



**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 PRZEPUSTOWOŚCI
293.0.0.0000**



Spis treści

Wstęp	3
Opis techniczny	4
Czujniki i przetworniki	6
Przetwornik temperatury 4-20mA wraz z czujnikiem PT100	6
Przetwornik ciśnienia ZX5046 10bar	7
Przetwornik ciśnienia TL-MPM-1MF 0-200kPa	9
Przepływomierz elektromagnetyczny DN50 Songger	10
Przepływomierz elektromagnetyczny DN25 Songger	11
Przepływomierz elektromagnetyczny DN100 Gitemasur	12
Enkoder inkrementalny PIB3806-2000-G5-24-C	14
Urządzenia wykonawcze	15
Sterownik CPU07	15
Pompa pionowa SBI 20-07 7,5kW	17
Pompa pionowa CR 45-2	18
Pompa do prób ciśnieniowych IBO PR AUTO	19
Budowa i działanie urządzenia	20
Instalacja elektryczna i układ sterowania	25
Badania	28
Norma PN EN 1267 wyznaczanie Kv i Z	28
Norma PN EN 75002 przepustowość armatury	32
Norma PN EN 75002 - wytrzymałość hydrauliczna	34
Punkt otwarcia zaworu zwrotnego	36
Charakterystyka zamykania	38
Opis programu PRZEPLYWY	40
Okno główne	40
Panel pomiarów i obliczeń	43
Programowanie próby	44
Zakładka Wykres	45
Zakładka Schemat	49
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy	51
Instrukcja obsługi	51
Załączniki	52
Dokumentacja towarzysząca	52

Wstęp

Stanowisko do badania armatury hydraulicznej i określania współczynnika K_v i ξ zgodnie z normą PN – EN 1267 oraz badania przepustowości i wytrzymałości zgodnie z normą PN-EN 75002. Dodatkowo stanowisko umożliwia określanie ciśnienia otwarcia zaworu zwrotnego oraz zdejmowanie charakterystyki otwierania zaworu $Q(\alpha)$;

Stanowisko obejmuje szeroki zakres badanych średnic od DN15 do DN100. Umożliwia badanie armatury zarówno prostej jak i kątowej.

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:

Zakres badanych średnic:	DN15, DN20, DN25, DN32, DN40, DN50, DN65, DN80, DN100
Ciśnienie maksymalne w instalacji wodnej:	10bar
Ciśnienie maksymalne w instalacji HP:	228bar
Temperatura wody podczas prób:	10-30°C
Wymiary (szer. x dług. x wys.):	428 x 382 x 260cm
Waga stanowiska nienapełnionego	ok. 450kg
Waga stanowiska napełnionego	ok. 1450kg
Zewnętrzna temperatura pracy:	10÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Pomiary:

Ilość przepływomierzy elektromagnetycznych:	3
Zakres pomiarowy przepływomierza DN25:	0.176-26.5m ³ /h
Zakres pomiarowy przepływomierza DN50:	3.534-35m ³ /h
Zakres pomiarowy przepływomierza DN100:	14-140m ³ /h
Dokładność pomiaru przepływu:	2%
Ilość przetworników ciśnienia:	3
Zakres przetwornika TL-MPM-1MF:	±2bar (różnicowo)
Dokładność przetwornika TL-MPM-1MF:	0.25%
Zakres przetwornika ZX5046:	0-5bar (absolutny)
Dokładność przetwornika ZX5046:	0.5%
Zakres przetwornika QDW-90A-JL:	0-30bar (absolutny)
Dokładność przetwornika QDW-90A-JL:	0.5%
Ilość czujników temperatury:	2
Rodzaj czujników temperatury:	PT100
Zakres pomiaru temperatury:	0-50°C
Dokładność pomiaru temperatury:	0.5 °C
Zakres pomiaru kąta:	0-360°
Rozdzielczość pomiaru kąta:	0.18 °

Instalacja elektryczna:

Napięcie robocze:	3x400VAC
Zasilanie:	trójfazowe
Długość kabla zasilającego:	5m
Moc:	16kW

UWAGA

W urządzeniu występują wysokie napięcia, duże naprężenia mechaniczne (badanie wytrzymałości). 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.



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;

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

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 ciśnienia ZX5046 10bar



DIN43650A.

Sygnal wyjściowy: 4-20mA (2 przewody)
Klasa przeciwybuchowości – Ex II CT6.
Ciśnienie przeciążenia: 150% FS
Ciśnienie rozrywające: 300% FS
Temperatura robocza: $-40 \div 105$ °C
Temperatura kompensacji: $-20 \div 80$ °C
Przetwornik działa przy napięciu zasilania $9 \div 36$ (24) VDC.

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Własności:

Przetwornik ciśnienia ZX5046 firmy Wagney o zakresie pomiarowym $0 \div 10$ bar o dokładności pomiaru $\pm 0,5\%$ FS. Przetwornik ciśnienia jest wykonany z wytrzymałej stali nierdzewnej 304 i posiada stopień ochrony IP65, co zapewnia jego odporność na trudne warunki środowiskowe. Przyłącze ciśnieniowe - gwint G1/4, elektryczne - gniazdo Hirschmana

Przetwornik ciśnienia QDW90A-JL 30bar



Własności:

Precyzyjny przetwornik ciśnienia został specjalnie zaprojektowany, aby zaspokoić potrzeby większości zastosowań przemysłowych wymagających wysokiej dokładności pomiaru.

Przetworniki ciśnienia wykonane są ze stali nierdzewnej, elementy wykrywające ciśnienie pochodzą od dobrych dostawców.

Ten przetwornik ciśnienia nadaje się do wszystkich zastosowań w urządzeniach do kontroli procesów, laboratoriów i testowania materiałów.

Funkcje:

- zgodność z CE;
- niski koszt i wysoka jakość;
- cała zintegrowana konstrukcja ze stali nierdzewnej;
- mały rozmiar, wygodny w instalacji

i obsłudze;

- 4-20mA, 1-5V, 0-5V, 0-10V, różne napięcia wyjściowe;
- do zastosowań takich jak powietrze, woda, olej.

Dane techniczne:

Zakres pomiarowy	0~100 MPa; -1~0~1 Bar....600 Bar
Typ ciśnienia	Ciśnienie względne, Ciśnienie bezwzględne
Przebieżenie	150% pełnej skali
Sygnał wyjściowy	4~20mA, 0~5V, 0~10V, 1~5V, RS485
Zasilanie	12~36VDC (domyślnie: DC24V)
Czas reakcji	<3 ms
Dokładność	0,2% pełnej skali; 0,5% pełnej skali
Długoterminowa stabilność	±0,1% pełnej skali/rok; ±0,2% pełnej skali/rok
Odporność na obciążenie	$RL=(U-12V)/0,02A$ (wyjście prądowe 4~20mA) U—napięcie pętli (V)
Temperatura pracy	-30~80°C
Temperatura przechowywania	-40~120°C
Zero Temperatury Dryfu	0,2% pełnej skali/10°C
Połączenie ciśnieniowe	G1/4 (domyślne), M20*1,5, G1/2, 1/2NPT (niestandardowe)
Materiał	Obudowa ze stali nierdzewnej 304; wewnętrzny chip czujnika 316L
Stopień ochrony	IP65

Przetwornik ciśnienia TL-MPM-1MF 0-200kPa



Własności:

Przetwornik różnicy ciśnień Hussmann został zaprojektowany, aby spełniać potrzeby precyzyjnego pomiaru ciśnienia w szerokim zakresie zastosowań przemysłowych i profesjonalnych.

Dzięki doskonałej wydajności i stałej jakości jest to niezawodny wybór dla wielu branż.

Wyposażony w przejrzysty wyświetlacz LCD, wizualizacja wartości pomiaru ciśnienia w czasie rzeczywistym, nawet w złożonych środowiskach, umożliwia szybki odczyt danych.

Dokładność do 0,5% gwarantuje, że każdy pomiar jest dokładny i niezawodny, zapewniając solidną bazę danych dla procesu produkcyjnego i decyzji projektowych.

Przetwornik może mierzyć ciśnienie wody, ciśnienie oleju, ciśnienie powietrza i inne media, doskonale dostosowanie do różnych środowisk pracy i obiektów pomiarowych

Dane techniczne:

Measuring range	-0.1~4MPa
Output signal	4~20mA; 0~10V; 0~5V; RS485
Type of pressure	Differential pressure, gauge pressure etc
Power supply	DC12~32V (5V, 3.3V customization only)
Work temperature	-10~70°C
Operating temperature	-20~60°C
Response time	≤10ms
Storage temperature	-40~100°C
Zero point temperature drift	±0.15%FS
Sensitivity temperature drift	±0.15%FS
Overload pressure	150%FS
Mechanical vibration	20g (20~5000Hz)
Impact	100g (11ms)
Accuracy	0.2 %and 0.5% are optional
Long-term stability	± 0.2% FS/year
Insulation	100MΩ、250V DC
Material	IP65
Media compatible	Media compatible with stainless steel

Przepływomierz elektromagnetyczny DN50 Songger



Własności:

Podświetlany wyświetlacz LCD o wysokiej rozdzielczości obsługuje przełączanie menu w języku angielskim/chińskim. Odczyty przepływu całkowitego i w czasie rzeczywistym są wyraźnie wyświetlane dla wygody użytkownika.

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

Konstrukcja obwodu przeciwzakłóceniewego, stabilna w trudnych warunkach przemysłowych. Dostępne opcjonalne wersje wysokociśnieniowe lub wodoodporne IP68.

Domyślnie kołnierz, z opcjonalnymi złączami zaciskowymi/gwintowanymi dla małych średnic. Wiele formatów zasilania i wyjściowych zapewnia kompatybilność systemu.

Dokładność pomiaru do $\pm 0,5\%$, z opcjami rozmiarów od DN6 do DN2600, aby pokryć zarówno

małe, jak i duże systemy rurociągów.

Zakres pomiarowy dla DN50: 0.7-160m³/h

Dane techniczne:

Nazwa produktu	Inteligentny przepływomierz elektromagnetyczny
Model	CKLDG/LDE
Średnica	DN6–DN2600
Ciśnienie	DN10–150: 1,6 MPa DN200–600: 1,0 MPa DN700–2600: 0,6 MPa (Dostępna personalizacja pod wysokim ciśnieniem)
Materiał korpusu	Stal węglowa (domyślnie), opcjonalnie SS304/316
Typ połączenia	Kołnierz (domyślnie), zacisk/gwint (opcjonalnie dla DN15–50)
Zasilanie	AC220V (domyślnie), DC24V, bateria litowa (opcjonalnie)
Dokładność	$\pm 0,5\%$ (typ zintegrowany), $\pm 2,5\%$ (typ wkładany)
Stopień ochrony	IP65 (domyślnie), IP68 dostępny dla wersji zdalnej
Sygnal wyjściowy	Impuls, RS485 MODBUS, 4–20 mA
Materiał wyłożenia	DN65↓: PTFE (domyślnie), DN80↑: Guma (domyślnie) Opcjonalnie: PO, PFA, F46
Materiał elektrody	316L (domyślnie), tytan, tantal, Hastelloy, platyna
Minimalna przewodność cieczy	$\geq 20 \mu\text{S/cm}$

Przepływomierz elektromagnetyczny DN25 Songger



Własności:

Podświetlany wyświetlacz LCD o wysokiej rozdzielczości obsługuje przełączanie menu w języku angielskim/chińskim. Odczyty przepływu całkowitego i w czasie rzeczywistym są wyraźnie wyświetlane dla użytkownika.

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

Konstrukcja obwodu przeciwwzakłóceniewego, stabilna w trudnych warunkach przemysłowych. Dostępne opcjonalne wersje wysokociśnieniowe lub wodoodporne IP68.

Domyślnie kołnierz, z opcjonalnymi złączami zaciskowymi/gwintowanymi dla małych średnic. Wiele formatów zasilania i wyjściowych zapewnia kompatybilność systemu.

Dokładność pomiaru do $\pm 0,5\%$, z opcjami rozmiarów od DN6 do DN2600, aby pokryć zarówno

małe, jak i duże systemy rurociągów.

Zakres pomiarowy dla DN25: 0.176-26.5m³/h

Dane techniczne:

Nazwa produktu	Inteligentny przepływomierz elektromagnetyczny
Model	CKLDG/LDE
Średnica	DN6–DN2600
Ciśnienie	DN10–150: 1,6 MPa DN200–600: 1,0 MPa DN700–2600: 0,6 MPa (Dostępna personalizacja pod wysokim ciśnieniem)
Materiał korpusu	Stal węglowa (domyślnie), opcjonalnie SS304/316
Typ połączenia	Kołnierz (domyślnie), zacisk/gwint (opcjonalnie dla DN15–50)
Zasilanie	AC220V (domyślnie), DC24V, bateria litowa (opcjonalnie)
Dokładność	$\pm 0,5\%$ (typ zintegrowany), $\pm 2,5\%$ (typ wkładany)
Stopień ochrony	IP65 (domyślnie), IP68 dostępny dla wersji zdalnej
Sygnal wyjściowy	Impuls, RS485 MODBUS, 4–20 mA
Materiał wyłożenia	DN65↓: PTFE (domyślnie), DN80↑: Guma (domyślnie) Opcjonalnie: PO, PFA, F46
Materiał elektrody	316L (domyślnie), tytan, tantal, Hastelloy, platyna
Minimalna przewodność cieczy	$\geq 20 \mu\text{S/cm}$

Przepływomierz elektromagnetyczny DN100 Gitemasur



Zakres pomiarowy dla DN100: 14-140m³/h

Przepływomierz znajduje zastosowanie w różnorodnych procesach technologicznych, jak również w przemyśle ciężkim. Dostępne są różne przyłącza procesowe takie, jak: kołnierzowe, międzykołnierzowe (sandwich), gwintowane,

Dane techniczne:

Nominal diameter(mm)	Pipe PTFE lining: DN10~DN600
	Pipeline rubber lining: DN40~DN2000
Flow direction	Forward and reverse flow
Repeatability error	Measured value $\pm 0.1\%$
Precision level	$\pm 0.5\%, \pm 1.0\%$
The temperature of the measured medium	Conventional rubber lining: $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$
	High-temperature rubber lining: $-20^{\circ}\text{C} \sim +90^{\circ}\text{C}$
	PTFE lining: $-20^{\circ}\text{C} \sim +120^{\circ}\text{C}$
	High PTFE lining: $-20^{\circ}\text{C} \sim +180^{\circ}\text{C}$
Rated working pressure (high pressure can be customized)	DN10~DN25 $\leq 4.0\text{MPa}$
	DN32~DN150 $\leq 1.6\text{MPa}$
	DN200~DN600 $\leq 1.0\text{MPa}$
	DN700~DN2000 $\leq 0.6\text{MPa}$
Velocity range	0.3~15m/s
Conductivity range	$\geq 5\mu\text{s/cm}$
Signal output	4 ~ 20 mA(0 ~ 750 Ω load resistance), pulse, control level
The communication output	RS485(Modbus-RTU), HART protocol, Profibus protocol
Power supply	AC220V; DC24V; DC12V; Battery
The length of the straight pipe is required	Upstream $\geq 5\text{DN}$, downstream $\geq 2\text{DN}$
Connection mode	Flange connection, Threaded connection, Sanitary clamp connection
Protection grade	IP65, It can be customized IP68
The environment temperature	$-25^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$
Power consumption	$\leq 20\text{W}$

Enkoder inkrementalny PIB3806-2000-G5-24-C



Własności:

Enkoder inkrementalny optyczny PIB3806-3600-G5-24C to czujnik, który przekształca ruch obrotowy w impulsy. Posiada rozdzielczość 3600 impulsów na obrót w dwóch kanałach A i B, a także kanał Z umożliwiający wyznaczenie referencyjnej pozycji enkodera. Zasilany jest w zakresie od 5V do 24V DC i posiada wyjście typu tranzystory NPN.

