



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

Koszyce Małe, ul. Źródłana 8

33-111 Koszyce Wielkie

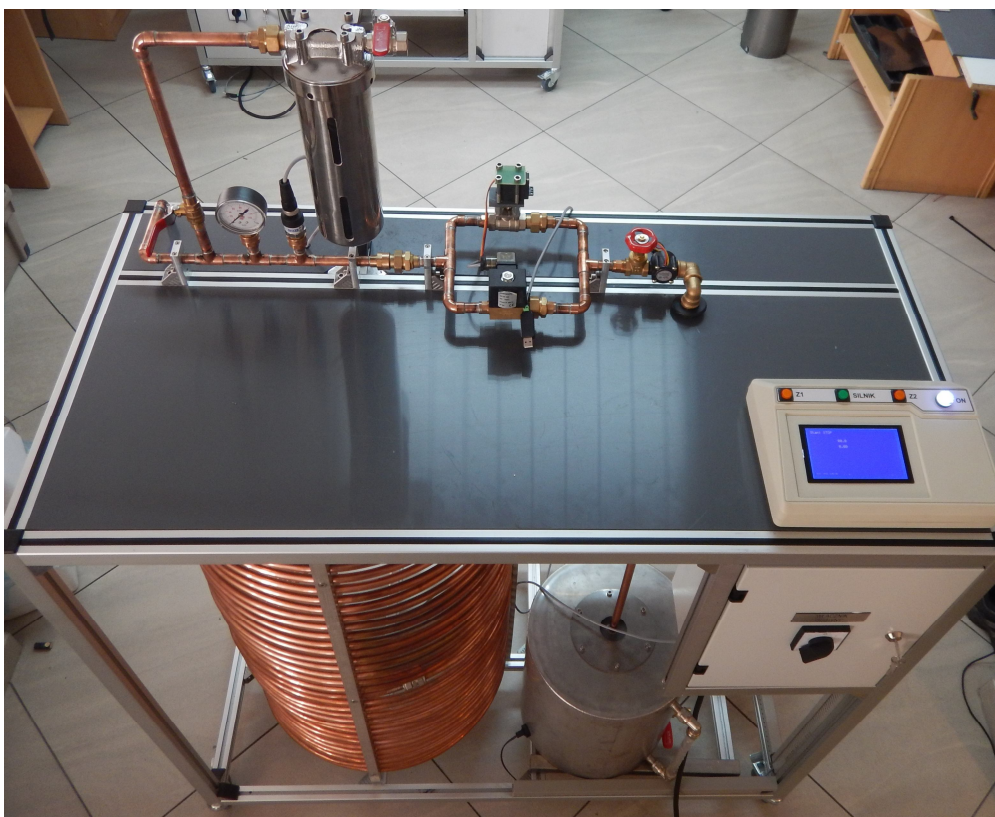
tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

fax.: 0146210029, 0146360117

mail: biuro@elbit.edu.pl

www.elbit.edu.pl

Stanowisko do badania zjawiska uderzenia hydraulicznego



Spis treści

Spis treści	2
Wstęp	3
Opis techniczny	4
Czujniki i przetworniki	5
Przetwornik ciśnienia A106BG410HB1Z	5
Czujnik przepływu YF-S201	6
Urządzenia wykonawcze	7
Sterownik CPU03	7
Zestaw hydroforowy WZ250B	9
Konstrukcja stanowiska	11
Część mechaniczna	11
Część hydrauliczna	11
Pulpit i sterowanie	15
Opis programu	16
Okno główne	16
Parametry programu	17
O programie	18
Schemat	18
Wybór ćwiczenia	19
Przyciski sterujące i kontrolki	26
Instrukcja użytkownika	27
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy	27
Instrukcja obsługi	27
Przeglądy okresowe	27
Materiały eksploatacyjne	27
Załączniki	28
Dokumentacja towarzysząca	28

Wstęp

Stanowisko dydaktyczne służące do zapoznania studentów ze zjawiskami zachodzącymi podczas gwałtownej zmiany natężenia przepływu (np. raptowne zamknięcie zaworu) lub gwałtownego wzrostu/spadku ciśnienia (załączenie pompy) w instalacjach przepływowych. Istotą badania jest obserwacja i pomiar zmian ciśnienia i odkształcenie rurociągu spowodowane niewłaściwym sposobem sterowania zaworami i pompami stanowiącymi wyposażenie instalacji przepływowej. Budowa stanowiska umożliwia wprowadzenie gwałtownej zmiany ciśnienia lub natężenia przepływu w rurociągu pracującym w warunkach ustalonych.

Stanowisko wyposażone jest w pompę odśrodkową wraz z hydroforem, długi rurociąg oraz zawory o różnych czasach otwarcia i różnych przepływach. Dodatkowo stanowisko wyposażono w zbiornik buforowy do przeciwdziałania uderzenia hydraulicznego.

Opis techniczny

Podstawowe dane stanowiska

Pojemność zbiornika wodnego:	30dm ³
Rodzaj cieczy:	woda z inhibitorem korozji
Czas cyklu pracy:	ciągły
Maksymalne ciśnienie w instalacji:	10bar
Wymiary:	120/60/165cm
Ciężar (bez wody):	50kg
Dokładność pomiaru ciśnienia:	0.3%
Zakres pomiaru ciśnienia:	10bar
Dokładność pomiaru przepływu:	10%
Zakres maksymalny pomiaru przepływu:	0÷30l/min
Długość wężownicy:	50m
Średnica wewnętrzna rurki Cu:	Ø10

Instalacja elektryczna

Napięcie robocze:	230V
Pobór prądu:	300W
Temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

W urządzeniu występują wysokie napięcia i duże naprężenia mechaniczne. 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 budowy stanowiska.

Czujniki i przetworniki

Przetwornik ciśnienia A106BG410HB1Z



Własności:

Przetwornik pomiarowy WIKA A-10 może być użyty w wielu zastosowaniach i różnych aplikacjach.

Dane techniczne:

Producent:	WIKA
Typ przetwornika:	ciśnienia
Zakres kontrolowanej wielkości:	10 bar
Napięcie zasilania:	8...30V DC
Wyjście napięciowe:	0...5V
Wielkość kontrolowana:	ciśnienie
Dokładność pomiaru:	0.3%
Klasa szczelności:	IP67
Masa:	80g
Montaż:	G 1/4"
Funkcje dodatkowe:	pomiar w odniesieniu do ciśnienia atmosferycznego, współpraca z większością mediów przemysłowych
Ciśnienie pracy maks.:	20bar
Temperatura pracy:	0...80°C
Przylącze:	konektor M12
Ilość pinów:	4
Masa brutto:	0.17 kg

Karta katalogowa w załącznikach.

