

Zawartość opracowania

1. Opis techniczny;
2. Obliczenia techniczne;
3. Zestawienie podstawowych materiałów;
4. Rysunki techniczne:
 - rys. nr E-1 Plan linii kablowych oświetlenia i zasilania tłoczni ścieków en. el.
 - rys. nr E-2 Schemat instalacji elektrycznej tłoczni ścieków

Opracował: mgr inż. Marek Pieprznik AN8346/75/82

Sierpień 2016 r.

1. OPIS TECHNICZNY

1.1 Podstawa opracowania

- Warunki techniczne;
- Projekt budowlany;
- Zlecenie inwestora;
- Wizja w terenie;
- Obowiązujące przepisy i normy.

1.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany instalacji elektrycznej tłoczni ścieków projektowanej w miejscowości Smardzewo dz. 210/3 gmina Sławno.

1.3 Zakres opracowania

Zakres niniejszego opracowania obejmuje:

- instalacje elektryczne wewnętrzne;
- system monitorowania i sterowania pracą tłoczni ścieków.

1.4 Linie kablowe i uziemienia

Projektowana tłocznia ścieków RS /2x11kW/ zasilana będzie ze zintegrowanego złącza kablowego ZK1+2P-ENERGA.

Od złącza kablowego ZK do sterownicy RS ułożyć kabel YKY5x10mm².

Kabel ułożyć w rurze osłonowej DVK50.

Przewody wchodzące do obudowy komory tłoczni należy ułożyć w rurach osłonowych lub przepustach kablowych. Miejsca wprowadzenia przewodów do rur powinny być uszczelnione pianką poliuretanową.

Kable ułożyć po wytyczonej trasie przez służbę geodezyjną na podstawie planu zagospodarowania terenu.

Kabel ułożyć w wykopie na głębokości 0,8m. Kable układać na posypce z piasku o grubości minimum 0,1m, następnie zasypać warstwą piasku o grubości minimum 0,1m. W wykopie ułożyć folię niebieską z tworzywa sztucznego o szerokości 0.20m nad kablem (0.25m).

W miejscach skrzyżowania i zbliżenia z innymi urządzeniami uzbrojenia terenu kable układać w osłonie rur PCV/PP np. „AROT”.

Wszystkie prace związane z ułożeniem kabli wykonać zgodnie z normą PN-76E-05125. Szynę PE sterownicy RS należy uziemić.

Wykonać uziom prętami stalowymi ocynkowanymi np. „Galmara” ($R_u \leq 10\Omega$).

Do szyny PE przyłączyć wszystkie metalowe urządzenia i rurociągi technologiczne przepompowni. Wszystkie połączenia powinny być wykonane w sposób trwały w czasie i chronione przed korozją.

1.5 Instalacje elektryczne wewnętrzne

1.5.1. Sterowanie tłoczni ścieków

Wszystkie obwody elektryczne tłoczni ścieków zasilane będą z sterownicy RS.

Układ sieciowy TN-S.

Szafkę sterowania elektrycznego pomp dostarcza producent przepompowni. Sterownica powinna być wykonana w podwójnej obudowie, najlepiej z tworzywa sztucznego z maskownicą wewnętrzną, o klasie ochrony min. IP 65. Obudowa powinna być zabezpieczona przed wpływem niskich temperatur (ogrzewanie wnętrza załączane termostatem). Wykonanie drzwi wewnętrznych powinno gwarantować szczelność minimum IP 42, co umożliwi swobodne manipulowanie przy sterownicy w trudnych warunkach pogodowych. Szafkę instalować w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika na prefabrykowanej podstawie o wysokości 50 cm. Szafkę zaopatrzyć w 2 zamki, które powinny być odporne na zanieczyszczenia, uszkodzenia i warunki atmosferyczne, a otwierane nietypowym kluczem, tym samym, który stosowany jest do otwierania pokryw zbiorników pompowni oraz zamków w ogrodzeniu obiektu. Sterownica winna spełniać dwie podstawowe funkcje: sterowania pompami i komunikacji.

