprawę należy zabudować na słupie kompozytowym o wysokości 6 m.

2 Obliczenia techniczne

2.1 Bilans mocy pompowni PS6Mk

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość całkowita [szt.]	Ilość urz. rezerw. [szt.]	Pnij [kW]	Pinst. [kW]	Piobl. [kW]	kz [-]	cos φ [-]	Psz [kW]	Qsz [kVAr]
1	Pompa ścieków	2	1	1,50	3,00	1,50	1,00	0,80	1,50	1,13
2	Pompa odwadniająca	1	0	0,20	0,20	0,20	0,10	0,70	0,02	0,02
2	Gniazdo wtyczkowe	1	0	1,00	1,00	1,00	0,10	0,90	0,10	0,05
3	Sterowanie	1	0	0,10	0,10	0,10	1,00	0,95	0,10	0,03
4	Oświetlenie	1	0	0,10	0,10	0,10	1,00	0,95	0,10	0,03
5	Oświetlenie zewnętrzne	1	0	0,03	0,03	0,03	1,00	0,97	0,03	0,01
5	Gniazdo remontowe 3P+N+Z	1	0	3,00	3,00	3,00	0,10	0,80	0,30	0,23
	Razem				7,43	5,93			2,15	1,49

Moc pozorna Ssz [kVA]	2,62
Cos φ sz	0,82
Tan φ sz	0,69
Prąd szczytowy I sz [A]	3,78
Napięcie znamionowe	400,00

2.2 Zabezpieczenia silników pomp pompowni PS6Mk

Silniki pompy Pn = 1,5 kW (moc na wale), Un = 400 V, In = 3,61 A, sprawność η = 74,0 %, współczynnik mocy cos φ = 0,81 współczynnik rozruchu kr = 6,0 prędkość obrotowa n = 2920 obr/min. Prąd rozruchu bezpośredniego 39,6 A. Rozruch silnika przewidywany jest przez urządzenie łagodnego rozruchu (SoftStart). Dobiera się wyłącznik silnikowy o prądzie znamionowym 4,0 A.

2.3 Ochrona od porażen elektrycznych

Ochrona przeciwporażeniowa została sprawdzona obliczeniowo za pomocą programu Pająk firmy Moeller. Ochrona spełnia wymagania.

2.4 Obliczenia rezystancji uziemienia

Projektowaną rozdzielnicę RG należy uziemić. Obliczenie rezystancji uziemienie:

$$R_t = \frac{\rho}{2\pi} \ln\left(\frac{2l}{d_w} \sqrt{\frac{4 \cdot t + 3 \cdot l}{4 \cdot t + l}}\right) = \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 30} \ln\left(\frac{2 \cdot 30}{0,02} \sqrt{\frac{4 \cdot 0,7 + 3 \cdot 30}{4 \cdot 0,7 + 30}}\right) = 9,05 \Omega \leq 10 \Omega$$

Gdzie:

- l – długość uziomu,
- t – głębokość ułożenia,
- d_w – średnica pręta.

2.5 Dobór mocy agregatu prądotwórczego

Dla rezerwowego zasilania objętych projektem pompowni ścieków dobiera się agregat prądotwórczy przewoźny, którego moc winna wynosić dla umożliwienia pracy pompowni ścieków minimum 7,0 kVA, (5,6 kW). Jest to moc niezbędna dla zapewnienia prawidłowego bezpośredniego rozruchu pomp.

3 Zasilanie placu budowy

Zasilanie placu budowy odbywać się będzie z istniejącego słupa. O ile zajdzie taka potrzeba wykonawca robót powinien wystąpić do Tauron Dystrybucja w celu uzyskania warunków przyłączenia dla zasilania tymczasowego placu budowy. Na placu budowy należy zasilić rozdzielnicę RB. Rozdzielnica budowlana musi być wyposażona w wyłącznik przeciwporażeniowy różnicowoprądowy o prądzie nie większym niż 30 mA.

4 Część graficzna

- Schemat nr 3. Schemat strukturalny zasilania pompowni
- Rysunek nr 4. Plan zagospodarowania terenu
- Rysunek nr 5. Plan zagospodarowania terenu