



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

Koszyce Małe, ul. Źródłana 8

33-111 Koszyce Wielkie

tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

faks: 0146210029, 0146360117

mail: biuro@elbit.edu.pl

www.elbit.edu.pl

**STANOWISKO DO BADANIA PRZEPŁYWOMIERZY
299.0.0.0000**



Spis treści

Wstęp	3
Opis techniczny	4
Czujniki i przetworniki	6
Przetwornik temperatury 4-20mA wraz z czujnikiem PT100.	6
Przetwornik temperatury Optitemp TRA-P10.....	7
Przetwornik ciśnienia Optibar 3050 Krohne.....	8
Przepływomierz elektromagnetyczny Optiwave IFC 300.....	9
Przepływomierz rotametryczny VA40	10
Czujnik radarowy Optiwave 1520.....	11
Urządzenia wykonawcze	12
Sterownik CPU07.....	12
Pompa rotacyjna MHI 1300.....	14
Pompa membranowa do wody	15
Budowa i działanie stanowiska	16
Instalacja elektryczna i układ sterowania	22
Okno główne.....	25
Panel pomiarów i obliczeń.....	28
Programowanie próby	29
Zakładka Wykres	30
Zakładka Schemat	31
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.	36
Instrukcja obsługi.	36
Załączniki.....	37
Dokumentacja towarzysząca	37

Wstęp

Niniejsze stanowisko dydaktyczne przeznaczone jest do badań przepływu cieczy w instalacjach rurowych w warunkach kontrolowanych zakłóceń przepływu. Stanowisko umożliwia prowadzenie zajęć laboratoryjnych oraz badań dydaktycznych związanych z analizą dokładności, ograniczeń eksploatacyjnych oraz zasad doboru różnych typów przepływomierzy w tym: elektromagnetycznego oraz rotametrycznego, a także pośredniej metody pomiarowej wykorzystującej przelew trójkątny z pomiarem wysokości poziomu cieczy pracujących w zmiennych warunkach hydrodynamicznych i termodynamicznych.

Stanowisko umożliwia symulację i analizę wpływu czynników zakłócających na pomiar przepływu cieczy, w szczególności:

- zmiany temperatury medium,
- zmiany charakteru przepływu (ustalony/pulsacyjny),
- obecności fazy gazowej w cieczy,
- zmiany geometrii instalacji rurowej w obszarze przyłączeniowym przepływomierza elektromagnetycznego,
- porównania pomiarów przepływu metodami pośrednimi i bezpośrednimi,
- analizy strat ciśnienia na wybranych elementach pomiarowych.

Stanowisko umożliwia rejestrację, wizualizację oraz archiwizację danych pomiarowych

Stanowisko może działać autonomicznie lub wraz z dedykowanym programem komputerowym, który znacznie zwiększa jego możliwości badawcze.

Oprogramowanie sterujące umożliwia:

- wyliczanie na bieżąco wartości charakterystycznych;
- regulację (z poziomu załączonego komputera) parametrów próby;
- rysowanie na bieżąco interesujących wykresów;
- łatwe archiwizowanie danych pomiarowych oraz ich eksport do pliku ASCII lub

Excela.

Opis techniczny

Parametry podstawowe stanowiska:

Rodzaje badanych przepływomierzy:

- elektromagnetyczny: IFC 300 Krohne
- rotametryczny: VA40VR Krohne
- pośredni: przelew trójkątny

Ciśnienie maksymalne w instalacji wodnej: 10bar

Średnica rur instalacji wodnej: DN25

Temperatura wody podczas prób: 20-60°C

Wymiary (szer. x głęb. x wys.): 235 x 66 x 215cm

Waga stanowiska nienapełnionego ok. 80kg

Waga stanowiska napełnionego ok. 240kg

Zewnętrzna temperatura pracy: 10÷40°C

Wilgotność: do 50%

Pomiary:

Przepływomierz elektromagnetyczny:

Przepływ znamionowy: 0.53-5.3m³/h

Przepływ maksymalny: 0. 177-21.21m³/h

Przepływomierz rotametryczny:

Zakres pomiarowy: 60-600 l/h

Zakres pomiarowy przetwornika ciśnienia: ±50kPa

Zakres pomiarowy czujnika odległości: 10-100cm (ustawiony)

Zakres pomiaru temperatury: 0-100°C

Instalacja elektryczna:

Napięcie robocze: 230VAC

Zasilanie: jednofazowe

Długość kabla zasilającego: 5m

Moc: 4.5kW

UWAGA

W urządzeniu występują wysokie napięcia, i duża temperatura. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta!

Poniżej przedstawiono wyciągi z dokumentacji i opisy ważniejszych podzespołów użytych do konstrukcji urządzenia.

Czujniki i przetworniki

Przetwornik temperatury 4-20mA wraz z czujnikiem PT100.



- wilgotność 10-90 %;
- średnica 42 mm;
- wysokość 20 mm;
- waga ok. 80 g.

Zadaniem modułu jest zamiana sygnału z czujnika temperatury PT100 z zakresu 0 do FS na sygnał prądowy 4-20mA.

Parametry techniczne:

- napięcie zasilania 24 VDC;
- pobór prądu 30mA;
- zakres przetwarzania temperatury 0-50, 0-100, 0-150, 0-200 ° C;
- dokładność 0.2%FS;
- prąd wyjściowy 4-20mA;
- temperatura pracy -20 do 60 ° C;

Czujnik PT100 1-FS-PT100-1,5.



Czujnik temperatury PT100, cztero-przewodowy, wykonany z materiałów pozwalających na pracę ciągłą w zakresie: -30 do +180 st. C. Do budowy zastosowano kabel silikonowy 4x0,25mm² o długości 100cm, oraz osłonę o długości 50mm i średnicy zewnętrznej 6,0mm wykonaną z stali nierdzewnej. Dokładny element pomiarowy Pt-100, klasa A. Konstrukcja profesjonalna, wodoszczelna.

Przetwornik temperatury Optitemp TRA-P10.



Właściwości:

OPTITEMP TRA-P10 to wtykowy zespół czujnika RTD z prostą spawaną wieloczęściową osłoną termometryczną. Przemysłowy zestaw do pomiaru temperatury jest odpowiedni do pomiaru temperatury cieczy i gazów. Przeznaczony jest do pracy w temperaturach do +600°C.

OPTITEMP TRA-P10 może być stosowany w rurach i zbiornikach przy niskich i średnich ciśnieniach i prędkościach przepływu. Jest bardzo elastyczny w użyciu, ponieważ decyzja o wymaganej głębokości zanurzenia jest konieczna tylko bezpośrednio przed montażem. RTD jest dostępny z dopuszczeniami ATEX i IECEx.

Przetwornik ciśnienia Optibar 3050 Krohne



Własności:

Przetwornik OPTIBAR DP 3050 jest przetwornikiem różnicy ciśnień ze zintegrowaną funkcją pomiaru ciśnienia absolutnego. Jest to idealny wybór do zastosowań związanych z ogólnym przepływem, poziomem i ciśnieniem różnicowym. Niniejszy przetwornik DP jest obecnie najbardziej kompaktowym przetwornikiem ciśnienia na rynku - na całym świecie. Dzięki temu nadaje się szczególnie do montażu w zastosowaniach o ograniczonej przestrzeni, np. w inżynierii mechanicznej i inżynierii technicznej instalacji.

Cechy:

- Solidna i zajmująca mało miejsca konstrukcja ze stali nierdzewnej (316L/1.4404)
- Całkowita linearyzacja 3D dla najwyższej dokładności i stabilności we wszystkich warunkach procesowych
- Zintegrowany pomiar ciśnienia statycznego dla dodatkowych informacji o procesie
- Wyjątkowa stabilność temperaturowa nawet w ciężkich warunkach.
- Doskonała powtarzalność i długookresowa stabilność
- Łączony pomiar DP, SP i T przekłada się na dużą wiarygodność procesu.
- Opcjonalny moduł wyświetlania i regulacji z intuicyjną obsługą przez użytkownika
- Zintegrowane przyciski umożliwiające szybką konfigurację parametrów
- Dopuszczenia Ex dla atmosfery gazowej i pyłowej

Przepływomierz elektromagnetyczny Optiwave IFC 300



Własności:

Konfigurowalne materiały elektrody umożliwiają kompatybilność z żrącymi chemikaliami, zawiesiną, miazgą, wodą morską i roztworami galwanicznymi.

IFC 300 to 4-przewodowy przetwornik elektromagnetyczny. W połączeniu z głowicami serii OPTIFLUX i WATERFLUX tworzy przepływomierze elektromagnetyczne do zaawansowanych zastosowań z cieczami przewodzącymi.

Z rozbudowaną diagnostyką dla zaawansowanych wymagań.

4-przewodowy, wyjścia: 3 x 4...20 mA, HART®, Modbus, FF, Profibus-PA/DP, PROFINET itp.

Przepływomierz rotametryczny VA40



Własności:

VA40 to szklany przepływomierz rotametryczny (VA) do pomiaru przepływu cieczy i gazów. Przepływomierz ogólnego stosowania dla podstawowych aplikacji do +100°C i max. 10 bar. Typowe aplikacje obejmują pomiar przepływu gazów przedmuchowych, czyszczących, zobojętniających lub pomiar w obwodach grzewczych i chłodniczych.

VA40 działa bez pomocniczego zasilania. Stożek pomiarowy chroniony metalową obudową z wziernikiem umożliwia łatwy odczyt oraz obserwację mierzonego medium. Przepływomierz dostępny jest opcjonalnie z dwoma łącznikami krańcowymi (MIN/MAX) lub wyjściem analogowym (4...20 mA). Urządzenie posiada wiele przyłączy procesowych i może być stosowane w obszarach zagrożonych wybuchem.