1.5.2. Wymagania stawiane wyposażeniu sterownicy

Wyposażenie sterownicy powinno zawierać:

- 1) sterownik mikroprocesorowy swobodnie programowalny z panelem operatorskim przystosowany do współpracy z modemem GPRS,
- 2) przełącznik sieć / 0 / agregat,
- 3) wyłącznik główny zasilania,
- 4) ochronnik przeciw przepięciowy w trzech fazach + N w klasie B,
- 5) ochronnik przeciw przepięciowy w trzech fazach + N w klasie C,
- 6) ochronnik przeciw przepięciowy w trzech fazach + N w klasie D,
- 7) ochronę przeciw przepięciową sygnału analogowego,
- 8) ochronę przeciwporażeniową realizowaną wyłącznikami różnicowoprądowymi,
- 9) wyłączniki silnikowe z pokrętkiem, realizujące funkcję zabezpieczenia zwarciego i przeciążeniowego pomp,
- 10) wyłącznik obwodów sterowania z bezpiecznikiem,
- 11) transformator bezpieczeństwa dla obwodów sterowania,
- 12) czujnik zaniku, kontroli i asymetrii faz,
- 13) elektromechaniczne liczniki godzin pracy dla każdej z pomp,
- 14) falownik dla deej z pomp o mocy 11kW,
- 15) sterowanie pompami za pomocą sondy hydrostatycznej przystosowanej do pracy w ściekach i 2 włączników pływakowych,
- 16) tryby awaryjne w przypadku uszkodzenia sondy hydrostatycznej lub sterownika,
- 17) przełącznik trybu pracy rozdzielnic (ręczna/0/automatyczna),
- 18) wyłącznik miejscowej sygnalizacji akustyczno-optycznej,
- 18) modem GPRS pracujący w dwustronnej komunikacji,
- 19) ogrzewanie szafy o mocy 50W sterowane termostatem,
- 20) gniazdo do podłączenia agregatu,
- 21) zabezpieczenie podprądowe (od suchobiegu) w trybie auto,
- 22) niejednoczesność rozruchów pomp w trybie auto,
- 23) zasilacz z podtrzymaniem buforowym dla sterownika, pomiaru poziomu i sygnalizacji,
- 24) gniazda serwisowe - 3 x 400V 16A, 230V 6A, 24V 6A z zabezpieczeniami,
- 25) wyłącznik różnicowoprądowy dla gniazd serwisowych,
- 26) sterowanie oświetleniem zewnętrznym (wyłącznik zmierzchowy),
- 27) sygnalizator akustyczno - optyczny zabudowany na sterownicy,
- 28) amperomierze dla każdej pompy,
- 29) przyciski START i STOP,
- 30) lampki sygnalizacyjne pracy i awarii.

Uwaga: szczegółowy opis wymagań dotyczących sterowania, AKPiA, monitoringu i wizualizacji zawarty jest w części technologicznej projektu budowlanego p. 5.0 Wytyczne dla branży elektrycznej, starowania AKPiA, monitoringu i wizualizacji przepompowni.

1.6 System monitorowania i sterowania pracą tłoczni ścieków RS

System monitorowania i sterowania pracą tłoczni ścieków RS powinien być kompatybilny z systemem monitorowania i sterowania użytkowanym przez eksploatatora sieci kanalizacyjnej – WiK Wodociągi i Kanalizacje Sp. z o.o. w Sławnie.

1.6.1. Opis modułu sterowania i komunikacji

Analiza poziomu ścieków w zbiorniku przepompowni.

Odczyt poziomu medium powinien być realizowany przy pomocy sondy hydrostatycznej. W przypadku awarii sondy hydrostatycznej lub jej demontażu na czas serwisu, lub awarii sterownika, układ automatycznie powinien przejść w sterowanie za pomocą 2 pływakowych czujników poziomu: czujnik poziomu suchobiegu, oraz poziomu maksymalnego. Jednostka centralna układu sterowania powinna automatycznie rozpoznawać awarię sondy, sterownika lub inny stan alarmowy, a tym samym powodować natychmiastowe przekazanie informacji użytkownikowi.

TRYB PRACY AUTOMATYCZNEJ – sprawny układ sterowania.