Enkoder znakomicie sprawdza się w pomiarze ilości obrotów, prędkości obrotowej, odległości, przyspieszenia i kierunku obrotów. Jego

wszeczhronne zastosowanie obejmuje połączenie z narzędziami pomiarowymi, takimi jak śruby lub rolki, umożliwiające pomiary przesuwu elementów liniowych.

Wysoka jakość wykonania oraz szeroki zakres napięć zasilania i typ otwartego kolektora umożliwiają proste podłączenie enkodera do różnych urządzeń w przemyśle. Długość przewodu wynosząca 1,8m zapewnia elastyczność w instalacji enkodera.

Enkoder może pracować z prędkością obrotową do 6000 obr./min, a częstotliwość maksymalna sygnału generowanego na wyjściu wynosi 100kHz. Przed zakłóceniami enkoder chroni ekran, umieszczony w przewodzie podłączeniowym wyprowadzonym z boku obudowy.

Dzięki swoim zaawansowanym funkcjom, enkoder PIB3806-3600-G5-24C znajduje szerokie zastosowanie w automatyce przemysłowej, pozwalając na precyzyjny pomiar ruchu obrotowego oraz pomiary przesunięcia elementów liniowych. Jego solidna konstrukcja, precyzja działania i kompaktowe rozmiary w obudowie o średnicy 38mm czynią go efektywnym narzędziem do automatyzacji różnych procesów.

Parametry:

- Średnica wałka: 6mm
- Typ: inkrementalny
- Temperatura pracy °C: -10 do 80
- Rodzaj wyjścia: Tranzystory NPN
- Napięcie pracy: 5-24V DC
- Długość przewodu: 1.8m
- Rozdzielczość: 2000 imp/obr
- Wał: lity
- Kanały: ABZ
- Średnica obudowy: 38mm
- Kod produktu: IW-PIB3806-2000

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

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 ÷ 5 V;
- 0 ÷ 10 V;
- 0÷20mA;

Parametry wyjść analogowych:

Przetwornik: 12-bitowy;

maksymalna częstotliwość

sygnału wyjściowego: >100Hz

Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- 0 ÷ 5 V;
- 0 ÷ 10 V;

Pompa pionowa SBI 20-07 7,5kW

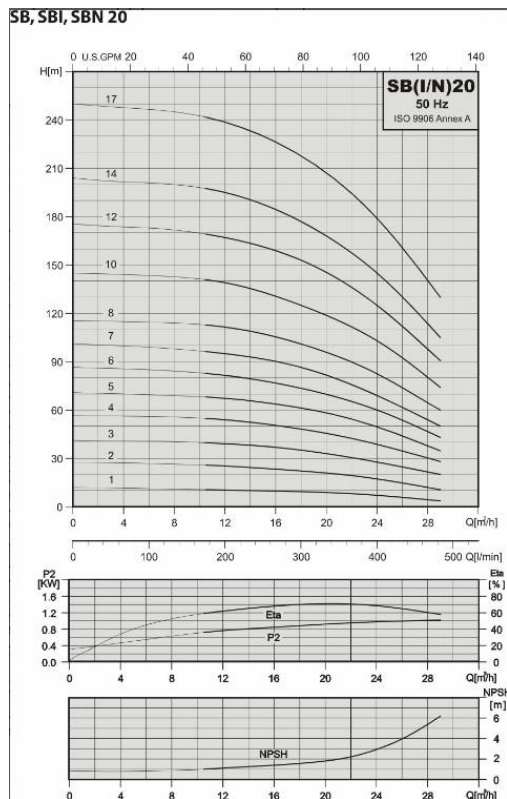
Opis techniczny:

Przeznaczona do pracy ciągłej pompa pionowa typ IN-LINE, przeznaczona do podnoszenia ciśnienia. Występują w różnych konfiguracjach i rozmiarach z różną ilością stopni tak, aby zapewnić odpowiedni przepływ i ciśnienie dla danej instalacji.



Dane techniczne:

Wysokość podnoszenia **H max. - 100 m**,
Max. wydajność **Q max. - 480 l/min**,
Moc silnika **Moc - 7,5 kW, 400V**
Maksymalna temperatura medium : 120°C
Klasa izolacji: F
Stopień szczelności: IP55
Przyłącza kołnierzowe: DN 40
Medium: czysta zimna lub ciepła woda



W załącznikach zamieszczono instrukcję obsługi ww. pompy.

Pompa pionowa CR 45-2



Opis techniczny:

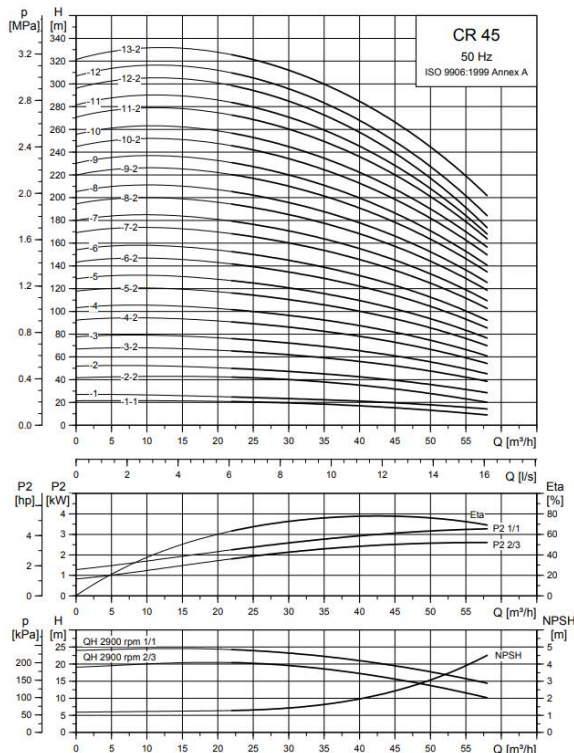
Grundfos CR(E), CRI(E), CRN(E) to pionowe, wielostopniowe pompy odśrodkowe. Konstrukcja in-line umożliwia montaż na poziomych rurociągach jeżeli rury po stronie tłocznej i ssawnej są położone na tym samym poziomie i mają identyczną średnicę. Taka konstrukcja zapewnia bardziej kompaktową budowę pompy i rurociągów. Pompy dostępne są w kilku typowielkościach o zmiennej liczbie stopni w celu uzyskania wymaganej wydajności i ciśnienia.

Pompy **CR** są odpowiednie do różnych zastosowań od tłoczenia wody pitnej do tłoczenia związków chemicznych. Dlatego też pracują w wielu instalacjach, dla których

spełniają wymagania materiałowe i techniczne.

Dane techniczne:

Przepływ znamionowy	45 m ³ /h
Wysokość podnoszenia	38.8 m
Maks. wysokość podnoszenia	51.7 m
Czynnik tłoczony	Woda
Zakres temperatury cieczy	-30 .. 120 °C
Temperatura cieczy podczas pracy	20 °C
Nominalna moc silnika - P2	7.5 kW



Pompa do prób ciśnieniowych IBO PR AUTO



Opis:

Elektryczna pompa przeznaczona do prób ciśnieniowych na szczelność instalacji i napełniania instalacji solarnych.

Dzięki wykorzystaniu silnika elektrycznego jej użytkowanie jest niezwykle proste i komfortowe.

W komplecie z pompą znajduje się pojemnik na płyn, wąż ssący, wąż wysokociśnieniowy, wąż przelewowy oraz filtr ssący.

ZASTOSOWANIE:

- badania szczelności systemów rurowych (instalacje wodne, CO, sprężonego powietrza, olejowe),
- badania ciśnieniowe, badania szczelności przy wytwarzaniu kotłów oraz zbiorników ciśnieniowych,
- napełnianie instalacji solarnych,
- wstrzykiwanie środków przeciw zamarzaniu do istniejących instalacji CO.

Dane techniczne:

Max ciśnienie robocze:	6 MPa, 60 bar, 60 kg/cm ² ,
Wydajność:	174 L/godz,
Moc silnika:	250 W,
Zasilanie:	230v,
Wymiary	(Dł/Wys/Szer): 39 / 29 / 29 cm,
Waga:	14 kg.

Budowa i działanie urządzenia

Stanowisko zostało zaprojektowane jako maksymalnie zwarte i kompaktowe. Do zabudowy wymaga pomieszczenia o gabarytach przynajmniej 5x4.3x2.66m.

Główna część stanowiska powinna być zakotwiona do podłogi.

Do działania wymagane są:

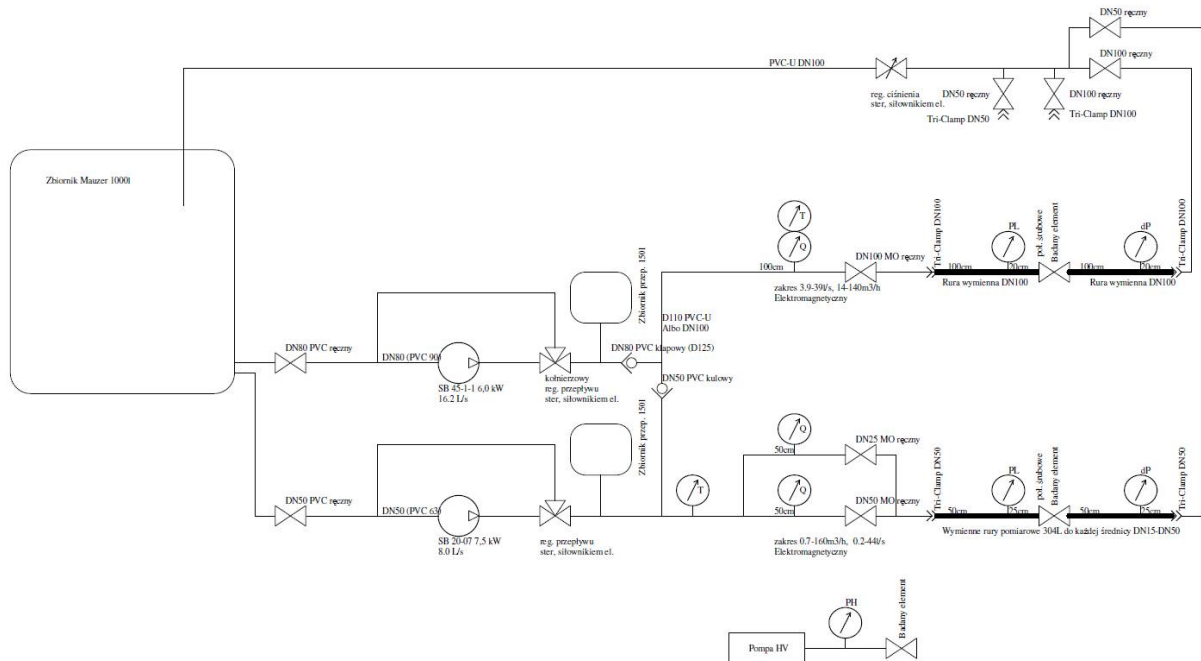
- przyłączy prądowe trójfazowe (gniazdo 5P 32A) o obciążalności przynajmniej 16kW;
- przyłączy wody zimnej (1/2");
- przyłączy kanalizacji (przynajmniej fi40).

Zaleca się żeby podłoga w miejscu posadowienia stanowiska wyposażona była w odpływy liniowe.

Główna część instalacji wodnej została wykonana na rurach i armaturze PVC-U PN10 klejonych, natomiast część pomiarowa, rurki pomiarowe i doloty wykonano ze stali nierdzewnej, zaś zawory kulowe z mosiądzu niklowanego. Wszystkie elementy armatury głównych obiegów wodnych zostały zaprojektowane na ciśnienie 10bar, zaś część wysokociśnieniowa na ciśnienie 200barów.

Generalnie przepływ w instalacji ustawia się zaworem trójdrogowym a ciśnienie ostatnim z zaworów kulowych w każdym obiegu.

Schemat hydrauliczny stanowiska przedstawiono na poniższym rysunku:



Jak widać stanowisko zostało wyposażone w dwa obiegi wodne: jeden do badania armatury od DN15 do DN50, drugi dla armatury od DN50 do DN100. Podział taki wynika z konieczności zapewnienia dokładności pomiarów i precyzji sterowania tak dla małych badanych elementów, jak i dla największych.

Częścią wspólną obu obiegów jest zbiornik wodny i część rury odpływowej. Jako zbiornik zastosowano przemysłowy mauzer o pojemności 1000 litrów. W zbiorniku wykonano dwa przyłącza grodziowe zakończone zaworami kulowymi.

W dolnej części zbiornika jest przyłącze do okresowego spuszczenia wody wyposażone w przyłącze do węża 1/2".



W górnej części zbiornika wykonano przepust na rurę powrotną (DN100) z obu obiegów. Zdjęcie obok. Rura powrotna wewnątrz zbiornika zakończona jest wypływem labiryntowym ułatwiającym separację powietrza z wody.

Na górze zbiornika są też zamontowane przyłącze i powrót wody dla części wysokociśnieniowej oraz zakręcana pokrywa.



Podczas pracy stanowiska, pokrywa górna musi być otwarta!

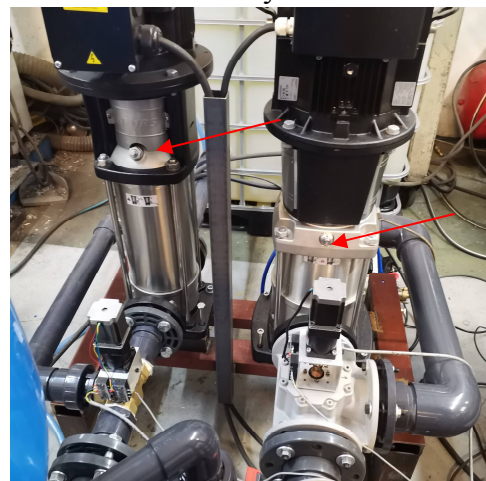
Po próbach zaleca się zamknięcie tej pokrywy. Otwór z pokrywą służy też do okresowego uzupełniania wody w zbiorniku.

Do prób zaleca się używać czystą zimną wodę, bez konieczności demineralizacji. Podczas badań woda powinna mieć temperaturę 10-30°C. 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.

Oba obiegi wodne zbudowane są podobnie: występuje tu pompa z bypassem zbudowanym na zaworze trójdrogowym oraz akumulator ciśnienia na wyjściu.

Dla małego obiegu wstawiono pompę o przepływie 8 litrów/s i ciśnieniu maksymalnym 10bar oraz zawór trójdrogowy DN32 i akumulator zbudowany na zbiorniku buforowym 150 litrów. Wszystkie połączenia małego obiegu zbudowane są na armaturze o średnicy D63mm.

