

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

1. UKŁAD STEROWANIA

Układ automatyki i sterowania układem pompowym należy wykonać w taki sposób, aby służył do regulacji i monitorowania układem ciśnienia w sieci wodociągowej zasilanej przez SUW EkoHel. Zamontowany sterownik winien regulować prędkość pompy na podstawie rzeczywistej wydajności i ciśnienia przepływu.

W celu optymalnego sterowania zestawem hydroforowym należy wykonać system zdalnej rejestracji ciśnień, który co najmniej raz na 24 godziny przesyła zapisane dane do sterownika zestawu hydroforowego, który z kolei automatycznie dopasowuje charakterystykę ciśnienia proporcjonalnego zapewniając stabilność ciśnienia w punkcie krytycznym. Punkt krytyczny winny być opomiarowany przez zdalny przetwornik tzw. Logger rejestrujący wartość ciśnienia przez 24h na dobę.

Systemy sterujący oparte musi być na samouczących się algorytmach. System ma gromadzić dane z rejestratora umieszczonego w krytycznym punkcie sieci i na jego podstawie uczyć się charakterystyki sieci i tworzyć indywidualny algorytm zgodnie z którym sterowany będzie układ pompowy. Komunikacja pomiędzy rejestratorem, a sterownikiem winna odbywać się za pomocą GSM. Samouczący się algorytm regulacji ciśnienia musi automatycznie uwzględniać zmiany charakterystyki rozbiorów spowodowanych porami dnia i aktualnym zapotrzebowaniem, dając w ten sposób możliwość optymalizacji ciśnienia sieci wodociągowej pod kątem najefektywniejszego ograniczania strat wody.

Wymagane jest sterowanie pompami sieciowymi w taki sposób, aby uzyskać ich płynną regulację względem przepływu. Należy wprowadzić taki algorytm, aby uzyskać wymagane ciśnienie względem przepływu uzyskując profil ciśnienia dla poszczególnych godzin doby. Sterowanie nie może odbywać się w sposób „on-line” od parametrów sieci w mierzonych przez rejestrator umieszczony w punkcie krytycznym z uwagi na możliwość znacznych zmian wydajności pomp sieciowych, a co za tym idzie występowanie uderzeń hydraulicznych. Wymagane jest również też takie ustawienie algorytmu, aby nie reagował np. na zamknięcie strefy, w której umieszczony jest rejestrator np. na cele związane z usunięciem awarii i znaczne obniżenie ciśnienia wody lub jego spadek do wartości zerowych. Dobowy profil ciśnienia względem przepływu powinien zmieniać się automatycznie o określoną (ustawialną) wartość np. co 24 h.

Poprzez proporcjonalne sterowanie regulacją ciśnienia Zamawiający chce osiągnąć ograniczenie nadmiernego obciążenia sieci ciśnieniem.

Optymalizację ciśnienia na sieci wodociągowej za pomocą układu sterowania należy zrealizować w taki sposób, aby dane zebrane przez zdalny czujnik ciśnienia (logger) trafiały do sterownika startującego bezpośrednio zestawem pompowym. Sterownik na podstawie otrzymanych danych powinien samodzielnie wyznaczyć optymalną krzywą sterowania zestawem pompowym oraz przeprowadzić proporcjonalną regulację ciśnienia dla aktualnie występujących rozbiorów. Sterownik wyznaczając charakterystykę indywidualną dla pracy w trybie ciśnienia proporcjonalnego powinien zapewnić utrzymanie minimalnego ciśnienia w punkcie montażu zdalnego czujnika ciśnienia na poziomie określonym przez Zamawiającego. Minimalna wartość w powyższym punkcie sieci wodociągowej powinna być stała i niezależna od aktualnie występujących rozbiorów. Sterownik powinien posiadać algorytm, który zapewni dobową weryfikację zebranych danych dostarczonych poprzez komunikację GSM ze zdalnym punktem pomiaru ciśnienia oraz z danymi zebranymi bezpośrednio z zestawu pompowego w celu wyznaczenia i ewentualnej korekty charakterystyki pracy zestawu pompowego. Celem powyższego sposobu regulacji jest zapewnienie

wymaganego ciśnienia u użytkownika końcowego niezależnie od aktualnego rozbioru w sieci wodociągowej oraz wpływ na zmniejszenie wahań ciśnienia na całej sieci. Wynikiem takiego sposobu regulacji ciśnienia powinno być obniżenie energochłonności układu pompowego zestawu hydroforowego, a także obniżenie wymaganego ciśnienia w całej sieci wodociągowej w okresach, kiedy nie jest wymagane utrzymanie ciśnienia wyższego.

