

3. Praca/STOP pompy 2.
4. Awaria pompy 1 – wskaźnik zadziałania wyłącznika termicznego.
5. Awaria pompy 2 - wskaźnik zadziałania wyłącznika termicznego.
6. Licznik czasu pracy pompy 1;
7. Licznik czasu pracy pompy 2;
8. Tryb A-O-R pompy 1.
9. Tryb A-O-R pompy 2.
10. Potwierdzenie załączenia pompy 1.
11. Potwierdzenie załączenia pompy 2.
12. Suchobieg (pływak suchobiegu).
13. Przepelnienie (pływak alarmowy).
14. Włamanie – zadziałanie wyłącznika krańcowego.
15. Aktualny poziom ścieków.
16. Pobór prądu – pompa 1.
17. Pobór prądu – pompa

V.5.Wymagania dotyczące systemu sterowania i monitorowania przepompowni ścieków w trybie on-line z wykorzystaniem technologii GPRS

Obiekt typu przepompownia ścieków

1. Specyfikacja techniczna szafy sterowniczej montowanej na zewnątrz budynku

1.1 Obudowa

Szafa sterownicza wykonana jest w obudowie metalowej malowanej proszkowo lub poliestrowej o wymiarach 600 x 800 x 300 mm lub 800x1000x300 mm. Zapewnia ona stopień ochrony IP66. Szafa wyposażona jest w drzwi wewnętrzne przystosowane do montażu aparatury sterowniczej, oraz płytę montażową. Wejście kabli poprzez dławiki w dolnej części szafy. Kable podłączane są do listwy zaciskowej zamocowanej na płycie montażowej. Szafa mocowana jest do cokołu metalowego.

1.2 Standardowe wyposażenie szafy sterowniczej

Standardowe wyposażenie szafy obejmuje:

- gniazdo agregatu – umiejscowione na bocznej ścianie szafy sterowniczej,
- przełącznik rodzaju zasilania (sieć-0-agregat)
- gniazdo 3x400V AC,



- gniazdo 230V AC,
- gniazdo 24V AC,
- zabezpieczenie przeciw przepięciowe modułu telemetrycznego (klasa C),
- zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe wszystkich obwodów odbiorczych,
- wyłączniki silnikowe z wyzwalaczem termicznym i magnetoelektrycznym,
- podświetlane elementy sygnalizacji i sterowania,
- amperomierze do pomiaru natężenie prądu,
- liczniki czasu pracy pomp,
- transformator bezpieczeństwa 230V / 24V,
- specjalizowany moduł telemetryczny łączący w sobie funkcję sterownika PLC i modemu GSM/GPRS z zainstalowanym oprogramowaniem do dedykowanego sterowania pracą przepompowni i transmisją danych trybie *on-line*, w technologii GPRS z przepompowni do stacji operatorskiej. Struktura oprogramowania wewnętrznego modułu musi zapewniać stworzenie zamkniętej sieci złożonej z monitorowanych obiektów oraz stacji dyspozytorskiej. Wbudowane w oprogramowanie modułu mechanizmy ochrony muszą zapewnić odporność systemu transmisji danych na ataki z zewnątrz, co gwarantuje zachowanie poufności przesyłanych danych
- dwa pływaki do sygnalizacji stanów alarmowych MAC-3,
- hydrosonda SG-25S firmy APLISENS,
- styczniki mocy do rozruchu pomp,
- czujnik kolejności faz,
- zasilacz 230V AC<->24V DC/1.25A do zasilania modułu telemetrycznego i akumulator 12V/1.2Ah do podtrzymania pracy sterownika w przypadku braku zasilania podstawowego,
- specjalizowany moduł ładowania akumulatora i stabilizacji napięcia wyjściowego przeznaczony do współpracy z modułem telemetrycznym

1.3 Zasada działania układu automatyki szafki i funkcje realizowane przez oprogramowanie modułu telemetrycznego

Układ automatyki szafki wykorzystuje do sterowania pracą pomp sygnały z czujników pływakowych (SUCHOBIEG i ALARM) oraz hydrostatycznej sondy poziomu SG-25S firmy APLISENS.

