

Zamawiający Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechniki Gdańskiej
Adres 80-852 Gdańsk, ul. Narutowicza 11/12

PROGRAM FUNKCJONALNO-UŻYTKOWY

Nazwa zamówienia Rozbudowa układu zasilania i sterowania układu
Adres pomp zasilających w wodę halę laboratoryjną
Laboratorium Hydrauliki i Inżynierii Środowiska
Budynek Hali Hydro

Nazwa zamówienia wg CPV

Kod zamówienia
Wg CPV

Zawartość opracowania 1. Część opisowa
2. Część informacyjna

Autorzy opracowania

KIEROWNIK LABORATORIUM HYDRAULIKI
I INŻYNIERII ŚRODOWISKA

dr inż. Piotr Zamo

Gdańsk, marzec 2007

CZĘŚĆ OPISOWA

1. Opis ogólny przedmiotu zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest zaprojektowanie i wykonanie układu zasilania i sterowania kaskadą pomp w hali Laboratorium Hydrauliki i Inżynierii Środowiska przy Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej tj. sporządzenie odpowiednich projektów, uzgodnienie projektu z Inwestorem, zakup i dostawa określonych podzespołów oraz wykonanie robót montażowych na podstawie przedłożonych projektów.

Charakterystyczne parametry obiektu

Liczba pomp zatapialnych: 6.

Liczba rozdzielnic: 7 (6xpompa + 1 rozdzielnia główna).

Liczba przetwornic częstotliwości: 6.

Liczba przetworników ciśnienia: 7.

Sterownik PLC: 1.

Panel operatorski: 1.

Wodomierze DN150: 6.

Ogólne właściwości funkcjonalno-użytkowe

W ramach dotychczasowej modernizacji Laboratorium Hydrauliki i Inżynierii Środowiska Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej zmieniono podstawowy układ zasilania stanowisk studenckich oraz badawczych z grawitacyjnego na pompowy. Podstawę układu stanowi zbiornik żelbetowy o pojemności ok. 300 m³, w którym umieszczono sześć pomp zatapialnych. Każda z pomp może zasilać niezależne stanowisko dydaktyczne oraz badawcze lub wybrane pompy mogą być łączone w kaskadę i prowadzić wodę zbiorczym kolektorem DN400 w celu zasilania wybranych stanowisk (głównie kanał murowany oraz stanowisko do badań przepływomierzy). Ilość wody doprowadzanej do poszczególnych punktów rozbioru w laboratorium mierzona jest na poszczególnych stanowiskach (za pomocą przelewów zamontowanych na skrzyniach pomiarowych lub w certyfikowanym zbiorniku pomiarowym). Możliwe jest także szacowanie aktualnego wydatku poszczególnych pomp, za pomocą odczytu charakterystyk hydraulicznych, na podstawie ciśnienia mierzonego za pomocą manometrów umieszczonych na kolektorach za pompami. Obsługa załącza pompy za pomocą przełączników tablicowych umieszczonych w pomieszczeniu pompowni. Rozrząd wody między stanowiska oraz pożądany wydatek ustawia się za pomocą przepustnic z napędem ręcznym, zabudowanych na rurociągach tłocznych. Jedna z pomp wyposażona jest w przetwornicę częstotliwości umożliwiającą doregulowanie przepływu poprzez zmianę prędkości obrotowej wirnika pompy. Obsługa zadaje żadaną częstotliwość obrotów za pomocą przycisków +/- na panelu operatorskim przetwornicy. W każdej chwili regulacji należy kontrolować manometry w celu wykluczenia pracy pomp poza charakterystyką. W głównym zbiorniku żelbetowym z wodą (ssawnym), za pomocą wyłącznika pływakowego, kontrolowany jest minimalny poziom wody umożliwiający prawidłową pracę pomp. Pompy zabezpieczone są od zwarcia, przeciążeń i nieprawidłowych warunków zasilania. Wystąpienie zwarcia, przeciążenia, zanik lub zmiana fazy, obniżenie napięcia powoduje wyłączenie pomp oraz uruchomienie sygnalizacji świetlno-dźwiękowej. Nadmierne obniżenie poziomu wody w zbiorniku powoduje uruchomienie sygnalizacji świetlno-dźwiękowej. Napięcie do układu sterowania pomp doprowadzone jest z istniejącej rozdzielniczy głównej w starej pompowni.