Cechy:

- Prosta zasada działania bez elektrycznego zasilania
- Do bezpośredniego odczytu przepływu i obserwacji mierzonego medium
- Opcjonalne łączniki krańcowe MIN/MAX (zgodny z SIL2) lub 4...20mA do rejestracji i sterowania
- Zakres pełnej skali dla cieczy: 0,4...10.000 l/h
- Zakres pełnej skali dla gazów: 7...310.000 l/h
- Maksymalny błąd pomiaru: $\pm 1\%$
- Zakresowość 10:1
- Użycie w obszarach zagrożonych wybuchem
- Dostępny w wariantcie spożywczym i farmaceutycznym

Czujnik radarowy Optiwave 1520



Własności:

OPTIWAVE 1520 to 2-przewodowy radarowy przetwornik poziomu 80 GHz do podstawowych zastosowań z cieczami i materiałami sypkimi.

Antena soczewkowa PVDF i kompaktowa obudowa sprawiają, że jest on szczególnie odpowiedni do użytku w ograniczonych przestrzeniach, a także trudnych warunkach procesowych i środowiskowych, takich jak aplikacje na zewnątrz, gdzie wymagana jest wysoka odporność. Radarowy przetwornik poziomu jest idealnym wyborem w przypadku ekonomicznego pomiaru poziomu szlamów i ścieków, a także oczyszczonej wody, np. w przepompowniach, stacjach podnoszenia śrubowego lub zbiornikach wodnych. Jest również przeznaczony do stosowania w małych silosach z materiałami sypkimi, takimi jak piasek lub inne produkty.

Przetwornik poziomu jest również dostępny w wersji wodoodpornej o stopniu ochrony IP68, dzięki czemu może wytrzymać intensywne opady deszczu i zalanie.

Dzięki konstrukcji anteny typu front-flush i wąskiemu kątowi wiązki, ekonomiczny radar 80 GHz może być również używany w małych otwartych zbiornikach lub zbiornikach ciśnieniowych z wewnętrznymi przeszkodami, gdzie pomiar poziomu przy obecności znacznych martwych stref nie jest dobrym rozwiązaniem. Ze względu na bardzo wysoki zakres dynamiki, OPTIWAVE 1520 jest również w stanie zapewnić wiarygodne odczyty w przypadku kondensacji lub nieustalonych powierzchni cieczy.

Uruchomienie łatwo można przeprowadzić poprzez Bluetooth® za pomocą aplikacji KROHNE OPTICHECK Level Mobile lub poprzez HART® za pomocą OPTICHECK DTM. OPTIWAVE 1520 wykorzystuje również wbudowaną autodiagnostykę w zakresie technologii OPTICHECK. Umożliwia to ciągłe testowanie urządzenia i weryfikację w tym raportowanie na miejscu bez przerywania procesu i demontażu radaru.

Urządzenia wykonawcze

Sterownik CPU07



Opis działania:

Sterownik CPU07 został opracowany jako główna jednostka sterująca maszynami wytrzymałościowymi, ale równie dobrze sprawdza się w sterowaniu skomplikowanymi procesami przemysłowymi.

Sterownik posiada osiem wejść dwustanowych $0 \div 24 \text{ V}$, szesnaście wyjść dwustanowych $0 \div 24 \text{ V}$, dwa 12-bitowe wyjścia analogowych, cztery 12-bitowe wejścia analogowe oraz cztery 16-bitowe wejścia różnicowe.

Ponadto posiada sprzętowe układy do podłączenia kodera inkrementacyjnego lub linii optycznego, urządzenia do komunikacji szeregowej (RS232 lub RS485), pamięć RAM, ROM oraz interfejsy klawiatury numerycznej i wyświetlacza graficznego lub LCD.

Sterownik przystosowany jest do zasilania z zewnętrznego źródła napięcia stałego, którego wartość powinna zawierać się w granicach od 10 V do 30 V.

Sterownik posiada wbudowany zestaw elementów przeciwprzepięciowych chroniących wszystkie wejścia i wyjścia od przepięć powstałych na liniach zewnętrznych.

Dane techniczne:

Zasilanie:	10 ÷ 30 Vdc
Pobór prądu:	0.1 ÷ 0.3A (zależny od ilości dołączonych modułów)
Sygnał wyjściowy	transmisja szeregową
Interfejs:	RS232 lub RS485
Protokół:	MODBUS RTU
Adres urządzenia:	ustawiany 1÷255
Prędkość transmisji:	2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600 kbit/s
Maksymalny zasięg (RS485):	1200 m.
Stopień ochrony obudowy:	IP32
Temperatura pracy:	0÷70°C
Parametry wejść cyfrowych:	
punkt przełączenia:	11.8V;
maksymalna częstotliwość sygnału wejściowego:	500Hz
Parametry wyjść cyfrowych:	
maksymalna częstotliwość sygnału wyjściowego:	>2kHz

maksymalny ciągły prąd wyjściowy: 0.5A

zabezpieczenie przepięciowe i nadprądowe każdego wyjścia oddzielnie.

Parametry wejść analogowych:

przetwornik 12-bitowy;

częstotliwość kwantyzacji: 1kHz

Każde wejście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- $0 \div 5 \text{ V}$;
- $0 \div 10 \text{ V}$;
- $0 \div 20 \text{ mA}$;

Parametry wyjść analogowych:

Przetwornik: 12-bitowy;

maksymalna częstotliwość

sygnału wyjściowego: $>100 \text{ Hz}$

Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- $0 \div 5 \text{ V}$;
- $0 \div 10 \text{ V}$;

Pompa rotacyjna MHI 1300



Właściwości:

Wielostopniowa pompa odśrodkowa zaprojektowana do tłoczenia wody czystej, pozbawionej elementów stałych o właściwościach ścierających i długowłóknistych. W pompie zastosowano układ ssący Venturiego wspomagający zasysanie urządzenia. Producentem urządzenia jest marka IBO, która od wielu lat dostarcza niezawodne systemy do sprawnej dystrybucji wody.

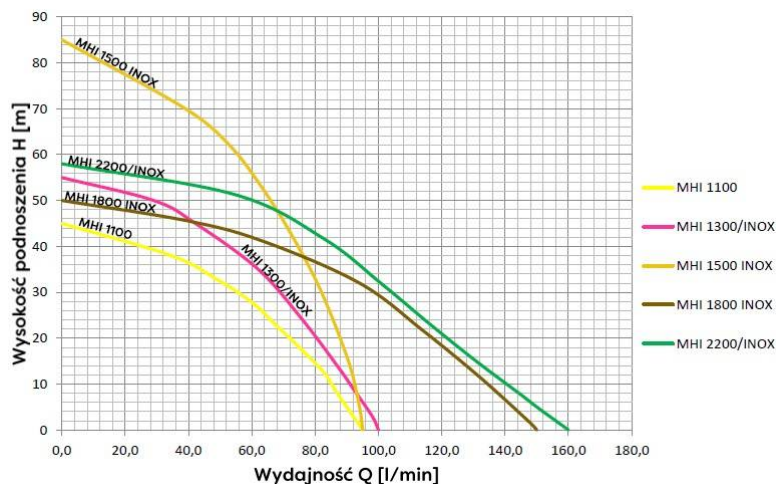
Pompa hydroforowa MHI 1300 MH IBO 230 V jest urządzeniem o znakomitych parametrach pracy, wyróżniającym się niezawodnym, wieloletnim działaniem.

Cechy:

- jednofazowy silnik 230 V o mocy 1300 W, który umożliwia tłoczenie wody z maksymalną wydajnością 100 l/min, na wysokość do 55 metrów
- zabezpieczenie termiczne montowane w uzwojeniu silnika, chroniące przed przegrzaniem
- zdolność do samozasysania cieczy po uprzednim zalaniu przewodu ssącego
- przystosowana do pracy ciągłej
- głębokość zasysania do 8 metrów
- łatwy montaż
- energooszczędność
- kompaktowe wymiary.

Dane techniczne:

- waga: 15 kg
- wydajność maks.: - 100 l/min
- wysokość podnoszenia maks.: - 55m
- moc silnika: 1,3kW
- średnica króćców tłoczno/ssącego: 1"x1"
- maksymalna głębokość ssania: 8m
- zasilanie: 230V



Pompa membranowa do wody



Opis techniczny:

Wykonana z najwyższej jakości materiałów, ta elektryczna pompa membranowa charakteryzuje się solidną, długotrwałą konstrukcją. Jego wysoki podnośnik i silne możliwości ssania ułatwiają efektywną wydajność pompowania, a doskonałe właściwości uszczelniające i niezawodna konstrukcja zapewniają niezawodną pracę

nawet w trudnych warunkach pracy. Poza tym, że jest wysokowydajnym rozwiązaniem do zastosowań związanych z przenoszeniem płynów, zapewnia również wyjątkowe wrażenia z użytkowania dzięki dopracowanej strukturze, szerokiej adaptacyjności i eleganckiemu wyglądowi. Wykorzystanie go do celów profesjonalnych z pewnością usprawni Twój przepływ pracy i zwiększy ogólną wygodę.

Dane techniczne:

- napięcie: 220VAC
- moc: 330W
- przepływ: 0-40L/min
- wlot/wylot: 19mm/0.75in, 25mm/0.98in
- maksymalny wysokość ssania: 2 m
- maksymalne podnoszenie: 5 m
- hałas pracy: 70dB
- temperatura wody: 0-60°C
- wymiary: 29*13*17cm

Budowa i działanie stanowiska

Stanowisko zostało zaprojektowane jako maksymalnie zwarte i kompaktowe.
Do działania wymagane są:

- przyłącze prądowe jednofazowe o obciążalności przynajmniej 4.5kW;
- przyłącze sprężonego powietrza o ciśnieniu przynajmniej 1 bar;
- przyłącze wody zimnej (1/2") - okresowo do uzupełniania wody w zbiornikach;
- przyłącze kanalizacji – okresowo do spuszczenia wody.

Zaleca się żeby podłoga w miejscu posadowienia stanowiska była płaska i odporna na okresowa obecność wody.

