

Opis techniczny

1. Podstawa opracowania

- 1.1 Zlecenie Inwestora
- 1.2 Warunki przyłączenia do sieci nn wydane przez RE Busko z dnia 16,12,2013 r.
- 1.3 Plan zagospodarowania terenu przepompowni ścieków w skali 1 : 500
- 1.4 Projekt technologiczny przepompowni
- 1.5 Inwentaryzacja linii napowietrznej nn do celów projektowych
- 1.6 Obowiązujące w projektowaniu przepisy i normy

2. Zakres dokumentacji

Dokumentacja zawiera następujące projekty :

- projekt kablowej sieci rozdzielczej nn
- projekt oświetlenia terenu przepompowni

3. Dane energetyczne przepompowni ścieków

- moc zainstalowana $P_i = 14,8 \text{ kW}$
- moc zapotrzebowana $P_s = 7,3 \text{ kW}$
- **moc przyłączeniowa $P_p = 12,0 \text{ kW}$**
- prąd obciążenia $J_{obc} = 14,1 \text{ A}$
- napięcie zasilania $U_n = 3 \times 400/230 \text{ V}$
- pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej - wspólny dla siły i światła w złączu pomiarowym licznikiem bezpośrednim energii czynnej.

4. Zasilanie przepompowni w energię elektryczną.

Zasilanie przepompowni ścieków określone w „Warunkach przyłączenia do sieci nn” wydane przez PGE Dystrybucja RE Busko zostanie wykonane przez pracowników Rejonu Energetycznego Busko. Wykonanie będzie obejmowało ułożenie przewodu izolowanego typu AsXSn 4 x 16 mm² w rurze osłonowej od linii napowietrznej do złącza pomiarowego.

5. Złącze pomiarowe

Dobrano złącze z pomiarem energii elektrycznej typu ZL – 1 (D0 3 x 25 A + z) prefabrykowane, produkowane przez Zakład Usługowo Produkcyjny ZEORK S. A. Skarżysko. Obudowa tablicy licznikowej jest wykonana z tworzyw termoutwardzalnych. Tablicę montować na słupie przelotowym nr 37, tak by okienko odczytu licznika był na wysokości 1,7 m nad terenem. W tablicy bezpiecznikowej należy przygotować miejsce pod zabudowę licznika energii czynnej 3-fazowego 1-strefowego oraz wyłącznik bezpiecznikowy 3 x D02gG 20 A. Przewód PEN rozdzielić na PE i N oraz uziemić. Dopuszcza się zabudowanie tablicy innego producenta lecz o podobnej konstrukcji. Montaż złącza pomiarowego oraz jego uziemienie wykona Inwestor.

6. Projekt linii kablowej nn. zasilającej przepompownię ścieków.

Przepompownia ścieków będzie zasilana z tablicy pomiarowej kablem typu YKY 5 x 10 mm² o dł. 29 m. Kabel wyprowadzić ze skrzynki pomiarowej z zacisków listwy zalicznikowej w części pomiarowej złącza kablowego. Trasę kabla pokazano na rys. nr 3.

7. Rozdzielnia główna

Rozdzielnię główną należy zlokalizować w pobliżu ogrodzenia przepompowni. Rozdzielnia będzie zmontowana w obudowie z tworzyw sztucznych produkcji „Firmy H. Sypniewski” Zielona Góra, typu OP 85 DF z daszkiem i fundamentem. W obudowie rozdzielni należy zamontować okienko umożliwiające działanie fotokomórki załączającej oświetlenie terenu przepompowni. Dopuszcza się montaż rozdzielnic innego producenta. Zgodnie z wytycznymi technologicznymi przewidziano jedynie przystosowanie rozdzielni głównej do ewentualnego zasilania awaryjnego przepompowni z przewoźnego agregatu prądotwórczego. Samego agregatu nie projektowano. Rozdzielnia zostanie wyposażona w przełącznik uniemożliwiający podanie napięcia na stronę energetyki, główny wyłącznik różnicowoprądowy o prądzie zadziałania 300 mA oraz uziemiono przewód ochronny w rozdzielni wartością $< 5 \Omega$. Do ewentualnego zasilania z agregatu prądotwórczego zaprojektowano gniazdo wtyczkowe 3f. 32 A. W rozdzielni należy jeszcze zamontować zabezpieczenia obwodów zasilania przepompowni.

8. Rezerwowe zasilanie przepompowni ścieków

Rozdzielnia główna będzie przystosowana do zasilania z agregatu prądotwórczego. W rozdzielni będzie zabudowany przełącznik agregat - sieć, który uniemożliwi podanie napięcia na stronę energetyki.