Czujnik przepływu YF-S201



Czujnik przepływu wody zbudowany jest z magnetycznego rdzenia, wirnika, obudowy oraz czujnika Halla.

Obrót wirnika powstający w trakcie przepływu wody wykrywany jest przez czujnik Halla, który generuje sygnały impulsowe. Częstotliwość impulsów zależy od prędkości przepływu wody.

Przepływ wody obliczany jest według poniższych zależności:

$\text{częstotliwość impulsów} = \text{przepływ} \cdot 7,5;$

Przykład: jeśli częstotliwość wynosi 48 to przepływ wody wynosi $48 / 7,5 = 6,4$ [L/min]

Czujnik posiada mocowanie 1/2 cala.

Poniższy czujnik charakteryzuje się:

- łatwą instalacją,
- szeroką gamą zastosowań,
- bezawaryjną pracę,
- prostą konstrukcją w całości z tworzyw sztucznych,
- wyjście impulsowe.

Dane techniczne:

Napięcie pracy:	5 - 24 V
Maksymalny prąd:	15mA przy napięciu 5V
Temperatura pracy:	-25 - 80
Zakres wilgotności pracy:	35% - 90%
Dozwolone ciśnienie:	1,75Mpa
Gwint zewnętrzny:	1/2"
Przepływ:	1-30L/min
Maksymalna temperatura cieczy:	125

Karta katalogowa w załącznikach.

Urządzenia wykonawcze

Sterownik CPU03



Opis działania:

Sterownik CPU03 przeznaczony jest do sterowania prostymi procesami przemysłowymi. Posiada osiem wejść i osiem wyjść cyfrowych oraz cztery 12-bitowe wyjścia i cztery 12-bitowe wejścia analogowe.

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

do 30V.

Sterownik posiada wbudowane zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania oraz wbudowany zestaw elementów przeciwprzepięciowych chroniących czujnik od przepięć powstałych na magistrali RS485/RS422.

Dane techniczne:

Zasilanie:	10÷30Vdc
Pobór prądu:	0.1 ÷ 0.3A (zależny od ilości dołączonych modułów)
Sygnal 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):	1200m
Stopień ochrony obudowy:	IP32
Temperatura pracy:	0÷70°C
Parametry wejść cyfrowych:	
punkt przełączenia:	11.8V
maksymalna częstotliwość sygnалу wejściowego:	500Hz
Parametry wyjść cyfrowych:	
maksymalna częstotliwość sygnалу 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÷5V	
○ 0÷10V	
○ 0÷20mA	

Parametry wyjść analogowych:

przetwornik 12-bitowy

maksymalna częstotliwość

sygnału wyjściowego: >100Hz

Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- 0÷5V
- 0÷10V

Zestaw hydroforowy WZ250B



Opis:

Pompa WZ 250 jest niewielką pompą o niedużej wydajności 35 l/min. Ma dodatkowo zamontowany zawór zwrotny, co jest jej niewątpliwą zaletą.

Zasada działania

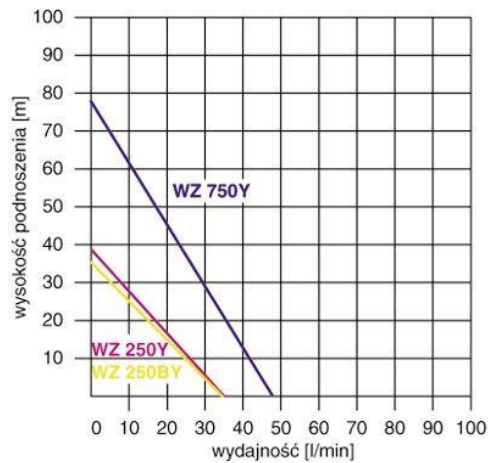
Zestaw z zbiornikiem 2l uruchamia się automatycznie. Zbiornik w połowie wypełniony powietrzem o ciśnieniu od 1,3 do 1,5 barów, tworzy poduszkę ciśnieniową, dzięki temu wyłącznik ciśnieniowy może prawidłowo sterować pompą. Zbiorniki przeponowe zamontowane w tych zestawach posiadają zawór do regulacji ciśnienia powietrza.

Cechy i zalety:

- pompa jest małych rozmiarów,
- odporna na korozję,
- łatwa w obsłudze i montażu,
- lekka i wygodna w przenoszeniu,
- wiele możliwości wykorzystania,
- ochrona przed przegrzaniem dzięki wbudowanemu wyłącznikowi termicznemu.

Parametry:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| • Wydajność maksymalna: | 35 l/min |
| • Wydajność maksymalna: | 2,1 m ³ /h |
| • Ciśnienie maksymalne: | 3,5 Bar |
| • Wysokość podnoszenia: | 35 m |
| • Zdolność zasysania: | 8 m |
| • Moc silnika: | 250 W |
| • Zasilanie: | 230 V |
| • Rodzaj zbiornika: | Przeponowy |
| • Orientacja zbiornika: | Poziomy |
| • Pojemność zbiornika: | 2 L |
| • Rozmiar króćca ssącego: | 1 " |
| • Rozmiar króćca tłocznego: | 1 " |
| • Rozmiar gwintu podłączeniowego: | 1 " |
| • Waga: | 7 kg |
| • Wymiary (wys x szer x dł) cm: | 29x18x17 |



Konstrukcja:

- Obudowa pompy – żeliwo,
- Korpus ssący – żeliwny,
- Korpus tłoczny – żeliwny,
- Średnica przyłączy - 1" x 1",
- Uszczelnienie - mechaniczne węgiel-ceramika,
- Ilość wirników - 1 mosiężny.

Konstrukcja stanowiska

Część mechaniczna

Stanowisko zostało wykonane jako konstrukcja samodzielna i autonomiczna, tzn. do pracy nie jest wymagane podłączenie do wody lub odpływu. Jest to konstrukcja ramowa z zamocowanymi kółkami w celu łatwego przemieszczania w laboratorium. Kółka posiadają hamulec.

Pod blatem zamontowano zbiornik wodny wraz z układem hydroforowym oraz wężownicę miedzianą o długości 50m wykonaną z rurki miedzianej 12x1.

Pod blatem umieszczono też skrzynkę elektryczną.

Nad blatem wstawiono część regulacyjną (zawory, zbiornik buforowy) i pomiarową (czujniki ciśnienia i przepływu).

Nad blatem zamontowano też pulpit z wyświetlaczem LCD oraz przyciskami sterowniczymi.