W trybie pracy automatycznej przy sprawnym module sterującym powinny być realizowane następujące funkcje:

- 1) naprzemienna praca pomp,
- 2) zastępowanie pompy z awarią w jej cyklu podstawowym na pompę sprawną,
- 3) załączanie pompy pierwszej na poziomie załączania,
- 4) wyłączanie pompy pierwszej na poziomie minimalnym,
- 5) załączanie pompy drugiej na poziomie załączania,
- 6) wyłączanie pompy drugiej na poziomie minimalnym,
- 7) niejednoczesność startu pomp po zaniku zasilania i zalaniu zbiornika pompowni powyżej poziomu maksymalnego,
- 8) niejednoczesność zatrzymania pomp na poziomie minimalnym,
- 9) załączanie alarmu na poziomie przepełnienia,
- 10) wyłączanie stanu alarmowego na poziomie maksymalnym,
- 11) bezwzględne zatrzymanie pracy pomp na poziomie suchobiegu lub w przypadku przegrzania pompy,

TRYB PRACY AUTOMATYCZNEJ – uszkodzony układ sterowania.

W trybie pracy automatycznej przy uszkodzonym sterowniku praca przepompowni powinna być realizowana co najmniej na jednej pompie. Układ powinien rozpoznawać awarię pompy i przełączać pompę uszkodzoną na drugą pompę sprawną. W tym trybie naprzemienna praca pomp nie występuje. Załączenie pracy pompy powinno odbywać się na poziomie pływaka poziomu maksymalnego, natomiast wyłączenie jej na poziomie pływaka suchobiegu. Praca w trybie awarii sterownika wymaga ustawienia przełącznika R-0-A w położeniu pracy automatycznej.

TRYB PRACY RĘCZNEJ

Awaria centralnej jednostki układu sterowania lub sondy hydrostatycznej nie powinna blokować możliwości sterowania pompami w trybie ręcznym. W tym trybie pracy powinno być realizowane bezpośrednie sterowanie pracą pomp (z ominięciem sterownika). Pompowanie w trybie pracy ręcznej nie powinno wymagać przytrzymywania przycisku start dla pracy pompy, chyba, że pompowanie odbywa się w sytuacji, gdy poziom ścieków jest poniżej poziomu suchobiegu, dlatego należy zastosować przyciski pracy pomp „start-stop” z „samo-powrotem” bez funkcji „zatrzasku”.

LOKALNIE SYGNALIZOWANE STANY ALARMOWE (sygnalizator akustyczno-optyczny).

Realizowany układ sterowania powinien sygnalizować następujące stany alarmowe:

- 2) awarię sterownika lub zanik zasilania (zanik zasilania sygnalizowany jedynie w przypadku doposażenia zasilacza buforowego w akumulator). Po wyciągnięciu modułu sterującego (na czas serwisu) alarm powinien ustać,
- 3) poziom alarmowy w zbiorniku,
- 4) poziom suchobiegu w zbiorniku,

- 5) awarie pomp (wyzwolenie wyłącznika silnikowego lub przegrzanie pompy),
- 6) otwarcie sterownicy i wjazdu studni,
- 7) awaria przetwornika,

ZDALNIE SYGNALIZOWANE STANY ALARMOWE.

Projektowane przepompownie ścieków powinny być zdalnie monitorowane i sterowane. Transmisję sygnałów alarmowych należy zrealizować poprzez transmisję pakietową GPRS. Przepompownie powinny sygnalizować zdalnie następujące stany alarmowe:

- 1) awaria pompy nr 1 – zadziałanie wyłącznika termicznego,
- 2) awaria pompy nr 2 – zadziałanie wyłącznika termicznego,
- 3) awaria pompy nr 1 – zadziałanie czujnika wilgoci,
- 4) awaria pompy nr 2 – zadziałanie czujnika wilgoci,
- 5) stan pracy pompowni,
- 6) przekroczenie stanu maksymalnego,
- 7) przekroczenie poziomu suchobiegu,
- 8) czasy pracy pomp: chwilowe i sumaryczne,
- 9) stan zasilania przepompowni,
- 10) pomiar natężenia prądu pobieranego przez silnik pompy,
- 11) awaria przetwornika pomiaru prądu,
- 12) praca pompy lub pomp,
- 13) poziom ścieków w zbiorniku,
- 14) awaria przetwornika poziomu,
- 15) sabotaż w sterownicy,
- 16) sabotaż w komorze przepompowni i bramie.