9. Rozdzielnia pompowni RP

Rozdzielnia będzie montowana przy obudowie przepompowni. Rozdzielnię należy zamówić u producenta przepompowni. Z rozdzielni będzie zasilane i sterowane dwie pompy o mocy 7,1 kW. Projekt technologiczny przewiduje prace przemienną obu pomp. Przy zamawianiu rozdzielni sterowniczej należy zamówić tablicę z dwoma kondensatorami przyłączonymi do pola zasilającego każdą pompę. Do kompensacji dobrano 2 kondensatory suche trójfazowe niskiego napięcia o mocy znamionowej 2,5 kVar typu MKP z osłoną na zaciski. Pola zasilające pompy muszą być wyposażone w urządzenie „łagodnego rozruchu”. Rozdzielnia będzie zasilana z rozdzielni głównej kablem YKY 5 x 10 mm² o długości 8 m.

10. Oświetlenie terenu.

Terenu wokół przepompowni projektuje się oświetlić oprawą sodową typu OZPS 70 montowaną na czubie słupa „parkowego”. Oprawa będzie zasilana i załączana z rozdzielni głównej. Oświetlenie terenu przepompowni będzie można załączyć ręcznie oraz może być sterowane automatycznie wyłącznikiem zmierzchowy produkcji Legrand nr ref. 0037 23, załączany przez fotokomórkę. Do wykonania oświetlenia dobrano następujące elementy:

- słup stalowy „parkowy” typu S-50C produkcji Elektromontażu Rzeszów
- oprawa typu OZPS – 70 z lampą sodową 70 W produkcji Mesko – AGD Skarżysko
- wyłącznik zmierzchowy nr ref. 0037 23
- fotokomórka nr ref. 09 16 87
- tabliczka bezpiecznikowa typu TBO – 35 mm² z wkładką topikową Bi Wts 4 A
- przewody od tabliczki do oprawy typu YDY 3 x 1,5 mm² o dł. 5 m
- prefabrykowany fundament betonowy typ F 100
- kabel zasilający YKY 3 x 2,5 mm² o dł. 12,0 m.

11. Ochrona przed dotykiem pośrednim

Całość ochrony od porażeń wykonać z pakietem norm PN-IEC – 60364 – 4 i aktualnymi PBUE. Dodatkową ochroną od porażeń prądem elektrycznym będzie **samoczynne odłączenie zasilania, układ sieci TN-C** i instalacja w przepompowni **układ sieci TN-C-S**.

12. Ochrona przeciwprzepięciowa.

Do ochrony instalacji w przepompowni zaprojektowano ochronę przeciwprzepięciową. Dobrano ochronnik przeciwprzepięciowy, czterobiegunowy nr 0039 33 montowany w rozdzielni głównej.

13. Uwagi końcowe

Linie kablowe nn wykonać zgodnie z normą N SEP - E - 004.

Całość robót wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych, część V - instalacje elektryczne”.

Obliczenia techniczne

1. Obliczenie mocy zainstalowanej i szczytowej rozdzielni RP

- pompy ścieków	$P_i = 2 \times 7,1 = 14,2 \text{ kW}$	$P_s = 7,1 \text{ kW}$	$Q_s = 5,69 \text{ kVAr}$
- sterowanie	0,1 kW	0,1 kW	0,075 kVAr
razem	$P_i = 14,3 \text{ kW}$	$P_s = 7,2 \text{ kW}$	$Q_s = 5,765 \text{ kVAr}$

Po przyłączeniu kondensatora do pola zasilającego silnik pompy prąd będzie wynosił:

$$I_{obc} = 15,7 \times 0,78 / 0,91 + 100 / 230 \times 0,8 = 14,1 \text{ A}$$

$$I_r = 122 \times 13,5 / 15,7 \times 3 \times 2 + 100 / 230 \times 0,8 = 17,5 \text{ A}$$

2. Dobór kondensatora do kompensacji indywidualnej silnika pompy.

By energia pobierana przez przepompownię miała współczynnik mocy $\text{tg } \varphi = 0,4$ zaprojektowano indywidualną kompensację mocy biernej silnika pomp.

$$P_s = 7,1 \text{ kW}, \cos \varphi = 0,78, Q_s = 5,69 \text{ kVAr}$$

$$Q_k = 5,69 - 7,1 \times 0,4 = 5,69 - 3,12 = 2,57 \text{ kVAr}$$

Dla każdego silnika dobrano kondensator suchy trójfazowy niskiego napięcia o mocy znamionowej 2,5 kVAr typu MKP z osłoną na zaciski.

Przy zamawianiu tablicy sterowniczej należy zamówić tablicę z dwoma w.w. kondensatorami.