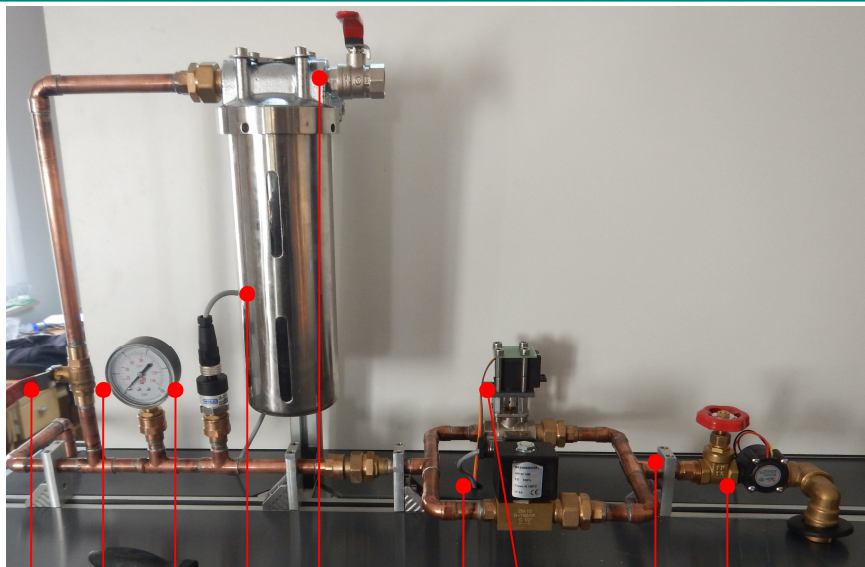
Część hydrauliczna

Całość instalacji hydraulicznej została zaprojektowana w systemie lutowanych rurek Cu 15. W niewrażliwych punktach wstawiono śrubunki, tak, by można było w razie potrzeby wymienić dowolny element.

Część połączeń wykonano rurkami Cu 12x1 o średnicy wewnętrznej Ø10mm.

Układ hydrauliczny w tym stanowisku jest układem otwartym, tj. ma połączenie z atmosferą.

Numerację i rozmieszczenie poszczególnych zaworów i czujników przedstawiono na poniższym zdjęciu:



Zawór zbiornika buforowego	Manometr analogowy	Przetwornik ciśnienia P1	Zbiornik buforowy	Zawór zapowietrzający	Elektrozawór Z1	Elektrozawór Z2	Zawór dławiący ręczny	Miernik przepływu Q
----------------------------	--------------------	--------------------------	-------------------	-----------------------	-----------------	-----------------	-----------------------	---------------------

Obieg wody w stanowisku jest następujący.

Z nierdzewnego zbiornika o pojemności 30dm^3 woda jest pobierana przez pompę WZ250 działającą w układzie hydroforowym. W zbiorniku zamontowano wodowskaz rurkowy oraz czujnik poziomu wskazujący minimalny poziom wody wymagany do poprawnej pracy stanowiska. U dołu zbiornika zamontowano zawór do spuszczenia i nalewania wody.

Zbiornik hydroforowy ma pojemność 2dm^3 . Punkt wyłączania presostatu to około 3.5 bara. Na presostacie zamontowany jest manometr wskazujący ciśnienie za pompą.

Widok układu hydroforowego wraz z podłączeniami do zbiornika i wężownicy przedstawiono na zdjęciu obok.



Następnie woda przepływa przez długą wężownicę miedzianą. Długość w rozwinięciu wynosi 50m, a jej średnica wewnętrzna $\varnothing 10\text{mm}$.

Widok zbiornika i węzownicy przedstawiono na zdjęciu obok.

Po przejściu przez węzownicę woda wpada do układu zaworowo-pomiarowego (nad blatem). W kolejności zamontowano tu:

- zbiornik buforowy przeciwdziałający uderzeniu hydraulicznemu o pojemności ok. 2dm^3 odłączany ręcznym zaworem kulowym;
- manometr analogowy o zakresie 10bar;
- elektroniczny przetwornik ciśnienia o zakresie 10 bar;
- równolegle połączone elektrozawory:
 - Z1 elektrozawór klasyczny z cewką o stałym czasie przełączania około 150ms;
 - Z2 elektrozawór wykonany na zaworze kulowym z wyjściem pod siłownik oraz serwie elektrycznym umożliwiające otwieranie i zamykanie zaworu z dowolnym czasem;
 - zawór dławiący (grzybkowy) ręczny do ustalania prędkości przepływu cieczy;
 - miernik przepływu.

Po wypłynięciu z czujnika przepływu woda wraca do zbiornika.



Rejestracja podstawowych parametrów badania

Pogram do obsługi stanowiska wyposażony został we wbudowany rejestrator (programowy) podstawowych mierzonych parametrów, takich jak:

- czas próby,
- ciśnienie,
- przepływ.

W programie przewidziano przyszłościowo rejestrację do dziesięciu parametrów.

Włączanie i wyłączanie rejestracji danych procesu odbywa się poprzez zmianę stanu któregośkolwiek zaworu.

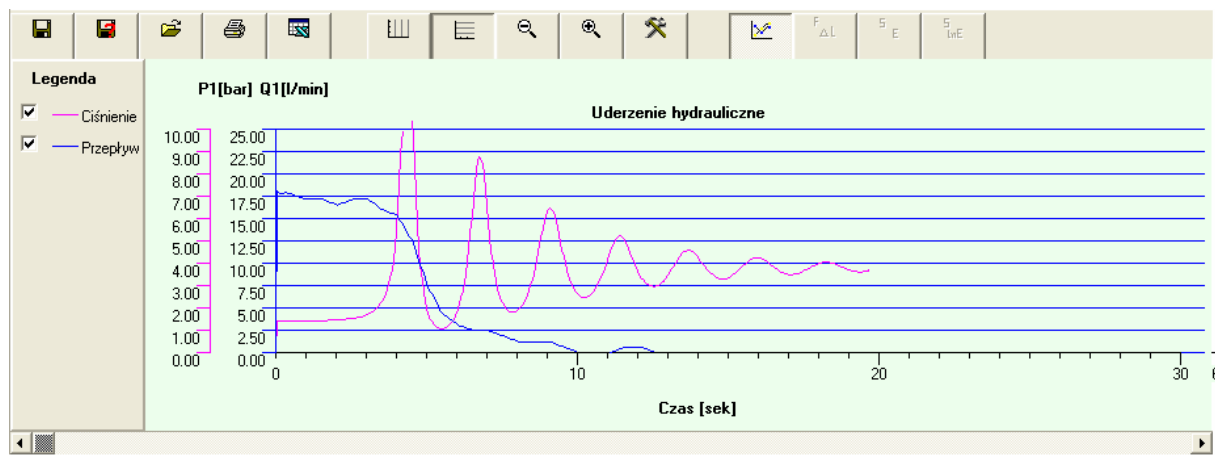
Stan rejestracji sygnalizowany jest świeceniem żółtej kontrolki w programie.

Program umożliwia wybór interwału czasowego, z jakim rejestrowane są dane. Interwał ten można ustawić w oknie parametrów procesu z zakresu:

- 1.00s,
- 0.50s,
- 0.25s,
- 0.10s,
- 0.05s,
- 0.01s.