Stan alarmowy sygnalizowany na stanowisku dyspozytorskim powinien wymagać od operatora potwierdzenia zaistniałego alarmu.

WYMAGANIA STAWIANE STEROWNIKOWI.

Sterownik zastosowany w sterownicy pompowni powinien posiadać:

- 1) monokrystaliczny wyświetlacz LCD umożliwiający ustalenie poziomów załączenia pomp oraz wizualizację stanu pompowni,
- 2) jednostkę centralną układu sterowania współpracującą z modemem GPRS,
- 3) moduł wejść-wyjść umożliwiający pomiar wartości analogowych z co najmniej 4 czujników jednocześnie, np.: przepływu chwilowego, natężenia prądu, sygnału z sondy hydrostatycznej,
- 4) co najmniej 5 wolnych wejść i wyjść binarnych,
- 5) program sterujący gwarantujący:
 - a. napisy o aktualnych stanach przepompowni, w tym liczniki czasu pracy pomp,
 - b. niejednoczesność startu,
 - d. wykrywanie awarii sondy hydrostatycznej bądź jej brak i przejście w sterowanie włącznikami pływakowymi,
 - e. analizę stanu aparatów elektrycznych w torach zasilania pomp (wyłączniki silnikowe, termokontakt w pompie, potwierdzanie pracy),
 - f. włączanie i wyłączanie pomp przy zaprogramowanych poziomach,
 - g. sterowanie zewnętrznym sygnalizatorem.

1.6.2 System sterowania i monitoringu

Wymagania dotyczące sterowania

Stanowisko sterowania i monitoringu powinno mieć możliwość sterowania pracą pomp oraz sygnalizatora zewnętrznego, a także zmianę poziomów załączeń i wyłączeń pomp, przez operatora, mającego dostęp do tych funkcji po podaniu odpowiedniego hasła. Sterowanie zdalne powinno umożliwiać:

- 1) uruchomienie pompy 1,

- 2) uruchomienie pompy 2,
- 3) zatrzymanie pompy 1 (w bieżącym cyklu),
- 4) zatrzymanie pompy 2 (w bieżącym cyklu),
- 5) zablokowanie pracy pompy 1,
- 6) zablokowanie pracy pompy 2,
- 7) wyłączenie sygnalizatora zewnętrznego (po wystąpieniu alarmu),
- 8) całkowite wyłączenie sygnalizatora (brak zadziałania sygnalizatora przy występującym stanie alarmowym),
- 9) zmianę poziomów pracy pomp,
- 10) zmianę poziomów alarmowych,

Wymagania dotyczące monitoringu

Program monitoringu powinien być opracowany na bazie sprawdzonego i profesjonalnego systemu SCADA. Zastosowany program bazowy (w polskiej wersji językowej), powinien umożliwić włączenie do systemu kolejnych obiektów na terenie gminy oraz współpracować z obecnie eksploatowanym systemem monitoringu.

Operator powinien mieć możliwość odczytu, ze stanowiska monitorującego, następujących parametrów:

- 1) poziom ścieków w zbiorniku,
- 2) poziom załączenia pomp,
- 3) poziom wyłączenia pomp,
- 4) praca pompy 1,
- 5) praca pompy 2,
- 6) przeciążenie pompy 1,
- 7) przeciążenie pompy 2,
- 8) zawilgocenie pompy 1,
- 9) zawilgocenie pompy 2,

- 10) stan komunikacji ze sterownicą przepompowni,
- 11) bajty nadane i odebrane podczas transmisji GPRS,
- 12) stan zasilania sterownicy,
- 13) stan pływak suchobiegu,
- 14) stan pływaka poziomu alarmowego,
- 15) załączenie trybu ręcznego w szafie sterowniczej,
- 16) załączenie trybu ręcznego – zdalnego.
- 17) czas pracy pompy 1,
- 18) czas pracy pompy 2,
- 19) syrena aktywna.

