

Opis techniczny

1. Podstawa opracowania

- 1.1 Zlecenie Inwestora
- 1.2 Warunki przyłączenia do sieci nn wydane przez RE Busko z dnia 24,11,2015 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 $P_i = 15,2 \text{ kW}$
- moc zapotrzebowana $P_s = 7,6 \text{ kW}$
- **moc przyłączeniowa** **$P_p = 14,0 \text{ kW}$**
- prąd obciążenia $J_{obc} = 15,0 \text{ A}$
- 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 0,4 kV” wydane przez PGE Dystrybucja RE Busko, zostanie wykonane przez pracowników Rejonu Energetycznego. Wykonanie będzie obejmowało ułożenie kabla typu YAKXS 4 x 35 mm² na słupie rozgałęźnym od linii napowietrznej do złącza pomiarowego oraz montaż złącza pomiarowego. Złącze będzie zamontowane na wysokości 1,7 m nad terenem na słupie krańcowym żelbetowym nr 75. W tablicy bezpiecznikowej złącza będzie zamontowany licznik energii czynnej 3-fazowego 1-strefowego oraz wyłącznik nadmiarowo-prądowy S 303 C 25 A. Przepompownia będzie zasilana z linii napowietrznej nN wykonanej przewodami 4 x AL. 25 mm², obwód nr 2, zasilanej ze stacji transformatorowej STS_{pb} 20/250 „Szczytniki I”.

5. Projekt linii kablowej nn. zasilającej przepompownię ścieków.

Przepompownia ścieków będzie zasilana z tablicy pomiarowej kablem typu YKY 4 x 25 mm² o dł. 296 m. Kabel wyprowadzić ze skrzynki pomiarowej z zacisków listwy zalicznikowej. Kabel wyprowadzić ze skrzynki pomiarowej w rurze winidurowej typu Arot SV 50 układanej na słupie. Kabel układać na głębokości 0.7 m wzdłuż projektowanej kanalizacji w odległości 1 m. Po wyprowadzeniu kabla ze złącza pomiarowego i przed wprowadzeniem kabla do rozdzielni głównej, na trasie kabla należy zostawić zapasy kabla o długości 3 m. Przy skrzyżowaniu trasy kabla z innym uzbrojeniem podziemnym, kabel chronić w rurze winidurowej typu Arot A 50 mm. Przy skrzyżowaniu trasy kabla z jezdnią asfaltową, kabel chronić w rurze z polietylenu typu Arot SRS 50 mm układanej metodą przewiertu lub przecisku na głębokości 1,2 m. Trasę kabla pokazano na rys. nr 3 i 4.

6. 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 rozdzielnicy innego producenta. Zgodnie z wytycznymi technologicznymi przewidziano jedynie przystosowanie rozdzielni głównej do ewentualnego zasilania awaryjnego przepompowni z przewoźnego agregatu prądotwórczego. Samego agregatu nie zaprojektowano. Rozdzielnia zostanie wyposażona w przełącznik uniemożliwiający podanie napięcia na stronę energetyki, główny wyłącznik różnicowoprądowy o prądzie zadziałania 300 mA oraz uziemiono przewód ochronny PEN o wartości uziemienia $< 5 \Omega$. W rozdzielni należy rozdzielić przewód PEN na przewód ochronny PE oraz przewód neutralny N. Do ewentualnego zasilania z przewoźnego agregatu prądotwórczego w rozdzielni należy wyposażyć w listę zaciskową. W rozdzielni należy jeszcze zamontować zabezpieczenia obwodów zasilania przepompowni.

7. 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.

8. 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 7,4 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 16 mm² o długości 6,5 m.

9. 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. 13,5 m.

10. 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**.

11. Ochrona przeciwprzepięciowa.

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

12. 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	$P_i = 2 \times 7,4 = 14,8 \text{ kW}$	$P_s = 7,4 \text{ kW}$	$Q_s = 4,39 \text{ kVAr}$
- sterowanie	0,1 kW	0,1 kW	0,075 kVAr
razem	$P_i = 14,9 \text{ kW}$	$P_s = 7,4 \text{ kW}$	$Q_s = 4,465 \text{ kVAr}$

$$J_{obc} = 14,0 + 100/230 \times 0,8 = 14,5 \text{ A}$$

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.