Pojemność pamięci zadeklarowano na 50000 rekordów, co dla interwału 0.01s daje 500 sekund rejestracji. Włączony pomiar wyłącza się automatycznie po czterech sekundach.

W każdej chwili można oglądać zarejestrowane dane w postaci graficznej na panelu z wykresami. Panel ten wygląda jak na poniższym przykładzie:



Pulpit i sterowanie

Stanowisko może pracować jako samodzielne lub wraz z dołączonym do niego komputerem.

Na pulpicie zamontowanym na blacie stanowiska udostępniono trzy przyciski i jedną kontrolkę.

SILNIK – przycisk steruje stanem włączenia układu hydroforowego utrzymującego stałe ciśnienie w instalacji (ok. 3.5bara).

Stan uaktywnienia układu sygnalizowany jest świeceniem lampki w przycisku.



Z1 – przycisk steruje zmianą stanu elektrozaworu Z1. Jeśli w momencie wciśnięcia przycisku zawór był otwarty – zostanie zamknięty, natomiast jeśli był zamknięty – zostanie otwarty. O stanie otwarcia zaworu informuje kontrolka w kolorze żółtym zamontowana wewnątrz przycisku. Czas otwarcia i zamknięcia zaworu jest stały i wynosi ok. 150ms.

Stan zaworu pokazywany jest również w programie.

Z2 – przycisk steruje zmianą stanu elektrozaworu Z2. Jeśli w momencie wciśnięcia przycisku zawór był otwarty – zostanie zamknięty, natomiast jeśli był zamknięty – zostanie otwarty. O stanie otwarcia zaworu informuje kontrolka w kolorze żółtym zamontowana wewnątrz przycisku. Dla pracy samodzielnej (bez dołączonego komputera) czas zmiany stanu zaworu jest stały i wynosi 1000ms. Dla pracy z programem czas ten można zmieniać w granicach 100÷2500ms.

Stan zaworu pokazywany jest również w programie.

ON – kontrolka biała. Światło ciągle sygnalizuje poprawną pracę urządzenia, miganie – niski poziom wody w zbiorniku.

Na ekranie LCD wyświetlane są ustawienia: stan rejestracji, wybór układu sterowania oraz wartości mierzone:

- ciśnienie P1,
- przepływ Q.

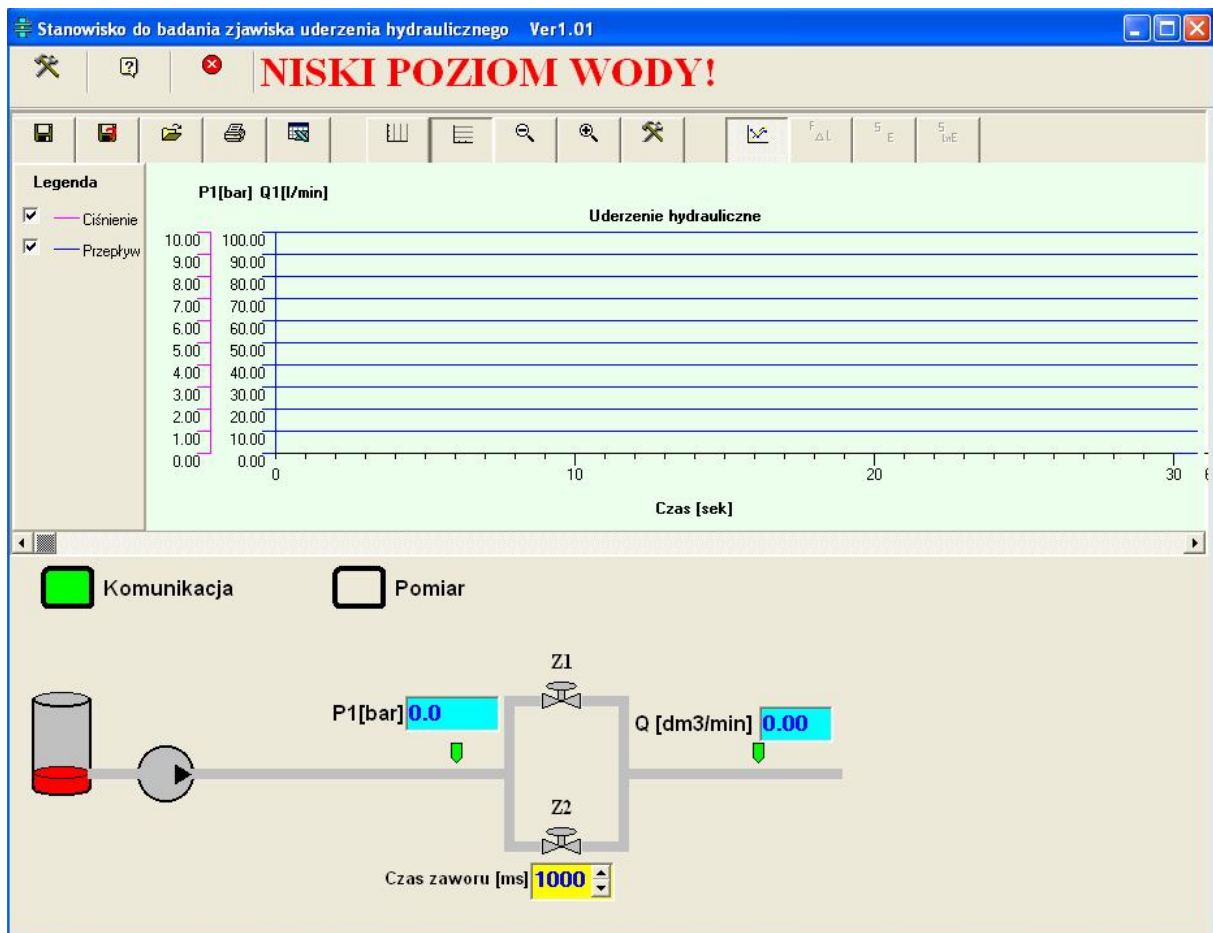
Dodatkowo dużą czcionką wyświetlana jest zmierzona wartość ciśnienia.

Opis programu

Okno główne

Na górnej części monitora przedstawiony jest panel wykresów, na dolnej schemat połączeń pomp i aktualne pomiary.