Wyróżniamy 2 tryby pracy szafy:

- **praca normalna** – sterowanie pracą przepompowni realizowane jest przez sterownik zintegrowany w module telemetrycznym. Poziomy załączania i wyłączania pomp zapamiętane są w pamięci nieulotnej sterownika. Do pomiaru poziomu



wykorzystywany jest sygnał analogowy 4-20mA z sondy hydrostatycznej. Dodatkowo oprogramowanie sterownika analizuje stany logiczne sygnałów z czujników pływakowych (SUCHOBIEG i ALARM), jakkolwiek w tym trybie pracy poziom ścieków w komorze nie powinien osiągać wartości powodujących zadziałanie czujników pływakowych, a więc elementy te nie biorą bezpośrednio udziału w procesie sterowania.

- **praca w trybie awaryjnym** – w przypadku awarii sterownika lub uszkodzenia sondy hydrostatycznej układ automatyki szafki przejmuje sterowanie pracą pomp. Do załączania i wyłączania pomp wykorzystywane są wyłącznie sygnały z czujników pływakowych (SUCHOBIEG i ALARM). Poziom ścieków w komorze zmienia się zatem pomiędzy punktami wyznaczonymi przez ustawienie czujników pływakowych. W trybie pracy awaryjnej układ automatyki szafki, w cyklu pompowania zawsze załącza 2 pompy.

Naprzemienna praca pomp

Elementem odpowiedzialnym za realizację tej funkcji jest sterownik modułu telemetrycznego. Sterownik analizuje sygnał z hydrosondy i/lub czujników pływakowych i w każdym z cykli roboczych załącza pompę, która w poprzednim cyklu nie pracowała. W przypadku awarii jednej z pomp następuje automatyczne wyłączenie sterowania pracą pompy uszkodzonej i załączenie pompy sprawnej.

Równoległa praca pomp co zadana ilość cykli

Oprogramowanie sterownika modułu telemetrycznego umożliwia równoczesne (z przesunięciem 5 sekundowym pomiędzy pompami) załączenie 2 pomp, co zadaną ilość cykli pracy. Funkcja ta ma na celu zwiększenie ciśnienia w części tłocznej rurociągu i usunięcie z jego ścianek osadów.

Elementem odpowiedzialnym za realizację tej funkcji jest oprogramowanie sterownika modułu telemetrycznego.

Automatyczne załączenie drugiej pompy w przypadku, gdy napływ > wydajności jednej pompy

Jednoczesne załączenie 2 pomp jest uaktywniane również w przypadku, gdy poziom ścieków w komorze przekroczy wartość zdefiniowaną jako „poziom alarmowy” oraz gdy, pomimo pracy jednej pompy, poziom ścieków nie spadnie poniżej wartości „poziom maksimum” (poziomu załączania pomp) w ciągu zadanego okresu czasu.

Oprogramowanie sterownika modułu telemetrycznego umożliwia zatem po zadanym okresie czasu (typowo 3-5 minut <parametr programowalny>) załączenie drugiej pompy w przypadku gdy, pomimo załączonej jednej pompy, poziom ścieków utrzymuje się powyżej poziomu załączania MAX, ale poniżej ALARM. Ta funkcja zmniejsza ryzyko przelania zbiornika, a dodatkowo umożliwia wyrównanie czasu

pracy pomp. W przypadku, gdy jedynym warunkiem załączenia drugiej pompy jest przekroczenie poziomu ALARM może wystąpić zjawisko równoważenia natężenia napływu ścieków z wydajnością pompy, a zatem poziom ścieków będzie się utrzymywał pomiędzy MAX, a ALARM, przez dłuższy okres czasu, co spowoduje wydłużoną pracę aktualnie załączonej pompy.

Załączenie pompy lub pomp po upływie zadanego okresu czasu. Funkcja tzw. zalegania medium.

Kolejną funkcją realizowaną przez oprogramowanie sterownika jest automatyczne załączanie pompy lub 2 pomp po upływie zadanego okresu czasu (standardowo 3 godziny), pomimo że poziom ścieków w komorze nie osiągnął jeszcze wartości określonej jako „poziom maksimum”. Zapobiega to zaleganiu ścieków w komorze i ich „zagniwaniu” na obiektach o małej szybkości napływu. Funkcja ta ułatwia proces neutralizacji ładunku ścieków dopływających do oczyszczalni.