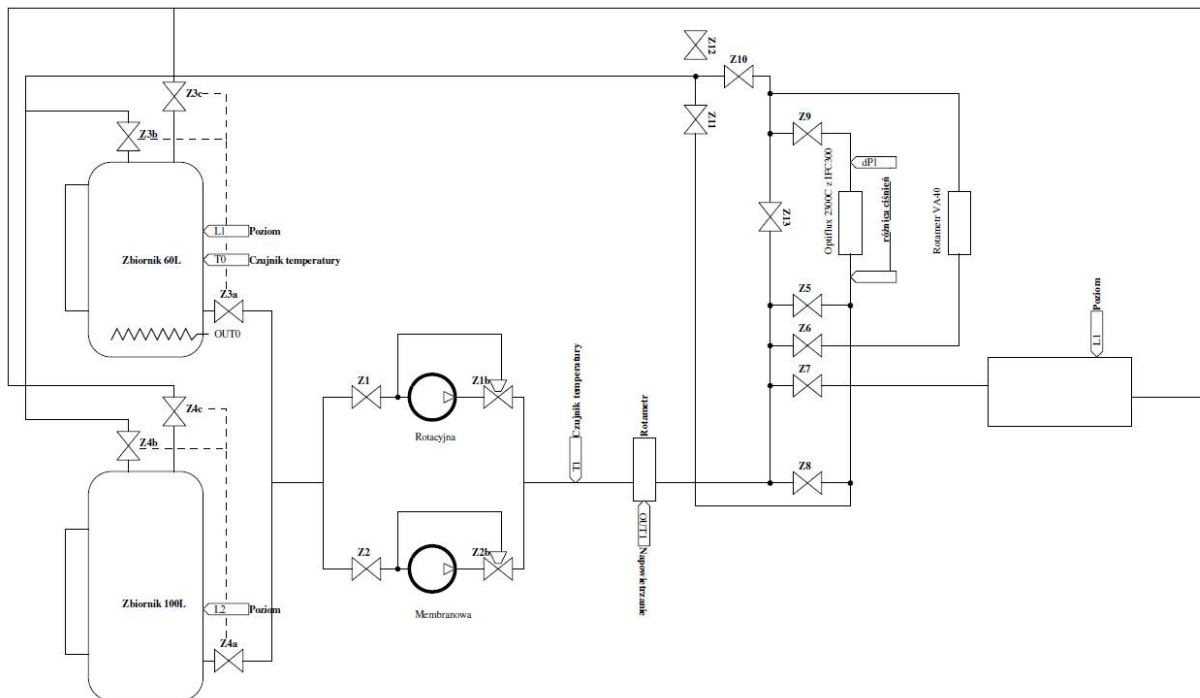
Główna część instalacji wodnej została wykonana na rurach i armaturze PVC-U PN10 klejonych o średnicy 25mm. Zaś część związaną z odpływem grawitacyjnym rurami o średnicy 50mm. Część armatury wykonano rurami przezroczystymi dla zobrazowania ruchu wody.

Wszystkie zastosowane zawory są typu kulowego, gdyż zawory kulowe posiadają większą przepustowość niż membranowe (większy współczynnik K_v).

W stanowisku wykorzystano zawory 1" i 2" z siłownikami niskonapięciowymi (24V).

Wszystkie elementy armatury zostały zaprojektowane na ciśnienie 10bar.

Schemat hydrauliczny stanowiska przedstawiono na poniższym rysunku:



W instalacji zamontowano dwa zbiorniki wodne: na wodę ciepłą i zimną, dwie pompy: rotacyjną i membranową, trzy rodzaje przepływomierzy: rotametryczny, elektromagnetyczny i grawitacyjny oraz zawory i urządzenia pomocnicze.

Zbiorniki

Jako zbiornik wody ciepłej wykorzystano handlowy zbiornik CWU firmy Heverson (zdjęcie obok). Jest to zbiornik o pojemności 60 litrów wykonany w całości ze stali nierdzewnej, pasywowanej.

Zaletą tego zbiornika jest doskonała izolacja termiczna z pianki poliuretanowej oraz wbudowane miejsce na grzałkę i czujnik temperatury.

Dodatkową zaletą jest zamontowana w zbiorniku elektroda magnezowa.

Instalacja wody ciepłej jest instalacją otwartą, tzn. posiada połączenie do atmosfery i w zbiorniku nie występuje żadne ciśnienie.

Zbiornik został zabudowany w ramie stanowiska.

W najniższym punkcie instalacji zamontowano zawór kulowy $\frac{1}{2}$ z króćcem do podłączenia węża służącym do napełniania lub spustu wody.

W zbiorniku zamontowano grzałkę elektryczną o mocy 3kW. Wraz z czujnikiem temperatury oznaczonym jako T0 i sterownikiem tworzą układ regulacji automatycznej, służącym do podgrzewania wody do zadanej temperatury.

Chociaż maksymalna temperatura mogłaby wynosić 90°C, jednakże ze względu na dydaktyczny charakter stanowiska ograniczono jego wartość do 60°C. Taka temperatura nie spowoduje przypadkowego poparzenia. Czas grzania wody od temperatury pokojowej do 60°C wynosi około 42 minuty.



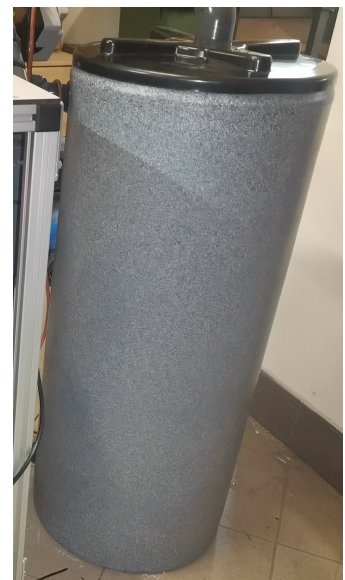
W stanie bez przepływu wody gorąca woda zbiera się na górze zbiornika, a chłodniejsza na dole. Wyrównanie temperatur odbywa się tylko poprzez działanie pomp. Instalacja wodna nie została zaizolowana cieplnie, żeby nie zakrywać rur. Należy się więc liczyć ze sporymi stratami ciepła podczas próby.

W zbiorniku zamontowano jeden czujnik poziomu określający napełnienie zbiornika w około 95%. Czujnik ten musi być zalany, żeby regulator temperatury pracował. Zapobiega to potencjalnemu spaleniu grzałki przy niskim stanie wody. Powrót wody z instalacji do zbiornika jest rozdzielony. Jeden powrót zbiera wodę z przepływomierzy rotametrycznego i elektromagnetycznego (DN25), zaś drugi z grawitacyjnego (2xDN25). Dzieje się tak dlatego, że spływ grawitacyjny wymaga dużo mniejszych oporów rurociągu.

Jako zbiornik wody zimnej wykorzystano polietylenowy zbiornik na wodę pitną firmy Verticon o pojemności 105 litrów. Zbiornik posiada szeroką zakręcaną pokrywę i występuje w różnych wariantach kolorystycznych. Do stanowiska wybrano kolor szary. Zbiornik umieszczono obok ramy stanowiska.

A odległości wyznaczają rury przyłączeniowe. Zbiornik ten można odpiąć do transportu. Na rurach zamontowano szybkozłączki.

Instalacja wody zimnej jest instalacją otwartą, tzn. posiada połączenie do atmosfery i w zbiorniku nie występuje żadne ciśnienie.



Na zbiorniku zamontowano wszystkie potrzebne przyłącza wodne oraz czujnik poziomu. Poziom wody, dla którego czujnik się włączy wynosi około 80 litrów. Poniżej tej granicy zasysana woda może posiadać frakcje powietrzną występującą z burzliwego mieszania się wody.

Wody z obu zbiorników, tj. woda zimna i ciepła nie mieszają się w instalacji. Algorytm włączania zaworów dba o to by nie było możliwe zassanie wody z jednego zbiornika i spust do drugiego.

Na dolnym przyłączu zainstalowano zawór kulowy $\frac{1}{2}$ z króćcem do podłączenia węża służącym do napełniania lub spustu wody.

Powrót wody z instalacji do zbiornika jest rozdzielony. Jeden powrót zbiera wodę z przepływomierzy rotametrycznego i elektromagnetycznego (DN25), zaś drugi z grawitacyjnego (DN50). Dzieje się tak dlatego, że spływ grawitacyjny wymaga dużo mniejszych oporów rurociągu.

Pompy

Stanowisko wyposażono w dwie pompy: rotacyjną i membranową. Zespół obu pomp pokazano na zdjęciu obok.

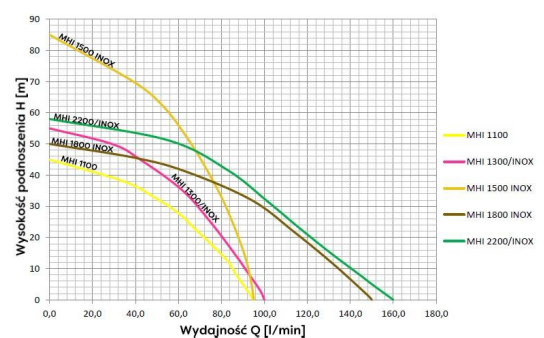
Regulację przepływu wykonano na zasadzie bypassu niezależnie dla każdej z pomp.

Na wyjściu pompy zamontowano zawór trójdrogowy, który w położeniu spoczynkowym skierowuje strumień wody z powrotem do wlotu (bypass). Stopniowe otwieranie tego zaworu skierowuje część strumienia do właściwego obiegu.

Na zaworach trójdrogowych zamontowano napędy zbudowane na silnikach krokowych z przekładniami. Położenie spoczynkowe (zerowy przepływ) ustalane jest czujnikiem zbliżeniowym.



Jako pompę rotacyjną wykorzystano pompę MHI 1300. Jest to wielostopniowa pompa o maksymalnym przepływie ok. 6 m³/h. Jej charakterystykę P(Q) przedstawiono na wykresie obok. Jak widać przepływ zależy od ciśnienia (wysokości podnoszenia). Dla stanowiska opory instalacji powodują, że maksymalny przepływ ustala się na poziomie 80 l/min (4760 l/h). Obudowa pompy wykonana jest ze stali nierdzewnej, zaś wirnik z twardego plastiku. Jedyne malowany na zielono korpus jest żeliwny. Może to powodować stopniowe zabarwianie wody w kolorze rdzawym.