Układ sterowania musi sterować pracą zestawu pompowego według charakterystyki sieci w funkcji $Q=f(H)$. Ma mieć możliwość opisanie charakterystyki sieci punktami pracy dzięki czemu współpracując z przepływomierzem będzie mógł realizować zadane, zmienne ciśnienie, zależne od chwilowych przepływów co w założeniu ma pozwolić na pracę najmniej energochłonną.

Układ sterowania musi również mieć możliwość sterowania pracą zestawu pompowego według dodatkowy algorytmów pracy:

- ze stałym ciśnieniem $H=\text{const.}$,
- ciśnieniem proporcjonalnym.

Układ sterowania musi posiadać co najmniej następujące, wymagane możliwości:

- pracy z przetwornicą z zastosowaniem protokołu cyfrowego GENIbus
- utrzymania stałego ciśnienia, różnicy ciśnień, ciśnienia w funkcji przepływu
- kontroli ciśnienia w sieci zapobiegając przekroczenia jego maksymalnej wielkości, tzw. przekroczenie ograniczenia 1 i 2
- kontroli wystąpienia suchobiegu na kolektorze ssącym
- kontroli zabezpieczenia silników elektrycznych,
- powiadomienia użytkownika o wystąpieniu awarii z podaniem jej przyczyny i czasu wystąpienia
- ręcznej, indywidualnej regulacji obrotów każdej z pomp,
- sterowania pracą maksymalnie do sześciu pomp
- wykonania uruchomienia testowego pompy w zaprogramowanym czasie
- w czterech przedziałach czasowych zmiany wartości zadanej,
- po wyłączeniu zasilania zachować swoje ustawienia,
- zdalnego resetu zestawu (listwa zaciskowa zdalnego sterowania)
- zdalnego załączenia i wyłączenia zestawu (listwa zaciskowa zdalnego sterowania)
- podawania komunikatów: awaria, praca, suchobieg
- sterownik musi być wyposażony w złącza RS 485(232) oraz Ethernet do podłączenia modemu, nadajnika radiowego, przyłączenia komputera w celu monitoring zestawu hydroforowego lub monitoring do nadrzędnego systemu sterującego pracą np. wielu zestawów pompowych,
- sterowania pracą pomp z zachowaniem odpowiedniej kolejności załączania i wyłączania pomp po każdym cyklu pracy,
- uniemożliwiania jednoczesnego załączania więcej niż jednej pompy, przesuwając w czasie rozruchy poszczególnych pomp,
- blokowania natychmiastowego włączania (wyłączania pompy po wyłączeniu) pompy poprzedniej w celu wyeliminowania pulsacyjnej pracy w przypadku gwałtownych zmian poboru wody,
- ograniczania maksymalnej liczby pomp pracujących jednocześnie,
- zabezpieczania zestawu przed suchobiegiem poprzez wyłączanie kolejno pracujących pomp w zestawie przy spadku ciśnienia na ssaniu poniżej wartości zadanej,

- zabezpieczenia układu w przypadku przekroczenia dopuszczalnego ciśnienia w kolektorze tłocznym,
- dopasowania układu do charakterystyki rurociągu,
- zablokowania pracy pomp po przekroczeniu zaprogramowanego czasu,
- przełączania pomp w czasie małych poborów wody zapewniając ich optymalne wykorzystanie,
- dopasowania układu do charakterystyki rurociągu tłocznego w zależności od liczby włączanych pomp poprzez dyskretne zmiany ciśnienia,
- dopasowania układu charakterystyki rurociągu w przypadku dodatkowego wyposażenia układu w przepływomierz z nadajnikiem poprzez uzależnienia ciśnienia na wyjściu z pompowni od przepływu,
- współpracy z modemem radiowym w celu komunikacji ze zdalnymi czujnikami ciśnienia (loggerami)
- współpracę z komputerem za pomocą podłączenia kablowego poprzez łącze szeregowo w standardzie RS 485 i 232 lub Ethernet.
- rejestrację zużycia energii elektrycznej,
- automatyczną zmianę parametrów pracy zestawu w zadanych przedziałach czasowych,
- możliwość odczytu z panelu sterownika (wyświetlacz na drzwiach szafy): ciśnienia ssania, tłoczenia, obrotów i częstotliwości silnika z przetwornicą,

Układ sterowania musi również mieć możliwość wizualizacji wszystkich parametrów pracy pomp na panelu operatorskim i możliwość zmiany ich nastaw bez użycia zewnętrznych urządzeń. Wymagana na panelu operatorskim możliwość wizualizacji pracy zestawu (rejestracja przebiegu zmian ciśnień z przetworników umieszczonych na ssaniu oraz tłoczeniu; na polu wykresu zobrazowanie tych zmian w czasie. Chodzi o dokładnie sprawdzić wartość ciśnienia o określonej godzinie.