Obie pompy do poprawnej pracy wymagają odpowietrzenia. Zawory odpowietrzające wskazano na poniższym zdjęciu. Odpowietrzanie jest wymagane po każdorazowym spuszczeniu wody ze zbiornika głównego.



W dużym obiegu wstawiono pompę o przepływie 16.2 litra/s i ciśnieniu maksymalnym 5barów oraz zawór trójdrogowy DN80 i akumulator zbudowany na zbiorniku buforowym 150 litrów.

Wszystkie połączenia dużego obiegu zbudowane są na armaturze o średnicy D90mm.

Na obu zaworach trójdrogowych zamontowano napędy zaprojektowane na silnikach krokowych z odpowiednio dobranymi przekładniami planetarnymi – zdjęcie obok. Sterowanie tymi napędami i stopniowe otwieranie zaworów odbywa się automatycznie z rozdzielniczy elektrycznej. Do pozycjonowania zaworów użyto czujników zbliżeniowych.

Zespół akumulatorów ciśnienia (zdjęcie obok) ma za zadanie zniwelowanie skoków ciśnienia wytwarzanych przez pompy i przepływ turbulentny w zaworach trójdrogowych.

Powinny być napompowane do ciśnienia 1-1.5bara.



Jak widać na schemacie za akumulatorami ciśnienia wstawiono dwa zawory zwrotne o odpowiednim przepływie. Umożliwiają one pracę samodzielną obu pomp, a także, gdy wymaga tego badanie również pracę równoległą. Przy pracy równoległej możliwe jest uzyskanie przepływu 22 litry na sekundę. Wybór drogi przepływu i rodzaju pracy pomp dokonuje się zmieniając ręcznie ustawienia zaworów zgodnie z instrukcjami w programie. Za zaworami zwrotnymi duży obieg zmienia średnicę rur i armatury na D110.

Za zaworami oba obiegi posiadają części pomiarowe temperatury i przepływu. Przy czym mały obieg posiada dwie gałęzie pomiarowe włączane odpowiednimi zaworami ręcznymi. Dla małego obiegu zastosowano przepływomierze elektromagnetyczne DN25 i DN50, dla dużego przepływomierz DN100. W każdym przepływomierzu zachowano zalecenia instalacyjne długości prostego odcinka przed (10D) i za (5D) układem pomiarowym. Pomiary przepływu i temperatury w poszczególnych obiegach odczytywane są zdalnie przez sterownik przemysłowy i używane do obliczeń.

Zespół przepływomierzy pokazano na zdjęciu poniżej.



Kolejnym elementem każdego obiegu jest część pomiarowa. Części pomiarowe obiegów wykonane są z rur nierdzewnych. Każdy obieg ma możliwość badania armatury prostej i kątowej.

Części te wyprowadzone są w korycie jak pokazano na zdjęciu obok. Koryto służy do zbierania wody, która wylewa się z rur podczas zmiany armatury. Odpływ z koryta podłączony jest na stałe do kanalizacji.

Każdy z badanych elementów armatury montuje się przy pomocy rur pomiarowych o odpowiednich średnicach i długościach.

Do stanowiska dołączono komplety rur pomiarowych o średnicach:

- DN100
- DN80
- DN65
- DN50
- DN40
- DN32
- DN25
- DN20
- DN15.



Rury łączy się z częścią pomiarową za pomocą złączy tri-clamp. Dla małego obiegu są to przyłącza 2.5", zaś dla dużego 1.5". Złącza te wymagają zastosowania uszczelki silikonowej.

Każdy zestaw rur pomiarowych składa się z rury wlotowej i wylotowej. Każda rura pomiarowa, od strony badanej armatury zakończona jest gwintem zewnętrznym. Jeśli badana armatura posiada gwinty zewnętrzne, do połączenia należy użyć muf. Do uszczelniania zaleca się używać taśmy teflonowej do gwintów o grubości 0.2mm.

Każda z rur posiada przyłącze do badania ciśnienia. Wykonano je na przyłączach pneumatycznych skręcanych na wąż 8x6. Przyłącza te podłącza się do przetworników ciśnienia: wlotowego i różnicowego zamontowanych na ramie stanowiska.

Prawidłowo zmontowany zestaw badawczy prosty pokazano na poniższym zdjęciu.



Dla precyzyjnego dopasowania długości do badanej armatury przy montażu można wykorzystać gwintowane kompensatory.

Dla armatury kątowej wylotową rurę pomiarową montuje się pionowo i łączy z górną częścią badawczą. Zdjęcie obok.



Następnie oba obiegi łączy się ze sobą i już jedną wspólną rurą wracają do zbiornika wodnego.

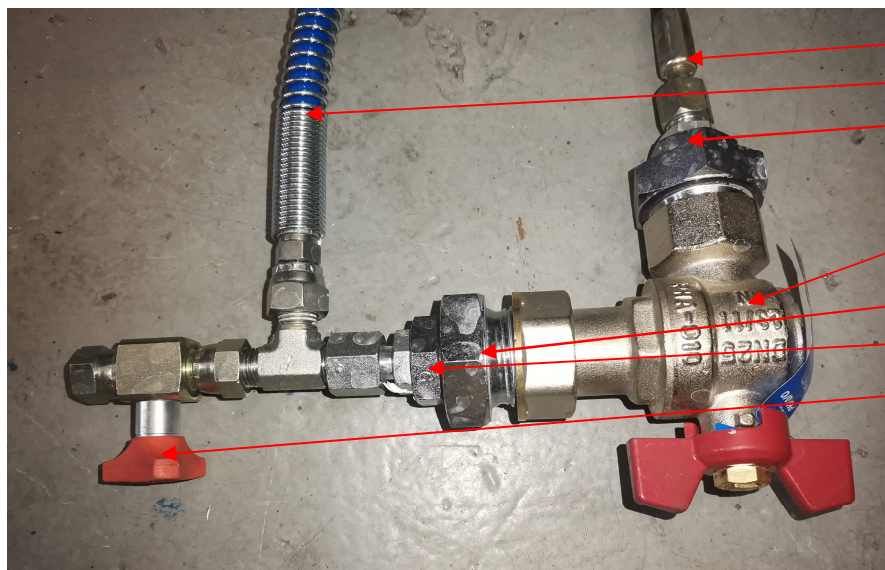
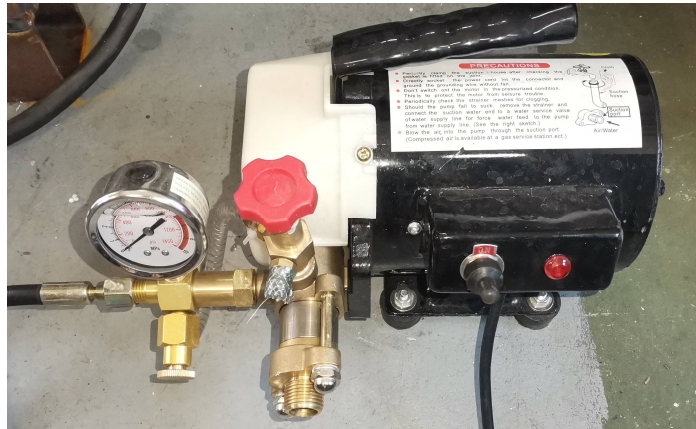
Jak widać na schemacie hydraulicznym część wysokociśnieniowa do badania wytrzymałości została zaprojektowana jako osobny obieg. Dla tego obiegu wszystkie połączenia giętkie i armatura przyłączeniowa wytrzymują ciśnienia powyżej 200barów.

Zespół pompy HP potrafi wytworzyć ciśnienie wody do 60 barów. Regulacja ciśnienia wylotowego odbywa się zaworem przelewowym umieszczonym na pompie – czerwone pokrętko na zdjęciu obok – i jest ustawione na 30 barów.

Pompa wymaga osobnego podłączenia do zbiornika wodnego i osobnego spustu.

Poza widocznym manometrem analogowym ciśnienie jest również

mierzone i rejestrowane przez cyfrowy czujnik ciśnienia montowany za badanym elementem. Przykład poprawnie zamontowanego zaworu do badań pokazano na poniższym zdjęciu.



- wlot
- pomiar
- redukcja
- zawór badany
- redukcja
- redukcja
- zawór spustowy

Podczas próby badany zawór powinien być otwarty, zaś zawór spustowy zamknięty. Po badaniu zaleca się spuszczenie ciśnienia zaworem spustowym.

Podczas badania występują wysokie naprężenia mechaniczne - należy zachować szczególną ostrożność i zabezpieczyć się przed skutkami rozerwania zaworu.

Do stanowiska dołączono typowe redukcje hydrauliczne – zdjęcie obok. Pozwalają one na przyłączenie dowolnej armatury, czy to z gwintem wewnętrznym czy zewnętrznym do średnicy DN32.



Instalacja elektryczna i układ sterowania

Całe sterowanie stanowiskiem odbywa się przez sterownik przemysłowy zamknięty w rozdzielnicy elektrycznej – zdjęcie obok.

Samą rozdzielnicę umieszczono na ruchomym stojaku.

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 przewidziano trzy kontrolki: PRACA, AWARIA, ZASILANIE i jeden wyłącznik krańcowy.

Znaczenie poszczególnych kontrolki jest następujące:

PRACA – świeci gdy włączona jest automatyczna próba;

AWARIA – świeci, gdy wciśnięty jest wyłącznik awaryjny oraz przysłóciowo do sygnalizacji awarii, które powinny być kontrolowane (np. niski poziom wody w zbiorniku, czy niewłaściwa kolejność faz);

ZASILANIE – sygnalizuje poprawne napięcie zasilania i włączenie stanowiska.

Wciśnięcie wyłącznika awaryjnego natychmiastowo odłącza wszystkie pompy, zamyka zawory trójdrogowe i przerywa ewentualną próbę.

W stanowisku nie przewidziano kontroli poziomu wody w zbiorniku – przed każdą próbą należy to sprawdzić poziom. Przy wyłączonych pompach poziom wody powinien się mieścić w granicach 80-100% pojemności zbiornika.

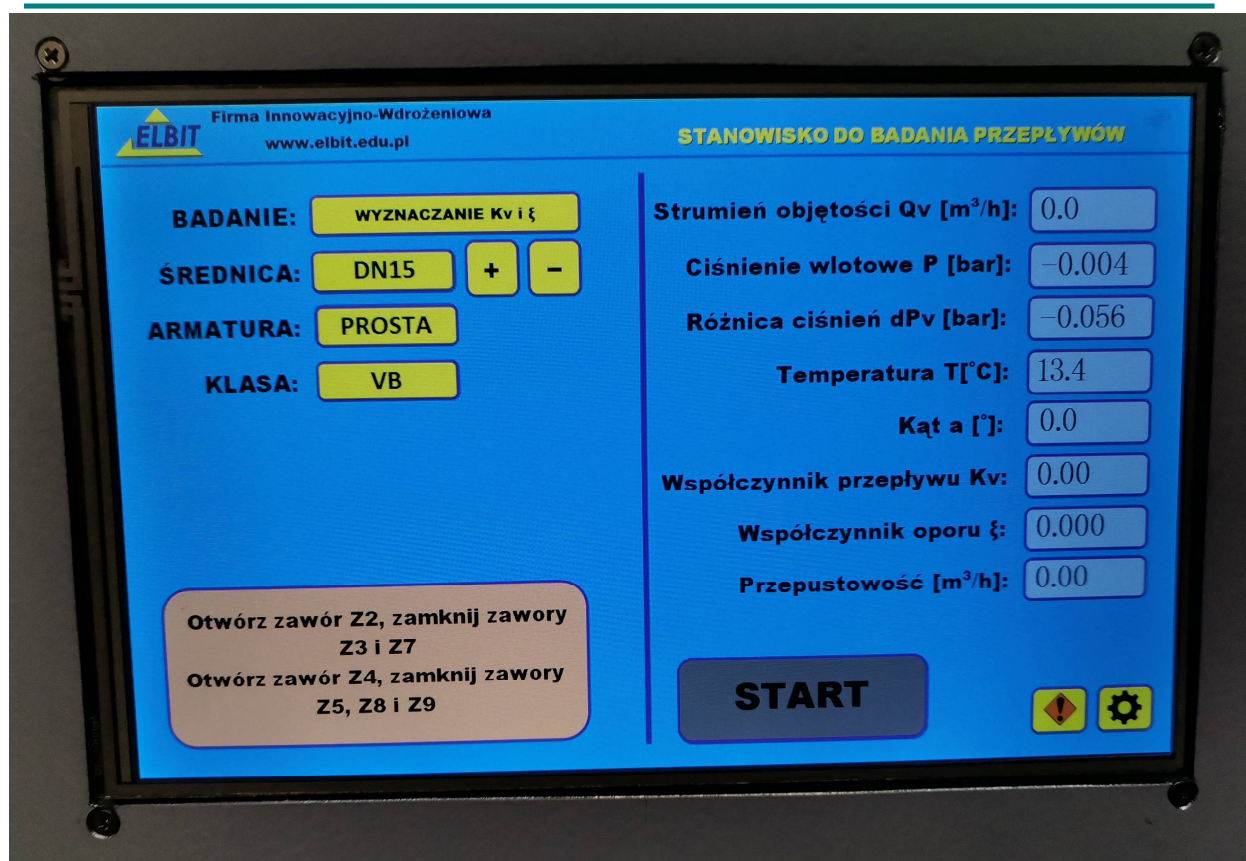
W stanowisku ważna jest kolejność faz, jednakże nie przewidziano automatycznej kontroli. Sprawdzenia poprawności faz dokonuje autoryzowany serwis podczas pierwszego uruchomienia.

Do podłączenia komputera do stanowisko 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 pulpit dotykowy. Na nim też wyświetlane są aktualne wartości pomiarowe. Zdjęcie poniżej.

Dla pracy autonomicznej możliwe jest tylko zaprogramowanie predefiniowanych prób.



Stan włączenia próby sygnalizowany jest podświetleniem odpowiednich kontroltek.

Stawisko w pracy autonomicznej umożliwia wprowadzenie następujących parametrów:

- rodzaj próby:

- wyznaczanie K_v i ζ ;
- przepustowość;
- wytrzymałość hydrauliczna;
- punkt otwarcia zaworu zwrotnego;
- charakterystyka zamykania.

- średnica:

- DN15;
- DN20;
- DN25;
- DN32;
- DN40;
- DN50;
- DN65;
- DN80;
- DN100.

- armatura:

- prosta;
- kątowa.

- klasa:

- VA;
- VB;
- zawór zwrotny;
- zawór grzejnikowy.