Jako pompę membranową wykorzystano pompę do paliwa i płynów o mocy 330W i wydajności maksymalnej 40 l/min (2.4m³/h). Pompa w części wodnej zbudowana jest z plastiku. Przy prędkości silnika 1450rpm (24 obroty na sekundę) powinna generować wibrację wody o częstotliwości 24Hz. Za każdym ruchem membrany teoretycznie pompa powinna wtłaczać 28ml wody.

Przepływomierze

Na stanowisku zainstalowano trzy rodzaje przepływomierzy: rotametryczny, elektromagnetyczny i grawitacyjny z przelewem trójkątnym.

W charakterze przepływomierza rotametrycznego zastosowano przepływomierz VA40 firmy Krohne (zdjęcie obok).

Przepływomierz rotametryczny (rotametr) to urządzenie do pomiaru natężenia przepływu cieczy i gazów. Działa w oparciu o zasadę zmiennego przekroju – medium przepływa pionowo od dołu do góry przez zwężającą się rurę (stożek pomiarowy), unosząc pływak. Pływak unosi się do momentu, w którym zrównoważą się działające na niego siły: grawitacja (ciągnąca w dół), siła wyporu oraz siła tarcia przepływającego medium (unosząca go w górę). Im większy przepływ, tym wyżej unosi się pływak, ponieważ przestrzeń pomiędzy nim a ścianką rury musi być większa, aby przepuścić strumień medium. Wynik odczytuje się bezpośrednio ze skali naniesionej na rurkę

Zastosowany przepływomierz posiada zakres pomiarowy 60-600 l/h. Aktualny przepływ odczytuje się bezpośrednio na wyskalowanej rurce. Na przyłączach zamontowano punkty do pomiaru ciśnień. Za ich pomocą można wyliczyć jaki opór w instalacji wprowadza ten przepływomierz.

Gdy punkty nie są używane należy je zaślepić dedykowanymi korkami. Podłączanie rurek pomiarowych należy dokonywać tylko przy wyłączonym przepływie.



Jako przepływomierz elektromagnetyczny zastosowano przepływomierz Optiwave IFC300 firmy Krohne (zdjęcie obok).

Przepływomierz elektromagnetyczny mierzy prędkość przepływu cieczy przewodzących prąd, działając w oparciu o prawo indukcji elektromagnetycznej Faradaya. Cewki wytwarzają pole magnetyczne, a gdy przepływa przez nie ciecz, indukuje się napięcie proporcjonalne do prędkości jej ruchu. Elektrody odczytują to napięcie, pozwalając precyzyjnie obliczyć natężenie przepływu.



Przepływomierz posiada cewki, które po zasileniu prądem generują stałe pole magnetyczne w poprzek rurociągu. Przepływająca ciecz działa jak przewodnik. Zgodnie z prawem Faradaya, ruch cieczy w polu magnetycznym powoduje indukowanie się napięcia elektrycznego. Dwie elektrody umieszczone w ścianie rury, prostopadle do kierunku pola magnetycznego, stykają się z medium i mierzą wytworzone napięcie. Wartość napięcia jest wprost proporcjonalna do prędkości przepływu cieczy. Na jej podstawie, znając pole przekroju rury, przetwornik oblicza całkowitą objętość przepływającego płynu.

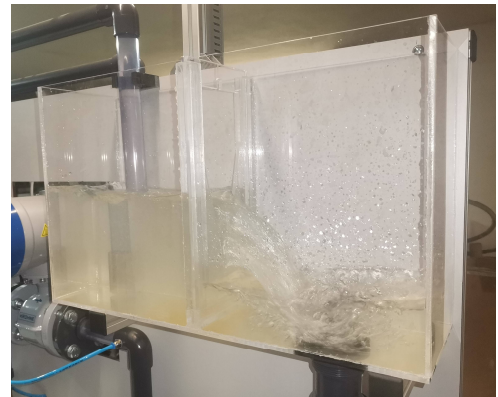
Zastosowany przetwornik mierzy przepływ cieczy w zakresie 530-5300 l/h (wartość znamionowa). Odczyty z przetwornika są transmitowane do sterownika.

Na rurkach przyłączeniowych zamontowano punkty do pomiaru ciśnień. Za ich pomocą można wyliczyć jaki opór w instalacji wprowadza ten przepływomierz.

Gdy punkty nie są używane należy je zaślepić dedykowanymi korkami. Podłączanie rurek pomiarowych należy dokonywać tylko przy wyłączonym przepływie. Na wyświetlaczu i w oprogramowaniu wartość pomiaru nosi nazwę Q1.

Przepływomierz grawitacyjny z przelewem trójkątnym został wykonany z płyt PMMA. Wymienne trójkątne przegrody wsuwa się w prowadnice wklejone w środku zbiornika. Przegrody zostały wykonane z przelewami 15 i 30°.

Grawitacyjny przepływomierz z przelewem trójkątnym (często nazywany przelewem Thomsona) mierzy natężenie przepływu cieczy w kanałach otwartych. Wykorzystuje zależność między wysokością spiętrzenia wody przed przegrodą a objętością cieczy wypływającej przez wycięcie o kącie, najczęściej 90°.



W kanale grawitacyjnym montuje się pionową przegrodę z trójkątnym wycięciem. Spływająca ciecz napotyka tę przeszkodę, co powoduje jej spiętrzenie (podniesienie poziomu). Czujnik (np. ultradźwiękowy lub radarowy) zamontowany nad cieczą mierzy odległość do jej zwierciadła. Na tej podstawie wyznaczana jest rzeczywista wysokość słupa wody ponad dolnym wierzchołkiem trójkąta. Przelicznik przepływowy scala ze sobą zmierzoną wysokość spiętrzenia i geometrię zwężki. Ponieważ szerokość trójkątnego wycięcia zwiększa się wraz ze wzrostem poziomu wody, zapewnia to bardzo wysoką dokładność pomiaru nawet dla małych strumieni objętości.

W stanowisku do pomiaru wysokości lustra wody zastosowano radarowy miernik odległości Optiwave 1520 firmy Krohne. Na wyświetlaczu i w oprogramowaniu wartość obliczona przepływu nosi nazwę Q3.

Elementy dodatkowe

Elementy dodatkowe umożliwiające realizację badań to rotametr powietrzny, czujnik ciśnienia różnicowego, czujnik temperatury i zestaw zaworów.

Rotametr (zdjęcie obok) wraz z elektrozaworem służy do zapowietrzania strumienia wody. Wielkość przepływu powietrza reguluje się zaworem dławiącym zabudowanym na rotametrze, zaś jego wartość można odczytać na skali rotametru.



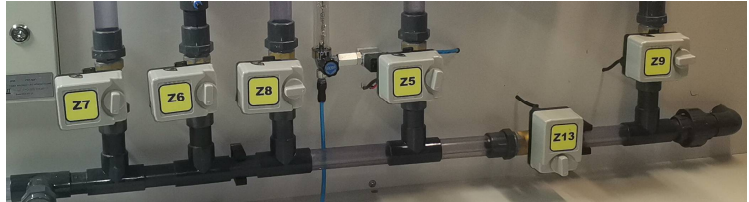
Stanowisko wyposażono też w miernik ciśnienia różnicowego Optibar 3050 firmy Krohne do badania oporów stawianych przez przepływomierze. Zakres pomiarowy wynosi $\pm 50\text{kPa}$. Na wyświetlaczu i w oprogramowaniu wartość ta nosi nazwę dP.



Rzeczywistą temperaturę wody w stanowisku mierzy czujnik temperatury Optitemp firmy Krohne. Został on zamontowany na rurze zbiorczej z zespołu pompowego (zdjęcie obok). Na wyświetlaczu i w oprogramowaniu wartość ta nosi nazwę T1.



Zespół zaworów kulowych pozwala realizować różne scenariusze badań. Wszystkie zastosowane zawory są to zawory kulowe ze względu na stosunkowo dużą przepustowość. Sterowane są niskonapięciowymi (24V) siłownikami elektrycznymi sterowanymi ze sterownika przemysłowego.



Do prób zaleca się używać czystą zimną wodę, bez konieczności demineralizacji. W celu wydłużenia okresu użytkowania wody można dodać tabletkę uzdatniającą do basenów. Opóźni to rozwój glonów. Zaleca się całkowitą wymianę wody w instalacji co 1.5 miesiąca. Podczas próby, zaraz po włączeniu w armaturze znajduje się powietrze i należy odczekać kilkanaście sekund na odpowietrzenie instalacji.

Instalacja elektryczna i układ sterowania

Całe sterowanie stanowiskiem odbywa się przez sterownik przemysłowy zamknięty w rozdzielnicy elektrycznej – zdjęcie obok. Rozdzielnica została wbudowana w stelaż stanowiska.

Stanowisko może pracować we współpracy z załączonym, dedykowanym oprogramowaniem lub autonomicznie. Sterowanie z komputera ma tą zaletę, że wszystkie przebiegi są rejestrowane. Dodatkowo oprogramowanie oferuje znacznie więcej możliwości badawczych (filtry, praca ręczna, raporty itd.).