Automatyczne przełączanie pomiędzy załączonymi pompami

Kolejną przydatną funkcją realizowaną przez oprogramowanie sterownika jest automatyczne przełączanie pomiędzy pompami podczas ich pracy, co zapewnia równomierne zużycie pomp. Typowym przykładem wykorzystanie tej funkcji jest wcześniej opisywany przypadek, gdy nastąpiło załączenie pompy po przekroczeniu poziomu MAX, jedna pompa pracuje, ale napływ ścieków jest równoważony przez wydajność pompy. Zatem poziom ścieków utrzymuje się w przedziale pomiędzy MIN, a MAX. Zatem żaden warunek na przełączenie na drugą pompę lub załączenie drugiej pompy nie wystąpi, co może doprowadzić do sytuacji, że aktualnie załączona pompa będzie w sposób nieprzerwany pracowała przez kilka lub nawet w skrajnym przypadku kilkanaście godzin. W efekcie wystąpi zjawisko nierównomiernego zużywania pomp. W celu wyeliminowania tego zjawiska oprogramowanie sterownika posiada dodatkową funkcję dynamicznej zmiany aktualnie załączonej pompy, po upływie zadanego okresu czasu (typowo 20 minut). Dzięki zastosowaniu tej funkcji zapewnione jest równomierne zużycie pomp. Funkcja ta ma istotne zastosowanie w przypadku, gdy nie można jednocześnie załączyć 2 pomp z uwagi na zbyt mały przydział mocy. Wówczas w przypadku, gdy aktualnie załączona pompa ulegnie „zapchaniu” po zaprogramowanym okresie czasu nastąpi przełączenie na sprawną pompę.

Podłączanie do portu zewnętrznego modułu telemetrycznego urządzeń dodatkowych typu przepływomierz elektromagnetyczny lub licznik energii elektrycznej

Oprogramowanie sterownika, wykorzystując jego zasoby, tj. dodatkowy port do komunikacji cyfrowej RS23/485 musi umożliwiać odczyt parametrów np. przepływomierza elektromagnetycznego, licznika energii elektrycznej lub dodatkowego modułu wejść analogowych.

Transmisja danych w trybie on-line z przepompowni do stacji dyspozytorskiej z wykorzystaniem technologii GPRS

Elementem odpowiedzialnym za transmisję danych pomiędzy monitorowaną przepompownią, a stacją dyspozytorską jest modem pracujący w trybie GPRS. Prawidłowy przebieg procesu wymiany danych nadzoruje oprogramowanie sterownika oraz modemu GSM/GPRS. Realizowany jest algorytm transmisji zdarzeniowej gwarantujący przesłanie informacji o wystąpieniu zdarzenia do stacji dyspozytorskiej z opóźnieniem nie przekraczającym 15 sekund.

Wybór rodzaju zasilania (podłączenie agregatu)

Podstawowym układem pracy rozdzielnic jest praca z zasilaniem z sieci energetycznej w układzie TN-C-S. W przypadku braku zasilania podstawowego istnieje możliwość przełączenia rozdzielnic na pracę z zasilaniem awaryjnym. Rozdzielnica przystosowana jest do pracy z agregatu prądotwórczego jako alternatywnego źródła zasilania. Do podłączenia agregatu służy wtyczka odbiornikowa zainstalowana na ścianie bocznej szafy sterowniczej. Przełączenie zasilania następuje poprzez przełącznik WSA o pozycjach 1 - 0 - 2.

Pozycja 1 – praca z zasilaniem podstawowym,

Pozycja 0 – rozdzielnica odłączona od zasilania,

Pozycja 2 – praca z zasilaniem awaryjnym.

Układ kontroli kolejności i zaniku faz

W celu ustalenia właściwego kierunku wirowania pomp oraz zabezpieczenia pomp przed zanikiem fazy zastosowano układ kontroli kolejności faz CKF. CKF po wykryciu nieprawidłowości w układzie zasilania, poprzez rozwarcie styku wprowadza blokadę układu sterowania. Blokada jest aktywna w każdym trybie pracy – zarówno automatycznym jak i ręcznym. Sygnalizacja diodowa na CKF:

- dioda czerwona – nieprawidłowa kolejność faz,
- dioda zielona – prawidłowa kolejność faz,

Sygnalizacja optyczno-akustyczna.