Na polach niebieskich, z prawej strony wyświetlacza, wyświetlane są na bieżąco aktualne wyniki pomiarów i obliczeń:

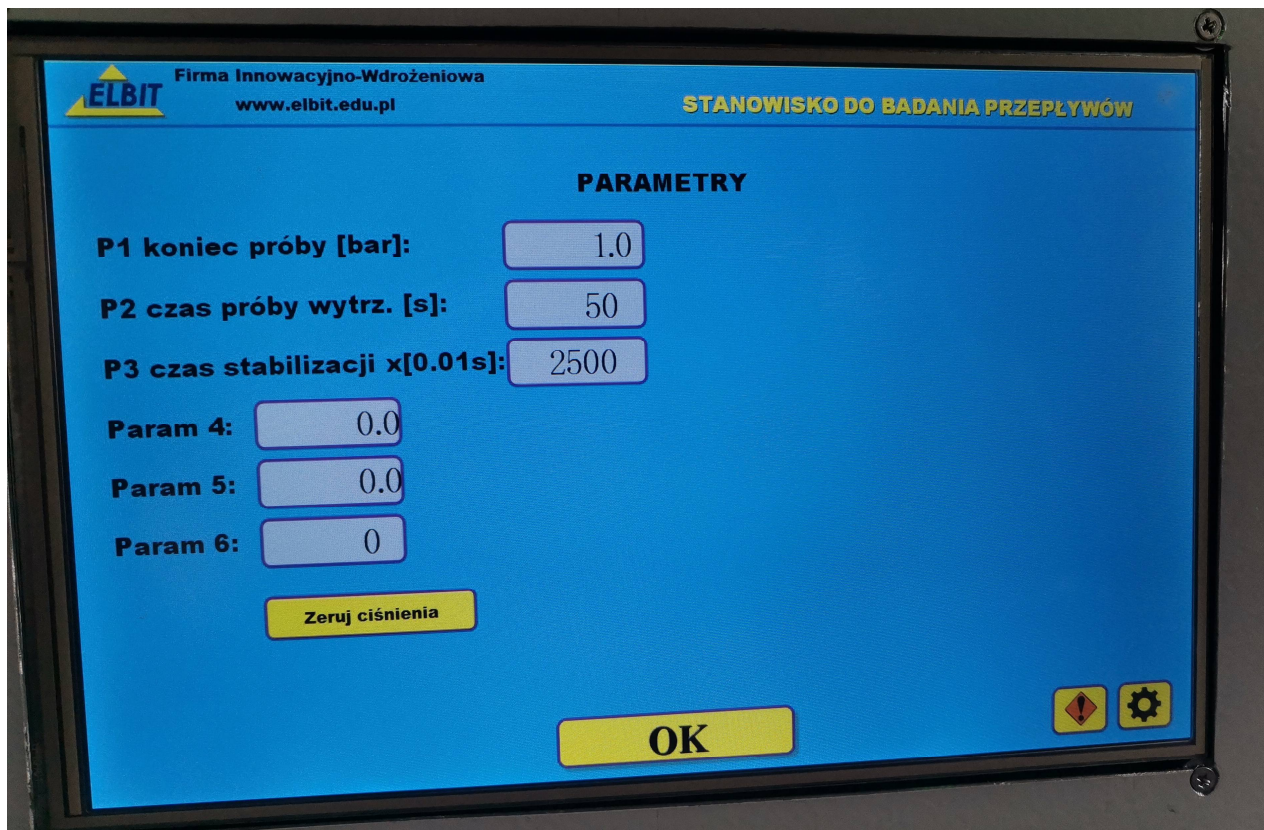
- strumień objętości Q_v [m³/h];
- ciśnienie wlotowe P [bar];
- różnica ciśnień dP_v [bar];
- temperatura T [°C];
- kąt α [°];
- współczynnik przepływu K_v ;
- współczynnik oporu ξ ;
- przepustowość [m³/h].

W dolnej części ekranu znajduje się przycisk: START oraz dwie ikony: AWARIA i PARAMETRY.

Mają one następujące znaczenie:

Przycisk START uruchamia wybraną próbę w trybie automatycznym, ikonka awaria świeci czerwonym pulsującym światłem w przypadku wciśnięcia wyłącznika awaryjnego.

Ikona PARAMETRY włącza panel parametrów jak na poniższym rysunku.



Znaczenie poszczególnych parametrów zostało omówione w opisie programu. Przycisk „Zeruj ciśnienia” powoduje takie ustawienie offsetu aby pomiary ciśnień wskazywały zero.

Badania

W stanowisku przewidziano możliwość przeprowadzenia następujących badań:

- PN 1267 wyznaczenie K_v i ζ ;
- PN 75002 przepustowość armatury;
- PN 75002 wytrzymałość hydrauliczna;
- Punkt otwarcia zaworu zwrotnego;
- Charakterystyka zamykania.

Poniżej zostaną one szczegółowo omówione.

Zawsze, każde badanie można wykonać w trybie ręcznym z programu, tj po włączeniu odpowiednich pomp zmieniać otwarcie zaworów trójdrożnych i odczytywać wyniki. Większość badań posiada jednak zdefiniowane procedury badawcze, które automatycznie wykonują próbę.

Norma PN EN 1267 wyznaczenie K_v i Z

Do obliczeń współczynnika przepływu K_v program wykorzystuje następujący wzór:

$$K_v = q_v \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_v \rho_0}}$$

gdzie:

- q natężenie przepływu, wyrażone w metrach sześciennych na godzinę (m^3/h);
- ρ gęstość wody, wyrażoną w kilogramach na metr sześcienny (kg/m^3);
- ρ_0 gęstość wody w temperaturze $15^\circ C$, wyrażoną w kilogramach na metr sześcienny (kg/m^3).
- dP_v spadek ciśnienia w zaworze, wyrażony w barach.
- dP_v jest obliczane ze wzoru $dP_v = dP_{vt} - dP_t$
gdzie
 - dP_{vt} spadek ciśnienia w rurach i zaworze, wyrażony w barach
 - dP_t spadek ciśnienia w rurach, wyrażony w barach

Do obliczeń współczynnika oporu ζ program wykorzystuje wzór:

$$\zeta = \frac{2 \times \Delta p_v}{\rho \times u^2}$$

gdzie:

- dP_v spadek ciśnienia w zaworze, wyrażony w paskalach (Pa);
- u średnia prędkość strumienia wody, wyrażoną w metrach na sekundę (m/s);
- ρ gęstość wody, wyrażoną w kilogramach na metr sześcienny (kg/m^3).

Obliczenia te wykonywane są automatycznie, na bieżąco, zaś wynik widoczny jest na ekranie.

Do poprawnego określenia współczynnika K_v , w pierwszej kolejności należy określić straty ciśnienia w rurach pomiarowych. Straty dP_t należy określać każdorazowo przy zmianie rurek lub ciśnienia w instalacji.

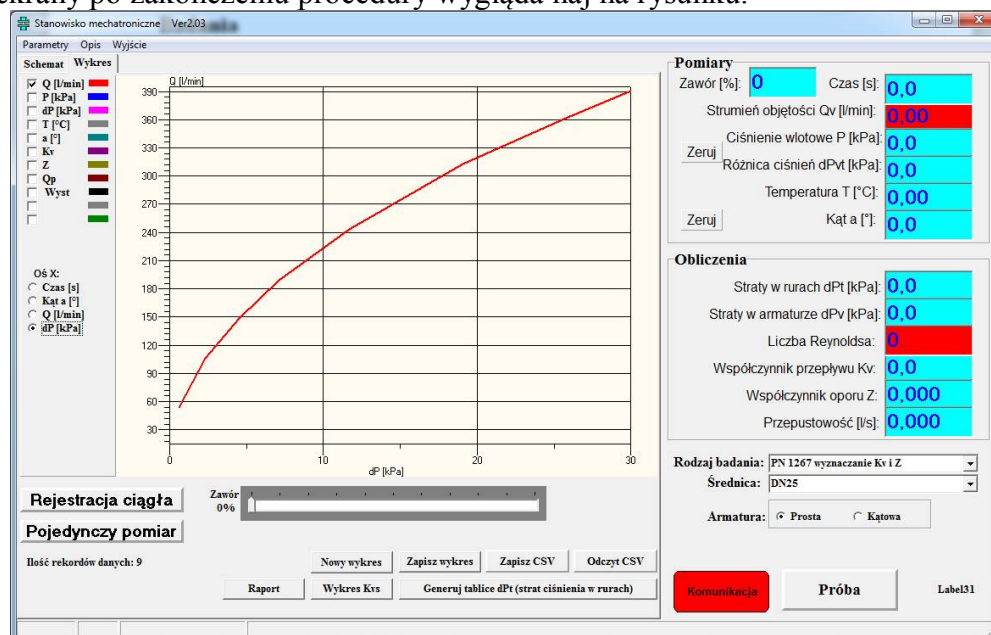
Przystępując do określenia strat w rurach należy połączyć badane rury ze sobą przy pomocy załączonej mufy. Rury powinny stykać się ze sobą. Następnie montujemy taki zestaw przy pomocy złącz do części badawczej. W programie wybieramy:

- badanie K_v i ζ ;
- średnicę zgodną ze średnicą rur;
- armaturę prostą.

Po wyborze średnicy na ekranie komputera i rozdzielnicy widoczne są podpowiedzi nt. ustawień zaworów ręcznych. Należy je ustawić zgodnie z podpowiedziami.

A następnie po ewentualnym odpowietrzeniu układu i wyzerowaniu wskazań ciśnienia uruchamiamy próbę automatyczną.

W tym trybie program automatycznie zwiększa otwarcie zaworu trójdrogowego o 10%, rejestrując każdy z punktów. Program zwiększa przepływ do 100%. W każdej chwili jednak można przerwać wykonywanie procedury. Na koniec otrzymujemy wykres strat ciśnienia dP w rurach pomiarowych w zależności od przepływu Q dla aktualnych warunków. Przykładowy wygląd ekranu po zakończeniu procedury wygląda naj na rysunku.



Na koniec w zakładce „Wykres” należy wcisnąć przycisk „Generuj tablice dPt”, który spowoduje przypisanie tej krzywej jako krzywej strat w rurach i od tego momentu straty te będą przy obliczeniach odejmowane podczas następnych badań. Krzywa strat jest pamiętana nawet po wyłączeniu stanowiska. Dokładne wyniki strat są interpolacją dwóch najbliższych zmierzonych punktów.

Po określeniu strat dP_t (lub gdy nie ma potrzeby ich określania) można przystąpić do właściwego badania K_v i ζ . Do badanej armatury należy zamocować rury pomiarowe. Jeśli armatura posiada gwint zewnętrzny należy użyć załączonych muf. Rury pomiarowe powinny być wkręcone maksymalnie do armatury by nie powodować dodatkowych strat.

Następnie montujemy taki zestaw przy pomocy złącz do części badawczej. W programie wybieramy:

- badanie K_v i ζ ;
- średnicę zgodną ze średnicą rur;
- armaturę zgodną z zamontowaną (prosta lub kątowa).

Po wyborze średnicy i armatury pokazują się podpowiedzi nt. ustawień zaworów ręcznych. Należy je ustawić zgodnie z tym opisem.

A następnie można przystąpić do określania współczynników K_v i ζ .

W zakładce „schemat” włączyć sugerowaną pompę (-y).

Suwakiem ustawić przepływ w granicach 50-100% przepływu nominalnego.

Po ustabilizowaniu się pomiarów skontrolować wskazania liczby Reynoldsa dla aktualnego punktu. Jeśli jest większa niż $4 \cdot 10^4$, zapisać pomiary i obliczenia przyciskiem „Zapisz pomiar”. Jeśli warunek na Re nie jest spełniony należy powtórzyć pomiary dla większego przepływu.

Następnie należy zwiększyć przepływ o kilka procent i powtórzyć procedurę zapisu.

Procedurę powtarzać, aż do zapisania trzech punktów pomiarowych.

Wyłączyć pompę (-y) i zamknąć zawór trójdrogowy.

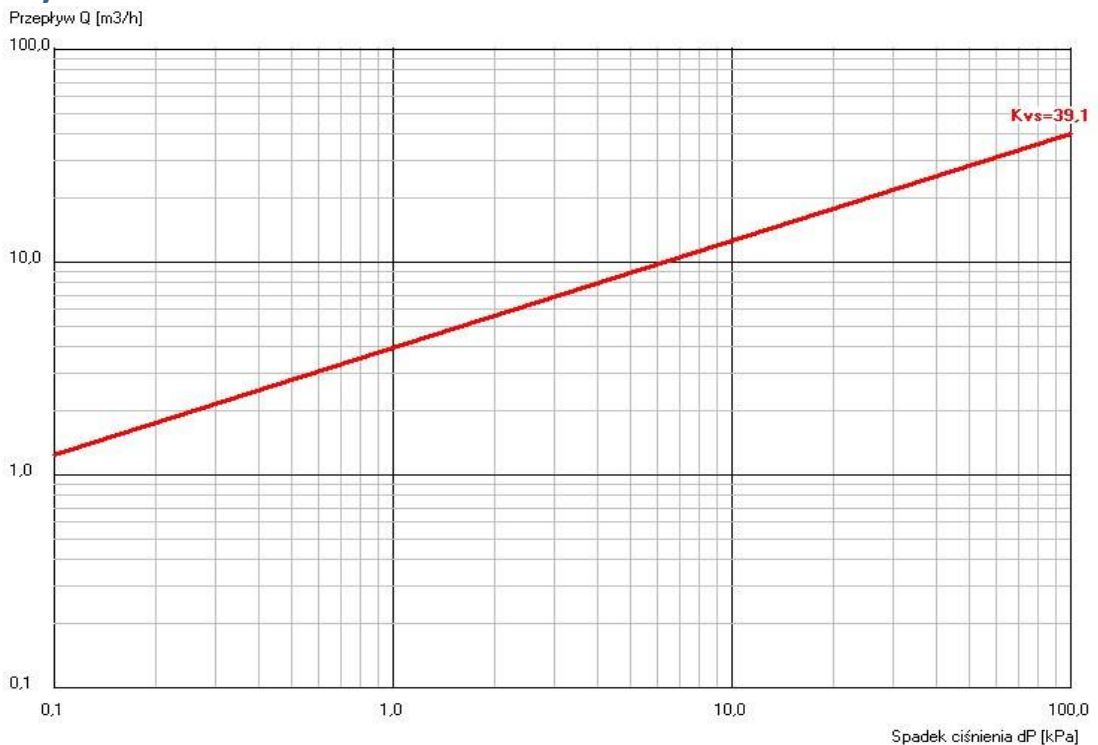
Wygenerować raport odpowiednim przyciskiem w zakładce „Wykres”.

W raporcie umieszczane są wyniki pomiarów i obliczeń dla punktów pomiarowych, wykres logarytmiczny $Q(dP)$ dla wyliczonego K_v oraz obliczone KV średnie dla zmierzonych punktów. Przykładową część raportu zamieszczono poniżej:

3. Wyniki pomiarów i obliczenia

Nr próbki	Pozycja rączki/p okręta	Pomiar	q_v [m ³ /h]	P1 [bar]	P2 [bar]	Δp [bar]	T [°C]	K_v (z obliczeń)	Zetta	Wartość odniesienia
1			3,062	0,024	0,041	0,017	13,063	39,373	0,403	
			3,298	0,027	0,047	0,020	13,062	38,633	0,419	
			3,806	0,032	0,058	0,026	13,060	39,352	0,404	

4. Wykresy



5. Wyniki badań

Lp.	Nr próbki	Typ/model	Q	Kv	Zetta	Ciśnienie otwarcia
1			3,389	39,119		

Na koniec pozostaje zweryfikować czy różnica skrajnych wartości Kv i średniej Kv jest mniejsza niż 4%. Jeśli nie badanie należy powtórzyć z większą ilością punktów.

