

System sterowania przepompowni ścieków „Kartuzy - Kielpino”

Opracował : mgr inż. Marcin Wysokiński
 mgr inż. Tomasz Szelest

Gdańsk, listopad 2016

1. WSTĘP

Przepompownie ścieków wyposażono w szafkę sterowniczą, która realizuje funkcję zasilania i sterowania pracą dwóch pomp. Algorytm pracy realizuje sterownik programowalny Telemecanique Twido w oparciu o analogowy pomiar poziomu. Do jego funkcji należy również kontrola sprawności urządzeń oraz obsługa panelu operatorskiego. Do kontroli i sterowania pracą przepompowni służy panel operatorski Magelis XBTN200. Rozdzielnia zawiera zespół zabezpieczeń do ochrony pomp i urządzeń przed uszkodzeniem oraz personelu przed porażeniem. Tory zasilające pompy wyposażono ponadto w urządzenia łagodnego startu i zatrzymania, które minimalizują uderzenia hydrauliczne i przetężenia elektryczne.

Wszystkie kable z studni (tzn. kable pomp, sondy, sygnalizatorów pływakowych itd.) powinny przechodzić przez szafkę pośrednią. Przepusty kablowe ze studni oraz z szafy sterującej powinny wchodzić od dołu szafki pośredniej.

2. ZASILANIE

- rozdzielnia przystosowana jest do podłączenia zasilania w układzie TN-S,
- układy sterujące, pomiarowe i teletransmisji zasilane są z wewnętrznego zasilacza 24V DC z podtrzymaniem buforowym,
- na drzwiach rozdzielni umieszczono gniazda serwisowe o parametrach :
 - 1) 3x400V AC, 16A
 - 2) 230V AC, 10A

3. ZABEZPIECZENIA

- selektywne zabezpieczenia nadprądowe dla zasilanych urządzeń,
- elektroniczne zabezpieczenie przeciążeniowe pomp,
- dodatkowe zabezpieczenie podprądowe (ochrona przed suchobiegiem)
- obsługa zabezpieczenia termicznego stojana silnika (sygnał stykowy),
- zabezpieczenie przed zanikiem i nieprawidłową kolejnością faz zasilających,
- ochronnik przeciwprzepięciowy klasy B+C dla obwodów zasilania,
- ochronnik przeciwprzepięciowy sygnału analogowego poziomu,

4. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

- UWAGA ! Należy zapewnić odpowiednie warunki zasilania (średnice przewodów doprowadzających energię oraz zabezpieczenia), tak aby była spełniona ochrona przeciwporażeniowa przez **szybkie wyłączenie zasilania**. Obowiązek wykonania doboru kabli i zabezpieczeń spoczywa na projektancie linii zasilającej i złącza kablowego.
- gniazda serwisowe są chronione przez wyłączniki różnicowo-prądowe 30mA.
- połączenia wyrównawcze wszystkich zewnętrznych części metalowych urządzeń, armatury, szafek i pokrywy zbiornika z szyną PE rozdzielni,
- uziemienie szyny PE rozdzielni,

5. POMIARY TECHNOLOGICZNE

- ciągły pomiar poziomu ścieków za pomocą hydrostatycznej sondy poziomu,
- trzy pływakowe sygnalizatory poziomu, pierwszy zabezpiecza przed suchobiegiem pomp, drugi stanowi rezerwę sondy hydrostatycznej, trzeci dodatkowo sygnalizuje poziom alarmowy,
- pomiar prądu pomp z softstartu.

6. ALGORYTM STEROWANIA

Do sterowania pracą pomp przewidziano tryb pracy ręcznej i automatycznej. Wyboru trybu pracy można dokonać za pomocą trójpołożeniowych przełączników Auto-0-Ręka, osobno dla każdej pompy.