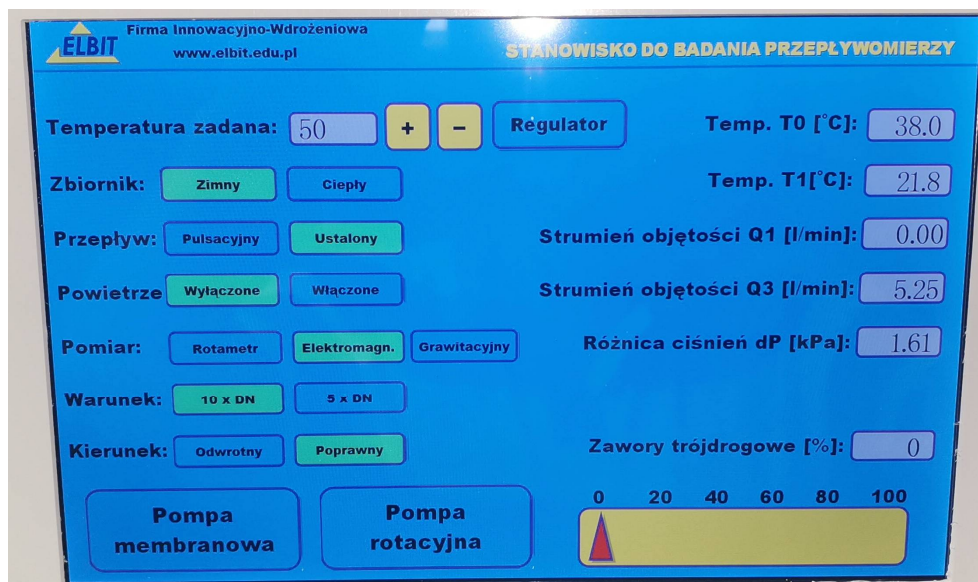
Na rozdzielnicy umieszczono kontrolkę ZASILANIE i wyłącznik główny.



Do podłączenia komputera do stanowiska służy złącze USB zamontowane na lewej ścianie rozdzielnicy.

Po sprzęgnięciu urządzenia z komputerem wszystkie przyciski i funkcje w programie i na pulpicie dotykowym są równoważne.

Przy pracy autonomicznej wszystkie wartości wprowadza się poprzez wbudowany w rozdzielnicę ekran z pulpitem dotykowym. Na nim też wyświetlane są aktualne wartości pomiarowe. Zdjęcie poniżej.



Lewy górny róg ekranu to elementy związane z automatyczną regulacją temperatury w zbiorniku wody ciepłej.

Przy pomocy przycisków „+” i „-” można ustawić zadana temperaturę z rozdzielczością co 1°C w zakresie od 20 do 60°C. O włączeniu regulacji automatycznej informuje przycisk „Regulator”. Aktualna temperatura na gorze zbiornika wyświetlana jest w polu Temp. T0[°C]

Regulator działa tylko wtedy, gdy zalany jest czujnik poziomu zbiornika (sygnalizacja tylko w programie).

Prawa część ekranu przeznaczona została do wyświetlania na bieżąco aktualnych wyników pomiarów i obliczeń. Są to:

- temperatura zbiornika wody ciepłej: T0 [°C];
- temperatura w rurach: T1 [°C];
- strumień objętości przepływomierza elektromagnetycznego Q1 [l/min];
- strumień objętości przepływomierza grawitacyjnego Q3 [l/min];
- różnica ciśnień dP [kPa];
- stan otwarcia zawory trójdrogowego [%].

Lewa strona wyświetlacza służy do programowania próby. Stan wyboru sygnalizowany jest podświetleniem odpowiednich przycisków. Możliwe do wyboru są tu następujące scenariusze:

Zbiornik: zimny/ciepły.

Po wyborze odpowiedniego zbiornika oprogramowanie odpowiednio przełącza zawory, tak by pobór i spust następował do wybranego zbiornika. Należy pamiętać, że wodę w zbiorniku ciepłym należy odpowiednio wcześniej zagrzać. Oprogramowanie dba o to by wody ze zbiorników nie mieszały się ze sobą.

Przepływ: pulsacyjny/ustalony.

Po dokonaniu wyboru algorytm dołącza za pomocą zaworów odpowiedni zespół pompowy: dla pulsacyjnego pompę membranową, dla ustalonego pompę rotacyjną. Oprogramowanie dba o to by jednocześnie nie były podłączone do układu obie pompy.

Powietrze: wyłączone/włączone;

Funkcja ta steruje elektrozaworem, dopuszczając sprężone powietrze do rotametrów. Dokładną wartość przepływu ustala się ręcznie, za pomocą zaworu dławiącego pod rotametrem.

Faza powietrzna w rurociągu wodnym przy pomiarach przepływu jest zakłóceniem, które również podlega badaniu.

Pomiar: Rotametr/Elektromagnetyczny/Grawitacyjny

Za pomocą tej funkcji następuje takie przełączenie zaworów by woda płynęła przez wybrany przepływomierz. Przy czym dla elektromagnetycznego możliwe są jeszcze dwie modyfikacje schematu opisane poniżej.

Warunek: 10xDN/5xDN.

Przepływomierz do poprawnej pracy wymaga prostego odcinka rurociągu przez sobą dla ustabilizowania strugi wody. Przyjęło się, że długość tego odcinka powinna wynosić co najmniej dziesięć średnic. Ta funkcja przełącza zawory tak by warunek był lub nie był spełniony.

Kierunek: odwrotny/poprawny.

Przepływomierze są z reguły jednokierunkowe. Wyjątkiem jest przepływomierz elektromagnetyczny, który może mierzyć przepływ w obie strony. Jednakże nawet on ma ustalony kierunek dodatni, dla którego obowiązują deklarowane dokładności. Funkcja ta przełącza zawory tak, by kierunek przepływu wody był zgodny z zaleceniem producenta albo przeciwny.

W dolnej części ekranu znajdują się przyciski: „Pompa rotacyjna”, „Pompa membranowa” oraz suwak do sterowania otwarciem zaworów trójdrogowych.

Przycisk „Pompa rotacyjna” włącza lub wyłącza pompę bez żadnych warunków wstępnych. Należy pamiętać, że pompa ta nie może długo pracować przy suchobiegu i w momencie, gdy nie ma wody w instalacji nie może być włączana. W normalnych warunkach jest ona zawsze zalana i jej przypadkowe włączenie nie spowoduje żadnych skutków.

Przycisk „Pompa membranowa” włącza lub wyłącza pompę bez żadnych warunków wstępnych. Algorytmy sterownika zapewniają, że jednocześnie może być włączona tylko jedna pompa.

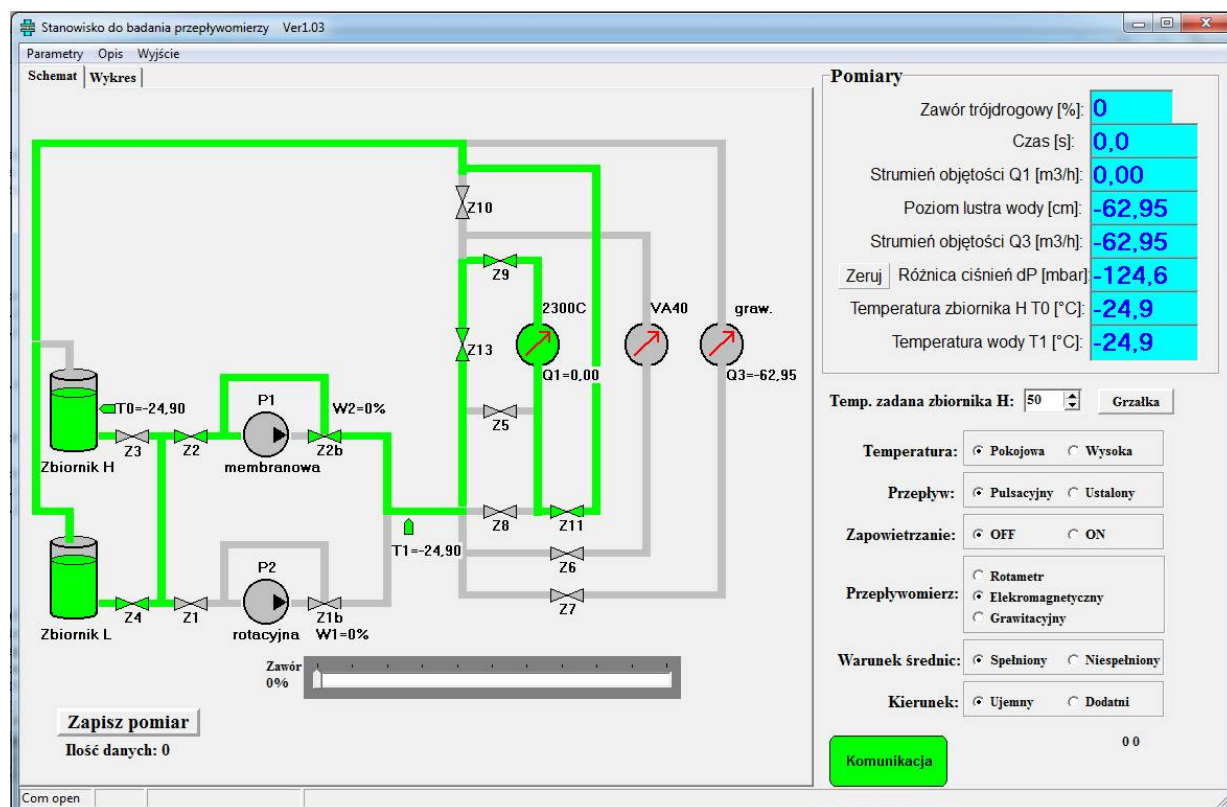
Suwak pozwala na płynne sterowanie zaworami trójdrogowymi bypassów na pompach umożliwiając w miarę liniowe zwiększanie strumienia wody w instalacji. Suwak działa na oba napędy zaworów trójdrogowych jednocześnie. Wartość na suwaku może się zmieniać w granicach 0-100%, co odpowiada obrotowi zaworu o około 90°. Należy pamiętać, że konstrukcja zaworu trójdrogowego jest taka, że liniowy wzrost przepływu następuje tylko w pierwszej części tego kąta.

Opis programu PRZEPŁYWY

Okno główne

Po włączeniu urządzenia i podłączonego doń komputera należy uruchomić program PRZEPŁYW.EXE.

Okno widoczne na ekranie wygląda jak na rysunku poniżej:



Na lewej i centralnej części monitora zamieszczono dwie zakładki: „Schemat” i „Wykres”.

Na prawej umieszczono panel pomiarów, obliczeń i część sterującą.