Okno widoczne na ekranie wygląda jak na rysunku poniżej:

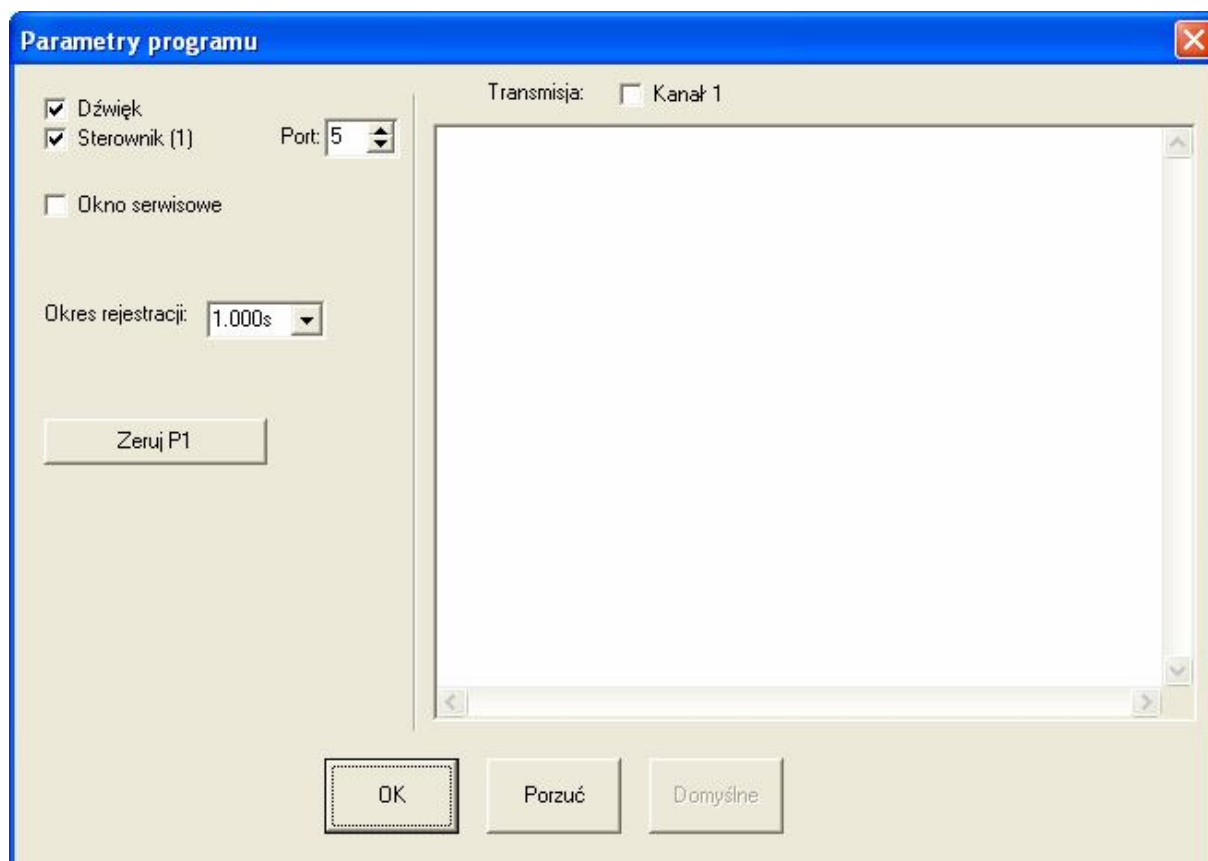


W górnym pasku ikon dostępne są szczegółowe ustawienia programu i niektóre komendy. Omówiono je poniżej.

Parametry programu

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

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.

Sterownik – włącza kanał transmisji danych do sterownika.

Port – definiuje numer portu szeregowego do komunikacji ze sterownikiem.

Okres rejestracji – parametr ten określa interwał czasowy rejestracji danych.

Zeruj P1 – włączenie tej funkcji umożliwia wyzerowanie wskazań czujnika ciśnienia.

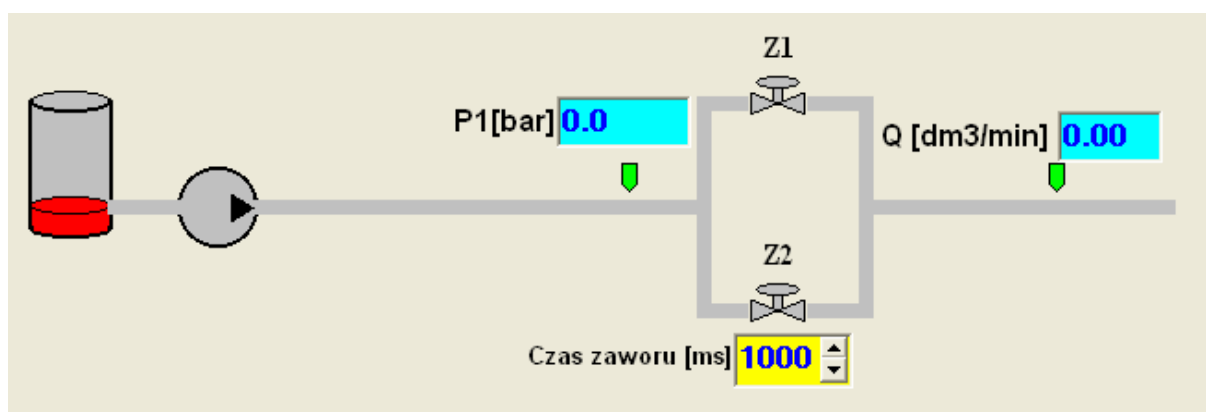
W polu „Transmisja” można włączyć podgląd danych z kanału komunikacji ze sterownikiem.

O programie

Funkcja pokazuje okno z podstawowymi informacjami o programie i urządzeniu.

Schemat

W dolnej części ekranu umiejscowiono poglądowy schemat stanowiska wraz z wartościami mierzonymi. Przyjęto konwencję, że rurki i elementy, w których płynie woda zaznaczone są kolorem niebieskim, zaś rurki i urządzenia wyłączane kolorem szarym.



Wartości mierzone w stanowisku to:

Ciśnienie P1[bar] – sygnał przetwornika ciśnienia firmy Wika o dokładności 0.3% i zakresie 10barów jest przetwarzany przez sterownik procesowy i transmitowany do komputera.

Przepływ Q(l/min) – mierzony jest na wylocie wody do zbiornika poprzez przepływomierz turbinowy z czujnikiem Halla. Dokładność pomiaru wynosi 10%, zaś zakres 30l/min.

Czas zaworu [ms] – w stanowisku umożliwiono zmianę czasu przełączania zaworu Z2. Wysterowanie można zmieniać w granicach od 100 do 2500ms.

Wybór ćwiczenia

Na stanowisku można realizować kilka rodzajów ćwiczeń:

- obserwacja uderzenia hydraulicznego: przy otwarciu i zamknięciu zaworu;
- porównanie uderzenia hydraulicznego w zależności od przepływu cieczy;
- porównanie ilościowe uderzenia hydraulicznego bez zbiornika buforowego i z nim;
- porównanie wielkości uderzenia hydraulicznego w zależności od szybkości otwarcia i zamknięcia zaworu.

