



**FIRMA INNOWACYJNO  
-WDROŻENIOWA**

Koszyce Małe, ul. Źródlana 8

33-111 Koszyce Wielkie

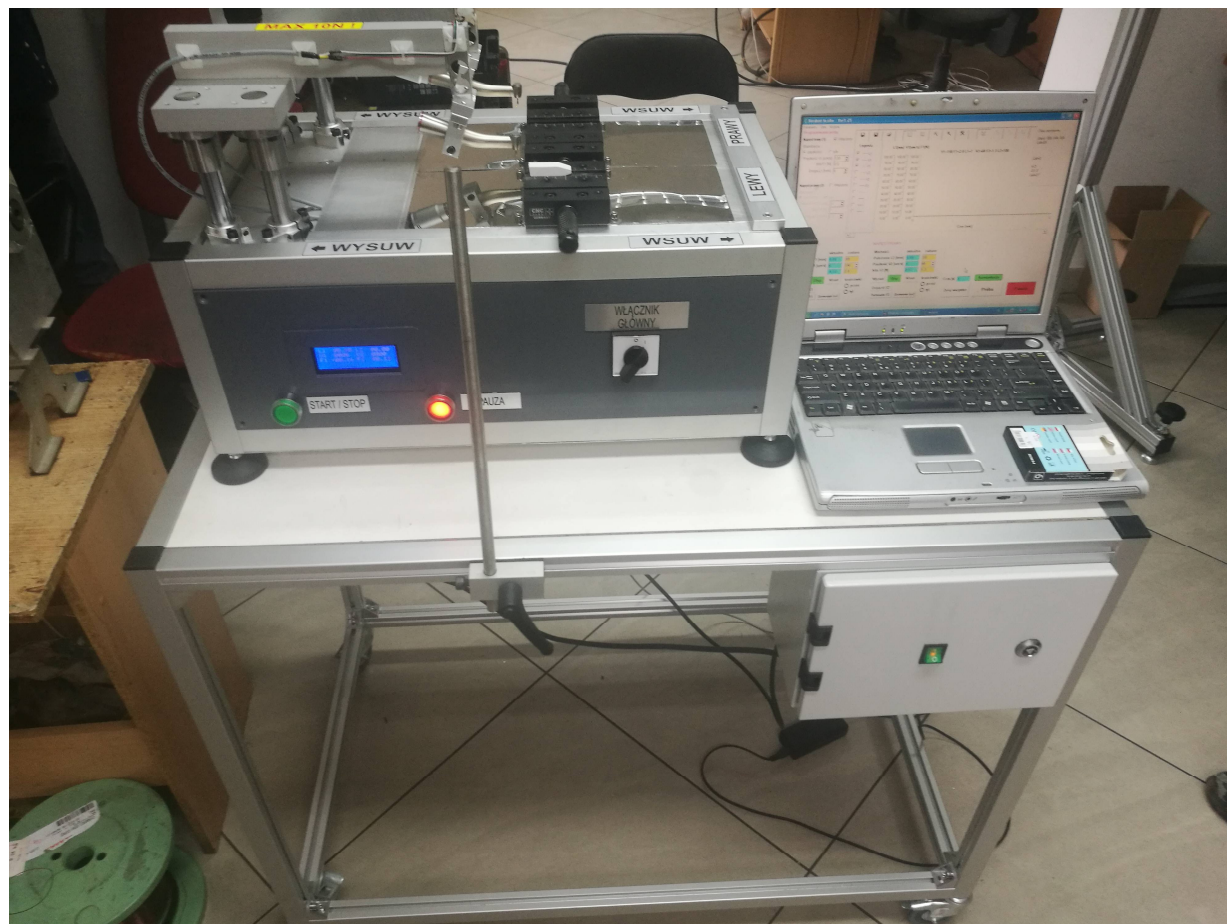
tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

fax: 0146210029, 0146360117

mail: [biuro@elbit.edu.pl](mailto:biuro@elbit.edu.pl)

[www.elbit.edu.pl](http://www.elbit.edu.pl)

**Stanowisko do badania wiertel dentystycznych in situ**



## **Spis treści**

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Wstęp .....                             | 3  |
| Opis techniczny .....                   | 4  |
| Czujniki i przetworniki .....           | 5  |
| Przetwornik siły KM200-K-10N-0000 ..... | 5  |
| Urządzenia wykonawcze .....             | 6  |
| Sterownik CPU06 .....                   | 6  |
| Silnik BG44x50SI 24V .....              | 8  |
| Przekładnia SG62 35:1 .....             | 9  |
| Opis programu .....                     | 13 |
| Ogólne .....                            | 13 |
| Okno główne .....                       | 14 |
| Parametry .....                         | 15 |
| O programie .....                       | 17 |
| Wyjście .....                           | 17 |
| Panel „Wykresy” .....                   | 18 |
| Panele sterowania napędami .....        | 20 |
| Panel „Programowanie próby” .....       | 22 |
| Panel „Próba” .....                     | 23 |
| Struktura pliku danych .....            | 25 |
| Załączniki .....                        | 26 |
| Dokumentacja towarzysząca .....         | 26 |

## **Wstęp**

Stanowisko do badania wiertel dentystycznych w naturze zostało w całości zaprojektowane i wykonane w firmie Elbit na zlecenie firmy zewnętrznej.

Umożliwia ono wykonywanie prób frezowania w dowolnych materiałach w warunkach zbliżonych do naturalnych z pełną kontrolą i rejestracją parametrów takich jak prędkości frezowania i siła nacisku. Stanowisko wyposażono w dwa niezależne układy napędowe, których ruch odbywa się pod kontrolą sterownika przemysłowego w pętli sprzężenia zwrotnego.