Planowana rozbudowa istniejącego układu hydraulicznego w laboratorium ma na celu rozszerzenie możliwości sterowania, kontroli oraz obsługi zainstalowanych pomp wraz z użyciem ich w celach dydaktycznych. Obsługa, poprzez ręczne ustawienie przepustnic, determinuje rozdział wody pomiędzy poszczególne stanowiska dydaktyczne i badawcze. Po zamontowa-

niu wodomierzy możliwa będzie obserwacja wskazań przepływu na każdej z pomp, co w połączeniu z pomiarem ciśnienia na kolektorach za pompami będzie wykorzystane podczas zajęć dydaktycznych. Każda z pomp wyposażona zostanie w przetwornicę częstotliwości (5 szt. + istniejąca) oraz podłączona do układu sterowania. Załączanie poszczególnych pomp odbywać się będzie ręcznie poprzez ustawienie odpowiednich przełączników rodzaju pracy z możliwością wyboru trybu na: automatyczny, ręczny lub odstawienie pompy. W trybie ręcznym praca odbywać się będzie z pominięciem sterownika. Wydatek poszczególnych pomp zmieniany będzie, przede wszystkim, przez zmianę prędkości obrotowej każdej z pomp oddzielnie, na skutek manipulacji na panelach sterowniczych odpowiednich przetwornic częstotliwości. Można będzie także regulować wydatek poprzez dławienie przepustnicami regulacyjnymi. Pompa przestawiona w tryb automatyczny będzie realizować algorytm zaprogramowany w sterowniku. Na panelu operatorskim operator będzie zadawać oczekiwaną wartość przepływu i dla pomp będących w trybie automatycznym sterownik na podstawie ciągłego sygnału z przetwornika ciśnienia i charakterystyk pomp określać będzie wartość przepływu oraz dokona regulacji prędkości obrotu wirników pomp adekwatnie do zadanego przepływu. Układ w sposób ciągły powinien kontrolować pracę pomp, regulując i ostrzegając o ewentualnym wyjściu poza charakterystykę. Możliwa powinna być także bieżąca kontrola i podgląd na panelu operatorskim między innymi następujących parametrów pracy układu: ciśnienie, natężenie przepływu, moc, prąd silnika, częstotliwość. Parametry te mają być dostępne w sieci ethernetowej np w formie plików csv.

Wymagane jest, aby komunikacja w sieci opartej na sterowniku PLC oraz panelu operatorskim, odbywała się w standardzie RS485 z wykorzystaniem protokołu MODBUS RTU. Sterownik PLC powinien zarządzać siecią dla przetwornic i modułu wejść analogowych, natomiast panel operatorski wyposażony będzie w port ethernetowy.

W celu spełniania powyższych funkcji należy wykonać następujące prace:

- Zakup i wyposażenie w przetwornice częstotliwości pięciu pomp.
- Zakup i montaż wodomierzy na rurociągach tłocznych sześciu pomp.
- Wykonanie nowej rozdzielnicy głównej laboratorium.
- Zakup i montaż 7 przetworników ciśnienia (6 dla pomp, 1 dla wspólnego kolektora).
- Położenie sieci zasilania i sterowniczej.
- Wykonanie aplikacji układu automatycznego sterowania pracą sześciu pomp w oparciu o sterownik PLC i graficzny panel operatorski zlokalizowany w budce sterowniczej na końcu kanału murowanego oraz pilot zdalnego sterowania.
- Udostępnienie tablicy wybranych parametrów do sieci ethernetowej.

W koncepcji sterowania należy uwzględnić pompy przełączone w tryb automatyczny. Po ustawieniu przez użytkownika oczekiwanej wartości natężenia przepływu wody, na podstawie wprowadzonych krzywych charakterystycznych pracy poszczególnych pomp dla danej częstotliwości oraz ciśnienia z przetworników, układ sterownika wyliczy ustalony wydatek, a następnie włączając odpowiednie pompy oraz regulując ich pracę poprzez regulację prędkości obrotowej na przetwornicach częstotliwości, wysteruje układ na pracę z odpowiednim natężeniem przepływu. Należy zapewnić kaskadową pracę pomp (ustawionych w „automacie”) oraz uruchamianie zawsze od pompy „następnej” od ostatnio używanej.

Specyfikacja dostaw i prac:

1. Wykonanie projektu elektrycznego i automatyki sterowania – uzgodnienie z Działem Infrastruktury Technicznej Politechniki Gdańskiej.
2. Dostarczenie urządzeń zgodnie ze specyfikacją.
3. Wykonanie rozdzielni głównej laboratorium.
4. Wykonanie instalacji zasilania i sterowniczej.
5. Wykonanie szaf sterowniczych dla przetwornic, sterownika i panelu operatorskiego.

6. Wykonanie sieci do komunikacji szeregowej między sterownikiem, panelem a przetwornicami.
7. Instalacja przetworników ciśnienia oraz podłączenie do sterownika.
8. Opracowanie algorytmu pracy całego układu, aproksymacji charakterystyk pomp.
9. Wykonanie aplikacji wizualizacyjnej na panelu.
10. Uruchomienie przetwornic.