Norma PN EN 75002 przepustowość armatury

Badanie polega na stopniowym zwiększaniu przepływu dla całkowicie otwartego zaworu, aż do osiągnięcia ciśnienia różnicowego 10kPa (0.1bar). Przepływ ma być nie mniejszy niż w normie.

Do badanej armatury należy zamocować rury pomiarowe. Jeśli armatura posiada gwint zewnętrzny należy użyć załączonych muf. Rury pomiarowe powinny być wkręcone maksymalnie do armatury by nie powodować dodatkowych strat.

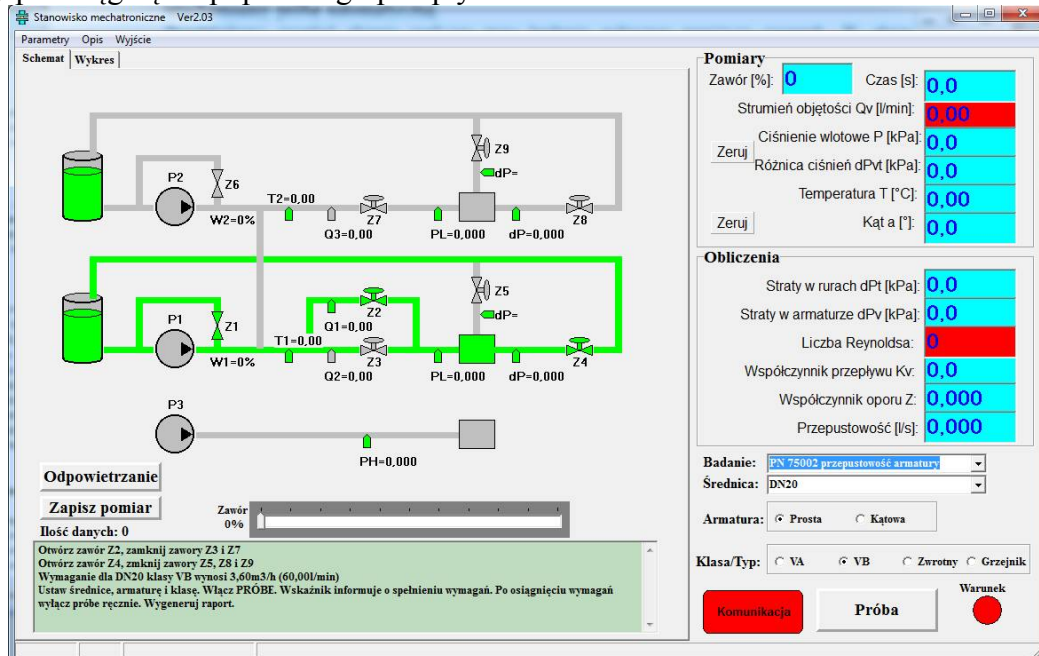
Następnie montujemy taki zestaw przy pomocy złącz do części badawczej. W programie wybieramy:

- PN 75002 przepustowość armatury;
- średnicę zgodną ze średnicą rur;
- armaturę zgodną z zamontowaną (prosta lub kątowa);
- klasę armatury (VA, VB dla kurków, „zwrotny” dla zaworów zwrotnych i „grzejnik” dla zaworów grzejnikowych).

Po wyborze średnicy i armatury pokazują się podpowiedzi nt. ustawień zaworów ręcznych. Należy je ustawić zgodnie z tym opisem.

A następnie po ewentualnym odpowietrzeniu układu i wyzerowaniu wskazań ciśnienia uruchamiamy próbę automatyczną.

Przykładowy wygląd ekranu podczas tego badania pokazuje poniższy rysunek. W oknie podpowiedzi program sam określa wymaganą wartość przepływu. Jednocześnie przy tym badaniu w prawym dolnym rogu ekranu wyświetla się kontrolka, której stan zmieni się na zielony po osiągnięciu poprawnego przepływu.



W tym trybie program automatycznie zwiększa otwarcie zaworu trójdrogowego od pozycji całkowicie zamkniętej o 1%, rejestrując każdy z punktów. Program zwiększa przepływ do osiągnięcia ciśnienia różnicowego 0.1bar czyli 10kPa, a następnie utrzymuje tą wartość.

Odczytany przepływ należy porównać z normatywnym.

Po osiągnięciu stabilizacji należy wyłączyć próbę ręcznie i wygenerować raport.

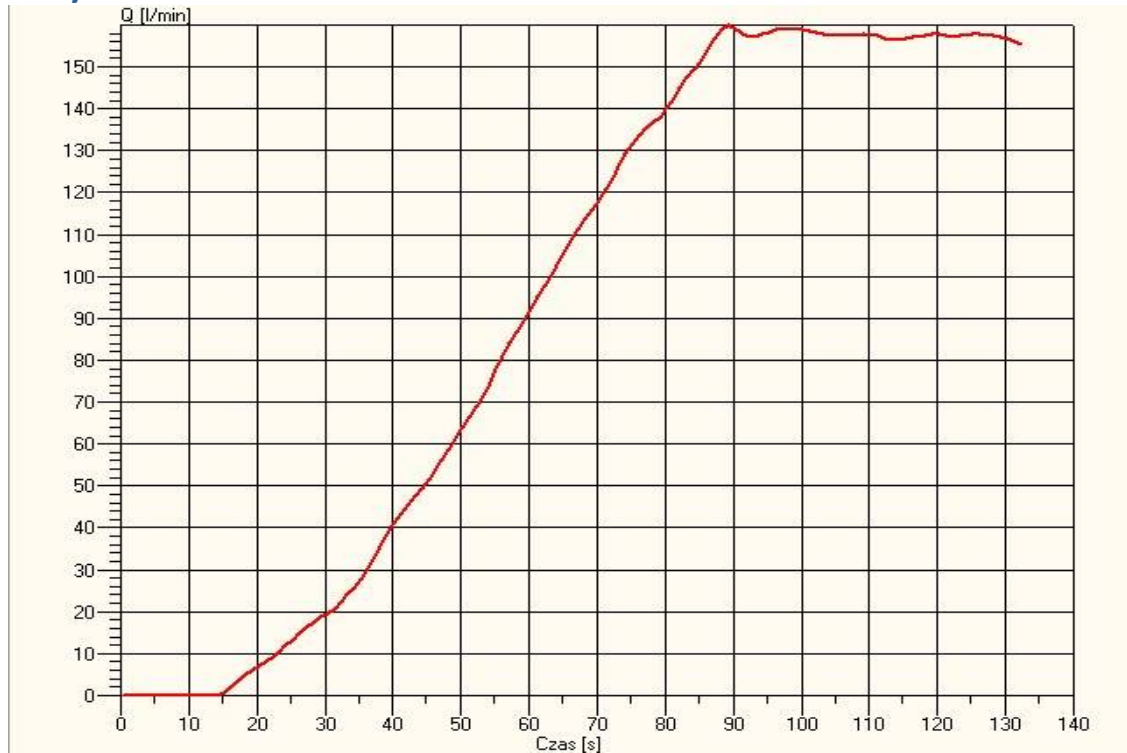
Przykładową część raportu zamieszczono poniżej:

3. Wyniki pomiarów i obliczenia

Dla Q (przy zaworach zwrotnych pomiar Q przy różnych wartościach Δp :

Nr próbki	Pozycja rączki/pokręta	Pomiar	Q[m ³ /h]	P1 [bar]	P2 [bar]	Δp [bar]	T [°C]	Wartość odniesienia
1			9,596	0,094	0,196	0,102	14,154	6,300

4. Wykresy



5. Wyniki badań

Lp.	Nr próbki	Typ/mo del	Q	Kv	Zetta	Ciśnienie otwarcia
1			9,596			

Norma PN EN 75002 - wytrzymałość hydrauliczna

Badanie polega na utrzymywaniu ciśnienia 25 ± 0.1 bar w badanym elemencie przez okres 600s.

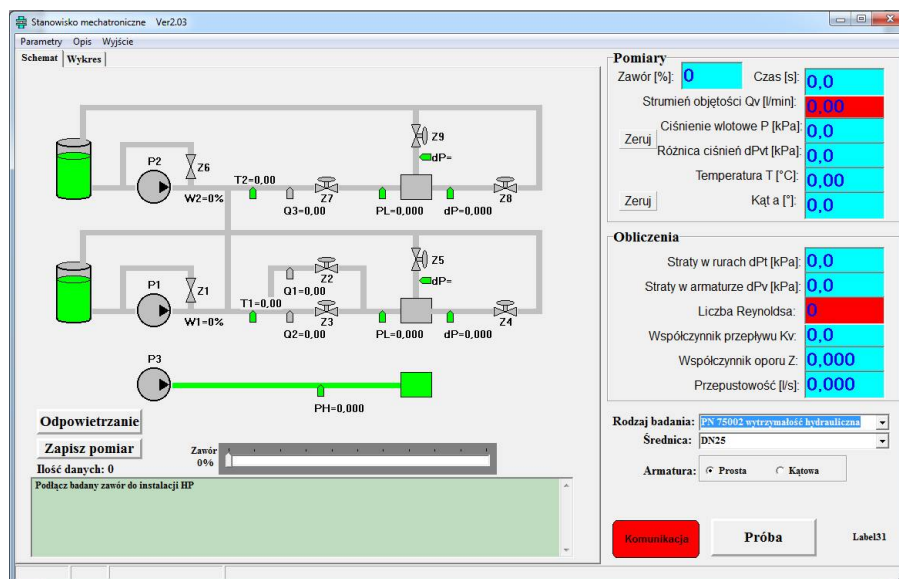
Badaną armaturę należy podłączyć przy pomocy załączonych redukcji hydraulicznych do przewodu wysokiego ciśnienia oraz z drugiej strony do przewodu pomiarowego. **Dołączenia wykorzystywać tylko elementy wysokociśnieniowe!**

W programie wybieramy:

- PN 75002 wytrzymałość hydrauliczna;
- średnicę zgodną ze średnicą rur;
- armaturę zgodną z zamontowaną (prosta lub kątowa).

Po wyborze w zakładce „Schemat” podświetla się aktywna część instalacji.

Przykładowy wygląd ekranu podczas badania pokazuje poniższy rysunek.



Po upewnieniu się, że ewentualne uszkodzenie badanego elementu nie spowoduje zagrożenia uruchamiamy próbę automatyczną. Jeśli istnieje potrzeba odpowietrzenia układu można to zrobić podczas działania pompy HP otwierając na chwilę zawór spustowy.

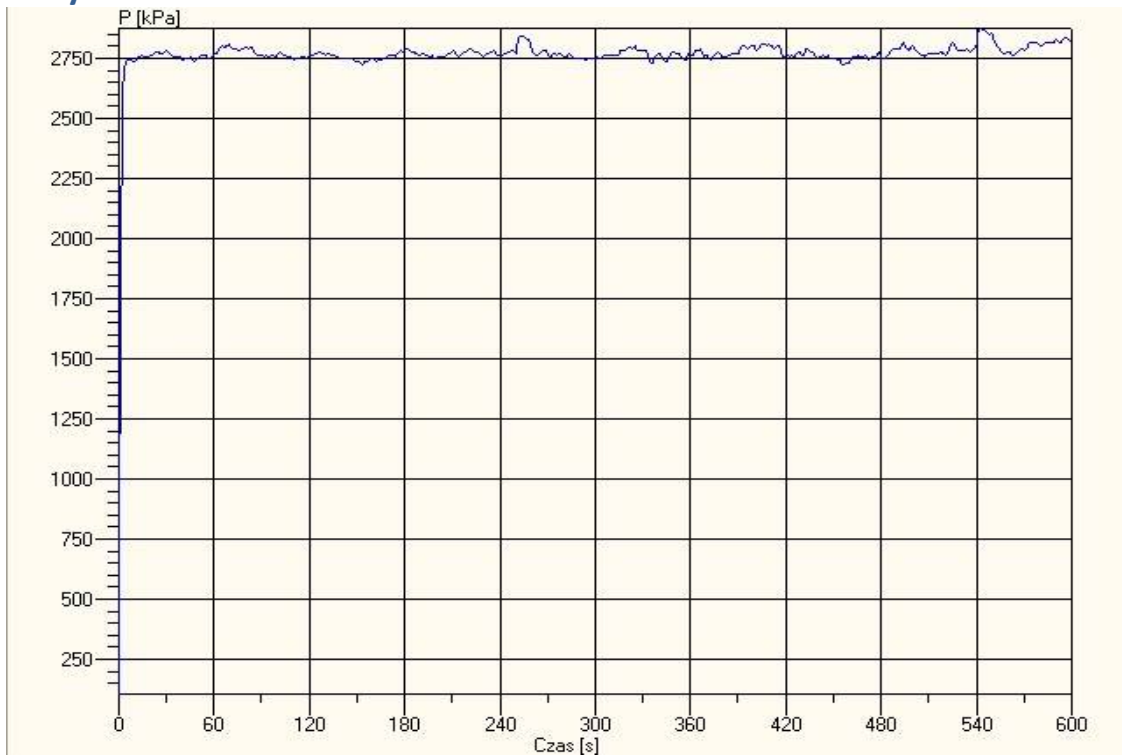
Podczas próby ciśnienie utrzymywane jest automatycznie przez zawór przelewowy zabudowany na pompie HP.

Czas próby będzie automatycznie liczony od momentu osiągnięcia przez układ zadanego ciśnienia 25 barów.

Po osiągnięciu 600 sekund próba wyłączy się automatycznie. W celu rozmontowania badanego układu należy najpierw spuścić ciśnienie z przewodów zaworkiem spustowym.

Po badaniu należy wygenerować raport. Przykład raportu zamieszczono poniżej.

4. Wykresy



5. Wynik

Lp.	Nr próbki	Typ/mo del	Próba (zaliczona/niezaliczona)
1			TAK

Punkt otwarcia zaworu zwrotnego

Badanie polega na stopniowym zwiększaniu przepływu/ciśnienia i rysowaniu charakterystyki $Q(dP)$. Z charakterystyki tej wyznaczyć można punkt otwarcia zaworu.

Do badanego zaworu zwrotnego należy zamocować rury pomiarowe. Jeśli zawór posiada gwint zewnętrzny należy użyć załączonych muf. Rury pomiarowe powinny być wkręcone maksymalnie do zaworu by nie powodować dodatkowych strat.