Poziom ścieków, jak i praca pomp muszą być przedstawione na wykresie.

Wymagania dotyczące analizy stanu tłoczni ścieków

CMP (Centrum Monitoringu Przepompowni) powinno mieć możliwość ciągłej rejestracji stanu przepompowni. Na podstawie zebranych danych powinna istnieć możliwość dokonania analizy pracy przepompowni w zadanym przez operatora okresie czasu. Analiza ta powinna umożliwiać odczyt:

- 1) daty i czasu, w którym pracowała pompa 1,
- 2) daty i czasu, w którym pracowała pompa 2,
- 3) ilości załączeń pompy 1,
- 4) ilości załączeń pompy 2,
- 5) czasu pracy pompy 1,
- 6) czasu pracy pompy 2,
- 7) historii wszystkich alarmów,
- 8) historii zmian wykonywanych przez operatora (zał./wył. pomp, blokada pomp, itp.)
- 9) historii zmian nastaw poziomów załączenia i wyłączenia pomp,

- 10) historii zmian poziomu ścieków,
- 11) czasu braku komunikacji między sterownicą przepompowni, a stanowiskiem monitoringu,
- 12) możliwość wydrukowania wygenerowanego raportu lub wykresu.

1.7 Ochrona od porażen elektrycznych

Układ sieciowy na terenie pompowni - TN-S.

W pompowni ścieków zastosowano ochronę przed dotykiem pośrednim. Dodatkowa ochrona od porażen realizowana będzie przez zastosowanie szybkiego wyłączenia zasilania / dla sieci zasilającej $t \leq 5 \text{ sek.}$ -TN-C, dla instalacji odbiorczej $t \leq 0,2 \text{ sek.}$ -TN-S/.

Samoczynne wyłączenie zasilania realizowane będzie wyłącznikami różnicowoprądowymi i wyłącznikami nadmiarowo-prądowymi.

Wszystkie połączenia powinny być wykonane w sposób trwały w czasie i chronione przed korozją.

Końcówki żył przewodów oznaczyć kolorami:

- pomarańczowy - L1,L2,L3
- niebieski - N
- żółto-zielony – PE

1.8 Uwagi końcowe

1. Całość robót elektrycznych wykonać zgodnie z „ Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-instalacyjnych „, Część V. Instalacje elektryczne. Warszawa 1984 r.
2. Kolorystyka żył kabli zgodnie z PN-90/E05023.
3. Szafkę opisać zgodnie ze schematem.
4. Po zakończeniu prac montażowych należy wykonać kompletne badanie urządzeń zabezpieczających oraz instalacji i urządzeń elektrycznych . Szczególną uwagę należy zwrócić na poziom rezystancji izolacji i ciągłość przewodu ochronnego PE. Zakończenie prac udokumentować protokołem odbioru z załączoną dokumentacją pomiarową.

Wszystkie zmiany w wykonawstwie uzgodnić z autorem projektu.

2. Obliczenia techniczne

Obliczenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i spadków napięć przeprowadzono w oparciu o program OBL.

2.1 Bilans mocy

Moc szczytowa pompowni ścieków:

$$P_{sz} = k_j \cdot P_i, \quad k_j = 0,5, \quad P_{sz} = 11 \text{ kW}$$

Prąd szczytowy I_{sz} :

$$I_{sz} = P_{sz} / (1,73 \cdot U_x \cdot \cos \phi), \quad \cos \phi = 0,85, \quad I_{sz} = 18,7 \text{ A}$$

Włz od ZK do RS wykonać kablem YKY 5x10mm².