Oba napędy wyposażono w oryginalne wysokoobrotowe silniki elektryczne wraz z kątnikami.

## **Opis techniczny**

### **Parametry podstawowe:**

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| Zewnętrzna temperatura pracy: | 10÷40°C |
| Wilgotność:                   | do 50%  |
| Napięcie robocze:             | 230 VAC |
| Długość kabla zasilającego:   | 5m      |
| Moc:                          | 300W    |
| Bezpiecznik:                  | 6.3A    |

### **Parametry techniczne stanowiska:**

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Zakres prędkości (stabilnych): | 0.03 ÷ 1.95mm/s |
| Długość drogi (posuwu):        | 95mm            |
| Ilość niezależnych napędów:    | 2               |
| Maksymalna wielkość próbki:    | 80x35x15        |

### **Czujniki położenia:**

|                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| Rodzaj czujnika:                 | czujniki Halla (enkoder) |
| Zakres pomiaru położenia:        | bez ograniczeń           |
| Rozdzielczość pomiaru położenia: | 0.01mm                   |
| Dokładność pomiaru położenia:    | 0.1mm                    |

### **Czujniki siły:**

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Rodzaj czujnika:            | tensometryczny KM200-K-10N |
| Zakres pomiaru siły:        | -10 ÷ 10N                  |
| Rozdzielczość pomiaru siły: | 0.01N                      |
| Dokładność pomiaru siły:    | 0.15%                      |

## **UWAGA**

**W urządzeniu występuje wysokie napięcie. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta !**

**Ze względu na występujące w zespole precyzyjne przetworniki siły należy zwrócić szczególną uwagę na niewywieranie dużego nacisku na kątnice. Siła niszcząca przetwornik wynosi 15N.**

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

## Czujniki i przetworniki

### Przetwornik siły KM200-K-10N-0000



#### Właściwości:

- solidna kompaktowa obudowa;
- wysoki stopień ochrony;
- szeroki zakres temperatury pracy;
- czujniki do różnych aplikacji.

Tensometryczne czujniki siły, a wśród nich tensometry oporowe są najczęściej stosowane przy pomiarach laboratoryjnych i użytkowych.

Charakteryzują się dużą czułością i dokładnością pomiarów przy zachowaniu małych rozmiarów. Są odporne na drgania i wstrząsy, mogą pracować w wysokich temperaturach i ciśnieniach, a także być umieszczane na zakrzywionych powierzchniach.

Zasada działania tensometru oporowego opiera się na właściwości fizycznej drutu metalowego, polegającej na zmianie jego oporu elektrycznego wraz ze zmianą jego długości. Drut oporowy (lub folia) naklejany jest za pomocą specjalnego kleju na element odkształcający się pod wpływem działających sił lub momentów. Materiał oporowy czujnika ulega identycznym odkształceniom, co element na którym czujnik został przyklejony.

Najczęściej spotykane są gotowe czujniki w postaci tensometru foliowego przyklejonego do obudowy. W zależności od konstrukcji elementu nośnego (obudowy) czujnik taki może służyć do pomiaru małych sił w zakresach pojedynczych niutonów jak i ogromnych sił liczonych w dziesiątkach kiloniutonów.

#### Dane techniczne

| Technical Data         |                                                                               |            |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Capacity (0 to ...)    | 10 N                                                                          | 50 N       |
| Operating Overload     | 150 % F.S.                                                                    |            |
| Safe Overload          | 200 % F.S.                                                                    |            |
| Ultimate Overload      | > 300 % F.S.                                                                  |            |
| Rated Output           | 0,60 mV/V                                                                     | 2 mV/V     |
| Rated Output Tolerance | 10 % F.S.                                                                     | 10 % F.S.  |
| Zero Balance           | 5 % F.S.                                                                      | 5 % F.S.   |
| Non-Linearity          | 0,01 % F.S.                                                                   |            |
| Hysteresis             | 0,01 % F.S.                                                                   |            |
| Creep (30 min.)        | 0,1 % F.S.                                                                    |            |
| Total Error *          | 0,15 % F.S.                                                                   | 0,1 % F.S. |
| Non-Repeatability      | 0,05 % F.S.                                                                   |            |
| Temp.Effect on Zero    | 0,2 % F.S.                                                                    | 0,1 % F.S. |
| Temp.Effect on Output  | 0,8 % F.S.                                                                    | 0,1 % F.S. |
| Dynamic Load Capacity  | 70 % F.S.                                                                     | 70 % F.S.  |
| Fullscale Deflection   | 0,2 mm                                                                        |            |
| Limiting Lateral Load  | 20 % F.S.                                                                     |            |
| Loading Cycles         | > 10 <sup>6</sup> (typ. values within nominal load, according to application) |            |
| Legend:                | * ) Hysteresis included                                                       |            |
|                        | All above values in %F.S. < = ± values                                        |            |
|                        | Measurement report not included                                               |            |

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

## Urządzenia wykonawcze

### Sterownik CPU06



#### Opis techniczny:

Sterownik CPU06 jest to opracowany w firmie Elbit dedykowany sterownik przemysłowy przeznaczony do sterowania prostymi procesami przemysłowymi. Sterownik posiada osiem wejść dwustanowych 0÷24V, szesnaście wyjść dwustanowych 0÷24V, dwanaście 12-bitowych wyjść analogowych i cztery 12-bitowe wejścia analogowe.

Ponadto posiada zainstalowane urządzenia do podłączenia kodera inkrementacyjnego lub liniału optycznego, urządzenia do komunikacji szeregowej (RS232 lub RS485), pamięć RAM i 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 10V do 30V.