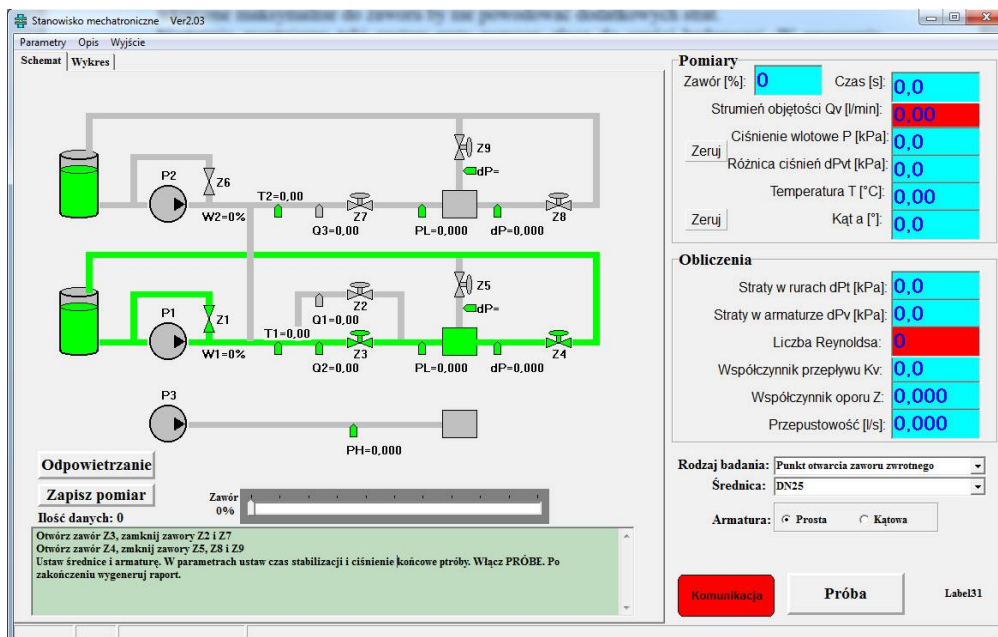
Następnie montujemy taki zestaw przy pomocy złącz do części badawczej. W programie wybieramy:

- Punkt otwarcia zaworu zwrotnego;
- średnicę zgodną ze średnicą zaworu;
- armaturę zgodną z zamontowaną (prosta lub kątowna).

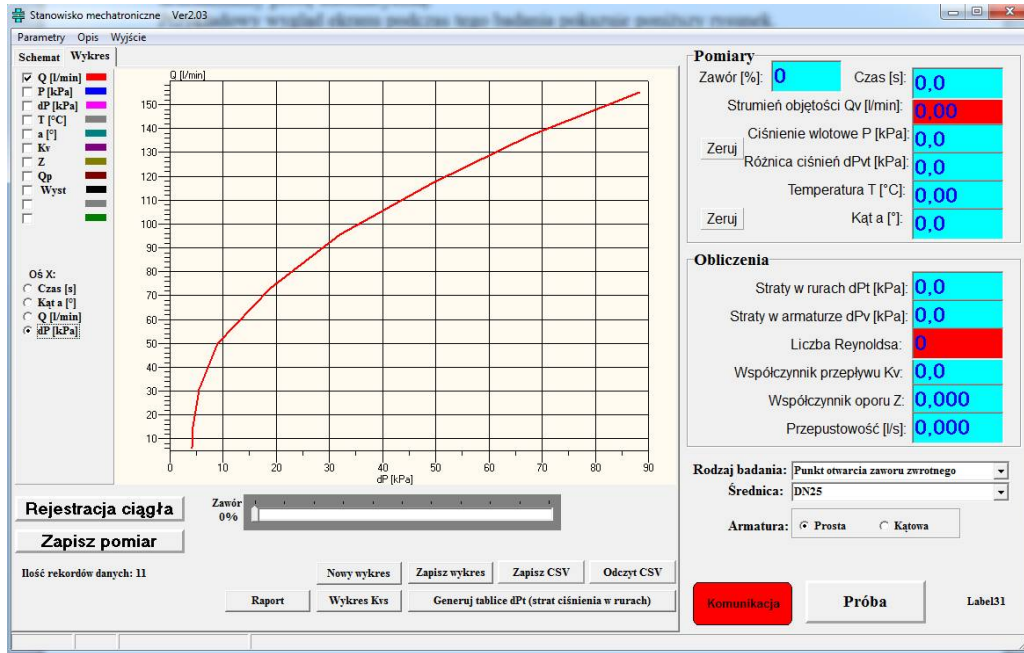
Po wyborze średnicy i armatury pokazują się podpowiedzi nt. ustawień zaworów ręcznych. Należy je ustawić zgodnie z tym opisem. W parametrach programu ustawiamy czas stabilizacji dla każdego punktu pomiarowego (typowo 20-30s) oraz ciśnienie końcowe próby (typowo 1 bar).

A następnie po ewentualnym odpowietrzeniu układu i wyzerowaniu wskaźników ciśnienia uruchamiamy próbę automatyczną.

Przykładowy wygląd ekranu podczas tego badania pokazuje poniższy rysunek.



W tym trybie program automatycznie zwiększa otwarcie zaworu trójdrogowego o 5%, czekając na ustabilizowanie się pomiarów i rejestrując każdy z punktów. Program zwiększa przepływ do osiągnięcia zadanego ciśnienia różnicowego. W każdej chwili jednak można przerwać wykonywanie procedury. Na koniec otrzymujemy wykres przepływu od różnicy ciśnienia $Q(dP)$. Przykładowy wygląd ekranu po zakończeniu procedury wygląda naj na rysunku.

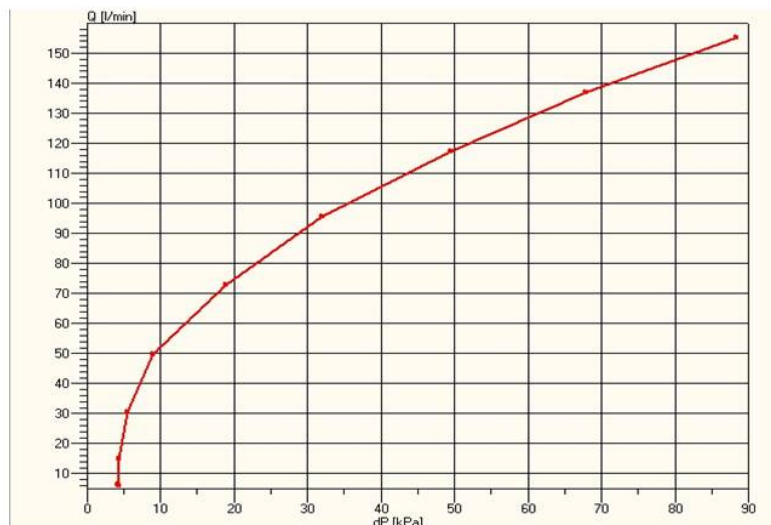


Przecięcie wykresu z osią odciętych (po przedłużeniu) wyznacza ciśnienie otwarcia zaworu zwrotnego. Po zakończonej próbie należy wygenerować raport.
 Przykład raportu (część) zamieszczono poniżej:

β. Wyniki pomiarów i obliczenia

Nr próbki	Pozycja rączki/p okręta	Pomiar	q _v [m ³ /h]	P1 [bar]	P2 [bar]	Δp [bar]	T [°C]	Wartość odniesienia
1			0,364	0,034	0,077	0,042	16,131	
			0,380	0,033	0,075	0,042	16,117	
			0,380	0,034	0,075	0,042	16,104	
			0,905	0,035	0,078	0,043	16,091	
			1,837	0,045	0,099	0,054	16,078	
			2,985	0,082	0,172	0,090	16,068	
			4,380	0,185	0,375	0,189	16,060	
			5,734	0,317	0,636	0,319	16,051	
			7,034	0,486	0,980	0,494	16,054	

4. Wykresy

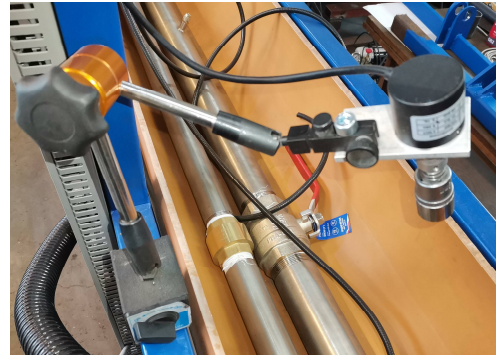


Charakterystyka zamykania

Badanie polega na stopniowym zamykaniu zaworu przy jednoczesnej rejestracji przepływu i ciśnienia. W rezultacie otrzymujemy charakterystykę przepływu od kąta otwarcia $Q(a)$ lub ciśnienia różnicowego od kąta otwarcia $dP(a)$.

Do badanego zaworu należy zamocować rury pomiarowe. Jeśli zawór posiada gwint zewnętrzny należy użyć załączonych muf. Rury pomiarowe powinny być wkręcone maksymalnie do zaworu by nie powodować dodatkowych strat.

Następnie montujemy taki zestaw przy pomocy złącz do części badawczej. Do śruby trzymającej rączkę lub pokrętkę podłączamy końcówką enkodera pomiarowego, a następnie otwieramy maksymalnie zawór i zerujemy enkoder.



W programie wybieramy:

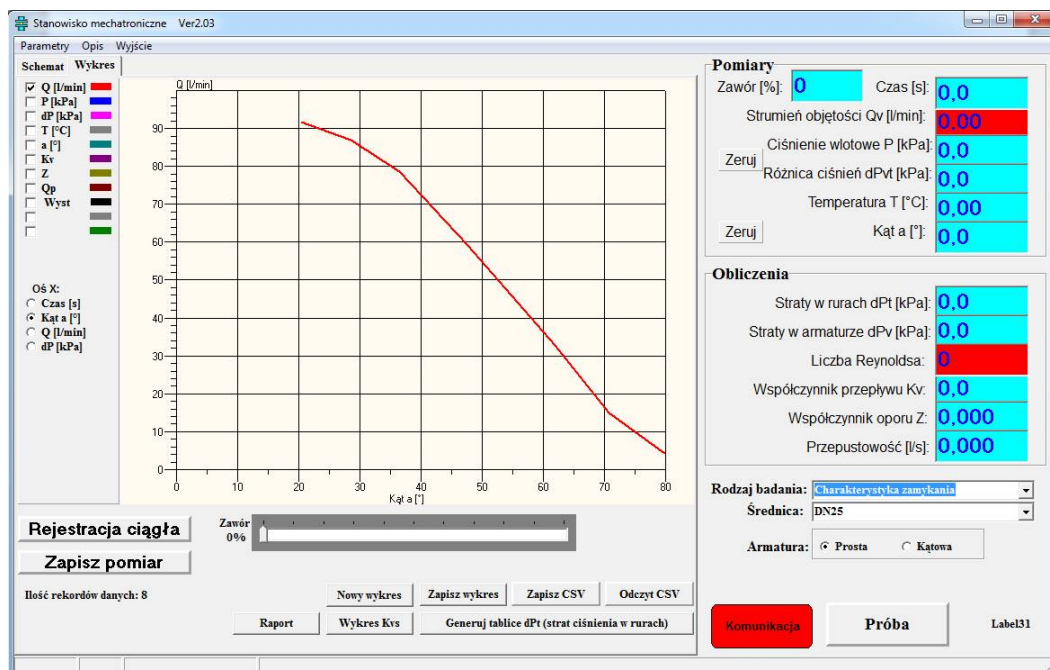
- charakterystyka zamykania;
- średnicę zgodną ze średnicą zaworu;
- armaturę zgodną z zamontowaną (prosta lub kąтова).

Po wyborze średnicy i armatury pokazują się podpowiedzi nt. ustawień zaworów ręcznych. Należy je ustawić zgodnie z tym opisem.

A następnie po ewentualnym odpowietrzeniu układu i wyzerowaniu wskazań ciśnienia uruchamiamy ręcznie włączamy pompę i przy pomocy suwaka ustawiamy żądany przepływ.

Następnie zmieniając o kilka stopni położenie rączki, po ustabilizowaniu się przepływów rejestrujemy każdy punkt. Czynność powtarzamy aż do całkowitego zamknięcia zaworu.

W rezultacie na ekranie otrzymujemy gotową charakterystykę zamykania zaworu. Przykładowy wygląd ekranu przedstawiono na poniższym rysunku:

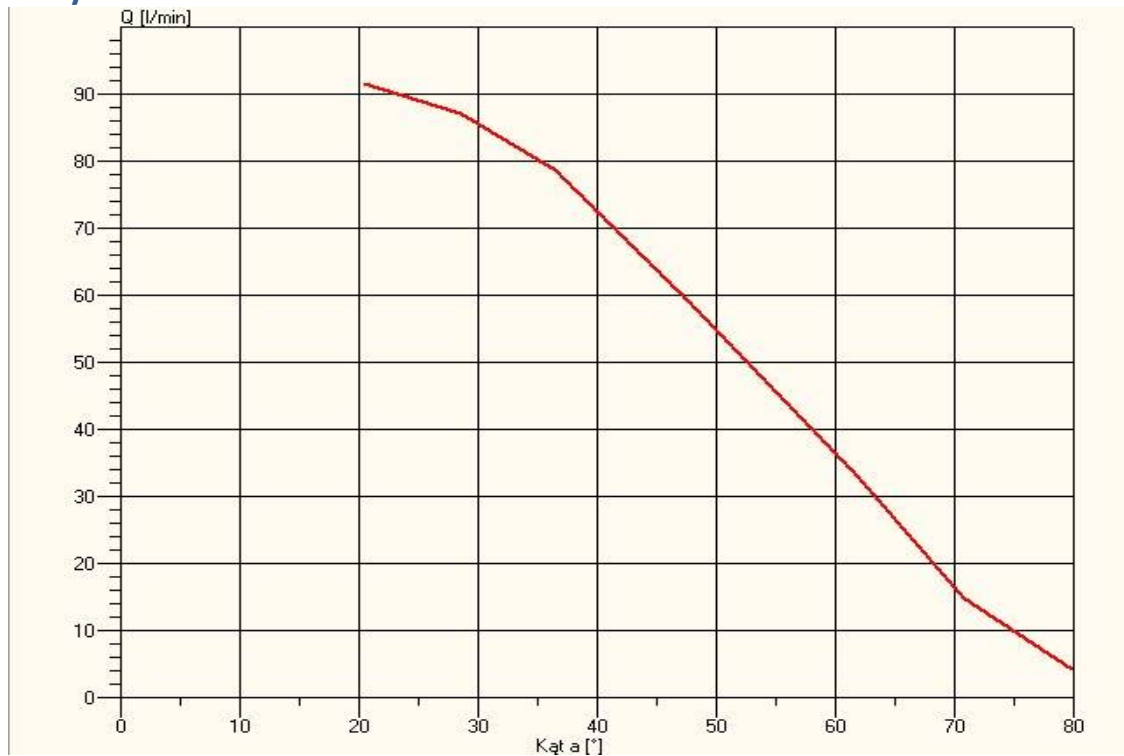


Po badaniu należy wygenerować raport. Część takiego raportu zamieszczono poniżej:

3. Wyniki pomiarów i obliczenia

Nr próbki	Pozycja rączki/pokręta	Pomiar	q_v [m ³ /h]	P1 [bar]	P2 [bar]	Δp [bar]	T [°C]	Wartość odniesienia
1	-0,500		5,859	0,028	0,063	0,035	15,864	
	20,500		5,499	0,105	0,216	0,111	15,852	
	28,600		5,223	0,179	0,365	0,186	15,844	
	36,500		4,715	0,323	0,648	0,326	15,831	
	47,700		3,547	0,570	1,152	0,582	15,822	
	61,900		1,969	0,929	1,839	0,910	15,820	
	70,700		0,893	1,075	2,144	1,069	15,804	
	79,900		0,258	1,108	2,215	1,107	15,777	