6.1 Tryb ręczny – przełącznik w pozycji “RĘKA”

Pompa zostaje uruchomiona po ustawieniu przełącznika trybu pracy w pozycji “RĘKA”. W trybie pracy ręcznej funkcjonują wszystkie zabezpieczenia elektryczne pompy (tzn. przeciążenie i zwarcie, realizowane przez wyłączniki silnikowe) oraz stykowe zabezpieczenie termiczne stojana silnika.

6.2 Tryb automatyczny – przełącznik w pozycji “AUTO”

Algorytm pracy automatycznej dla danej pompy jest realizowany, jeśli przełącznik trybu pracy znajduje się w pozycji “AUTO”. W tym trybie pompa sterowana jest automatycznie w zależności od poziomu ścieków.

Jak już wspomniano we wstępie, **podstawowy algorytm** pracy realizuje sterownik w oparciu o analogowy pomiar poziomu. Jeśli obie pompy są sprawne i znajdują się w trybie AUTO, to są one załączane naprzemiennie.

Z poziomu panela operatorskiego możliwy jest wybór trybu pracy przepompowni – 1 lub 2 pompy. W trybie „1 pompa” do pracy załączana jest jednocześnie tylko jedna z pomp. W trybie „2 pompy” jeśli mimo pracy jednej pompy poziom dalej rośnie, zostaje uruchomiona także druga pompa (pompa wspomagająca).

W przypadku awarii jednej pompy, pracuje wyłącznie pompa sprawna. Poziomy

załączenia i wyłączenia pompy wiodącej i wspomagającej konfigurowane są poziomu panela operatorskiego.

Sterownik kontroluje sprawność sondy hydrostatycznej. Jeśli sygnał analogowy poziomu będzie poza zakresem pomiarowym 4 – 20 mA lub w przypadku, gdy wyłącznik pływakowy wskaże poziom alarmowy, a poziom wskazywany przez sondę będzie mniejszy od poziomu załączenia pompy wiodącej, to sterownik zasygnalizuje sygnał awarii sondy i przejdzie do realizacji **algorytmu rezerwowego**. W tym trybie poziomy pracy pompy wiodącej i wspomagającej są określone przez wyłączniki pływakowe.

W przypadku awarii sterownika, przewidziano **awaryjną pracę** przepompowni. Strefa pompowania pierwszej pompy jest określona przez pierwszy wyłącznik pływakowy, natomiast druga pompa jest sterowana przez drugi wyłącznik pływakowy (druga pompa załączana jest do pracy tylko w przypadku, gdy pierwsza jest odstawiona lub niesprawna). W przypadku, gdy pompa pierwsza będzie w stanie awarii lub wyłączenia (przełącznik trybu pracy w pozycji “0”) druga pompa będzie załączana również przez pierwszy wyłącznik pływakowy.

Niezależnie od rodzaju realizowanego algorytmu, w trybie AUTO funkcjonują wszystkie zabezpieczenia elektryczne pomp – podobnie jak w trybie ręcznym. W przypadku wystąpienia awarii pompy, nie będzie ona uruchamiana do czasu ustąpienia przyczyny awarii i skasowania jej z poziomu panelu operatorskiego.

Ponadto, system sterowania zapewnia niejednoczesność rozruchów pomp. Jeśli algorytm sterowania jest realizowany przez sterownik, to funkcjonuje dodatkowe zabezpieczenie podprądowe (suchobiegi).

7. WIZUALIZACJA

Wizualizację lokalną zrealizowano za pośrednictwem panelu operatorskiego Magelis, wyposażonego w matrycę tekstową 2 x 20 znaków oraz 5 klawiszy operacyjnych. Na kolejnych ekranach panelu przedstawiono stan poszczególnych elementów przepompowni. Umożliwia on również zmianę nastaw parametrów technologicznych oraz rozbijanie systemu antywłamaniowego.

7.1 Opis klawiszy operacyjnych

Funkcje poszczególnych przycisków zależne są od aktualnie wyświetlanego ekranu oraz od aktualnie wykonywanej operacji.