Sterownik posiada wbudowane zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania oraz wbudowany zestaw elementów przeciwprzepięciowych chroniących wszystkie wejścia i wyjścia od przepięć powstałych na liniach zewnętrznych.

#### Dane techniczne:

|                                                                      |                                              |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Zasilanie:                                                           | 10÷30 Vdc                                    |
| Pobór prądu:                                                         | 0.3 A                                        |
| Sygnał wyjściowy                                                     | transmisja szeregową                         |
| Interfejs:                                                           | RS232 lub RS485                              |
| Protokół:                                                            | MODBUS RTU lub ASCII                         |
| Adres urządzenia:                                                    | ustawiany 1÷255                              |
| Prędkość transmisji:                                                 | 2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600 kbit/s |
| Maksymalny zasięg (RS485):                                           | 1200 m                                       |
| Maksymalny zasięg (RS232):                                           | 12 m                                         |
| Stopień ochrony obudowy:                                             | IP32                                         |
| Temperatura pracy:                                                   | 0÷70°C                                       |
| Parametry wejść cyfrowych:                                           |                                              |
| punkt przełączenia:                                                  | 11.8 V                                       |
| maksymalna częstotliwość                                             |                                              |
| sygnału wejściowego:                                                 | 500 Hz                                       |
| Parametry wyjść cyfrowych:                                           |                                              |
| maksymalna częstotliwość                                             |                                              |
| sygnału wyjściowego:                                                 | >2 kHz                                       |
| maksymalny ciągły prąd wyjściowy:                                    | 0.5 A                                        |
| zabezpieczenie przepięciowe i nad prądowe 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

**Silnik BG44x50SI 24V****Opis techniczny:**

Elektronicznie komutowane silniki z serii BG są silnikami z magnesami neodymowymi o mocy od 3 do 300W. Łączą zalety silników DC i AC. Odznaczają się długą żywotnością, bezobsługową pracą i dużą dynamiką regulacji. Wykonywane są na napięcia pracy od 24 do 325V, prędkości obrotowe od 500 do 10000obr/min, osiągając moment znamionowy od 2 do 100Ncm. Możliwe są wykonania z przekładniami planetarnymi i ślimakowymi, a także z wmontowaną elektroniką. Najpopularniejsze są dwie wielkości silników BG44 i BG65.

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Znamionowe napięcie zasilania [VDC]   | 24   |
| Znamionowa prędkość [obr./min.]       | 3500 |
| Znamionowy moment [Ncm]               | 11   |
| Znamionowy prąd [A]                   | 2.8  |
| Moment startowy [Ncm]                 | 33   |
| Prąd startowy [A]                     | 9    |
| Bezwładność rotora [ $\text{gcm}^2$ ] | 63   |
| Masa silnika [g]                      | 660  |

W załącznikach zamieszczono instrukcję obsługi oraz kartę katalogową ww. silnika.

**Przekładnia SG62 35:1****Opis techniczny:**

Przekładnia ślimakowa, w której oś jest umieszczona standardowo w samo smarownej tulei. Oś wyprowadzona jest pod kątem 90 stopni na lewo (patrzac od strony montażu przekładni) do osi silnika. Specjalne wersje są dostępne z łożyskiem kulkowym (tylko dla ilości projektowych). Reduktor wykonywany jest z przełożeniami od 8:1 do 72:1. Dostępne przełożenia i sprawności przekładni zamieszczone są w karcie katalogowej. Maksymalny obrotowy moment ciągły, który może przenieść przekładnia wynosi 150Ncm a jej waga to 0,3kg. Siły promieniowa i osiowa przyłożone do osi nie mogą przekroczyć 40N (dla wersji z tuleją samo smarowną).

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Przełożenie                           | 35:1 |
| Znamionowy moment wyjściowy [Nm]      | 1,5  |
| Sprawności [%]                        | 0,45 |
| Waga [Kg]                             | 0,3  |
| Maksymalne obciążenie osiowe [N]      | 40   |
| Maksymalne obciążenie promieniowe [N] | 40   |

## Budowa i działanie urządzenia

Stanowisko do badania wiertel dentystycznych in situ składa się z dwóch stałych sprzężonych ze sobą uchwytów na napędy wiertel dentystycznych i dwóch ruchomych stolików, do których mocowane są próbki.

Ściśle kontrolowany ruch próbek względem wiertel powoduje frezowanie materiału w warunkach zbliżonych do naturalnych, ale pod kontrolą sterownika.

Wychodząca na zewnątrz obudowy część torów napędowych to precyzyjne imadła do trzymania próbek podczas pracy (zdjęcie obok).

Maksymalne rozsuniecie każdego imadła, a zarazem maksymalna szerokość próbki to 35mm. Maksymalna długość imadła to 80mm, ale zakres ruchu napędów wynosi 95mm i to jest maksymalna długość próbki.

Szczęki imadeł wykonane są z anodowanego i malowanego na czarno aluminium, nie powinny więc kruszyć twardych i kruchych próbek. Pokręta imadeł wykonane są z radełkowanej stali narzędziowej. Imadła posiadają tę właściwość, że zawsze zaciskają się w osi wiertła, niezależnie od szerokości próbki. Na wierzchniej stronie szczęk wygrawerowano podziałkę w milimetrach.

Ruchome szczęki posiadają fabryczne otwory służące do zamocowania dodatkowych szczęk (w postaci kątowników) służących do trzymania próbek o nietypowych kształtach.