4. Wykresy

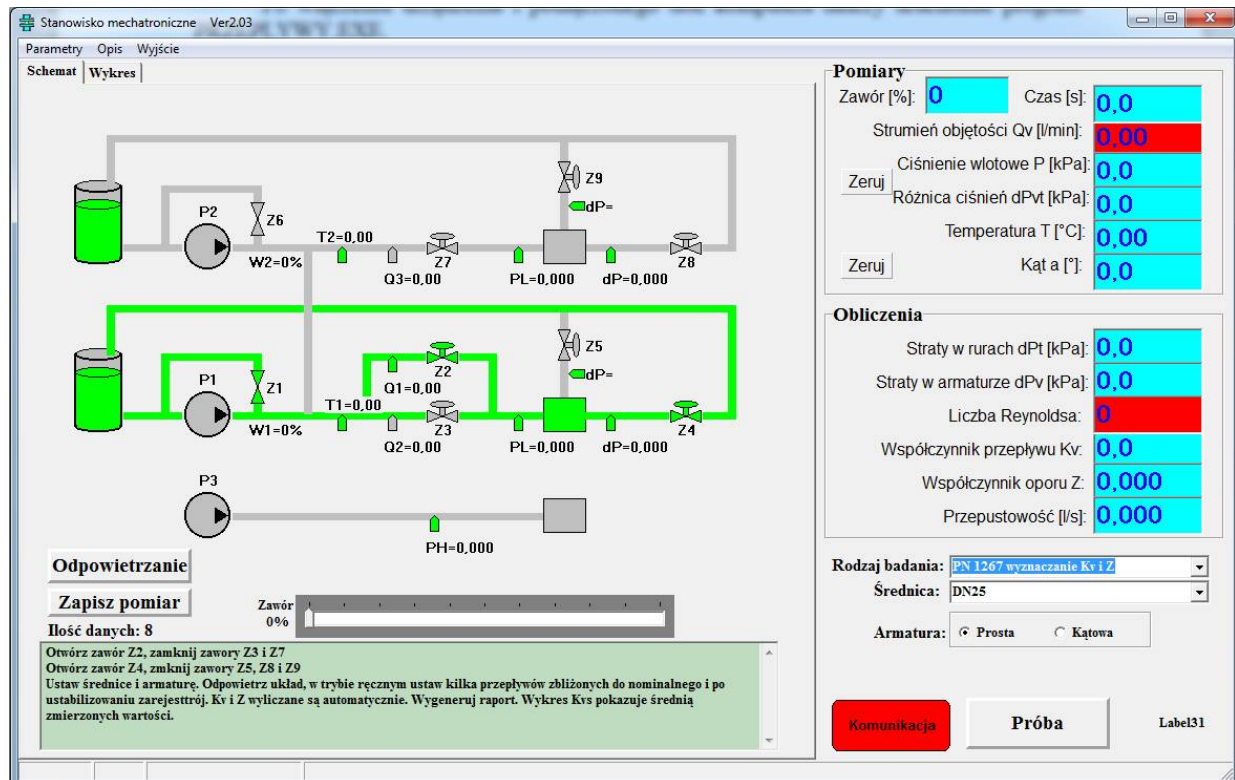


Opis programu PRZEPLYWY

Okno główne

Po włączeniu urządzenia i podłączonego doń komputera należy uruchomić program PRZEPLYWY.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.

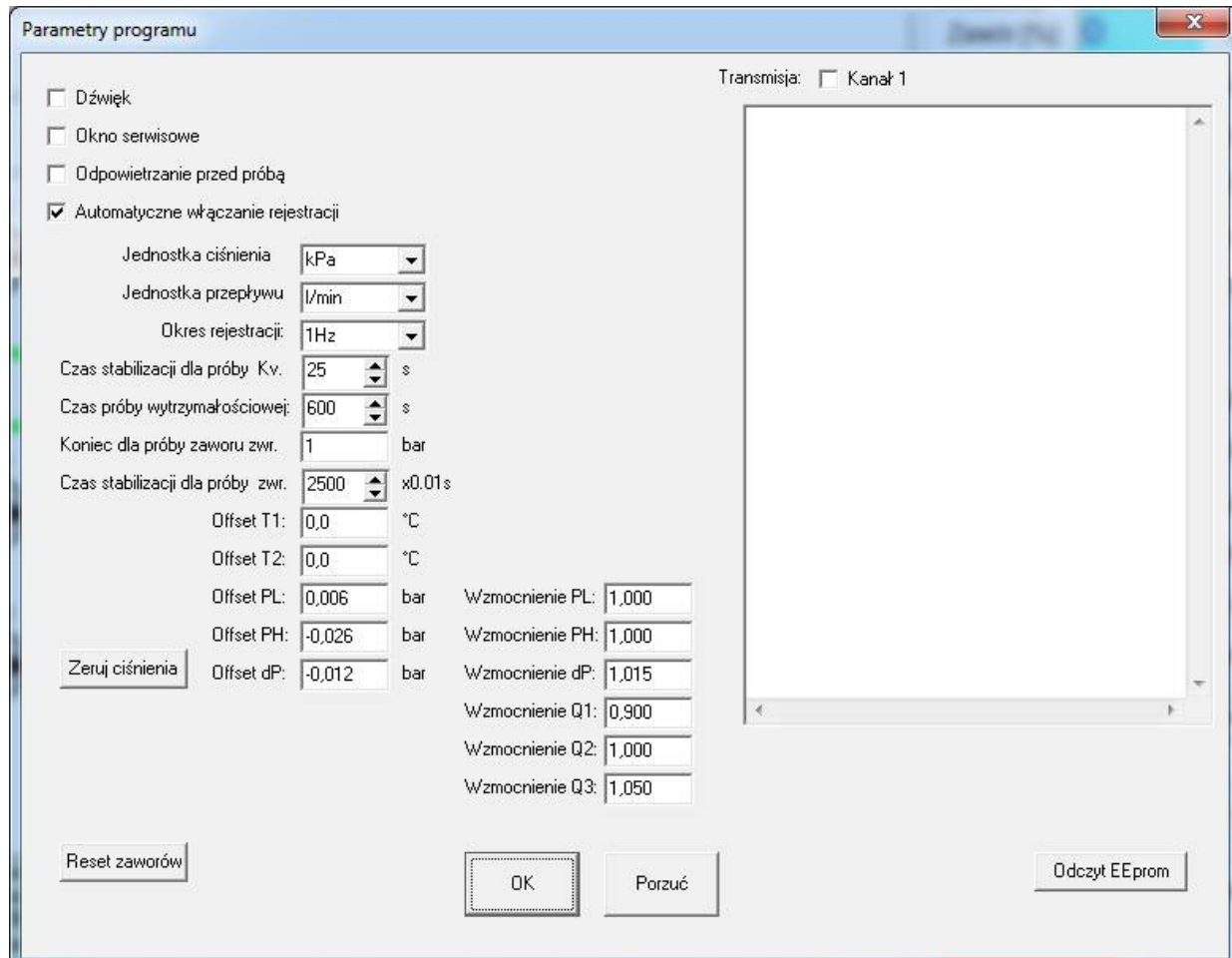
W górnym pasku ikon dostępne są szczegółowe ustawienia parametrów programu oraz opis i zamknięcie programu.

Niektóre komendy. Omówiono je w kolejności występowania w programie.

Ikona 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 naciśnięciu 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.

Odpowietrzanie przed próbą – uaktywnia funkcję automatycznego odpowietrzania instalacji przed każdą próbą.

Automatyczne włączanie rejestracji – dla prób 1 (przepustowość) i 2 (wytrzymałość) automatycznie włączana jest rejestracja ciągła, dla próby 3 (zawór zwrotny) wykres jest zerowany wraz z włączeniem próby.

Jednostka ciśnienia – określa jednostkę ciśnienia w jakiej wyświetlane są pomiary w oknach

i na wykresach. Możliwe ustawienia: bar, kPa Mpa.

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.

Czas stabilizacji dla próby Kv – dla próby nr 0 (wyznaczanie Kv i ζ) określa czas potrzebny na ustabilizowanie się pomiarów dla każdego punktu.

Czas próby wytrzymałościowej – dla próby nr 2 (wytrzymałość hydrauliczna) określa czas utrzymywania wysokiego ciśnienia wymagany do zaliczenia testu.

Czas stabilizacji dla próby zwr. – dla próby 3 (zawór zwrotny) określa czas wymagany do ustabilizowania się pomiarów.

Koniec dla próby zaworu zwrotnego – dla próby nr 4 (punkt otwarcia zaworu zwrotnego) określa maksymalne ciśnienie do jakiej prowadzone są pomiary.

Offset – dla wartości pomiarowych T1, T2, PL, PH, dP jest to stała wartość doliczania do wskazań. Za pomocą offsetu można w prosty sposób wyzerować wskazania ciśnieniomierzy.

Wzmocnienie – dla wartości PL, PH, dP, Q1, Q2, Q3 jest to liczba rzeczywista, przez którą mnożone są wyniki poszczególnych pomiarów. Jej wartość ustala się w procesie wzorcowania i adjustacji w akredytowanym laboratorium.

Zeruj ciśnienia – powoduje takie przyjęcie offsetów, by wszystkie przetworniki ciśnienia wskazywały zero.

Reset zaworów – wywołanie tej funkcji sprowadza oba zawory trójdrogowe w położenie spoczynkowe, tj. gdy zawór jest całkowicie zamknięty.

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 wyliczonymi przez urządzenie.

Pomiary		
Zawór [%]:	0	
Czas [s]:	0,0	
Strumień objętości Q_v [l/min]:	0,00	
Ciśnienie wlotowe P [kPa]:	0,0	
Zeruj	Różnica ciśnień dP_{vt} [kPa]:	0,0
Zeruj	Temperatura T [°C]:	0,00
Zeruj	Kąt α [°]:	0,0

Obliczenia	
Straty w rurach dP_t [kPa]:	0,0
Straty w armaturze dP_v [kPa]:	0,0
Liczba Reynoldsa:	0
Współczynnik przepływu K_v :	0,0
Współczynnik oporu Z:	0,000
Przepustowość [l/s]:	0,000

Zawór [%] – stopień otwarcia zaworów trójdrogowych;

Czas [s] – większość prób automatycznych to procesy czasowe. Po włączeniu próby startuje licznik czasu widoczny w tej części programu. Jedynie dla próby wytrzymałościowej licznik ten startuje w momencie osiągnięcia wymaganego ciśnienia.

Strumień objętości Q_v [l/min] – w stanowisku zamontowano trzy przepływomierze.

W zależności od automatycznego wyboru obiegu w tym polu wyświetlane są aktualne wartości przepływu. Jednostka wybierana jest w oknie parametrów.

Ciśnienie wlotowe P [kPa] – w stanowisku zamontowano dwa absolutne przetworniki ciśnienia. W zależności od automatycznego wyboru obiegu w tym polu wyświetlane są aktualne wartości ciśnienia. Jednostka wybierana jest w oknie parametrów.

Różnica ciśnień dP_{vt} [kPa] – w trakcie niektórych prób mierzona jest różnica ciśnień w armaturze za pomocą przetwornika podłączonego do rur pomiarowych. Wartość różnicy ciśnień w ruchach i mierzonej armaturze wyświetlana jest na tym polu. Jednostka wybierana jest w oknie parametrów.

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

Temperatura [°C] – w stanowisku zamontowano dwa przetworniki temperatury w obu obiegach. W zależności od automatycznego wyboru obiegu w tym polu wyświetlane są aktualne wartości temperatury wody.

Kąt α [°] – stanowisko mierzy kąt obrotu rączki lub pokrętła zaworu. Wynik prezentowany na tym polu w stopniach.

Zeruj – stanowisko automatycznie zeruje wartość mierzonego kąta. Wartość ta jest zapamiętywana po wyłączeniu urządzenia.

Straty w ruchach dPt [kPa] – w trakcie niektórych prób od wartości zmierzonej różnicy ciśnień należy odjąć straty w rurach. Wartość strat w rurach jest tabelaryzowana. W tym polu jest wyświetlana wartość interpolowana tych strat. Jednostka wybierana jest w oknie parametrów.

Straty w armaturze dPv [kPa] – jest to najważniejsza wartość dla pomiarów Kv i ζ . Powstaje przez odjęcie od wartości zmierzonej dPvt strat w rurach dPt. Jednostka wybierana jest w oknie parametrów.

Współczynnik przepływu Kv – obliczany na bieżąco wskaźnik współczynnika przepływu. Jednostka m³/h. Dokładny opis obliczania Kv znajduje się w opisie próby.

Współczynnik oporu ζ – obliczany na bieżąco wskaźnik współczynnika oporu. Dokładny opis obliczania ζ znajduje się w opisie próby.

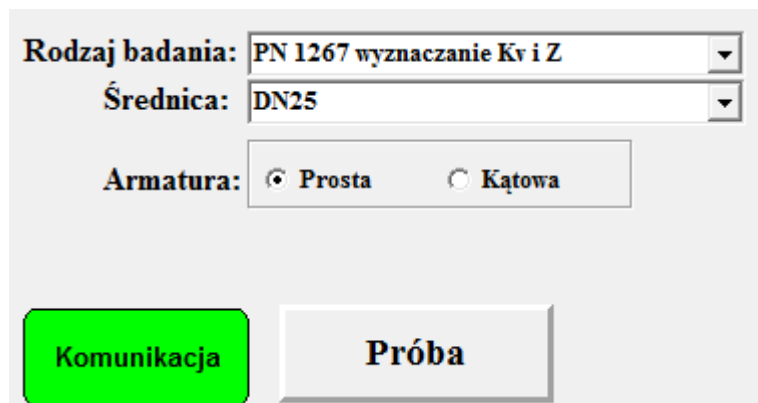
Przepustowość [l/s] – strumień objętości w przeliczeniu na litry na sekundę. Potrzebny do próby przepustowości. Po osiągnięciu wymaganej przepustowości dla wybranej klasy pole to zmienia się na zielone. Przepustowość jest czytana tylko gdy ciśnienie różnicowe dPvt mieści się w granicach 10kPa \pm 0.5kPa.

Programowanie próby

Z prawej strony ekranu umieszczono pola służące do programowania próby.

W stanowisku przewidziano możliwość wykonywania następujących prób:

- PN 1267 wyznaczenie Kv i ζ ;
- PN 75002 przepustowość armatury;
- PN 75002 wytrzymałość hydrauliczna;
- Punkt otwarcia zaworu zwrotnego;
- Charakterystyka zamykania.



Możliwy jest też wybór predefiniowanych średnic:

- DN15;
- DN20;
- DN25;
- DN32;
- DN40;
- DN50;
- DN65;
- DN80;
- DN100.

W kolejnym polu wybiera się również rodzaj armatury:

- prosta;
- kątowa.

Dla próby przepustowości należy też określić klasę:

- VA;
- VB;
- zwrotny;
- grzejnik.