ESC – powrót do EKRANU GŁÓWNEGO,

– w przypadku modyfikacji nastaw, rezygnacja z dokonywanej zmiany,

↑ – zwiększanie wartości podczas modyfikacji nastaw lub wpisywania hasła,

- ↓ – zmniejszanie wartości podczas modyfikacji nastaw lub wpisywania hasła,
- – przełączenie na następny ekran aplikacji,
– przesunięcie kursora o jedną pozycję w prawo, przy zmianie nastaw,
- ← – przełączenie na poprzedni ekran aplikacji,
– przesunięcie kursora o jedną pozycję w lewo, przy zmianie nastaw,
- ENTER – wykonanie operacji wg opisu na ekranie panelu (np. kasowanie awarii lub przełączenie na wyświetlanie podglądu nastaw),
– zatwierdzenie nowej wartości parametru po edycji,

MOD – przełączenie panela w tryb edycyjny; jeśli na danym ekranie znajduje się więcej niż jeden parametr, to przycisk MOD należy przyciskać do momentu ustawienia kursora na wybranym parametrze,

7.2 Ekran wizualizacyjny

Aplikacja wizualizacyjna zbudowana jest z dziewięciu ekranów podstawowych oraz sześciu ekranów zmiany lub podglądu nastaw.

Grupa ekranów podstawowych

Na ekranach podstawowych prezentowane są informacje o aktualnym stanie i działaniu przepompowni.

– EKRAN GŁÓWNY



Na ekranie głównym przedstawione są podstawowe informacje :

- poziom ścieków w centymetrach,
- stan pompy 1 (POSTÓJ / PRACA / AWARIA / SUCHOBIEG),
- stan pompy 2 (POSTÓJ / PRACA / AWARIA / SUCHOBIEG),
- stan systemu automatyki :
 - “Sys.Ok” – prawidłowy stan wszystkich parametrów i urządzeń,
 - “Alarm!” – stan alarmu – oznacza awarię któregoś urządzenia, włamanie lub wysoki poziom ścieków (rodzaj alarmu można zidentyfikować na kolejnych ekranach panelu),

– STAN WYŁĄCZNIKÓW PŁYWAKOWYCH

Wartość “1” oznacza zwarty, a “0” rozwarty wyłącznik pływakowy

– STAN POMPY 1

Na ekranie przedstawione są następujące informacje :

- stan pompy 1 (POSTÓJ / PRACA / AWARIA / SUCHOBIEG),
- prąd pompy 1 w amperach,
- czas pracy pompy 1 w godzinach,

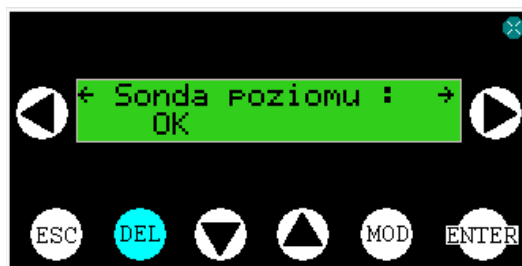
Jeśli pompa była w stanie awarii, a jej przyczyna ustąpiła, to przycisk ENTER służy do kasowania tego stanu.

– STAN POMPY 2

Na ekranie przedstawione są następujące informacje :

- stan pompy 2 (POSTÓJ / PRACA / AWARIA / SUCHOBIEG),
- prąd pompy 2 w amperach,
- czas pracy pompy 2 w godzinach,

Jeśli pompa była w stanie awarii, a jej przyczyna ustąpiła, to przycisk ENTER służy do kasowania tego stanu.

- STAN SONDY POZIOMU

“OK” oznacza sprawną sondę hydrostatyczną, natomiast komunikat “AWARIA” oznacza jej uszkodzenie i realizację algorytmu rezerwowego (strefy pompowania wyznaczone przez dwa wyłączniki pływakowe). Kasowanie stanu awarii jest możliwe za pośrednictwem przycisku “ENTER”.

- STAN UKŁADU POMIAROWEGO PRĄDU POMPY

“OK” oznacza sprawny układ pomiarowy danej pompy, natomiast komunikat “AWARIA” oznacza jego uszkodzenie. Kasowanie stanu awarii jest możliwe za pośrednictwem przycisku “ENTER”.