$$P_s = 7,4 \text{ kW}, J_{obc} = 14 \text{ A}, J_r = 115, \cos \varphi = 0,86, Q_s = 4,39 \text{ kVAr}$$

$$Q_k = 4,39 - 7,4 \times 0,4 = 4,39 - 1,43 = 2,96 \text{ kVAr}$$

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	$P_i = 14,9 \text{ kW}$	$P_s = 7,4 \text{ kW}$	$Q_s = 1,965 \text{ kVAr}$
- oświetlenie terenu	0,1 kW	0,1 kW	0,075 kVAr
- gniazdo remontowe	0,2 kW	-	-
razem	$P_i = 15,2 \text{ kW}$	$P_s = 7,5 \text{ kW}$	$Q_s = 2,04 \text{ kVAr}$

$$J_{obc} = 14,5 + 100/230 \times 0,8 = 15,0 \text{ A}$$

Po zainstalowaniu kondensatorów prąd obciążenia wyniesie:

$$\text{tg } \varphi = 2,04/7,5 = 0,27, \cos \varphi = 0,96$$

$$J_{bc} = 7\,500 / 1,73 \times 400 \times 0,96 = 11,1 \text{ A}$$

$$J_r = 115 / 3 \times 2 + 100 / 230 \times 0,8 = 19,7 \text{ A}$$

4. Dobór zabezpieczeń

Zgodnie z „Warunkami przyłączenia” dobiera się zabezpieczenie przedlicznikowe wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym S 303 C 25 A.

5. Sprawdzenie istniejącej linii napowietrznej nn.

5.1 Obliczenie mocy zainstalowanej i szczytowej obwodu zasilającego

Obwód zasilają 8 odbiorców przyłączami 3f oraz 1 odbiorcy przyłączem 1f i projektowaną przepompownię ścieków. Do obliczeń przyjęto: dla przyłącza 3f – 7 kW, dla przyłącza 1f – 3 kW. Współczynniki obliczeniowe mocy dobrano dla wiejskich gospodarstw domowych zawartych w Zbiorze przepisów technicznych ZELWODU.

$$P_i = 8 \times 7 + 1 \times 3 + 15,2 = 74,2 \text{ kW}$$

$$P_s = 59 \times 0,26 + 7,6 = 22,94 \text{ kW}$$

$$J_{bc} = 15\,340 / 1,73 \times 400 \times 0,8 + 15,0 = 42,7 \text{ A}$$

Pozostawia się bez zmian istniejące zabezpieczenie 50 A w skrzyni transformatorowej.

5.2 Sprawdzenie istniejących przewodów.

Linia napowietrzna jest wykonana przewodami 4 x AL. 25 mm² o $J_{dd} = 140 \text{ A} > J_b = 50 \text{ A} > J_{bc} = 42,7 \text{ A}$, ponadto $1,45 \times J_{dd}' = 203 \text{ A} > J_2 = 80 \text{ A}$ o długość obwodu 439,3 m.

5.3 Obliczenie spadku napięcia .

- obliczenie spadku napięcia w prześle między stacją a słupem nr 18 (o rozpiętości 17,4 m)

$$P_i = 8 \times 7 + 3 = 59 \text{ kW}$$

$$P_s = 59 \times 0,26 = 17,96 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,2022 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w prześle między słupem nr 18 a słupem nr 19 (o rozpiętości 44,8 m)

$$P_i = 7 \times 7 + 3 = 52 \text{ kW}$$

$$P_s = 52 \times 0,27 = 14,04 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,4765 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w prześle między słupem nr 19 a słupem nr 69 (o rozpiętości 41,5 m)

$$P_i = 5 \times 7 + 3 = 38 \text{ kW}$$

$$P_s = 38 \times 0,31 = 11,78 \text{ kW}$$

$$dU\% = 1,5412 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w prześle między słupem nr 69 a słupem nr 71 (o rozpiętości 55,7 m)

$$P_i = 4 \times 7 + 3 = 31 \text{ kW}$$

$$P_s = 31 \times 0,34 = 10,54 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,7681 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w prześle między słupem nr 71 a słupem nr 73 (o rozpiętości 44,7 m)

$$P_i = 2 \times 7 + 3 = 17 \text{ kW}$$

$$P_s = 17 \times 0,45 = 7,65 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,5738 \%$$

- obliczenie spadku napięcia w prześle między słupem nr 73 a słupem nr 75 (o rozpiętości 50,6 m)

$$P_i = 1 \times 7 = 7 \text{ kW}$$

$$P_s = 7 \times 1 = 7,0 \text{ kW}$$

$$dU\% = 0,4184 \%$$

$$\Sigma dU\% = 3,9802 \%$$

- obliczenie spadku napięcia dla przepompowni:

$$dU\% = \frac{100 \times 7\,700 \times 439,3}{33 \times 25 \times 400^2} = 2,9306 \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie:

$$dU\% = 3,9802 + 2,9306 = 6,9108 \%$$

5.4 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 0,0465 + 2 \times 0,4393 \times 0,845 = 1,2549 \, \Omega$$

$$X_p = 0,1044 + 2 \times 0,4393 \times 0,33 = 0,4403 \, \Omega$$

$$Z_p = 1,3299 \, \Omega$$

$$J_{zw} = 230 / 1,25 \times 1,3299 = 138,4 \, A$$

$$J_w = 50 \times 2,5 = 125,0 \, A$$

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

6. Dobór kabla zasilającego tablicę pomiarową nn

Dobiera się kabel YAKXS 4 x 35 mm² o $J_{dd} = 93 \, A > J_b = 50 \, A > J_{bc} = 15,0 \, A$, ponadto $1,45 \times J_{dd} = 134,85 \, A > J_2 = 80 \, A$. Długość obwodu 7 m.