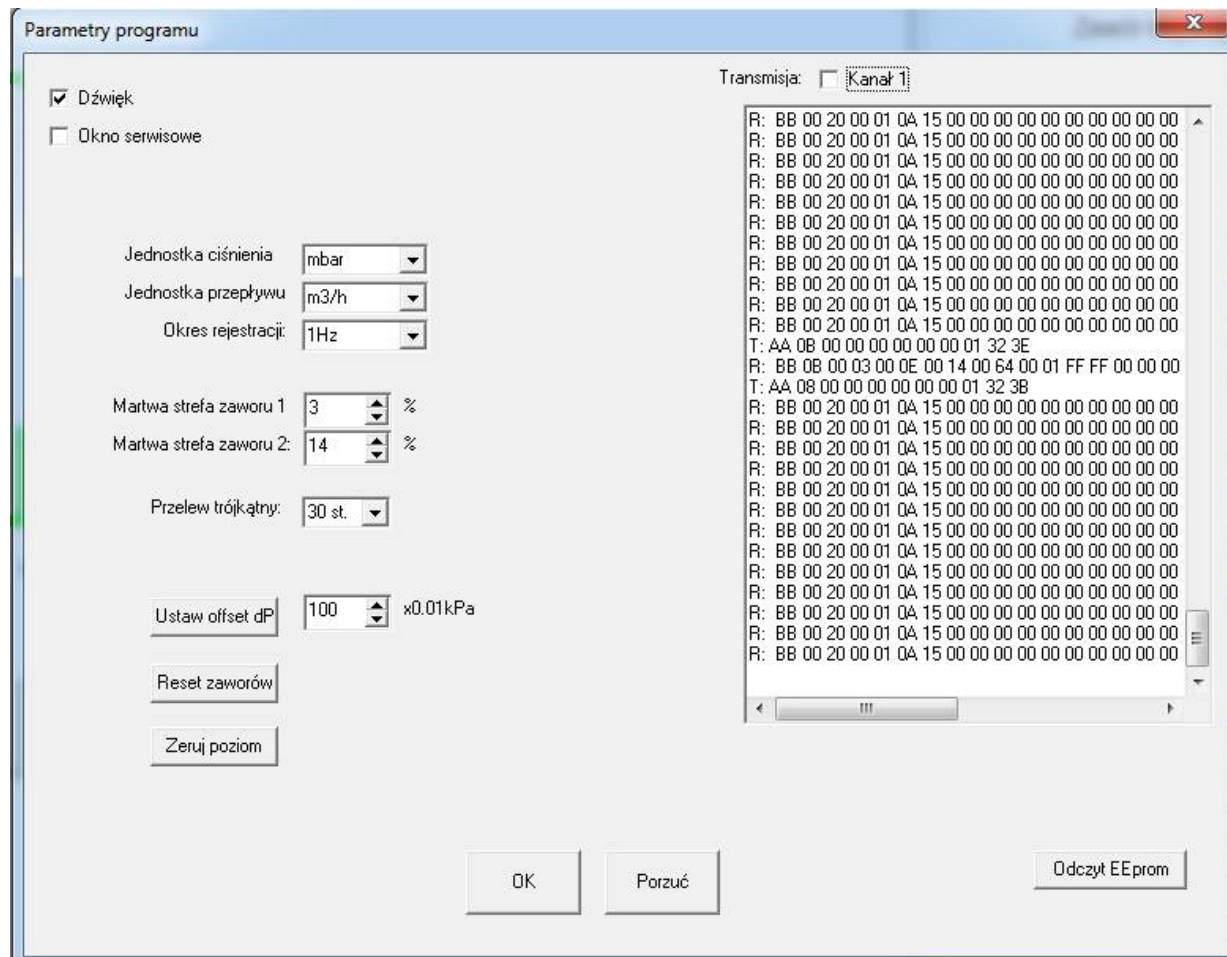
W górnym pasku ikon dostępne są szczegółowe ustawienia parametrów programu oraz opis i zamknięcie programu.

Omówiono je w kolejności występowania w programie.

Ikona Parametry programu

W oknie tym zgrupowano większość ważniejszych parametrów procesowych i ustawień stanowiska.

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



W parametrach ogólnych zgrupowano funkcje przełączające:

Dźwięk – włącza lub wyłącza sygnał dźwiękowy przy naciskaniu przycisków w oknie głównym;

Okno serwisowe – włącza w programie głównym panel na którym wyświetlane są szczegółowe stany urządzenia i umożliwia sterowanie funkcjami stanowiska przeznaczone dla obsługi serwisowej.

Jednostka ciśnienia – określa jednostkę ciśnienia w jakiej wyświetlane są pomiary w oknach i na wykresach. Możliwe ustawienia: kPa, mbar, bar.

Jednostka przepływu – określa jednostkę w jakiej wyświetlane są pomiary przepływu w oknie pomiarowym i na wykresach. Możliwe ustawienia: m3/h, l/min, l/s.

Okres rejestracji – parametr ten określa interwał czasowy rejestracji danych.

Martwa strefa zaworu 1 – dla zaworu trójdrogowego pompy 1 (membranowej) jest to kąt o jaki trzeba obrócić zawór aby wystąpił przepływ. Kąt ten wyrażony jest w krokach silnika krokowego napędu. Przy czym kąt pełny to 1300 kroków silnika.

Martwa strefa zaworu 2 – dla zaworu trójdrogowego pompy 2 (rotacyjnej) jest to kąt o jaki trzeba obrócić zawór aby wystąpił przepływ. Kąt ten wyrażony jest w krokach silnika krokowego napędu. Przy czym kąt pełny to 1300 kroków silnika.

Przelew trójkątny – rodzaj przepustu dla przepływomierz grawitacyjnego. Od tego ustawienia zależy sposób obliczania przepływu od zmierzonego poziomu wody.

Offset dP – jest to stała wartość doliczania do wskazań ciśnieniomierza różnicowego. Za pomocą offsetu można w prosty sposób wyzerować jego wskazania.

Reset zaworów – wywołanie tej funkcji sprowadza oba zawory trójdrogowe w położenie spoczynkowe, tj. gdy zawory są całkowicie zamknięte.

Zeruj poziom – powoduje przyjęcie aktualnego poziomu lustra wody jako zerowego.

W polu „transmisja” można włączyć podgląd danych z komunikacji z komputerem.

Ikona O programie

Funkcja pokazuje okno z podstawowymi informacjami o programie i stanowisku.

Ikona Wyjście

Funkcja zamyka trwające procesy i ew. próbę i bezpiecznie zamyka program.

Panel pomiarów i obliczeń

Z prawej strony ekranu umiejscowiono część związaną z wartościami mierzonymi i wyliczanymi przez urządzenie.

Pomiary	
Zawór trójdrogowy [%]:	0
Czas [s]:	0,0
Strumień objętości Q1 [m ³ /h]:	0,00
Zeruj Poziom lustra wody [cm]:	0,00
Strumień objętości Q3 [m ³ /h]:	0,00
Zeruj Różnica ciśnień dP [mbar]:	-134,7
Temperatura zbiornika H T0 [°C]:	-24,9
Temperatura wody T1 [°C]:	-24,9

Zawór trójdrogowy [%] – stopień otwarcia zaworów trójdrogowych;

Czas [s] – większość prób automatycznych to procesy czasowe. Po włączeniu rejestracji ciągłej startuje licznik czasu widoczny w tej części programu.

Strumień objętości Q1 [l/min] – w stanowisku zamontowano trzy przepływomierze. Q1 to wartość mierzona przez przepływomierz elektromagnetyczny. Jednostka wybierana jest w oknie

parametrów.

Poziom lustra wody [cm] – w przepływomierzu grawitacyjnym z przelewem trójkątnym mierzony jest poziom lustra wody. Poziom odniesienia, czyli poziom uznawany za zerowy ustawia się przyciskiem „Zeruj”.

Strumień objętości Q3 [l/min] – jest to wartość strumienia wody obliczona ze wzoru na przelew trójkątny. W obliczeniach uwzględniany jest kąt przelewu wybierany w oknie parametrów. Jednostka również wybierana jest w oknie parametrów.

Różnica ciśnień dP [kPa] – w trakcie niektórych prób mierzona jest różnica ciśnień w przepływomierzach za pomocą przetwornika podłączonego do rur pomiarowych. Wartość różnicy ciśnień w mierzonej armaturze wyświetlana jest na tym polu. Jednostka wybierana jest w oknie parametrów. Przycisk „Zeruj” służy do ustawiania offsetu wskazań.

Zeruj – stanowisko automatycznie zeruje ciśnienia wlotowe i różnice. Zerowanie polega na dodanie do mierzonych wartości offsetu. Wartości te są zapamiętywane po wyłączeniu urządzenia.

Temperatura zbiornika H T0 [°C] – w zbiorniku wody ciepłej zamontowano czujnik temperatury typu PT100. Wartości z tego czujnika służą do sterowania regulatorem temperatury.

Temperatura wody T1 [°C] – za zespołem pom umieszczono drugi czujnik temperatury. Mierzy on temperaturę wody wpływającej do obiegu.

Programowanie próby

Z prawej strony ekranu umieszczono pola służące do programowania próby.

Na górze umieszczono część związaną z regulatorem temperatury zbiornika wody ciepłej.

Można ustawić wartość zadaną temperatury i włączyć lub wyłączyć regulator.

Zbiornik: zimny/ciepły. Po wyborze odpowiedniego zbiornika oprogramowanie odpowiednio przełącza zawory, tak by pobór i spust następował do wybranego zbiornika. Należy pamiętać, że wodę w zbiorniku ciepłym należy odpowiednio wcześniej zagrzzać. Oprogramowanie dba o to by wody ze zbiorników nie mieszały się ze sobą.