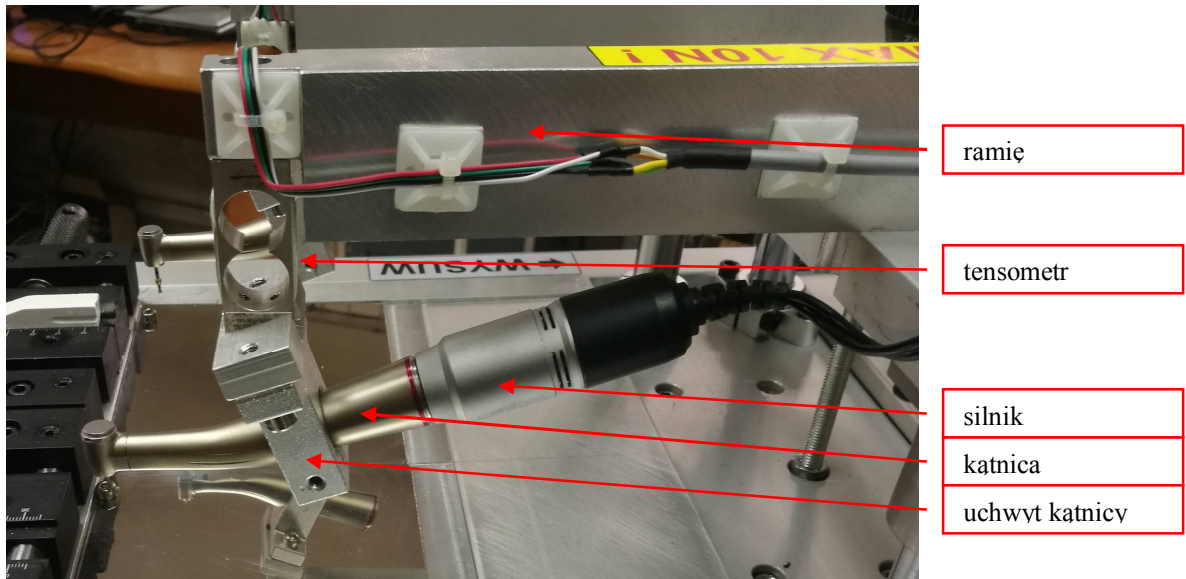


Dla lepszej identyfikacji napęd bliższy ścianki czołowej nazwano napędem lewym, zaś napęd bliższy ścianki tylnej napędem prawym (zdjęcie obok). Identyczna nomenklatura obowiązuje w oznaczeniach w oprogramowaniu.

Położenie spoczynkowe, czyli takie w której powinien się znajdować napęd przed rozpoczęciem próby to położenie z prawej strony urządzenia. Ruch w kierunku położenia spoczynkowego nazwano „wsuw” (zdjęcie obok). Praca urządzenia,

czyli frezowanie próbki następuje w kierunku przeciwnym, nazwanym „wysuw” (zdjęcie obok). Zakresy ruchu napędów dobrano tak, że w położeniu spoczynkowym główka kątnicy znajduje się ok. 2cm przed końcem szczęki imadła, co ułatwia wymianę wiertła. Elementy napędowe chronione są osłonami z blachy nierdzewnej zamocowanej do podstaw imadeł (są ruchome).

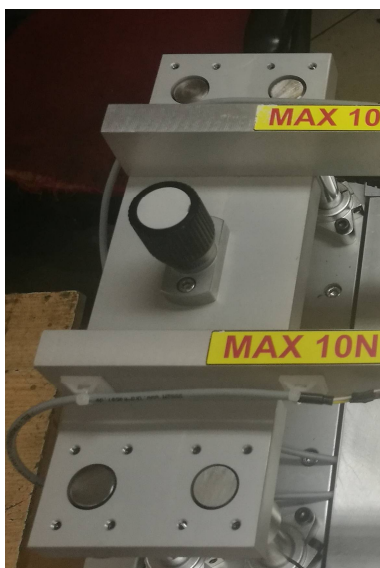
Kątnice z wysokoobrotowymi silnikami elektrycznymi zamocowane są na nieruchomych względem podstawy i sztywnych ramionach (zdjęcie poniżej).



Długość ramienia została tak zaprojektowana, by była możliwość odłączenia silnika od kątnicy bez konieczności demontażu ramion. Kształt uchwytów kątnic został tak dobrany, by zamocowane na końcu wiertło było ustawione pionowo. Uchwyt kątnicy przymocowany jest bezpośrednio do bardzo precyzyjnego tensometru o dokładności 15mN. Tensometr oporowy w układzie pełnego mostka mierzy tylko siłę prostopadłą do kierunku ruchu napędów. Układ pełnego mostka powoduje, że błędy związane z temperaturą są automatycznie kompensowane.

Tak precyzyjny układ pomiarowy ma też niestety ograniczenia. Mianowicie siła, która jest w stanie go całkowicie uszkodzić to 150% pełnego zakresu czyli  $\pm 15\text{N}$ .

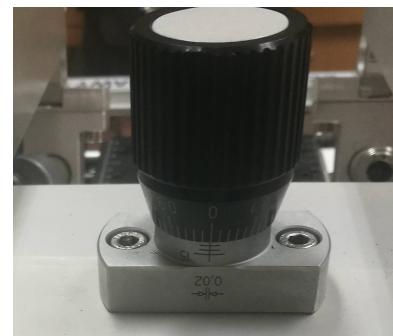
Oprogramowanie urządzenia zostało tak zaprojektowane, by taka siła nigdy nie została osiągnięta (blokady programowe). Jednakże podczas wymiany wiertła istnieje możliwość uszkodzenia go. Aby temu przeciwdziałać w automatyce urządzenia wprowadzono alarm dźwiękowy, który włącza się gdy siła styczna przekroczy zadaną wartość. W związku z tym wymiany wiertła dokonywać należy tylko przy włączonym urządzeniu.