Szczegółowe właściwości funkcjonalno-użytkowe układu zasilania i sterowania układu pomp doprowadzającego wodą do hali laboratoryjnej

L.p.	Element	Funkcja	Prace	Dodatkowy opis
1	przetwornice częstotliwości sztuk 5	umożliwiają regulację przepływu poprzez zmianę prędkości obrotowej wirnika pompy,	projekt montażowy, dostawa i instalacja przez wykonawcę	zadawanie żądanej prędkości obrotowej powinno być możliwe na panelu operatorskim przetwornicy
2	wodomierze DN150 na rurociągach tłocznych pomp (6 sztuk)	pomiar przepływu (w celach dydaktycznych) na każdej z pomp	dostawa i montaż przez wykonawcę	wodomierze kolnierzowe
3	rozdzielnica główna laboratorium	po demontażu starej rozdzielnicy należy zapewnić odpowiedni zapas mocy dla zainstalowanych nowych sześciu pomp oraz do innych 4. rozdzielnic w laboratorium	projekt, dostawa i montaż przez wykonawcę	moc zainstalowana 100 kW
4	przetworniki ciśnienia sztuk 7	sygnał zwrotny dla układu automatyki sterowania pompami	dostawa i montaż przez wykonawcę	Zakres mierzonego ciśnienia 0-25bar, sygnał wyjściowy 4 do 20 mA
5	sterownik PLC z zasilaczem oraz rozszerzeniami pamięci, modułami wejść analogowych oraz portami komunikacyjnymi	układ sterowania pompami w „automacie”	projekt, dostawa i montaż przez wykonawcę	sygnały wejściowe dla sterowania pompami: ciśnienie z 7. przetworników ciśnienia (wprowadzone charakterystyki poszczególnych pomp), prędkość obrotowa silników pomp, sygnały binarne o pracy pomp i braku awarii

6	kolorowy panel operatorski min 6''+ pilot	do zarządzania układem sterownika	projekt, dostawa i montaż przez wykonawcę	Panel wyposażony w port ethernetowy, z którego będzie można pobrać informację o pracy układu do dowolnego komputera w sieci
7	zasilacz buforowy	zasilanie obwodów 24V oraz podtrzymanie akumulat. 2x7Ah	dostawa i montaż przez wykonawcę	

2. Wymagania zamawiającego w stosunku do przedmiotu zamówienia

Zamawiający wymaga aby wszystkie wymienione elementy instalacji hydraulicznej zapewniały sprawne funkcjonowanie w okresie co najmniej 18 miesięcy.

3. Ogólne warunki wykonania i odbioru robót montażowych

Prace prowadzone będą w okresie semestru letniego, w czasie trwania zajęć dydaktycznych w samym laboratorium jak i w sąsiednim budynku Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska. W części laboratoryjnej, na poziomie 0 (w okolicach kanału „murowanego” oraz kanału „uchylnego”) przebywać będą osoby uczestniczące w zajęciach dydaktycznych (studenci, prowadzący oraz obsługa techniczna), podczas których wymagana jest praca pomp doprowadzających wodę do wspomnianych stanowisk. W związku z tym Wykonawca zobowiązany jest uwzględnić ten fakt w sposobie prowadzenia robót.

Wykonawca będzie zobowiązany umową do przejęcia odpowiedzialności od następstw i za wyniki działalności w zakresie :

- Organizacji robót
- Zabezpieczenia interesów osób trzecich
- Ochrony środowiska
- Warunków bezpieczeństwa pracy

Wszelkie powstałe odpady podczas prac będących przedmiotem niniejszej specyfikacji Wykonawca zobowiązany jest do utylizacji lub wywiezienia na własny koszt na wysypisko śmieci.

Wyroby stosowane w trakcie wykonywania robót mają spełniać wymagania polskich przepisów, a wykonawca będzie posiadał dokumenty potwierdzające, że zostały one wprowadzone do obrotu zgodnie z regulacjami ustawy o danych wyrobach i posiadają wymagane parametry.

Zamawiający przewiduje bieżącą kontrolę wykonywanych robót. Kontroli zamawiającego w szczególności poddane będą:

- rozwiązania projektowe zawarte w poszczególnych projektach – w aspekcie zgodności z programem funkcjonalno-użytkowym oraz warunkami umowy
- stosowane gotowe wyroby – w odniesieniu do dokumentów potwierdzających ich dopuszczenie do obrotu oraz zgodności parametrów z danymi zawartymi w projektach i specyfikacjach technicznych
- sposób wykonania robót montażowych - w aspekcie zgodności z projektami i programem funkcjonalno-użytkowym i umową

W celu zapewnienia współpracy z wykonawcą i prowadzenia kontroli wykonywanych robót montażowych oraz dokonywania odbiorów, zamawiający przewiduje ustanowienie osoby upoważnionej do zarządzania realizacją umowy oraz specjalisty pełniącego funkcję inspektora nadzoru w zakresie wynikającym z postanowień umowy.