Temp. zadana zbiornika H:	50	Grzałka
Zbiornik:	☒ Zimny ☐ Ciepły	
Przepływ:	☒ Pulsacyjny ☐ Ustalony	
Zapowietrzanie:	☒ OFF ☐ ON	
Przepływomierz:	☐ Rotametr ☒ Elektromagnetyczny ☐ Grawitacyjny	
Warunek średnic:	☒ Spełniony ☐ Niespełniony	
Kierunek:	☒ Ujemny ☐ Dodatni	

Przepływ: pulsacyjny/ustalony. Po dokonaniu wyboru algorytm dołącza za pomocą zaworów odpowiedni zespół pompowy: dla pulsacyjnego pompę membranową, dla ustalonego pompę rotacyjną. Oprogramowanie dba o to by jednocześnie nie były podłączone do układu obie pompy.

Zapowietrzanie: OFF/ON. Funkcja ta steruje elektrozaworem, dopuszczając sprężone powietrze do rotametru. Dokładną wartość przepływu ustala się ręcznie, za pomocą zaworu dławiącego pod rotametrem.

Faza powietrzna w rurociągu wodnym przy pomiarach przepływu jest zakłóceniem, które również podlega badaniu.

Przepływomierz: Rotametr/Elektromagnetyczny/Grawitacyjny. Za pomocą tej funkcji następuje takie przełączenie zaworów by woda płynęła przez wybrany przepływomierz. Przy czym dla elektromagnetycznego możliwe są jeszcze dwie modyfikacje schematu opisane poniżej.

Warunek średnic: Spełniony/Niespełniony. Przepływomierz do poprawnej pracy wymaga prostego odcinka rurociągu przez sobą dla ustabilizowania strugi wody. Przyjęło się, że długość tego odcinka powinna wynosić co najmniej dziesięć średnic. Ta funkcja przełącza zawory tak by warunek był lub nie był spełniony.

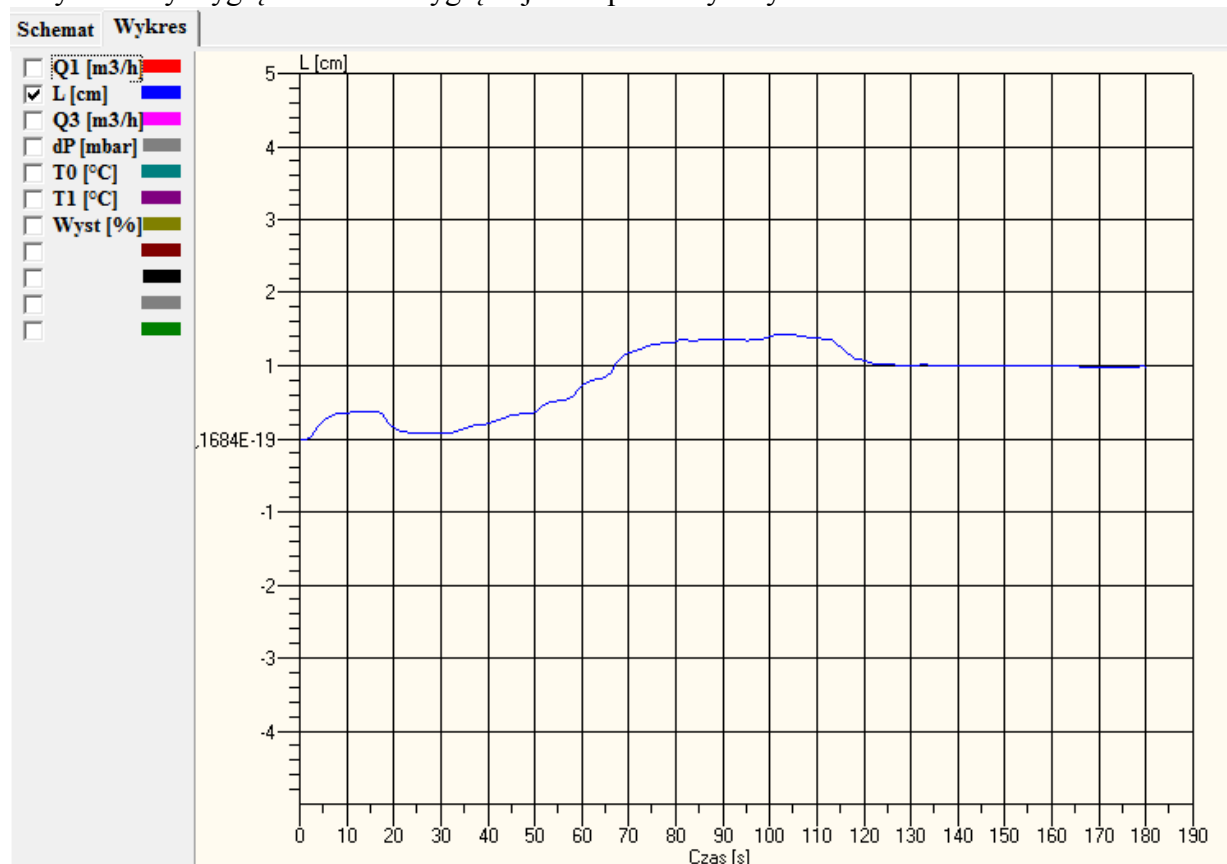
Kierunek: Ujemny/Dodatni. Przepływomierze są z reguły jednokierunkowe. Wyjątkiem jest przepływomierz elektromagnetyczny, który może mierzyć przepływ w obie strony. Jednakże nawet on ma ustalony kierunek dodatni, dla którego obowiązują deklarowane dokładności. Funkcja ta przełącza zawory tak, by kierunek przepływu wody był zgodny z zaleceniem producenta albo przeciwny.

Kontrolka KOMUNIKACJA

Kontrolka ta informuje o prawidłowym połączeniu między komputerem a sterownikiem nadzorującym stan stanowiska.

Zakładka Wykres

W zakładce tej prezentowane są w formacie graficznym zarejestrowane dane. Przykładowy wygląd zakładki wygląda jak na poniższym rysunku.



Lewy panel (legenda) służy do włączania rysowania poszczególnych przebiegów. Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych parametrów do wyświetlenia, na wykresie pojawi się odpowiednia ich ilość. Wykresy wyświetlane są z automatycznym skalowaniem, zaś ich kolory są zapisane w programie na stałe.

Dwa przyciski: „Rejestracja ciągła” i „Zapisz pomiar” służą do rejestracji danych pomiarowych. Pierwszy z nich włącza zapisywanie danych z częstotliwością określona w oknie parametrów (typowo 1Hz), zaś drugi zapisuje tylko aktualny stan pomiarów.

Poniżej przycisków wyświetlana jest ilość zarejestrowanych danych.

W dolnej części zakładki zgrupowano przyciski i funkcje operujące na danych pomiarowych.

Nowy wykres – kasuje wszystkie zmierzone rekordy danych.

Zapisz wykres – zapisuje aktualny wykres w postaci graficznej (jpg).

Zapisz CSV – zapisuje zarejestrowane rekordy danych w pliku typu csv (Excel).

Nazwa pliku kodowana jest następująco: „Daneyymmddhhnn.txt”, gdzie:

yy: rok rejestracji;

mm: miesiąc rejestracji;

dd: dzień rejestracji;

hh: godzina rejestracji;

nn: minuta rejestracji;

Przykładowo dane zapisane w dniu 13.11.2009 o godzinie 10.30 będą w pliku o nazwie: „Dane0911131030.txt”.

Przykładowa rejestracja przedstawiona jest poniżej:

Index	T	Q1	L	Q3	dP	T0	T1	Wyst	R	R	R
	s	m3/h	cm	m3/h	mbar	°C	°C	%	-	-	-
1	0,3	0,000	-0,001	0,001	16,13	-0,6	0,0	70020	0,000	1,000	0,006
2	1,3	0,000	-0,001	0,001	16,15	-0,6	0,0	70020	0,000	1,000	0,006
3	2,3	0,000	0,003	0,001	16,18	-0,6	0,0	70020	0,000	1,000	0,006
4	3,2	0,000	0,011	0,003	16,21	-0,6	0,0	70020	0,000	1,000	0,006
5	4,2	0,000	0,020	0,007	16,22	-0,6	0,0	70020	0,000	1,000	0,006
6	5,2	0,000	0,026	0,012	16,23	-0,6	0,0	70020	0,000	1,000	0,006
7	6,2	0,000	0,030	0,018	16,24	-0,6	0,0	70020	0,000	1,000	0,006
8	7,2	0,000	0,032	0,024	16,24	-0,6	0,0	70020	0,000	1,000	0,006
9	8,2	0,000	0,034	0,029	16,25	-0,6	0,0	70020	0,000	2,000	0,006
10	9,2	0,000	0,035	0,032	16,26	-0,5	0,0	70020	0,000	2,000	0,006
11	10,3	0,000	0,035	0,033	16,27	-0,6	0,0	70020	0,000	2,000	0,006
12	11,3	0,031	0,036	0,034	16,27	-0,6	0,2	2301	0,000	2,000	0,007
13	12,3	0,089	0,036	0,035	16,28	-0,6	0,5	289	0,000	2,000	0,007
14	13,3	0,147	0,036	0,036	16,29	-0,6	0,9	108	0,000	2,000	0,007
15	14,3	0,204	0,036	0,036	16,30	-0,6	1,2	55	0,000	2,000	0,007

Pierwszy i drugi wiersz pliku zawierają opisy poszczególnych pól danych i ich jednostki. Są to:

- index kolejny numer rekordy;
- T[s] czas;
- Q1[m3/h] przepływ z przepływomierza elektromagnetycznego;
- L [cm] wysokość lustra wody;
- Q3[m3/h] przepływ z przepływomierza grawitacyjnego;
- dP[bar] ciśnienie różnicowe w armaturze;
- T0[°C] temperatura zbiornika wody gorącej;
- T1[°C] temperatura w rurach;
- Wyst [%]ysterowanie zaworów trójdrogowych;
- R pola rezerwowe

Odczyt CSV – odczytuje zarejestrowane rekordy danych wyświetlając je jednocześnie na wykresie.