- STAN STEROWNIKA PROGRAMOWALNEGO I UKŁADU ZASILANIA

Awaria sterownika PLC oznacza awarię jego obwodów wejścia-wyjścia. Tego stanu nie można skasować z poziomu panelu operatorskiego. Konieczne jest usunięcie usterki oraz ponowne załączenie zasilania sterownika.

Sygnał awarii układu zasilania pochodzi z przekaźnika kontroli faz i oznacza asymetrię, nieprawidłową kolejność lub zanik przynajmniej jednej fazy.

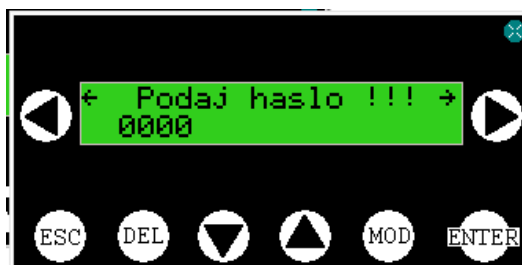
- STAN AGREGATU



Na ekranie tym prezentowany jest aktualny stan agregatu zasilania rezerwowego.

- stan agregatu (POSTÓJ / PRACA / AWARIA),
- sygnalizacja niskiego poziomu paliwa,

- OBSŁUGA SYSTEMU ANTYWŁAMANIOWEGO



Strona ta służy do wyłączania i załączania systemu alarmowego. Zostaje ona samoczynnie wyświetlona po otwarciu drzwi rozdzielni. Na ekranie wyświetli się komunikat "Podaj hasło!!!" i operator musi wprowadzić czterocyfrowy ciąg znaków (hasło: "1010"). Jeśli tego nie zrobi w ciągu 30 sekund, zostanie załączony alarm włamania. W dolnym wierszu ekranu wyświetli się komunikat "WŁAMANIE", zostanie załączony zewnętrzny sygnalizator. Stan alarmu włamania będzie trwał do czasu wprowadzenia hasła.

Uzbrojenie alarmu następuje automatycznie po 30s od zamknięcia przepompowni.

UWAGA ! Otwarcie pokrywy studni przepompowni generuje alarm włamania bezzwłocznie. Dlatego w pierwszej kolejności należy wyłączyć alarm z poziomu panelu operatorskiego.

Grupa ekranów nastaw :

Ekrany nastaw pozwalają na przeglądanie lub edycję nastaw parametrów sterowania przepompowni. Do modyfikacji parametrów wymagane jest wprowadzenie hasła.

- HASŁO MODYFIKACJI NASTAW

Ekran ten pozwala na wpisanie hasła umożliwiającego użytkownikowi zmianę nastaw na kolejnych ekranach wizualizacji, m.in. poziomów załączania i wyłączania pomp. Jeżeli wprowadzone hasło jest prawidłowe w prawym górnym rogu ekranu widnieje napis „(ABC)”. Jeżeli nie wprowadzono hasła to napis ma postać „()”. Możliwość edycji nastaw jest automatycznie wyłączona po 2min bezczynności – hasło zostaje wykasowane i w celu edycji parametrów konieczne jest ponowne jego wpisanie.

Hasło : „1000”

- PODSTAWOWA STREFA POMPOWANIA

Podstawowa strefa pompowania określa progi załączania i wyłączania pompy wiodącej tzn. pompy, która w danym cyklu pracy załączona zostaje w pierwszej kolejności.

UWAGA ! W przypadku wprowadzenia nieprawidłowych nastaw (np. mniejszego poziomu załączenia od poziomu wyłączenia, system wpisze parametry domyślne).

- REZERWOWA STREFA POMPOWANIA

Rezerwowa strefa pompowania określa progi załączania i wyłączania pompy wspomagającej, załączanej w przypadku gdy jedna pompa nie może obniżyć poziomu ścieków. Należy pamiętać, aby wprowadzane wartości były odpowiednio większe od progów wyznaczających podstawową strefę pompowania. Jeśli operator wprowadzi parametry nieprawidłowe, system wpisze parametry domyślne.