Przycisk PRÓBA

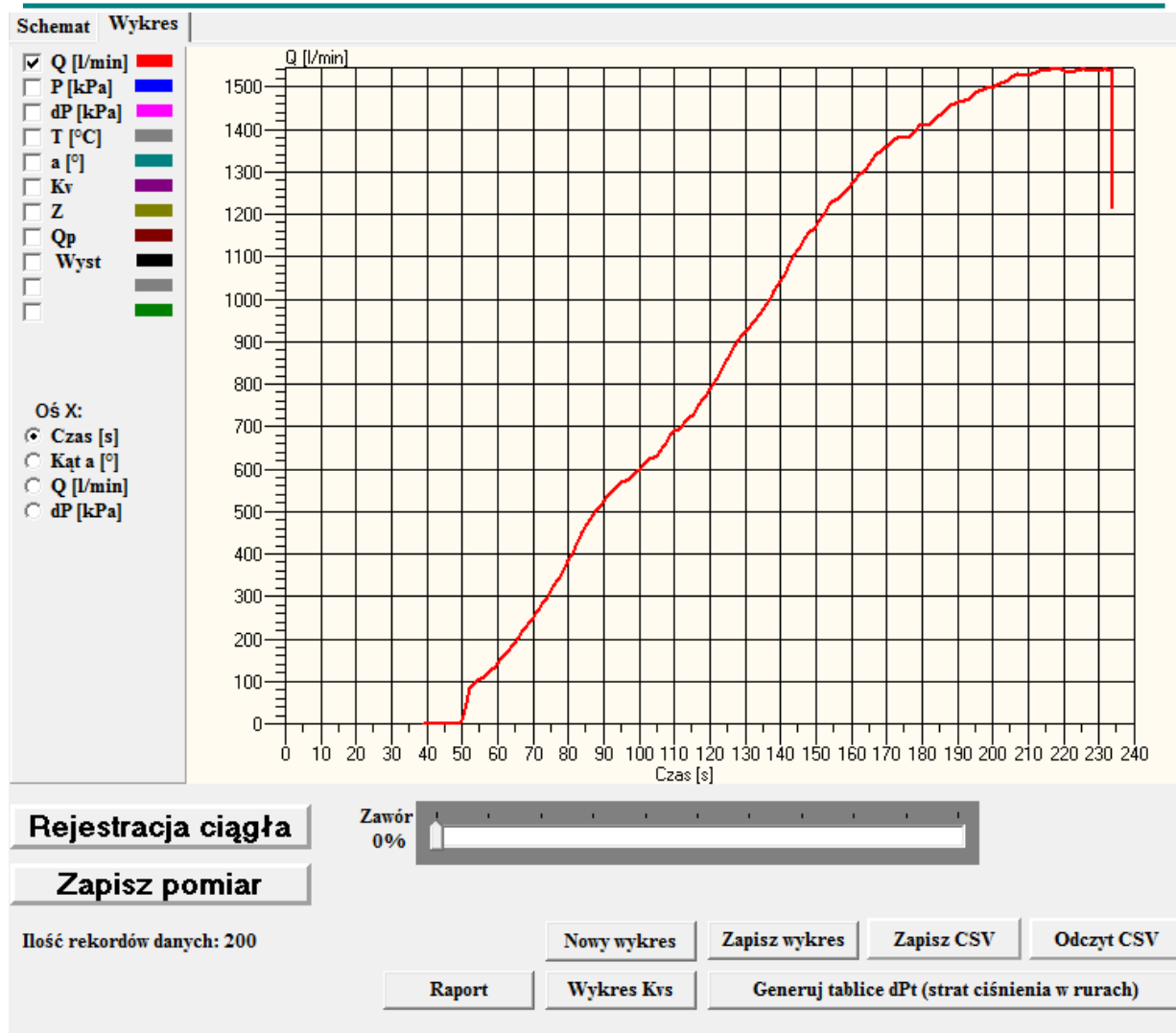
Przycisk ten włącza automatyczną próbę. Jest równoznaczny z przyciskiem na wyświetlaczu TFT. W zależności od ustawień parametrów wraz z włączeniem próby może również wystartować rejestracja oraz procedurę odpowietrzania. W niektórych próbach proces wyłącza się automatycznie w innych nie. W każdej chwili można przerwać wykonywanie próby.

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 parametrów oraz do wyboru rodzaju wykresu..

Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych parametrów do wyświetlenia, na wykresie pojawi się odpowiednia ilość przebiegów.

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. Podczas wprowadzania danych wykres jest aktualizowany na bieżąco.

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: „Daneymmddhhnn.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:

2026-03-23 09:47:19 DN25			Próba:0															
Index	T	Qv	P	dPvt	T	a	Kv	Z	Qp	W	dPt	dPv	u	R	R	R		
	s	m3/h	bar	bar	°C	°	Kv	Z	Qp	%	bar	bar	m/s	-	-	-		
1	39	0	-0,005	0,001	15,82	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,001	0	0	0	0		
2	40	0	-0,005	0,002	15,82	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
3	41	0	-0,005	0,002	15,81	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
4	42	0	-0,005	0,002	15,81	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
5	43	0	-0,006	0,002	15,81	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
6	44	0	-0,005	0,002	15,82	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
7	45	0	-0,005	0,002	15,82	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
8	46	0	-0,004	0,002	15,82	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
9	47	0	-0,004	0,002	15,82	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
10	48	0	-0,004	0,002	15,82	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
11	49	0	-0,004	0,002	15,82	0,6	0	1593,859	0	0	0	0,002	0	0	0	0		
12	50	0,465	-0,004	0,002	15,83	0,6	10,503	1450,69	0	0	0	0,002	0,016	0	0	0		
13	51	2,883	-0,003	0,002	15,83	0,6	65,116	37,739	0	0	0	0,002	0,102	0	0	0		
14	52	5,107	-0,003	0,002	15,82	0,6	113,622	12,395	0	0	0	0,002	0,181	0	0	0		
15	53	5,603	-0,003	0,002	15,82	0,6	125,279	10,196	0	0	0	0,002	0,198	0	0	0		

Pierwszy wiersz pliku zawiera datę i godzinę zapisu, oraz wybraną średnicę i numer próby.

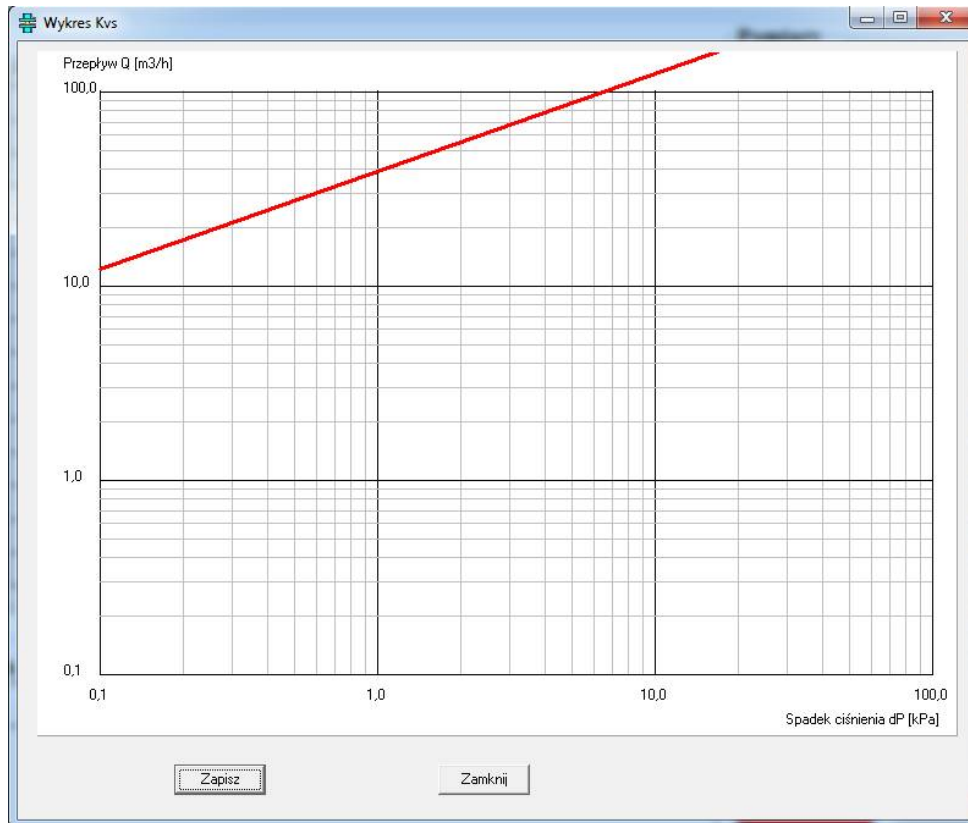
Drugi i trzeci wiersz zawierają opisy poszczególnych pól danych i ich jednostki. Są to:

- index kolejny numer rekordy;
- czas T[s];
- Qv[m3/h];
- P [bar] ciśnienie wlotowe;
- dPvt[bar] ciśnienie różnicowe w armaturze i ruchach;
- T[°C];
- a[°];
- Kv [m3/h] współczynnik przepływu;
- Z współczynnik oporu;
- Qp przepływ;
- W [%]ysterowanie zaworów trójdrogowych;
- dPt [bar] ciśnienie różnicowe w rurach;
- dPv [bar] ciśnienie różnicowe w armaturze;
- u [m/s] prędkość wody w rurach;
- R pola rezerwowe

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

Generuj tablice dPt (strat ciśnienia w rurach) – zarejestrowane dane (zależność Q(dP)) jest wykorzystywana do wygenerowania tablicy strat w rurach. Dane te są pamiętane po wyłączeniu stanowiska. Opis szczegółowy procedury pomiarowej znajduje się w opisie próby określania Kv.

Wykres Kvs – z zarejestrowanych danych program wylicza średnią Kv i generuje logarytmiczny wykres. Po włączeniu okno wygląda następująco:



Możliwe jest zapisanie tego wykresu w formie graficznej (jpg).

Raport – w programie zaimplementowano kilka rodzajów raportów. Do każdego rodzaju badania inny. Poszczególne pola raportu są automatycznie wypełniane. Raport jest plikiem w formacie rtf, otwieranym przez dowolny edytor np. Word. Po wygenerowaniu raportu użytkownik powinien uzupełnić brakujące pola.

Przykład raportu wygenerowanego z badania zamieszczono poniżej:

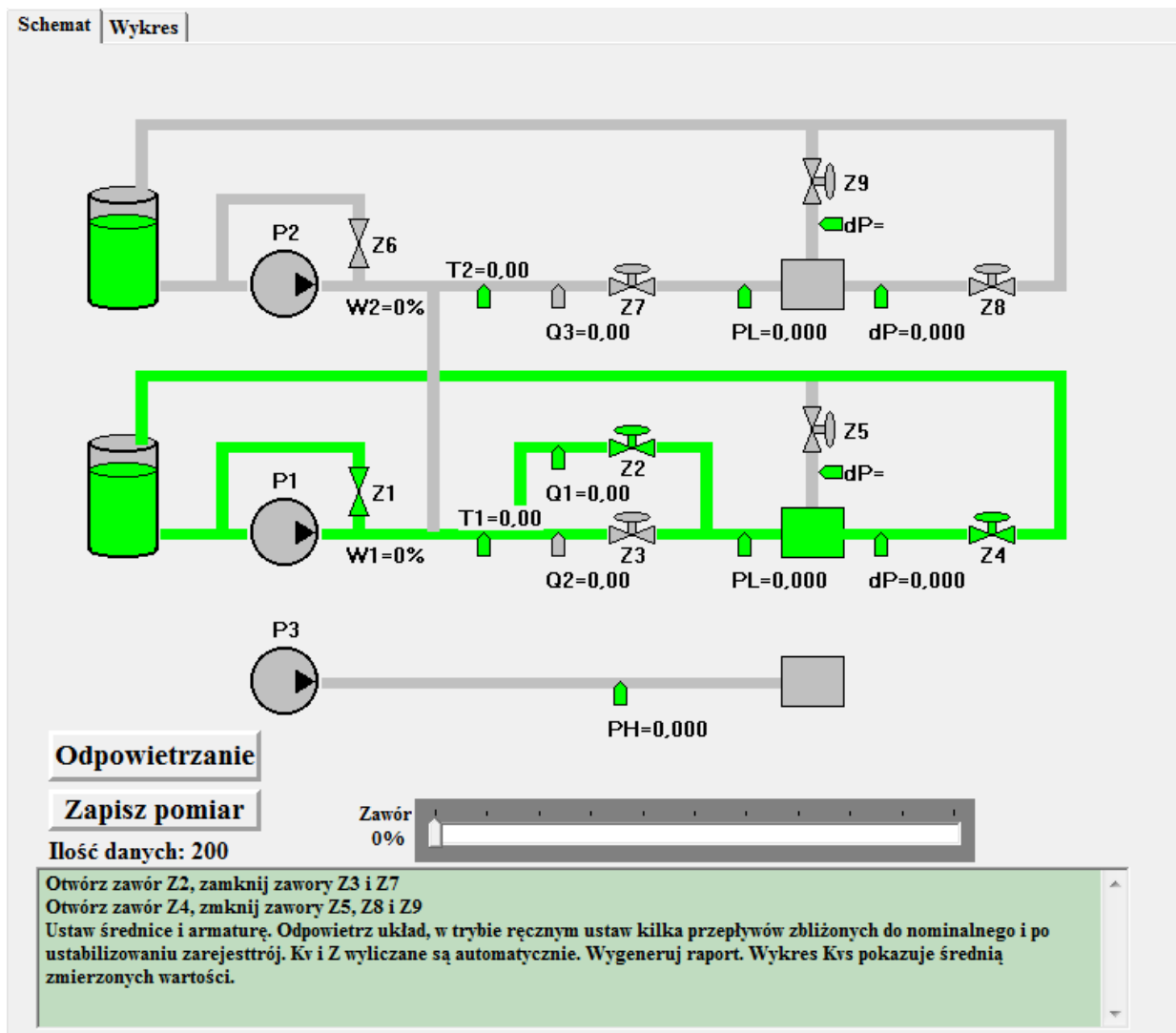
z zaznaczonymi punktami pomiarowymi i stanem pomp. Jednocześnie, zgodnie z wybranym rodzajem próby i jej parametrów podświetlane są te części instalacji, które będą brały udział w badaniu. W polu opisowym program podpowiada, które zawory ręczne powinny zostać otwarte, a które zamknięte. Program też krótko opisuje sposób przeprowadzenia próby.

Klikając na którąkolwiek pompę można zmieniać jej stan (włączać) w trybie ręcznym.

Przycisk ODPOWIETRZANIE uruchamia procedurę polegającą na maksymalnym otwarciu zaworów trójdrogowych i włączeniu pomp. Powoduje to przepompowanie dużych ilości wody w celu pozbycia się powietrza z instalacji.

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.



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. W czasie pracy stanowiska nie wolno zmieniać połączeń hydraulicznych.

Podczas próby wytrzymałości hydraulicznej występują wysokie naprężenia i możliwość rozerwania badanego zaworu. Należy zabezpieczyć się przed tymi skutkami i zachować szczególną ostrożność.

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 zakończonemu wtyczką oraz uruchomieniu urządzenia za pomocą włącznika krzywkowego.

Lampka kontrolna sygnalizuje podanie napięcia zasilającego do części elektrycznej.

Następnie należy załączyć komputer z oprogramowaniem narzędziowym (przeptywy.exe).

Następnie należy postępować zgodnie z szczegółowymi instrukcjami badawczymi przygotowanymi dla każdego rodzaju próby.

Po zakończeniu badania należy fizycznie odłączyć stanowisko od sieci elektrycznej.

Załączniki

Dokumentacja towarzysząca

Spis rysunków technicznych:

0293.0.3.0001	Instalacja elektryczna
0293.0.3.0002	Układ sterowania
0293.0.3.7000	Instalacja wodna

Karty katalogowe, instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania ważniejszych podzespołów, przykładowe raporty.