Zamawiający ustala następujące rodzaje odbiorów:

Odbiór końcowy

Odbiór po okresie rękojmi

Odbiór ostateczny po okresie gwarancji.

Sprawdzeniu i kontroli będą podlegały:

Użyte wyroby i podzespoły oraz uzyskane w wyniku robót montażowych elementy obiektu - w odniesieniu do ich parametrów oraz zgodności z dokumentami montażu,

Jakość i dokładność wykonania prac wykończeniowych

Prawidłowość funkcjonowania zamontowanych urządzeń i wyposażenia

Prawidłowość połączeń funkcjonalnych, wydajność przesyłowa w sieciach i instalacjach.

Prawidłowość działania programu sterującego.

Zamawiający ustanawia ryczałtowe wynagrodzenie dla wykonawcy.

Wykonawca będzie zobowiązany do wykonania i utrzymywania w stanie zadającym się do użytku oraz likwidacji wszystkich robót tymczasowych, niezbędnych do realizacji przedmiotu zamówienia. Robót tymczasowych zamawiający nie będzie opłacał odrębnie. Jako roboty tymczasowe zamawiający traktuje rusztowania, dźwigi, transport, itp. Wykonawca przekaże wszelkie prawa autorskie aplikacji (programu) obsługującego układ sterowania pompami na rzecz Zamawiającego.

4. Wymagania szczegółowe dotyczące urządzeń

Przetwornice częstotliwości o prądzie wyjściowym 24 A szt. 5

Wymagania, które muszą spełniać przetwornice częstotliwości:

- Rs485 z protokołem Modbus RTU
- Port USB
- Zegar czasu rzeczywistego
- Panel graficzny (z językiem Polskim)
- zestaw do montażu Panelu na elewacji szafy
- wbudowany sterownik kaskady pomp
- programator pracy
- logiczny sterownik zdarzeń
- 4 autonomiczne dostrajane regulatory PID
- Wbudowany dławik
- Wbudowany filtr RFI A1
- dwa wejścia analogowe o rozdzielczości co najmniej 12 bit-ów (przełączne – możliwość wyboru 0-10V lub 0/4-20mA)
- 1 wyjście analogowe 0/4-20mA
- dwa wyjścia przekaźnikowe
- Obudowa IP21
- Częstotliwości wyjściowa 0-1000Hz
- Możliwość zablokowania panelu po przez hasło
- tryb pożarowy

Panel graficzny 6" kolorowy szt.1

Wymagania, które musi spełnić panel

- Panel zawiera oprogramowanie dla 8000 zmiennych.
- system operacyjny Windows CE.Net
- rozdzielczość 320x240
- 32 000 kolorów
- ekran dotykowy
- dwa port szeregowy RS232 i RS485
- port ethernet 10/100BaseT
- gniazdo CF Card
- trendy Czasu rzeczywistego i historyczne
- obsługiwany protokół Modbus RTU
- zasilanie 24 VDC

Sterownik PLC 1 kpl.

Wymagania, które musi spełnić sterownik PLC

- Modułowa budowa
- 2 porty komunikacji szeregowy RS 485
- Obsługa protokół Modbus RTU
- 8 wejść analogowych o rozdzielczość 16 bit-ów
- 12 wejść / 8 wyjść cyfrowych

Przetwornik ciśnienia szt. 7

- Medium Powietrze, gazy, ciecze
- Zakres ciśnienia 0-25bar
- Temperatura mierzonego medium -40 °C do 85 °C - pomiar bezpośredni
- pow 85 °C - pomiar przy użyciu króćca przyłączeniowego lub rurki kapilarnej
- Elementy mające kontakt z medium AISI 316L (DIN 17440 - 1.4404)
- Stopień ochrony IP 65
- Podłączenie elektryczne Wtyk Pg 9, DIN 43650
- Dokładność $\leq \pm 0.5\%$ zakresu (typ.), $\leq \pm 1\%$ zakresu (maks.)
- Napięcie zasilające 10 do 30 V d.c., zabezpieczenie przed błędną biegunowością zasilania
- Sygnał wyjściowy 4 do 20 mA
- Przyłącze ciśnieniowe G 1/4 A lub M 20 x 1.5

Zasilacz buforowy 230/24V 4A - szt.1

Wodomierze DN 150 kołnierzone - szt.6,

CZĘŚĆ INFORMACYJNA

Wykonana instalacja oraz dostarczone urządzenia muszą spełniać wymagania dyrektywy kompatybilności EMC i dyrektywy niskonapięciowej.

Wykonawca powinien zapewnić wykonanie harmonogramu realizacji inwestycji, projektu organizacji prac, planu zapewnienia jakości wykonywanych prac.

Zamawiający jest w posiadaniu środków na wykonanie przedmiotu zamówienia w budżecie na rok 2007.