Obserwacja uderzenia hydraulicznego: przy otwarciu i zamknięciu zaworu

Ćwiczenie ma za zadanie zapoznać studentów z samym zjawiskiem uderzenia hydraulicznego i przyczynami jego powstawania.

Rozpoczęcie pracy

1. zamknąć zawór zbiornika buforowego i zapowietrzający (zawory kulowe);
2. włączyć komputer wraz z oprogramowaniem;
3. włączyć stanowisko przełącznikiem WŁĄCZNIK GŁÓWNY;
4. włączyć hydrofor przyciskiem SILNIK;
5. włączyć zawór Z1 i ustawić przepływ wody na wartość ok. $10\text{dm}^3/\text{min}$, wyłączyć Z1;

Pomiary właściwe

6. włączyć i wyłączyć zawór Z1. Po każdej zmianie odczekać do automatycznego zakończenia rejestracji. Każdą próbę zapisać przyciskiem: ZAPIS DANYCH. Próbę powtórzyć kilka razy obserwując manometry analogowe na wlocie i wylocie z węzownicy, oraz zjawiska mechaniczne towarzyszące uderzeniu hydraulicznemu.
7. z danych zarejestrowanych wyznaczyć maksymalną wartość ciśnienia podczas uderzenia hydraulicznego (P_{max}), przeregulowanie względne procentowe, oraz wyznaczyć okres i częstotliwość drgań;

Zakończenie pracy

8. rozładować ciśnienie w instalacji poprzez wyłączenie hydroforu przyciskiem SILNIK, otwarcie zaworu Z1 i zaworu dławiącego;
9. wyłączyć stanowisko;
10. wyłączyć komputer.

Porównanie uderzenia hydraulicznego w zależności od przepływu cieczy

Ćwiczenie ma za zadanie zapoznać studentów z ilościową zależnością wielkości uderzenia hydraulicznego od przepływu.

Rozpoczęcie pracy

1. zamknąć zawór dławiący;
2. zamknąć zawór zbiornika buforowego i zapowietrzający (zawory kulowe);
3. włączyć komputer wraz z oprogramowaniem;
4. włączyć stanowisko przełącznikiem WŁĄCZNIK GŁÓWNY;
5. włączyć hydrofor przyciskiem SILNIK;

Pomiary właściwe

- zmieniając przepływ zaworem dławiącym (np. co 5 dm³/min) włączyć i wyłączyć zawór Z1. Po każdej zmianie odczekać do automatycznego zakończenia rejestracji. Każdą próbę zapisać przyciskiem: ZAPIS DANYCH. Podczas próby obserwować manometry analogowe na wlocie i wylocie z węzownicy, oraz zjawiska mechaniczne towarzyszące uderzeniu hydraulicznemu.
- z danych zarejestrowanych wyznaczyć zależność uderzenia hydraulicznego (przeregulowanie względne procentowe) od wartości przepływu, dla otwarcia i zamknięcia zaworu. Sprawdzić czy zmienia się częstotliwość drgań.

Zakończenie pracy

- rozładować ciśnienie w instalacji poprzez wyłączenie hydroforu przyciskiem SILNIK, otwarcie zaworu Z1 i zaworu dławiącego;
- wyłączyć stanowisko;
- wyłączyć komputer.

Porównanie ilościowe uderzenia hydraulicznego bez zbiornika buforowego i z nim

Ćwiczenie ma za zadanie zapoznać studentów z metodami przeciwdziałania powstawania uderzenia hydraulicznego.

Rozpoczęcie pracy

- zamknąć zawór zbiornika buforowego i zapowietrzający (zawory kulowe);
- włączyć komputer wraz z oprogramowaniem;
- włączyć stanowisko przełącznikiem WŁĄCZNIK GŁÓWNY;
- włączyć hydrofor przyciskiem SILNIK;
- włączyć zawór Z1 i ustawić przepływ wody na wartość ok. 10dm³/min, wyłączyć Z1;

Pomiary właściwe

- przy zamkniętym zaworze zbiornika buforowego, włączyć i wyłączyć zawór Z1. Po każdej zmianie odczekać do automatycznego zakończenia rejestracji. Każdą próbę zapisać przyciskiem: ZAPIS DANYCH. Próbę powtórzyć kilka razy obserwując manometry analogowe na wlocie i wylocie z węzownicy, oraz zjawiska mechaniczne towarzyszące uderzeniu hydraulicznemu.
- otworzyć zawór zbiornika buforowego;
- przy otwartym zaworze zbiornika buforowego, włączyć i wyłączyć zawór Z1. Po każdej zmianie odczekać do automatycznego zakończenia rejestracji. Każdą próbę zapisać przyciskiem: ZAPIS DANYCH. Próbę powtórzyć kilka razy obserwując manometry analogowe na wlocie i wylocie z węzownicy, oraz zjawiska mechaniczne towarzyszące uderzeniu hydraulicznemu.
- z danych zarejestrowanych wyznaczyć maksymalną wartość ciśnienia podczas uderzenia hydraulicznego (Pmax), przeregulowanie względne procentowe, oraz wyznaczyć okres i częstotliwość drgań dla otwierania i zamykania zaworu przy podłączonym zbiorniku buforowym i bez niego.

Zakończenie pracy

10. rozładować ciśnienie w instalacji poprzez wyłączenie hydroforu przyciskiem SILNIK, otwarcie zaworu Z1 i zaworu dławiącego;
11. wyłączyć stanowisko;
12. wyłączyć komputer.

Porównanie wielkości uderzenia hydraulicznego w zależności od szybkości otwarcia i zamknięcia zaworu

Ćwiczenie ma za zadanie zapoznać studentów z metodami przeciwdziałania powstawania uderzenia hydraulicznego.

Rozpoczęcie pracy

1. Zamknąć zawór zbiornika buforowego i zapowietrzający (zawory kulowe);
2. Włączyć komputer wraz z oprogramowaniem;
3. Włączyć stanowisko przełącznikiem WŁĄCZNIK GŁÓWNY;
4. Włączyć hydrofor przyciskiem SILNIK;
5. Włączyć zawór Z2 i ustawić przepływ wody na wartość ok. $10\text{dm}^3/\text{min}$, wyłączyć Z2;

Pomiary właściwe

6. Ustawiając różne wartości czasu zaworu (np. od 200ms do 2000ms co 200ms) włączyć i wyłączyć zawór Z2. Po każdej zmianie odczekać do automatycznego zakończenia rejestracji. Każdą próbę zapisać przyciskiem: ZAPIS DANYCH. Próbę powtórzyć kilka razy obserwując manometry analogowe na wlocie i wylocie z węzownicy, oraz zjawiska mechaniczne towarzyszące uderzeniu hydraulicznemu.
7. Z danych zarejestrowanych wyznaczyć zależność uderzenia hydraulicznego (przeregulowanie względne procentowe) od czasu zmiany stanu zaworu. Sprawdzić czy zmienia się częstotliwość drgań.