Do sygnalizacji optyczno-akustycznej wykorzystano sygnalizator SOA w obudowie metalowej z kloszem zabezpieczającym przed uderzeniem. Moc dźwiękowa 115dB, sygnalizacja optyczna – światło pulsujące. Wystawianie SOA następuje poprzez sterownik po stwierdzeniu stanów alarmowych. Standardowo następujące stany alarmowe przewidziane do sygnalizacji optyczno – akustycznej:

- zadziałanie termika pompy 1
- zadziałanie termika pompy 2
- brak zasilania systemu (sygnał z czujnika CKF)
- włamanie do szafki
- błąd sekwencji czujników

Skasowanie alarmu następuje przez wciśnięcie przycisku P.KAS. na drzwiach wewnętrznych szafy sterowniczej lub po upływie czasu zadanego przez użytkownika.

1.4 Kontrola temperatury wewnątrz szafy sterowniczej

Rozdzielnica posiada wewnętrzny układ grzewczy w postaci grzałki elektrycznej i regulatora temperatury TH, utrzymującym zadaną temperaturę wewnątrz na poziomie dodatnim. Obwód zabezpieczony jest wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o charakterystyce C3A.

1.5 Samoczynne startowanie w przypadku zaniku i powrotu zasilania

Funkcja aktywna tylko w trybie automatycznym. Elementem odpowiedzialnym za realizację tej funkcji jest sterownik modułu telemetrycznego.

1.6 Wybór trybu pracy

Praca pomp może odbywać się w trzech trybach:

AUTO – cykl pracy automatycznej realizowanej przez sterownik,

REKA – cykl pracy ze sterowaniem ręcznym,

0 – całkowite wyłączenie sterowania pomp

Wybór sposobu pracy wykonuje się za pomocą przełączników S1– S2– osobno dla każdej z pomp.

1.7 Sygnalizacja poziomu ścieków

Zarówno program sterownika jak i szafa sterownicza umożliwiają wybór dwóch wariantów pobierania informacji o poziomie ścieków w zbiorniku przepompowni:

- wariant I – hydrosonda + dwa pływaki alarmowe. Informacja o poziomie ścieków jest otrzymywana po analizie sygnału analogowego 4 - 20 mA z hydrosondy przez sterownik. Poziom sygnału odpowiadający poziomom

MAX i MIN analizowany jest przez program sterownika. Standardowe wykorzystuje się sondy SG-25S firmy APLISENS. Sygnał dla poziomów SUCHOBIEG i ALARM otrzymywany jest z pływaków zamocowanych tak by zwarcie styków pływaków sygnalizowało stan alarmowy

- wariant II – cztery pływaki. Sygnał poziomu ścieków otrzymywany jest z pływaków zawieszonych tak by zwarcie styków sygnalizowało wystąpienie określonego poziomu ścieków.
- wariant III – tylko sonda hydrostatyczna bez czujników pływakowych W tym przypadku wystąpienie awarii sterownika lub uszkodzenie sondy powoduje, że szafka nie realizuje algorytmu sterowania pompami.

1.8 Liczniki czasu pracy pomp

Liczniki czasu pracy pomp umieszczone są na drzwiach wewnętrznych szafy sterowniczej. Czas pracy pomp wyświetlany jest w pełnych godzinach. Dodatkowo czas pracy pomp zliczany jest w rejestrach wewnętrznych sterownika.

1.9 Odczyt natężenia prądu pobieranego przez pompy

Do odczytu natężenia prądu zainstalowano analogowe amperomierze, zamocowane na drzwiach wewnętrznych rozdzielnicy. Odczyt prądu wykonywany jest bezpośrednio na jednej z faz zasilania silnika pompy. Jako opcja w szafie sterowniczej montowany jest moduł do pomiaru prądu pomp o zakresie 20/30/50A AC (wybór zakresu przełącznikiem na obudowie modułu) generujący prądowy sygnał wyjściowy o zakresie 4-20mA proporcjonalny do wartości skutecznej mierzonego prądu

1.10 Wizualizacja bezpośrednia pracy przepompowni

Aparatura sterownicza umieszczona na drzwiach wewnętrznych umożliwia określenie aktualnego stanu pracy przepompowni. Opis zdarzeń możliwych do odczytania:

- praca pompy 1 – podświetlony przycisk START pompy 1, wskazanie na amperomierzu pompy 1,
- zatrzymanie pompy 1 - podświetlony przycisk STOP pompy 1, brak wskazanie na amperomierzu pompy 1,
- awaria pompy 1 – nie podświetlone przyciski: START, STOP pompy 1, aktywna sygnalizacja optyczno – akustyczna, podświetlony przycisk P.KAS. brak wskazu na amperomierzu,
- praca pompy 2– podświetlony przycisk START pompy 2, wskaz na amperomierzu pompy 2,
- zatrzymanie pompy 2 - podświetlony przycisk STOP pompy 1, brak wskazań na amperomierzu pompy 2,

- awaria pompy 2 – nie podświetlony przycisk START, STOP pompy 2, aktywna sygnalizacja optyczno – akustyczna, podświetlony przycisk P.KAS., brak wskazań na amperomierzu,
- wystąpienie zdarzenia alarmowego – aktywna sygnalizacja optyczno – akustyczna, podświetlony przycisk P.KAS.,
- tryb pracy pomp – wskazanie główki przełącznika S1 lub S2 na odpowiedni opis (AUTO, 0, RĘKA).

1.11. Zabezpieczenie przeciwporażeniowe

Zabezpieczenie przeciwporażeniowe zrealizowane jest przez samoczynne, szybkie wyłączenie zasilania w nieprzekraczalnym czasie 0,4 sek. zgodnie z normą **PN-92/E-05009**. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej powinna być sprawdzana co najmniej raz w roku. Wyłącznik różnicowo-prądowy raz w miesiącu należy przetestować.

1.12. Zabezpieczenie przeciążeniowe i zwarciove

Obwody odbiorcze zabezpieczone są wyłącznikami nadmiarowo-prądowymi typ C60N o charakterystyce B i C.

Wykaz zabezpieczeń:

F1-C60N C16A 3P– zabezpieczenie GNIAZDA 400V

F2– C60N C1A 1P – zabezpieczenie sterownika,

F3– C60N C2A 1P – zabezpieczenie obwodu sterowania,

F4– C60N C2A 1P – zabezpieczenie transformatora,

F5 - C60N C3A 1P – zabezpieczenie grzałki,

F6 - C60N B16A 1P – zabezpieczenie gniazda 230V.

Zabezpieczenie transformatora zamontowane jest po stronie pierwotnej.

Silniki pomp zabezpieczone są wyłącznikami silnikowymi WS1, WS2 GV3-ME63 o prądzie nastawy 8-12A. Wyłączniki silnikowe posiadają następujące układy zabezpieczeń:

- wyzwalacz zwarciovy ustawiony na stałe;
- nastawiony wyzwalacz termiczny ($0,6-1,1 \times I_n$);
- zadziałanie wyłącznika powoduje jednoczesne odcięcie 3 faz.

1.13 Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe

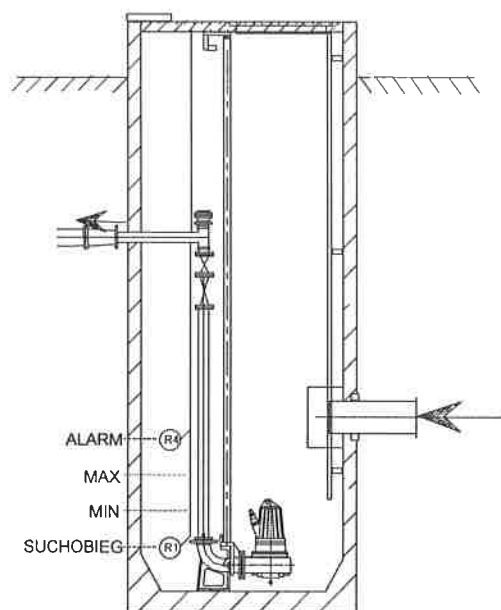
Zabezpieczenie przeciw przepięciowe chroni przed skutkami przepięć atmosferycznych i łączeniowych indukowanych w sieci zasilającej. Zastosowano ogranicznik przepięć (OP) klasy C. Znamionowy prąd wyładowczy ogranicznika wynosi 15kA. Ogranicznik nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