Oba ramiona zamontowane są na sztywnej belce, która połączona jest z podstawą poprzez cztery łożyska liniowe suwające się na hartowanych prętach. Wysokość ruchu w osi pionowej wyznacza śruba mikrometryczna i wynosi 15mm.

Śrubą tą można ustawić głębokość frezowania, czyli wysokość wiertła nad lub w materiale.

Jak już wspomniano oba ramiona są na sztywno sprzężone, więc wysokość ustawiana jest równocześnie dla obu wiertel.



Przednia (i tylna) strona stolika przeznaczonego do opisywanego urządzenia została wyposażona w rowek ślizgowy (zdjęcie poniżej), w którym umieszczono wózek jezdny z ręczną blokadą. Jest to uchwyt kamery lub mikroskopu, który można na tym wózku zamontować i precyzyjnie ustawić na główkę wiertła.

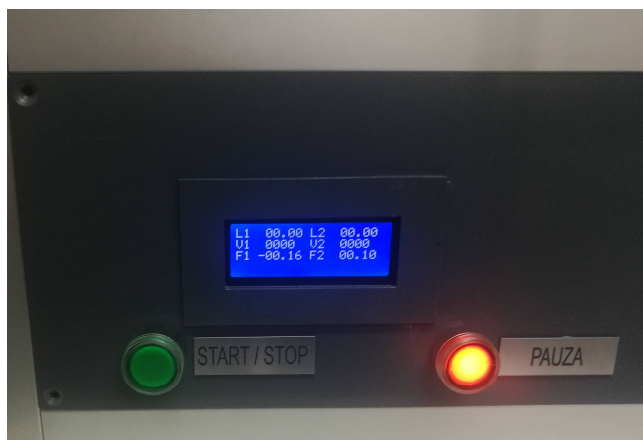


Stolik do urządzenia wyposażony został w kółka jezdne z blokadami. Jest na nim miejsce na ustawienie stanowiska i komputera. Z prawej strony zamontowano na nim niewielką rozdzielnicę elektryczną z centralnym włącznikiem (zdjęcie poniżej).



Z tyłu rozdzielnicy zamontowano trzy hermetyczne gniazda 230V do podłączenia urządzeń: stanowiska do badania wiertła, komputera typu laptop i kamery. Rozwiązanie takie umożliwia włączenie jednym przyciskiem zasilania wszystkich tych urządzeń.

Poprawne połączenie wymaga podpięcia kabla zasilającego układy napędowe z rozdzielnicą, oraz kabla sterującego z dedykowanym gniazdem USB komputerze. Kabel zasilający z rozdzielnicy włączamy do sieci 230V.



Na ścianie przedniej stanowiska umieszczono Wyłącznik zasilania stanowiska, wyświetlacz LCD oraz dwa podświetlane przyciski: START/STOP i PAUZA (zdjęcie obok).

Przycisk START/STOP włącza lub wyłącza zdefiniowaną próbę, zaś przycisk PAUZA przerywa wykonywaną próbę.

Ich działanie jest analogiczne do przycisków w programie, gdzie są one dokładniej opisane.

Na wyświetlaczu LCD prezentowane są aktualnie zmierzone wartości położenia napędów w milimetrach, prędkości chwilowej napędów w milimetrach na sekundę i siły stycznej na kątnicy w niutonach. Indeks 1 odnosi się do napędu lewego, indeks 2 do prawego.

## **Opis programu**

### **Ogólne**

Oprogramowanie ma za zadanie wspomaganie pracy układu napędowego w zakresie ustawiania takich parametrów jak prędkość, czy siła, natomiast nie bierze bezpośredniego udziału w pętli sprzężenia zwrotnego realizowanej podczas próby frezowania. W związku z tym nie są wymagane szczególnie duże szybkości komputera, na którym jest on wykonywany.

Oprogramowanie działa poprawnie na systemach: XP, Vista, WIN7, WIN10.

Wymagana jest obsługa jednego gniazda USB standardu 2.0 lub wyższego.

Ze względu na to, iż niektóre próby mogą być długotrwałe zaleca się wyłączenie funkcji oszczędzania energii i wyłączenie wygaszacza ekranu.

Podczas uruchamiania zaleca się zachować następującą kolejność włączania:

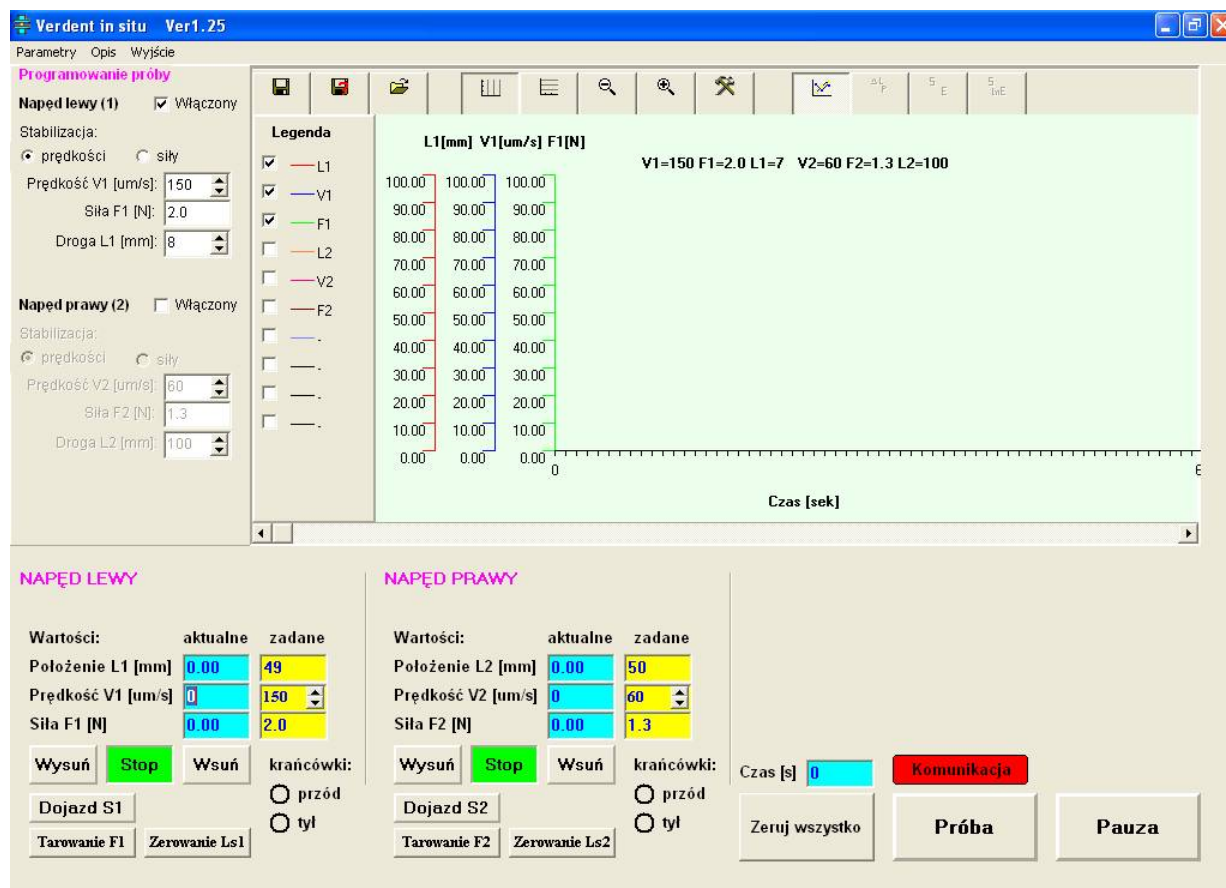
- komputer;
- program;
- zespół napędowy.

Przed pierwszym uruchomieniem programu należy ręcznie zainstalować sterownik CH340, dołączony na płycie instalacyjnej.

Na załączonym CD znajduje się też wersja instalacyjna programu oraz niniejsza dokumentacja. Program nie został zabezpieczony w jakikolwiek sposób i może być instalowany na dowolnym komputerze.

## Okno główne

Po włączeniu oprogramowania na ekranie pojawia się okno główne programu, jak na rysunku poniżej:



W lewej części okna widoczny jest panel związany z programowaniem próby frezowania.

Obok niego umieszczono panel związany z rysowaniem wykresów.

W dolnej części umieszczono dwa panele do obsługi układów napędowych: „napęd lewy” i „napęd prawy”.

W prawej dolnej części umieszczono przyciski do sterowania próbą.

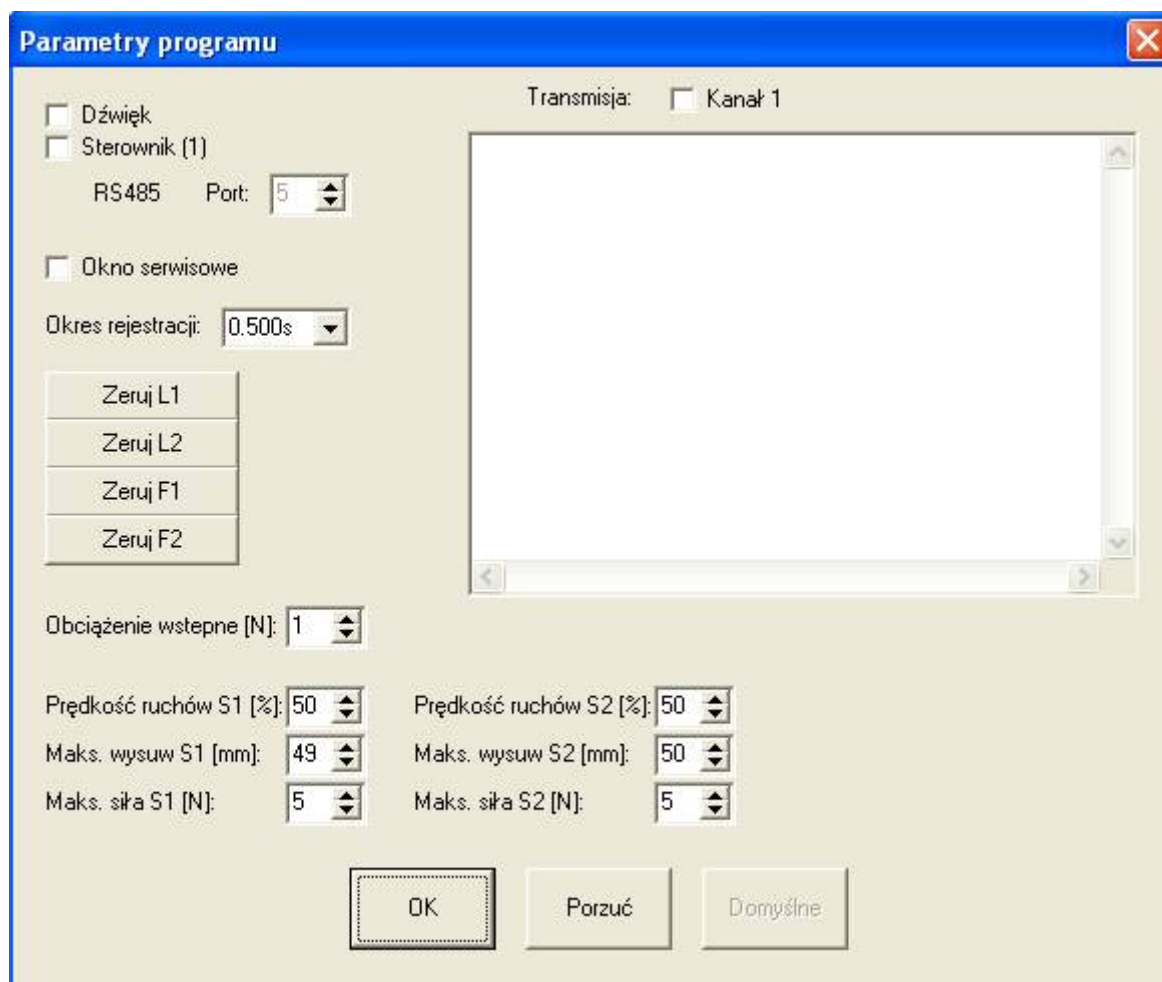
W górnym pasku wyboru dostępne są szczegółowe ustawienia programu („Parametry”), opis ogólny („Opis”) i klawisz wyjścia („Wyjście”).