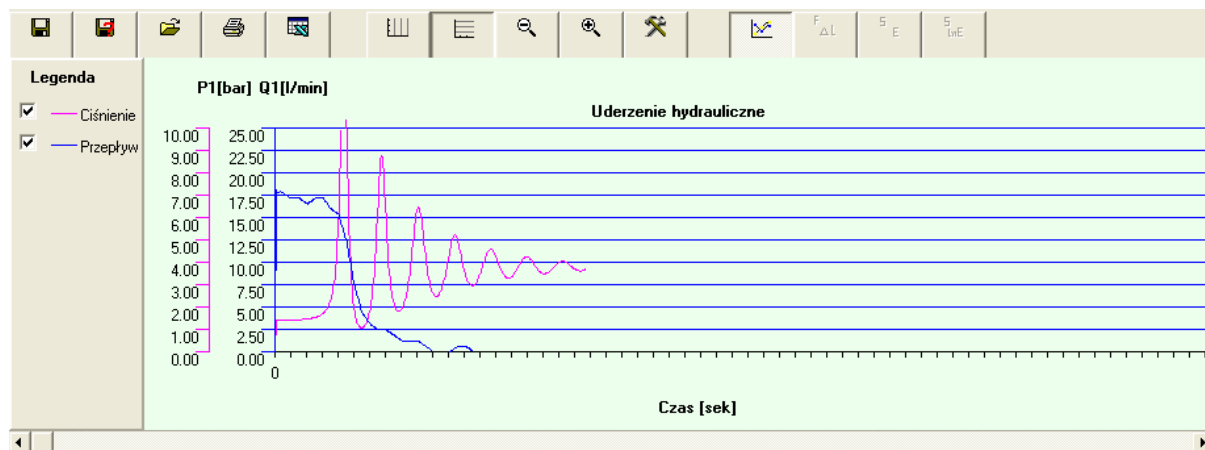
Zakończenie pracy

8. Rozładować ciśnienie w instalacji poprzez wyłączenie hydroforu przyciskiem SILNIK, otwarcie zaworu Z1 i zaworu dławiącego;
9. Wyłączyć stanowisko;
10. wyłączyć komputer.

Wykresy

W programie przewidziano jeden typ wykresu: wykres czasowy.

Panel wykresu wygląda jak na poniższym przykładzie:



Lewy panel (Legenda) służy do włączania rysowania poszczególnych wartości mierzonych. Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych wartości do wyświetlenia, na wykresie pojawi się odpowiednia ilość skal osi odciętych. W tym przypadku komenda sterująca włączaniem siatki Y działa tylko na ostatnią oś. Górny pasek ikon służy do konfigurowania uzyskiwanego wykresu oraz operacji plikowych na zarejestrowanych danych. Poszczególne przyciski nad wykresem mają następujące funkcje:



Zapis danych.

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane na plik dyskowy o nazwie „daneRRMMDDGGNN.dat”.
Gdzie RRMMDDGGNN oznacza dokładną datę i czas zapisu.
RR - rok, MM – miesiąc, DD – dzień, GG – godzina, NN – minuta.
Przykładowo plik danych o nazwie Dane1110152012.dat został utworzony dnia 2011.10.15 o godzinie 20:12.
Zapis następuje bez kontroli nadpisywania.

Przykładowa rejestracja przedstawiona jest poniżej:

Data zapisu: 2015-10-25 23:19:07

Time [s]	Pressure [bar]	Flow [l/min]
0.0500	1.37479	17.64000
0.1000	1.37395	17.52000
0.1500	1.37395	17.40000
0.2000	1.37479	17.40000
0.2500	1.37815	17.40000
0.3000	1.38151	17.46000
0.3500	1.38571	17.46000
0.4000	1.38655	17.40000
0.4500	1.38824	17.40000
0.5000	1.38908	17.34000
0.5500	1.39160	17.28000
0.6000	1.39076	17.22000
0.6500	1.38992	17.16000
0.7000	1.38824	17.10000

15 0.7500 1.38824 17.04000
16 0.8000 1.38739 16.98000
17 0.8500 1.38908 16.92000
18 0.9000 1.38992 16.86000
19 0.9500 1.39244 16.80000
20 1.0000 1.39328 16.80000
21 1.0500 1.39328 16.80000
22 1.1000 1.39244 16.80000

Pierwsza linijka pliku zawiera informacje o dacie i godzinie wykonywania próby. Następnie zapisywane są dane pomiarowe. Każdy wiersz odpowiada jednemu rekordowi rejestracji.

Pierwsza kolumna to numer rekordu danych, a następne to odpowiednie wartości mierzone:

- numer rekordu,
- czas [s],
- ciśnienie [bar],
- przepływ [l/min].



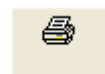
Zapis danych pod dowolną nazwą.

Przycisk działa podobnie do zapisu danych, z tą różnicą, że program umożliwia wprowadzenie własnej nazwy dla pliku dyskowego.



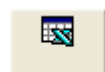
Odczyt danych.

Po naciśnięciu tej ikonki możliwe jest odczytanie zapisanych uprzednio danych z wcześniejszej rejestracji. Odczytane dane prezentowane są na wykresach.



Zapis wykresu.

Po naciśnięciu tej ikonki obraz wykresu zapisywany jest w postaci graficznej pod nazwą „wykres.bmp”. Plik zapisywany jest w katalogu głównym programu.



Zapis danych w formacie Excela.

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane na plik dyskowy o nazwie „dane.csv” w formacie arkusza kalkulacyjnego Excel. Kolejność danych jest identyczna jak w funkcji „Zapis danych”, tj.:

- numer rekordu,
- czas [s],
- ciśnienie [bar],
- przepływ [l/min].



Siatka X i Siatka Y.

Kolejne dwie ikony powodują włączanie i wyłączanie siatki dla osi rzędnych i odciętych na wykresie.



Zmniejsz i Zwiększ.

Ikony te sterują powiększeniem, czyli horyzontem czasowym uwzględnianym przy rysowaniu wykresu. Wielkości powiększenia są na stałe zapisane w programie i nie ma możliwości ich zmiany. Dostępne powiększenia:

- 5h,
- 2h,
- 1h,

- 30min,
- 10min,
- 6min,
- 3min,
- 60s,
- 30s,
- 10s,
- 4s.