Zakładka Schemat

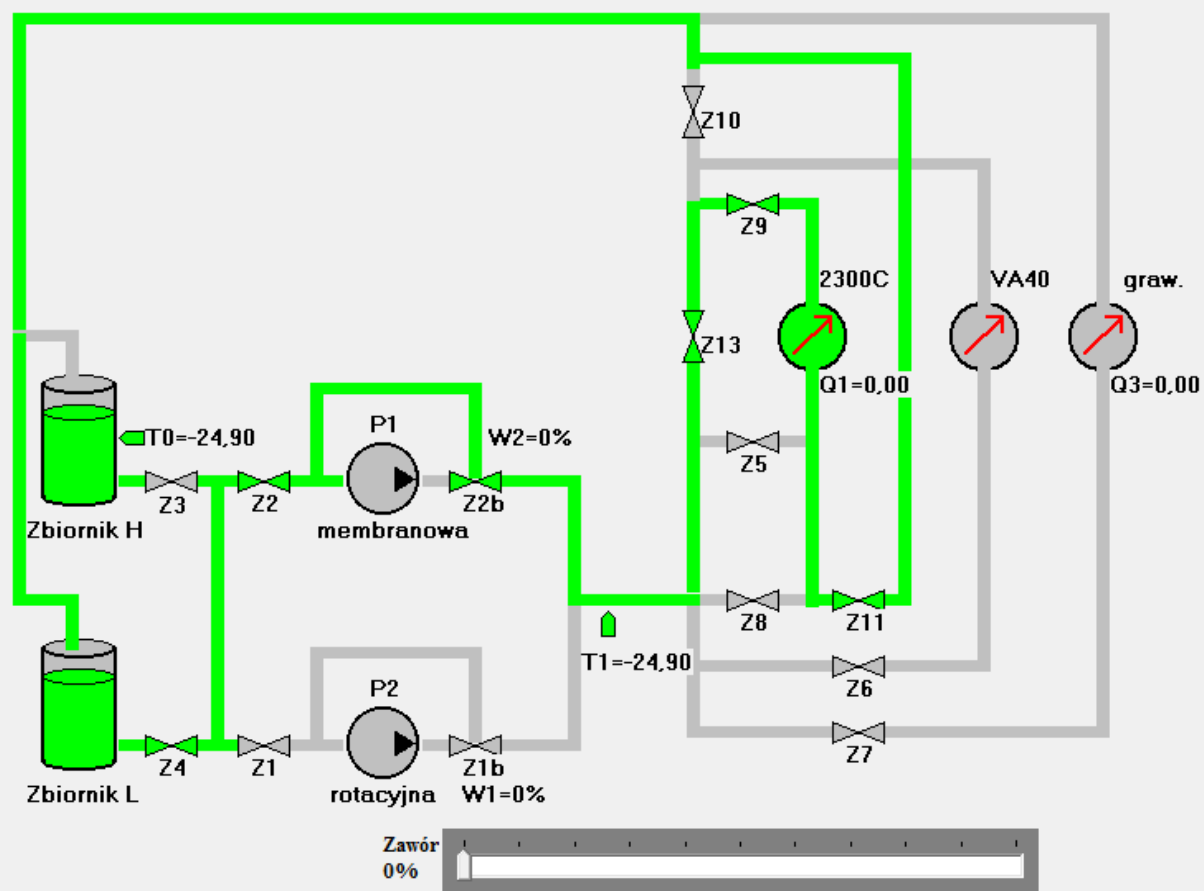
W zakładce tej zamieszczono schemat hydrauliczny stanowiska w formie graficznej z zaznaczonymi punktami pomiarowymi i stanem pomp. Jednocześnie, zgodnie z wybranym rodzajem próby i jej parametrów podświetlane są te części instalacji, które będą brały udział w badaniu. Po jakiegokolwiek zmianie rodzaju próby następuje aktualizacja włączenia zaworów.

Klikając na którąkolwiek pompę można zmieniać jej stan (włączać lub wyłączać). Klikając na poszczególne elektrozawory również można dokonywać zmian ich stanu.

Przycisk ZAPISZ POMIAR i informacja o ilości zarejestrowanych danych odpowiada dokładnie identycznemu przyciskowi w zakładce Wykres i tam został opisany.

Pod schematem zamieszczono suwak służący do ręcznej zmiany otwarcia zaworów trójdrogowych. Zakres wyskalowano w procentach.

Schemat Wykres



Zapisz pomiar

Ilość danych: 181

Ćwiczenia

Badanie przepływomierza grawitacyjnego

Ćwiczenie polega na porównaniu wskazań przepływomierza elektromagnetycznego i grawitacyjnego.

1. Po wyborze odpowiedniego kształtu przelewu w oknie parametrów programu ustawić poziom zerowy lustra wody.

2. Ustawić Zbiornik zimny, przepływ ustalony, zapowietrzanie OFF, przepływomierz grawitacyjny i włączyć pompę rotacyjną.

3. Ustawić suwakiem niewielki przepływ np. 40%.

4. Po ustabilizowaniu przepływu odczytać wysokość lustra wody i odpowiadający mu przepływ Q3.

5. Nie zmieniając nastawy suwaka przełączyć przepływomierz na elektromagnetyczny ze spełnionym warunkiem średnic i kierunkiem dodatnim.

6. Po ustabilizowaniu przepływu odczytać przepływ Q1.

7. Zwiększyć przepływ o 10% i przełączyć się na przepływomierz grawitacyjny.

8. Powtarzać pomiary od punktu 4, aż do osiągnięcia maksymalnego przepływu pompy, tj około 4700 l/h.

9. wyłączyć pompę, ustawić suwak w położenie zerowe, zanotować wyniki.

Przykładowe pomiary dla przelewu 15° zebrano w tabeli poniżej:

Wysterowanie [%]	Q1 [l/h]	Q3 [l/h]	L0 [cm]
40	820	510	5.09
50	2040	1700	8.32
60	3120	3100	10.40
70	4050	3900	11.40
80	4640	4800	12.30

Badanie przepływomierza rotametrycznego

Ćwiczenie polega na porównaniu wskazań przepływomierza elektromagnetycznego i rotametrycznego.

1. Ustawić Zbiornik zimny, przepływ ustalony, zapowietrzanie OFF, przepływomierz rotametryczny i włączyć pompę rotacyjną.

2. Ustawić suwakiem przepływ na 100% zakresu przepływomierz rotametrycznego tj. ok. 600l/h.

3. Po ustabilizowaniu przepływu odczytać wskazania przepływomierza rotametrycznego Q2.

4. Nie zmieniając nastawy suwaka przełączyć przepływomierz na elektromagnetyczny ze spełnionym warunkiem średnic i kierunkiem dodatnim.

5. Po ustabilizowaniu przepływu odczytać przepływ Q1.

6. Przełączyć się na przepływomierz rotametryczny i zmniejszyć przepływ o około 100l/h.

7. Powtarzać pomiary od punktu 3, aż do osiągnięcia minimalnego przepływu pompy, tj. około 200 l/h.

8. wyłączyć pompę, ustawić suwak w położenie zerowe, zanotować wyniki, przeprowadzić dyskusję.

Przykładowe pomiary zebrano w tabeli poniżej:

Q1 [l/h]	Q2 [l/h]
860	650
680	480
360	300
210	200

Wpływ zakłóceń na pracę przepływomierza elektromagnetycznego

Ćwiczenie polega na określeniu wpływu różnych czynników zakłócających na działanie przepływomierza elektromagnetycznego.

1. Ustawić Zbiornik zimny, przepływ ustalony, zapowietrzanie OFF, przepływomierz rotametryczny i włączyć pompę odśrodkową.
2. Ustawić suwakiem przepływ na ok. 10% zakresu pompy tj. ok. 500 l/h.
3. Zanotować odczyt.
4. Nie zmieniając nastawy suwaka wprowadzić zakłócenie (Powietrze, długość rur, zmianę kierunku, temperaturę)
5. Po ustabilizowaniu przepływu odczytać wskazania przepływomierza.
6. Wyłączyć zakłócenie i zwiększyć przepływ o ok. 10% zakresu pompy tj. ok. 500 l/h.
7. Powtarzać pomiary od punktu 3, aż do osiągnięcia maksymalnego przepływu pompy, tj około 4600 l/h.
8. wyłączyć pompę, ustawić suwak w położenie zerowe, zanotować wyniki, przeprowadzić dyskusję.

Instrukcja użytkowania

Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.

Stanowisko powinno być ustawione w miejscu zapewniającym wygodną obsługę i dostęp do części mechanicznej i elektrycznej. Podłączając do sieci zasilającej należy zabezpieczyć obsługującego przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez prawidłowe zerowanie lub uziemianie.

Wszelkie zauważone w czasie pracy nieprawidłowości działania należy niezwłocznie zgłaszać nadzorowi, przerywając pracę aż do chwili usunięcia usterki.

Instrukcja obsługi.

Obsługa stanowiska polega na podłączeniu do sieci prądu elektrycznego, przewodu zakończonego wtyczką oraz uruchomieniu urządzenia za pomocą włącznika krzywkowego.

Lampka kontrolna sygnalizuje podanie napięcia zasilającego do części elektrycznej.

Następnie należy załączyć komputer z oprogramowaniem narzędziowym (przeplyw.exe). Po kontroli poprawności komunikacji stanowisko jest gotowe do ćwiczeń.

Następnie należy postępować zgodnie z szczegółowymi instrukcjami przygotowanymi dla każdego ćwiczenia.

Po zakończeniu ćwiczenia należy ustawić suwak w położenie zerowe i wyłączyć pompę.

Po zakończeniu prób należy fizycznie odłączyć stanowisko od sieci elektrycznej.

Załączniki

Dokumentacja towarzysząca

Spis rysunków technicznych:

0299.0.3.0000	Schemat blokowy
0299.0.3.0001	Układ sterowania
0299.0.3.0003	Układ sterowania cd
0299.0.3.0002	Instalacja hydrauliczna
0299.0.3.0004	Instalacja hydrauliczna cd
0299.0.3.0005	Instalacja hydrauliczna cd

Karty katalogowe, instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania ważniejszych podzespołów.