Poniżej omówione zostaną te funkcje oraz poszczególne panele.

## Parametry

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

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



W dolnej części okna widoczne są dwa przyciski: OK. i PORZUĆ. Oba zamykają okno parametrów, przy czym tylko przycisk OK. powoduje wprowadzenie zmienionych parametrów i zapisanie ich w pliku. Wszystkie te parametry zapamiętywane są w pliku config.abk.

W parametrach ogólnych zgrupowano funkcje przełączające:

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

**Sterownik** – uaktywnia kanał komunikacji ze sterownikiem urządzenia. Po każdej zmianie należy restartować program.

**Port** – definiuje numer portu szeregowego do komunikacji ze sterownikiem urządzenia. Po każdej zmianie należy restartować program.

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

**Okres rejestracji** – parametr ten określa interwał czasowy rejestracji danych.

Z okna parametrów można wywołać poszczególne funkcje związane z zerowaniem czujników i pomiarów. Służą do tego cztery przyciski:

**Zeruj L1** – zerowanie pomiaru położenia napędu lewego L1.

**Zeruj L2** – zerowanie pomiaru położenia napędu prawego L2.

**Zeruj F1** – zerowanie lewego czujnika siły F1.

**Zeruj F2** – zerowanie prawego czujnika siły F2.

W polu „transmisja” można włączyć podgląd danych z kanału sterowania układem napędowym.

W oknie parametrów umieszczono też analogowe wartości związane z pracą obu napędów:

**Obciążenie wstępne [N]** – wprowadza stałą wartość siły, powyżej której układy napędowe uznają, że nastąpił dojazd wiertła do materiału. Wartość tą wprowadza się jednocześnie dla obu napędów.

**Prędkość ruchów S1 [%]** – wprowadza maksymalną prędkość jaką może osiągnąć napęd lewy w pętli stabilizacji siły. Wartość wprowadzania jest w procentach prędkości maksymalnej wynoszącej około 2mm/s. Podczas próby prędkość napędu nie przekroczy tej wartości.

**Maks. wysuw S1 [mm]** – wprowadza ograniczenie na maksymalny wysuw napędu lewego. Po przekroczeniu tej wartości próba zostanie wyłączona a odpowiedni komunikat wyświetlany będzie w panelu PRÓBA.

**Maks. siła S1 [N]** – wprowadza ograniczenie na maksymalną siłę napędu lewego. Przy przekroczeniu tej wartości układ napędowy zostanie wyłączony a odpowiedni komunikat wyświetlany będzie w panelu PRÓBA.

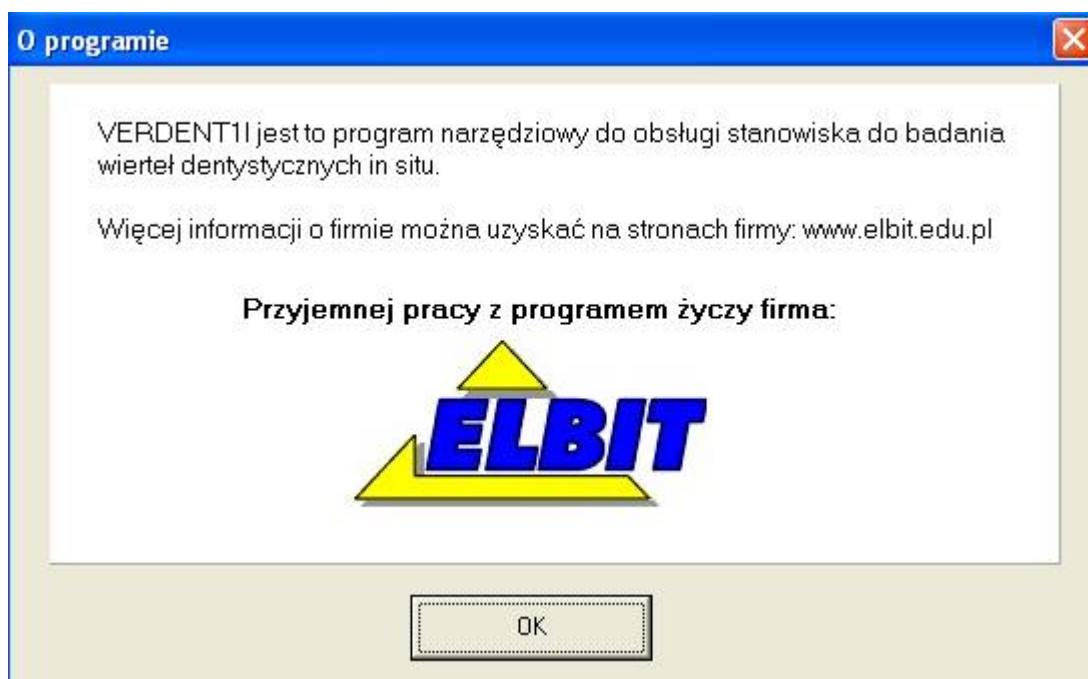
**Prędkość ruchów S2 [%]** – wprowadza maksymalną prędkość jaką może osiągnąć napęd prawy w pętli stabilizacji siły. Wartość wprowadzania jest w procentach prędkości maksymalnej wynoszącej około 2mm/s. Podczas próby prędkość napędu nie przekroczy tej wartości.