6.1 Obliczenie spadku napięcia .

$$dU\% = \frac{100 \times 7\,600 \times 7}{33 \times 35 \times 400^2} = 0,0288 \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie:

$$dU\% = 6,9108 + 0,0288 = 6,9396 \%$$

6.2 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 1,2549 + 2 \times 0,86 \times 0,007 = 1,2669 \, \Omega$$

$$X_p = 0,4403 + 2 \times 0,073 \times 0,007 = 0,4414 \, \Omega$$

$$Z_p = 1,3416 \, \Omega$$

$$J_{zw} = 230 / 1,25 \times 1,3416 = 137,2 \, A$$

$$J_w = 50 \times 2,5 = 125 \, A$$

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

7. Dobór kabla zasilającego przepompownie ścieków.

Dobrano kabel YKY 4 x 35 mm² o $J_{dd} = 103 \, A > J_b = 25 \, A > J_{bc} = 15,0 \, A$, ponadto $1,45 \times 103 = 149,35 \, A > J_2 = 40 \, A$. Długość kabla 296 m.

7.1 Obliczenie spadku napięcia.

$$dU\% = \frac{100 \times 7\,600 \times 296}{57 \times 35 \times 400^2} = 1,2173 \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie:

$$dU\% = 6,9396 + 1,2173 = 8,1569 \%$$

7.2 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 1,5830 + 2 \times 0,534 \times 0,296 = 1,5830 \Omega$$

$$X_p = 0,4846 + 2 \times 0,073 \times 0,296 = 0,4846 \Omega$$

$$Z_p = 1,6555 \Omega$$

$$J_{zw} = 230 / 1,25 \times 1,6555 = 111,1 \text{ A}$$

$$J_w = 25 \times 5 = 125 \text{ A}$$

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

Skuteczności ochrony przeciwporażeniowej gwarantuje wyłącznik różnicowo prądowy o prądzie wyłączenia 300 mA i wymagający uziemienia $R_z < 50 / 1,2 \times 0,3 = 138,89 \Omega$

Projektowane uziemienie rozdzielni głównej będzie mniejsze od 5Ω .

8. Dobór kabla zasilającego rozdzielnie RP.

Dobrano kabel YKY $5 \times 16 \text{ mm}^2$ o $J_{dd} = 40 \text{ A} > J_b = 20 \text{ A} > J_{bc} = 10,6 \text{ A}$, ponadto $1,45 \times 40 = 58 \text{ A} > J_2 = 32 \text{ A}$. Długość kabla 6,5 m.

8.1 Obliczenie spadku napięcia.

$$dU\% = \frac{100 \times 7 \times 500 \times 6,5}{57 \times 16 \times 400^2} = 0,0334 \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie :

$$dU\% = 8,1569 + 0,0334 = 8,1903 \%$$

8.2 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 1,5830 + 2 \times 0,015 \times 1,85 = 1,5982 \Omega$$

$$X_p = 0,4846 + 2 \times 0,015 \times 0,081 = 0,4856 \Omega$$

$$Z_p = 1,6704 \Omega$$

$$J_{zw} = 230 / 1,25 \times 1,6704 = 110,2 \text{ A}$$

$$J_w = 20 \times 5 = 100 \text{ A}$$

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

9. Dobór kabla zasilającego oświetlenie terenu.

Dobrano kabel YKY $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ 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 13,5 m.

9.1 Obliczenie spadku napięcia.

$$dU\% = \frac{200 \times 100 \times 13,5}{57 \times 2,5 \times 230^2} = 0,0358 \%$$

Całkowity spadek napięcia wyniesie :

$$dU\% = 8,1569 + 0,0358 = 8,1927 \% < dU_{dop} = 9 \%$$

9.2 Obliczenie skuteczności ochrony dodatkowej .

$$R_p = 1,5830 + 2 \times 0,0185 \times 7,4 = 1,7828 \, \Omega$$

$$X_p = 0,4846 + 2 \times 0,0185 \times 0,111 = 0,4876 \, \Omega$$

$$Z_p = 1,8483 \, \Omega$$

$$J_{zw} = 230/1,25 \times 1,8483 = 99,6 \, A$$

$$J_w = 10 \times 9 = 99 \, A$$

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

Opracował :

mgr inż. Andrzej Wołowicz