3. Obliczenie mocy zainstalowanej i szczytowej przepompowni

- rozdzielnia RP	$P_i = 14,3 \text{ kW}$	$P_s = 7,2 \text{ kW}$	$Q_s = 3,265 \text{ kVAr}$
- oświetlenie terenu	0,1 kW	0,1 kW	0,075 kVAr
- gniazdo remontowe	0,5 kW	-	-
razem	$P_i = 14,8 \text{ kW}$	$P_s = 7,3 \text{ kW}$	$Q_s = 3,34 \text{ kVAr}$

Po zainstalowaniu kondensatorów prąd obciążenia wyniesie:

$$\text{tg } \varphi = 3,34 / 7,3 = 0,46, \cos \varphi = 0,91$$

$$I_{obc} = 7300 / 1,73 \times 400 \times 0,91 = 11,6 \text{ A}$$

4. Dobór zabezpieczeń

Zgodnie z „Warunkami przyłączenia” dobiera się zabezpieczenie przedlicznikowe bezpiecznikami topikowymi D02 gG 20 A.

5. Sprawdzenie istniejącej linii napowietrznej nn.

5.1 Obliczenie mocy zainstalowanej i szczytowej obwodu zasilającego

Obwód zasilają 13 odbiorców przyłączami 3f oraz będzie zasiliał projektowaną przepompownię ścieków. Do obliczeń przyjęto: dla przyłącza 3f – 6 kW, i dla przepompowni ścieków $P_i = 11,7$ kW, $P_s = 7,3$ kW.

Współczynniki obliczeniowe mocy dobrano dla wiejskich gospodarstw domowych zawartych w Zbiorze przepisów technicznych ZELWODU.

$$P_i = 13 \times 6 + 14,8 = 92,8 \text{ kW}$$

$$P_s = 78 \times 0,2 + 7,3 = 22,9 \text{ kW}$$

$$J_{obc} = 15\,600 / 1,73 \times 400 \times 0,8 + 11,6 = 39,8 \text{ A}$$

Pozostawia się bez zmian istniejące zabezpieczenie 80 A w skrzyni transformatorowej.

5.2 Sprawdzenie istniejących przewodów.

Linia napowietrzna jest wykonana przewodami 4 x AL 35 mm² o $J_{dd} = 175 > J_b = 63 \text{ A} > J_{obc} = 39,8 \text{ A}$, ponadto $1,45 \times J_{dd}' = 253,75 \text{ A} > J_2 = 100,8 \text{ A}$ o długość obwodu 398,6 m.

5.3 Obliczenie spadku napięcia .

- obliczenie spadku napięcia w przęśle między stacją a słupem nr 25 (o rozpiętości 43,1 m)

$$P_i = 13 \times 6 = 78 \text{ kW}$$

$$P_s = 78 \times 0,2 = 15,6 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,3638 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w przęśle między słupem nr 25 a słupem nr 31 (o rozpiętości 48,5 m)

$$P_i = 8 \times 6 = 48 \text{ kW}$$

$$P_s = 48 \times 0,27 = 12,96 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,3401 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w przęśle między słupem nr 31 a słupem nr 34 (o rozpiętości 141,6 m)

$$P_i = 6 \times 6 = 36,0 \text{ kW}$$

$$P_s = 36 \times 0,34 = 8,84 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,8551 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w przęśle między słupem nr 34 a słupem nr 36 (o rozpiętości 110,3 m)

$$P_i = 3 \times 6 = 18,0 \text{ kW}$$

$$P_s = 18 \times 0,45 = 8,1 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,6088 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w przęśle między słupem nr 36 a słupem nr 37 (o rozpiętości 55,1 m)

$$P_i = 2 \times 6 = 12 \text{ kW}$$

$$P_s = 12 \times 0,59 = 7,08 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,2719 \%$$

$$\Sigma dU\% = 2,4398 \%$$

- obliczenie spadku napięcia dla przepompowni:

$$dU\% = \frac{100 \times 7\,300 \times 398,6}{33 \times 35 \times 400^2} = 1,5746 \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie:

$$dU\% = 2,4398 + 1,5746 = 4,0144 \%$$

5.4 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 0,0512 + 2 \times 0,3986 \times 0,845 = 0,7248 \, \Omega$$

$$X_p = 0,0813 + 2 \times 0,3986 \times 0,33 = 0,3444 \, \Omega$$

$$Z_p = 0,8025 \, \Omega$$

$$J_{zw} = 230 / 1,25 \times 0,8025 = 229,3 \, A$$

$$J_w = 63 \times 2,5 = 157,5 \, A$$

$J_{zw} > J_w$ ochrona jest skuteczna.