- NASTAWY ZABEZPIECZEŃ PODPRĄDOWYCH



Nastawy zabezpieczeń podprądowych określają progi wartości prądu pompy poniżej których zachodzi niebezpieczeństwo suchobiegu lub zatkania wirnika. Progi należy wprowadzić osobno dla każdej pompy.

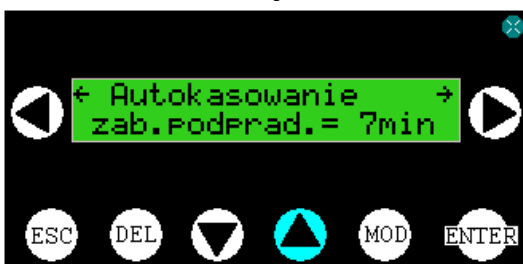
Zabezpieczenia podprądowe można wyłączyć poprzez wpisanie wartości nastawy równej 0.

- OPÓŹNIENIE WYZWOLENIA ZAB. PODPRĄDOWYCH



Opóźnienie zadziałania wyzwolenia zabezpieczeń podprądowych ma na celu zapobieżenie jego przypadkowym zadziałaniom (np. na skutek chwilowych zakłóceń w torze pomiarowym).

- NASTAWY ZABEZPIECZEŃ PODPRĄDOWYCH



Jeśli ustawiona wartość czasu autokasowania jest większa od zera, to w przypadku wystąpienia stanu suchobiegu pompy, po określonym czasie, zostanie ona

przywrócona do stanu gotowości. Nastawa ta umożliwia realizację awaryjnej pracy przepompowni – jeśli wskazanie sondy poziomu zatrzyma się na pewnym progu, a jej awaria nie zostanie wykryta przez inne procedury. Wówczas przepompownia może pracować cyklicznie – załączenie co pewien okres i wyłączenie poprzez funkcję suchobiegu.

Wprowadzenie wartości 0 powoduje wyłączenie funkcji autokasowania.

- WYBÓR ILOŚCI PRACUJĄCYCH POMP



Strona ta umożliwia wybranie trybu pracy przepompowni – czy ma pracować tylko jedna pompa, czy też przewiduje się pracę pompy głównej i pomocniczej.

8. ZABEZPIECZENIE ANTYWŁAMANIOWE

Drzwi rozdzielni oraz wąż studni przepompowni wyposażono w czujniki kontaktornowe. Otwarcie jednego z nich rozpoznawane jest przez sterownik programowalny i sygnalizowane jako alarm włamania (komunikat na panelu operatorskim oraz włączenie zewnętrznego sygnalizatora optycznego). Po otwarciu drzwi rozdzielni przewidziano 30s zwłokę na wprowadzenia kodu wyłączającego alarm, natomiast sygnał otwarcia pokrywy przepompowni generuje alarm bezzwłocznie – chyba, że nastąpiło jego wyłączenie z poziomu panelu operatorskiego. Ubrojenie alarmu następuje automatycznie po 30s od zamknięcia przepompowni (studni i rozdzielni) i sygnalizowane jest krótkim 2-sekundowym załączeniem sygnalizatora optyczno-akustycznego.

9. TELEMONTORING

Rozdzielnia przystosowana jest do udostępniania danych dla zdalnego nadzoru stanu i działania przepompowni. Przesył danych do systemu nadzorczego realizowane jest poprzez modem GPRS – MT101. Połączenie pomiędzy modemem, a sterownikiem przepompowni wykonane jest z wykorzystaniem protokołu MODBUS RTU.

Tabela 1 zawiera listę rejestrów sterownika, z których można odczytać wszystkie parametry pracy przepompowni oraz sterować jej pracą.