2.2 Dobór przewodów i zabezpieczeń (wg IEC 60364-5-523)

Wyniki obliczeń skuteczności ochrony przed skutkami przeciążeń:

Element	Opis	Sp. ułoż.	l [m]	Zabezpieczenie	Opis zabezpieczenia	IB [A]	In [A]	Iz [A]	IB ≤ In ≤ Iz	I2 [A]	Tolerancja [A]	1.45 * Iz [A]	I2 ≤ 1.45 * Iz
kabel	YKY4x10 ²	D	5	B1:2_1	WTN 00 gF 40 A (APENA)	16,8	40,0	61,4	TAK	66,0	±2,6	89,0	TAK

IB - prąd roboczy, Iz - dopuszczalna obciążalność prądowa, In - prąd znamionowy zabezpieczenia, I2 - prąd wyłączalny zabezpieczenia dla czasu długotrwałego obciążenia

Szczegółowy opis sposobu ułożenia:

Rodzaj izolacji: PVC
 Charakterystyka obszaru: obszar suchy; piasek lub glina (1,00 K*m/W)
 Temperatura otoczenia: 20
 Szczegółowy sposób ułożenia: kable układane bezpośrednio w ziemi
 Ilość torów: 1
 Dodatkowa informacja o ułożeniu: ułożony pojedynczo

OCHRONA PRZED SKUTKAMI PRZECIĄŻEŃ **JEST SKUTECZNA**

2.3 Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej (wg PN-E-05009/41)

Wyniki obliczeń skuteczności ochrony od porażenia:

Element	Opis	l [m]	Zabezpieczenie	Opis zabezpieczenia	Czas zadziałania [s]	Zs [Ω]	Ia [A]	Zs * Ia [V]	Tolerancja [V]	U [V]	Zs * Ia ≤ U	Izw [A]
Kabel ENERGA	YAKY4x50 ²	30,0	B1:1_1	WTN 00 gF 63 A (APENA)	0,4	0,176	223,0	39,15	±1,57	230	TAK	1 310,0
kabel	YKY4x10 ²	5,0	B1:2_1	WTN 00 gF 40 A (APENA)	0,4	0,191	136,2	26,01	±1,04	230	TAK	1 204,3
K1:3	YKY4x4 ²	6,0	B1:3_1	S301 B 6 A (LEGRAND)	0,4	0,243	27,3	6,63	±0,27	230	TAK	946,6

OCHRONA OD PORAŻEŃ **JEST SKUTECZNA**

2.4 Spadek napięcia

Wyniki obliczeń spadków napięcia:

Element	Opis	l [m]	U [V]	Σ P i.k.	Σ P s.k.	n. k.	P i.k.	k j.k	P s.k.	P o.k	k j.s.	P i.w.	n. w.	Σ P i.w.	Σ n.w.	k.j.w.	P obl	cos φ k	dU[%]	IB [A]	
Kabel ENERGA	YAKY4x50 ²	30,0	400	11,73	15,94	7	0,70	7,00	4,90	15,94	1,00	-	-	-	-	-	15,94	0,95	1,05	0,19	24,22
kabel	YKY4x10 ²	5,0	400	11,03	11,04	1	11,00	1,00	11,00	11,04	1,00	-	-	-	-	-	11,04	0,95	1,02	0,06	16,77
K1:3	YKY4x4 ²	6,0	230	0,04	0,04	1	0,04	1,14	0,04	0,04	1,00	-	-	-	-	-	0,04	0,95	1,01	0,00	0,18
							11,73		15,94											0,25	

3. Zestawienie podstawowych materiałów

1. pręty stalowe ocynkowane GALMAR	9,0m
2. bednarka ocynkowana	4,0m
3. słupy stalowe dla oświetlenia zewnętrznego SSO60/45/3P	1,0szt
4. lampa oświetleniowa kompletna LED35W, IP65	1,0szt
5. cement portlandzki 35 bez dodatków	0,1t
6. Fundament FB100	1,0szt
7. rury przewodowe z PCW"AROT"DVK & 75	6,0m
8. rury przewodowe z PCW"AROT"DVK & 50	6,0m
9. rozdzielnica RS-2x11kW	1,0szy
10. fundament prefabrykowany-RS	1,0szt
12. przewód typu YDYp3x2,5mm ²	6,0m
13. przewody kabelkowe YKSY7x1mm ²	7,0m
14. kabel YKY5x10mm ²	5,0m
16. kabel YKY3x4mm ²	6,0m
17. czujnik otwarcia	2,0szt