6. Dobór przewodu izolowanego zasilającego tablicę pomiarową nn

Dobiera się przewód AsXSnn 4 x 16 mm² o $J_{dd} = 93 \, A > J_b = 63 \, A > J_{obc} = 11,6 \, A$, ponadto $1,45 \times J_{dd} = 134,9 \, A > J_2 = 100,8 \, A$. Długość obwodu 7 m.

6.1 Obliczenie spadku napięcia .

$$dU\% = \frac{100 \times 7 \times 350 \times 7}{33 \times 16 \times 400^2} = 0,0605 \, \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie:

$$dU\% = 4,0144 + 0,0605 = 4,0748 \, \%$$

6.2 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 0,7248 + 2 \times 1,91 \times 0,007 = 0,7514 \, \Omega$$

$$X_p = 0,3444 + 2 \times 0,091 \times 0,007 = 0,3457 \, \Omega$$

$$Z_p = 0,8271 \, \Omega$$

$$J_{zw} = 230 / 1,25 \times 0,8271 = 222,5 \, A$$

$$J_w = 80 \times 3 = 240 \, A$$

$J_{zw} < J_w$ ochrona jest nieskuteczna.

7. Dobór kabla zasilającego przepompownię ścieków.

Dobrano kabel YKY 5 x 10 mm² o $J_{dd} = 52 \, A > J_b = 20 \, A > J_{obc} = 14,1 \, A$, ponadto $1,45 \times 52 = 75,4 \, A > J_2 = 25,6 \, A$. Długość kabla 29 m.

7.1 Obliczenie spadku napięcia.

$$dU\% = \frac{100 \times 7 \times 300 \times 29}{57 \times 10 \times 400^2} = 0,2321 \, \% < dU_{dop} = 1 \, \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie:

$$dU\% = 4,0748 + 0,2321 = 4,3070 \, \%$$

7.2 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 0,7514 + 2 \times 0,860 \times 0,029 = 0,8587 \, \Omega$$

$$X_p = 0,3457 + 2 \times 0,073 \times 0,029 = 0,3503 \, \Omega$$

$$Z_p = 0,9275 \, \Omega$$

$$J_{zw} = 230 / 1,25 \times 0,9275 = 198,4 \, A$$

$$J_w = 170 \, A$$

$J_{zw} > J_w$ ochrona jest skuteczna.

8. Dobór kabla zasilającego rozdzielnie RP.

Dobrano kabel YKY 5 x 10 mm² o $J_{dd} = 52 \text{ A} > J_b = 20 \text{ A} > J_{bc} = 14,1 \text{ A}$, ponadto $1,45 \times 52 = 75,4 \text{ A} > J_2 = 25,6 \text{ A}$. Długość kabla 8 m.

8.1 Obliczenie spadku napięcia.

$$dU\% = \frac{100 \times 7 \times 200 \times 8}{57 \times 10 \times 400^2} = 0,0632 \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie :

$$dU\% = 4,3070 + 0,0632 = 4,3701 \%$$

8.2 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 0,8587 + 2 \times 0,008 \times 1,85 = 0,8883 \Omega$$

$$X_p = 0,3503 + 2 \times 0,008 \times 0,081 = 0,3516 \Omega$$

$$Z_p = 0,9554 \Omega$$

$$J_{zw} = 230/1,25 \times 0,9554 = 192,6 \text{ A}$$

$$J_w = 170 \text{ A}$$

$J_{zw} > J_w$, ochrona jest skuteczna, czas wyłączenia $< 0,2 \text{ sek.}$.

9. Dobór kabla zasilającego oświetlenie terenu.

Dobrano kabel YKY 3 x 2,5 mm² o $J_{dd} = 29 \text{ A} > J_b = 10 \text{ A} > J_{bc} = 0,42 \text{ A}$, ponadto $1,45 \times 29 = 42,05 \text{ A} > J_2 = 16 \text{ A}$. Długość kabla 12,0 m.

9.1 Obliczenie spadku napięcia.

$$dU\% = \frac{200 \times 100 \times 12}{57 \times 2,5 \times 230^2} = 0,0318 \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie :

$$dU\% = 4,3070 + 0,0318 = 4,3388 \% < dU_{dop} = 9 \%$$

9.2 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 0,8587 + 2 \times 0,012 \times 7,4 = 1,0363 \Omega$$

$$X_p = 0,3503 + 2 \times 0,012 \times 0,111 = 0,3530 \Omega$$

$$Z_p = 1,0948 \Omega$$

$$J_{zw} = 230/1,25 \times 1,0948 = 168,1 \text{ A}$$

$$J_w = 10 \times 10 = 100 \text{ A}$$

$J_{zw} > J_w$, ochrona jest skuteczna, czas wyłączenia $< 0,1 \text{ sek.}$.

Opracował :

mgr inż. Andrzej Wołowicz