1.14 Rozruch pomp

Dla pomp do mocy 5.5 kW zastosowano rozruch bezpośredni. Elementem załączającym są styczniki (np. Q1 i Q2). Pompy zabezpieczone są wyłącznikami silnikowymi o parametrach dobranych tak, by możliwa była nastawa prądu wyłącznika na poziomie $1,1 \times I_n$ (I_n – prąd nominalny pompy). W celu ochrony pomp przed pracą na suchobiegu zastosowano czujnik pływakowy, zamocowany na odpowiednim poziomie, który przy niskim poziomie ścieków rozłącza obwody sterowania pomp.

1.15. ALGORYTM DZIAŁANIA

Regulatory pływakowe oraz poziomy uzyskane z hydrosondy rozmieszczone są w przepompowni w następujący sposób:



UWAGA!!!

W wersji z hydrosondą poziomy MAX i MIN określone są przez analizę sygnału 4 – 20 mA z hydrosondy w sterowniku

Warunki pracy normalnej:

Pływaki R1 – R4 w dole – wyłączona praca pomp.

1. Wzrost poziomu ścieków w zbiorniku:

Pływak R1 w górze i poziom ścieków określony pomiędzy poziomem MIN i MAX, R4 w dole – pompy nie pracują (gotowe do pracy).

2. Dalszy wzrost poziomu ścieków w zbiorniku:

Pływak R1 w górze, poziom ścieków powyżej poziomu MAX, R4 w dole – załączenie pierwszej pompy (P1 pracuje).

3. Obniżenie poziomu ścieków:

Pływak R1 w górze, poziom ścieków pomiędzy poziomem MIN i MAX, R4 w dole – pompa P1 nadal pracuje.

4. Dalsze obniżanie poziomu ścieków:

Pływak R1 w górze, poziom ścieków poniżej poziomu MIN wyłączenie pracującej pompy P1.

5. Następny cykl (wg punktów 1, 2, 3, 4) uruchamia pompę P2 (wcześniej nie pracującą) – praca naprzemienna pomp.

Sytuacja awaryjna:

W przypadku awarii jednej z pomp lub jej toru zasilającego, druga pompa pracuje każdorazowo po podniesieniu się poziomu ścieków w zbiorniku (wg. punktu 1, 2, 3, 4)

2. Specyfikacja modułu telemetrycznego zainstalowanego w szafie sterowniczej

Moduł telemetryczny musi być wyposażony w modem GSM z funkcją transmisji danych w trybie GPRS oraz sterownik PLC umożliwiający realizację funkcji sterowania pracą przepompowni ścieków.

Minimalne zasoby wejściowe sterownika:

- 13 wejść dwustanowych (detekcja sygnałów wejściowych)
- 3 wyjścia dwustanowe (sterowanie pompami oraz sygnalizacją optyczno-akustyczną)
- 2 izolowane galwanicznie wejścia analogowe (zakres 4-20mA) umożliwiające podłączenie sygnały z sondy hydrostatycznej i innego urządzenia pomiarowego (pomiar prądu, ciśnienia, itp.)
- port do komunikacji cyfrowej (standard RS232 lub USB) umożliwiający lokalny odczyt stanu rejestrów sterownika, zmianę programu, itd.
- dodatkowy, izolowany galwanicznie port do komunikacji cyfrowej, pracujący w standardzie fizycznym EIA-RS4232/485 w oparciu o protokół Modbus RTU umożliwiający podłączenie zewnętrznego urządzenia pomiarowego, np. przepływomierz elektromagnetyczny lub licznik energii elektrycznej, itp.
- wbudowany zegar czasu rzeczywistego

Moduł telemetryczny musi być ponadto wyposażony w gniazdo do karty SIM. Oprogramowanie modułu musi gwarantować szybkie zalogowanie i utrzymanie stabilnego stanu zalogowania do dedykowanego APN wraz z mechanizmami ochrony przed dostępem osób niepowołanych. Moduł telemetryczny musi posiadać na płycie czołowej obudowy wskaźniki zalogowania do sieci GSM, pracy w trybie GPRS oraz poziomu sygnału wybranego operatora telefonii komórkowej.