Tabela 1. Lista rejestrów sterownika – parametry przepompowni

<i>Adres</i>	<i>Parametr</i>	<i>Jedn.</i>	<i>Opis</i>
40012	Poziom zał. p1	cm	Poziom załączenia pompy wiodącej (zapis)
40013	Poziom wył. p1	cm	Poziom wyłączenia pompy wiodącej (zapis)
40014	Poziom zał. p2	cm	Poziom załączenia pompy wspomagającej(zapis)
40015	Poziom wył. p2	cm	Poziom wyłączenia pompy wspomagającej (zapis)
40111	Poziom	cm	Poziom ścieków
40112	Prąd pompy 1	0,1 A	Prąd pompy 1 - sygnał analogowy z przetwornika CS475
40113	Prąd pompy 2	0,1 A	Prąd pompy 2 - sygnał analogowy z przetwornika C4375
40114	rezerwa		
40115	rezerwa		
40116	rezerwa		
40117	Stany binarne	bit 0 bit 1 bit 2 bit 3 bit 4 bit 5 bit 6 bit 7 bit 8 bit 9 bit 10 bit 11 bit 12 bit 13 bit 14	awaria obwodu pomiarowego prądu pompy 1 awaria obwodu pomiarowego prądu pompy 2 REZERWA nieudany rozruch pompy 1 nieudany rozruch pompy 2 REZERWA awaria sondy – praca rezerwowa (wył. pływak.) REZERWA zbiorczy sygnał awarii pompy 1 zbiorczy sygnał awarii pompy 2 awaria zasilania stan roboczego wyłącznika pływakowego poziom alarmowy (stan wyłącznika alarmowego) wyzwolenie wyłącznika silnikowego pompy 1 wyzwolenie wyłącznika silnikowego pompy 2
40118	Stany binarne	bit 6 bit 7	zadziałanie zabezpieczenia stykowego pompy 1 – przeciek lub przegrzanie zadziałanie zabezpieczenia stykowego pompy 2 – przeciek lub przegrzanie
40119	Stany binarne	bit 0 bit 1 bit 2 bit 3 bit 4 bit 5 bit 6 bit 7 bit 8	człowiek na obiekcie włamanie suchobieg praca pompy 1 praca pompy 2 tryb AUTO pompy 1 tryb RĘKA pompy 1 tryb AUTO pompy 2 tryb RĘKA pompy 2
40120	Liczba rozruchów p1		Liczba rozruchów pompy 1
40121	rezerwa		
40122	Liczba rozruchów p2		Liczba rozruchów pompy 2
40123	rezerwa		
40124	Czas pracy pompy 1	1 min	całkowity czas pracy jest określony przez parę słów : 125 (godz.) i 123 (minuty)
40125	Czas pracy pompy 2	1 min	całkowity czas pracy jest określony przez parę słów : 126 (godz.) i 124 (minuty)

<i>Adres</i>	<i>Parametr</i>	<i>Jedn.</i>	<i>Opis</i>
40126	Czas pracy pompy 1	1 h	całkowity czas pracy jest określony przez parę słów : 125 (godz.) i 123 (minuty)
40127	Czas pracy pompy 2	1 h	całkowity czas pracy jest określony przez parę słów : 126 (godz.) i 124 (minuty)
40128	Sterowanie pompami	bit 0 bit 1 bit 2 bit 3	załłącz pompę 1 wyłącz pompę 1 załłącz pompę 2 wyłącz pompę 2
40129	rezerwa		
40130	Poziom zał. p1	cm	Poziom załączenia pompy wiodącej (odczyt)
40131	Poziom wył. p1	cm	Poziom wyłączenia pompy wiodącej (odczyt)
40132	Poziom zał. p2	cm	Poziom załączenia pompy wspomagającej (odczyt)
40133	Poziom wył. p2	cm	Poziom wyłączenia pompy wspomagającej (odczyt)
40134	rezerwa		
40135	rezerwa		
40136	Stan agregatu	bit 0 bit 1 bit 2	praca awaria rezerwa paliwa

10. LISTA MATERIAŁÓW

11. SCHEMATY SZAFKI STEROWNICZEJ