Sterownik zastosowany w układzie sterowania musi posiadać następujące funkcje:

- możliwość komunikacji w protokołach GENIbus i Modbus TCP
- współpracy z zewnętrznym czujnikiem ciśnienia (loggerem) instalowanym w punkcie krytycznym sieci
- obsługi co najmniej 10 pomiarów z punktów krytycznych sieci
- regulacji stałego ciśnienia
- automatycznego sterowania kaskadowego
- alternatywnych wartości zadanych (Funkcja ma umożliwiać wybór do sześciu wartości zadanych jako alternatywy do głównej wartości zadanej nr 1). Każda alternatywna - wartość zadana może zostać wybrana za pośrednictwem wejść cyfrowych (DI).
- obsługę przetwornika rezerwowego (w celu zwiększenia niezawodności zestawu, można zamontować przetwornik rezerwowo będący zabezpieczeniem w przypadku awarii przetwornika głównego)
- określenia min. czasu zamiany pomp
- ograniczenia liczby załączeń na godz.
- ustalenia pomp rezerwowych (Funkcja ta umożliwia ograniczenie maksymalnych osiągnięć zestawu poprzez wybranie jednej lub większej liczby pomp, które mają pracować jako pompy rezerwowe.)

- wymuszenia automatycznej zamiany pomp (Funkcja ta zapewnia równomierne obciążenie wszystkich pomp w zestawie.)
- uruchomienia testowego pomp
- funkcję Stop umożliwiającą wyłączenie ostatniej pompy w przypadku braku lub bardzo małego przepływu. Celem tej funkcji jest:
 - oszczędność energii
 - zapobieganie nagrzewaniu się powierzchni uszczelnienia wału z powodu zwiększonego tarcia mechanicznego spowodowanego zmniejszonym chłodzeniem przez tłoczoną ciecz.
 - zapobieganie nagrzewaniu się tłoczonej cieczy.
- regulacji ciśnienia proporcjonalnego
- wprowadzenia łagodnego wzrostu ciśnienia tzn. zapewnienia łagodnego rozruchu zestawu np. z pustymi rurociągami. Rozruch odbywa się w 2 fazach:
 - Faza wypełniania - powolne wypełnianie rurociągów. Jeżeli łącznik ciśnieniowy w systemie zadziała, potwierdzając obecność wody w rurociągach, rozpocznie się druga faza
 - Faza wzrostu ciśnienia - Ciśnienie w systemie wzrasta do momentu osiągnięcia wartości zadanej. Jeżeli wartość zadana nie zostanie osiągnięta w określonym czasie na panelu sterownika zostanie wyświetlone ostrzeżenie lub alarm i pompy zostaną zatrzymane w tym samym czasie
- pracy awaryjnej (Jeżeli ta funkcja jest aktywna, pompy będą pracować bez względu na ostrzeżenia i alarmy. Pompy będą pracować zgodnie z wartością zadaną ustawioną specjalnie dla tej funkcji.)
- wprowadzenia danych charakterystyki pompy,
- obliczania przepływu (wydajności)
- możliwość określenia wartości granicznych (min. i maks.) ciśnienia na wyjściu zestawu pompowego
- sygnalizacji pracy pompy poza zadaniem zakresem pracy (Funkcja ta sygnalizuje ostrzeżenie jeżeli punkt pracy pomp przesunie się poza zdefiniowany zakres.)

Wymagania techniczne dla zdalnych czujników ciśnienia (loggerów):

- a) wbudowane zasilanie bateryjne, zapewniające ich nieprzerwane działanie przez okres 5 lat,
- b) pomiar ciśnienia w zakresie 0-25 bar z dokładnością nie mniejszą niż $\pm 0,1\%$ pełnego zakresu pomiarowego,
- c) rejestracja w pamięci wewnętrznej chwilowych wartości ciśnienia w danym punkcie pomiarowym w interwałach 15-minutowych,
- d) transmisja zarejestrowanych w pamięci urządzenia za pośrednictwem sieci GSM do sterownika zestawu pompowego
- e) stopień ochrony min. IP68

Wymagania techniczne dla szafy sterowniczo-zasilającej układu sterowania zestawem pompowym:

- a) wykonanie materiałowe - szafa metalowa, malowana proszkowo,
- b) system zawarty w szafie sterującej powinien być wykonany w stopniu ochrony IP54 wg PN-92/E-08106; w wersji standardowej, wyposażony w sterownik-mikroprocesorowy o następujących funkcjach:

- duży (min. 90 x 120 mm) graficzny kolorowy wyświetlacz
- duże klawisze z podświetleniem LED
- wbudowany kreator uruchomień z polską wersją językową
- gotowy do użycia bez potrzeby programowania
- komunikacja z pompami z przetwornicą poprzez analogowy interfejs 0-10V lub magistralę cyfrową
- zdolność sterowania pracą do 6 pomp z dowolną wielkością silnika
- Minimum 9 wejść cyfrowych i 5 wejść analogowych z zakresami 0 – 20 mA, 4 – 20 mA lub napięciowymi (0 – 10 V)
- Komunikacja z maksymalnie 10 zdalnymi czujnikami ciśnienia zamontowanymi na sieci poprzez komunikaty SMS
- Opcja pracy bezpiecznej przy utracie kontaktu z czujnikami ciśnienia
- Możliwość pracy w trybie proporcjonalnego ciśnienia
- Modyfikowanie krzywej proporcjonalnej w zależności od danych odczytanych przez zdalne czujniki ciśnienia
- Możliwość wizualizacji pracy w systemie SCADA poprzez protokół Modbus TCP IP lub RS-485
- Możliwość wysyłania wiadomości SMS z ostrzeżeniami i alarmami na 3 różne numery wg harmonogramu
- Sterownik musi posiadać funkcje takie jak: zaawansowane załączanie kaskadowe, funkcja optymalizacji energii zużytej na pompowanie, monitorowanie przepływów nocnych i alarmowanie o awariach sieci
- Sterownik musi posiadać funkcję współpracy z zewnętrznym czujnikiem ciśnienia (loggerem) instalowanym w punkcie krytycznym sieci wodociągowej
- wszystkie komunikaty wyświetlane na panelu sterownika powinny być w języku polskim

2. MODERNIZACJA UKŁADU POMPOWEGO

W ramach zadania wykonać należy również modernizację układu pompowego. Planuje się:

- Wykonanie nowych kolektorów ze stali AISI 316 w układzie strona ssawna kolektor zbiorczy DN 250, podejścia pod pompy DN65, przepustnica międzykołnierzowa DN65, zawór zwrotny kołnierzowy DN65, (**komplety: podejścia pod pompy DN65, przepustnica międzykołnierzowa DN65, zestaw pompowy, zawór zwrotny kołnierzowy DN65, przepustnica międzykołnierzowa DN65**) strona tłoczna kolektor zbiorczy DN250. Kolektory zakończone deklami zaślepiającymi, długość kolektorów z armaturą w ilości do zamontowania docelowo 6 kompletów zestawów pompowych .(ewentualnej rozbudowy). Wszystkie połączenia z istniejącą instalacją z tworzywa wykonane poprzez kompensatory i przepustnice typu LUG. Na wyposażeniu powinien znaleźć się zbiornik membranowy i zawory odwadniające i odpowietrzające. Podstawa zestawu stal AISI 316 gięta na wibroizolatorach, wykonana z miejscem na dwie dodatkowe pompy.
- Zamontowanie **dwóch** nowych pomp analogicznych do nowej pompy istniejącej CR 32-4 Wszystkie pompy muszą posiadać takie same charakterystyki, aby umożliwić dokładną regulację energetyczną.
- Dostawę i montaż 4 falowników 7,5kW współpracujących ze sterownikiem i pompami.

- Wpięcie nowego zestawu w istniejący układ oraz uruchomienie, kalibrowanie zestawu oraz sprawdzenie poprawności działania.
- Dostarczenie dokumentacji zamontowanego urządzenia.

Na czas realizacji Wykonawca zapewnić musi zestaw tymczasowy zbudowanego w oparciu o co najmniej dwie pompy pracujące pod kontrolą tymczasowej rozdzielnicy z dwiema przetwornicami częstotliwości. Układ powinien zapewnić 50m³/h przy ciśnieniu 4,5 bar w całym czasie realizacji zadania. Wyłączenia wody możliwe są tylko w godzinach 23-5.

Wszystkie dostarczone elementy muszą być fabrycznie nowe, z co najmniej dwuletnią gwarancją. Pochodzić powinny od wiodących firm specjalizujących się w produkcji urządzeń do systemów wodnych.

Wszystkie urządzenia mające kontakt z wodą muszą posiadać stosowne atesty PZH.

Wymagany czas zakończenia modernizacji około dwóch tygodni od rozpoczęcia robót.