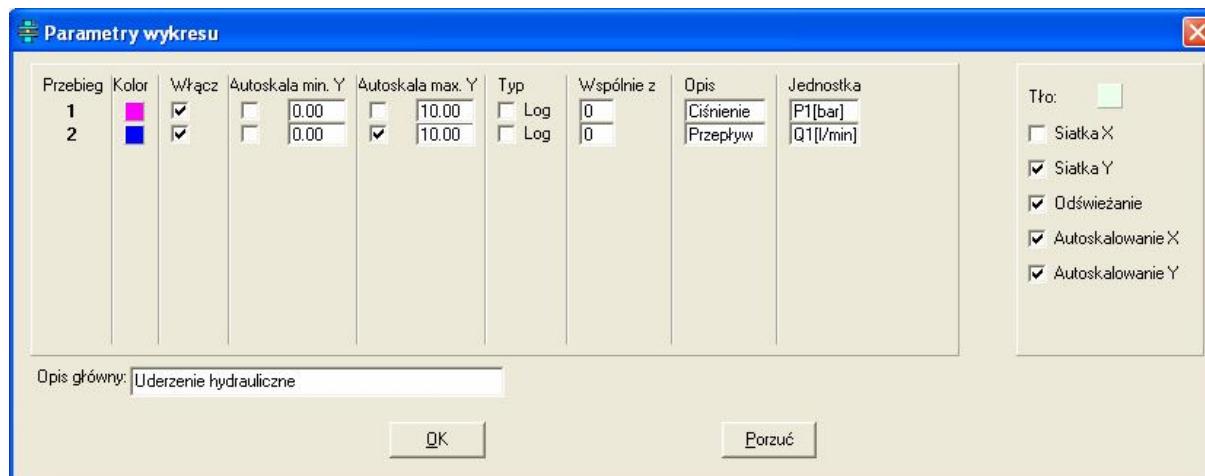
Do zmiany poziomej horyzontu czasowego służy suwak pod wykresem.



Parametry wykresu.

Ikona ta włącza okno konfiguracji szczegółowej wykresu. Rodzaje definiowanych parametrów zależą od typu wykresu.

Dla wykresu czasowego przykładowe okno przedstawiono poniżej:



Przebieg	Kolor	Włącz	Autoskala min. Y	Autoskala max. Y	Typ	Wspólnie z	Opis	Jednostka
1	■	☒	☐ 0.00	☐ 10.00	☐ Log	☐ 0	Ciśnienie	P1[bar]
2	■	☒	☐ 0.00	☒ 10.00	☐ Log	☐ 0	Przepływ	Q1[l/min]

Opis główny:

Tło:

☐ Siatka X

☒ Siatka Y

☒ Odświeżanie

☒ Autoskalowanie X

☒ Autoskalowanie Y

Na lewym panelu umożliwiono definiowanie parametrów poszczególnym wykresów.

Przebiegi występują w takiej kolejności, jak na legendzie wykresu.

Zdefiniować można następujące parametry wykresów:

- Kolor: określenie koloru przebiegu następuje poprzez kliknięcie na kwadracie koloru;
- Włącz: przełącznik aktywujący dany przebieg;
- Autoskala min. Y: włączenie automatycznego skalowania minimalnej wartości dla przebiegu;
- Wartość autoskali min Y: przy wyłączonym automatycznym skalowaniu dolnej wartości przebiegu jest to wartość od której rysowany będzie wykres;
- Autoskala max. Y: włączenie automatycznego skalowania maksymalnej wartości dla przebiegu;
- Wartość autoskali max Y: przy wyłączonym automatycznym skalowaniu górnej wartości przebiegu jest to wartość do której rysowany będzie wykres;
- Typ log: włączenie rysowania wykresu logarytmicznego (szczególnie przydatne przy wykresowaniu np. poziomu próżni);
- Wspólnie z: przebieg rysowany będzie na jednej osi z uprzednio zdefiniowanym;
- Opis: słowny opis przebiegu;
- Jednostka: jednostka jaką opisany będzie przebieg.

Na prawym panelu można zdefiniować kolor tła na wykresie, rysowanie szczegółowych siatek oraz odświeżanie wykresu na bieżąco w miarę jak napływają dane pomiarowe.

Pod panelami można zdefiniować opis jakim będzie opatrzony wykres. Wszystkie te parametry są pamiętane po wyłączeniu komputera.

Przyciski sterujące i kontrolki

W programie przewidziano dwie kontrolki: komunikacja i pomiar jak na rysunku obok.



Komunikacja



Pomiar

Komunikacja sygnalizuje poprawne połączenie komputera ze sterownikiem.

Pomiar sygnalizuje rozpoczęcie rejestracji wartości.

Instrukcja użytkowania

Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy

Stanowisko powinno być ustawione w miejscu zapewniającym wygodną obsługę i dostęp do części frontowej i do szafki elektrycznej. Podłączając do sieci zasilającej należy zabezpieczyć obsługującego przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez prawidłowe zerowanie lub uziemianie. W czasie pracy maszyny nie wolno dotykać żadnych części ruchomych. Na czas dłuższej przerwy w pracy wyjąć wtyczkę z gniazda.

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

Instrukcja obsługi

Czynności niezbędne do wykonania poprawnie zarejestrowanej próby:

Rozpoczęcie pracy

1. Zamknąć zawór zbiornika buforowego i zapowietrzający (zawory kulowe);
2. Włączyć komputer wraz z oprogramowaniem;
3. włączyć stanowisko przełącznikiem WŁĄCZNIK GŁÓWNY;
4. włączyć hydrofor przyciskiem SILNIK.

Pomiary właściwe

Są opisane w rozdziale „wybór ćwiczenia”. Postępować zgodnie z opisem.

Zakończenie pracy

1. Rozładować ciśnienie w instalacji poprzez wyłączenie hydroforu przyciskiem SILNIK, otwarcie zaworu Z1 i zaworu dławiącego;
2. Wyłączyć stanowisko;
3. Wyłączyć komputer.

Przeglądy okresowe

Podczas normalnej eksploatacji urządzenia należy okresowo wykonywać następujące czynności:

- kalibracja czujnika ciśnienia (patrz „parametry programu”) – wtedy gdy przy braku ciśnienia w rurze wylotowej stanowisko pokazuje wartość większą niż 0.1 bar.
- wymiana wody w zbiorniku – w razie zabrudzenia.
- uzupełnianie wody w zbiorniku – w razie przekroczenia wartości minimalnej.

Materiały eksploatacyjne

- inhibitor korozji Gliquid ANTY-KOR

Załączniki

Dokumentacja towarzysząca

Spis rysunków w załączonych albumach:

0181.0.1.4000	Schemat blokowy
0181.0.1.4001	Instalacja elektryczna
0181.0.1.4002	Układ sterowania
0181.0.1.4003	Instalacja hydrauliczna

Karta katalogowa czujnika ciśnienia
Świadectwo wzorcowania czujnika ciśnienia
Karta katalogowa przepływomierza

Płyta CD z programem narzędziowym do obsługi stanowiska