**Maks. wysuw S2 [mm]** – wprowadza ograniczenie na maksymalny wysuw napędu prawego. Po przekroczeniu tej wartości próba zostanie wyłączona a odpowiedni komunikat wyświetlany będzie w panelu PRÓBA.

**Maks. siła S2 [N]** – wprowadza ograniczenie na maksymalną siłę napędu prawego. Przy przekroczeniu tej wartości układ napędowy zostanie wyłączony a odpowiedni komunikat wyświetlany będzie w panelu PRÓBA.

### O programie

Funkcja pokazuje okno z podstawowymi informacjami o programie i urządzeniu.

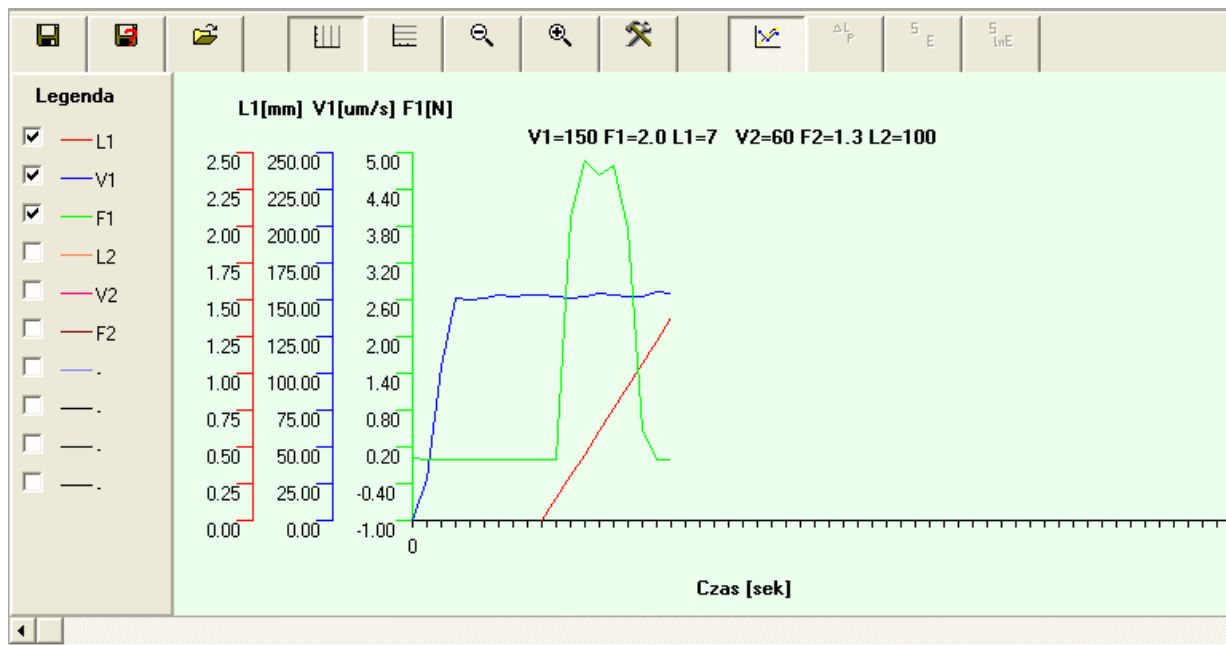


### Wyjście

Funkcja zatrzymuje ewentualne ruchy napędów, bezpiecznie wyłącza sterowanie i zamyka program.

## Panel „Wykresy”

Panel ten służy do zobrazowania przebiegu wykonywanej próby. Z lewej strony wykresu umieszczono legendę z możliwością wyboru obserwowanego parametru.



Górne pole wyboru nad wykresem zawiera podstawowe funkcje związane z rysowaniem i zarejestrowanymi danymi.



### Zapis danych

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane do pliku o nazwie: „Daneyymmddhhnn.txt”, gdzie:

yy: rok rejestracji;

mm: miesiąc rejestracji;

dd: dzień rejestracji;

hh: godzina rejestracji;

nn: minuta rejestracji;

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



### Zapis danych pod dowolną nazwą

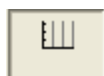
Po naciśnięciu otworzy się okno dialogowe umożliwiające wpisanie nazwy pliku do archiwizacji danych.



### Odczyt danych

Po naciśnięciu otworzy się okno dialogowe umożliwiające wybór pliku danych do wczytania.

Wszystkie operacje plikowe (zapis i odczyt danych) wykonywane są domyślnie w katalogu głównym programu.



## Siatka X i Siatka Y

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

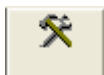


## Zmniejsz i Zwiększ

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:

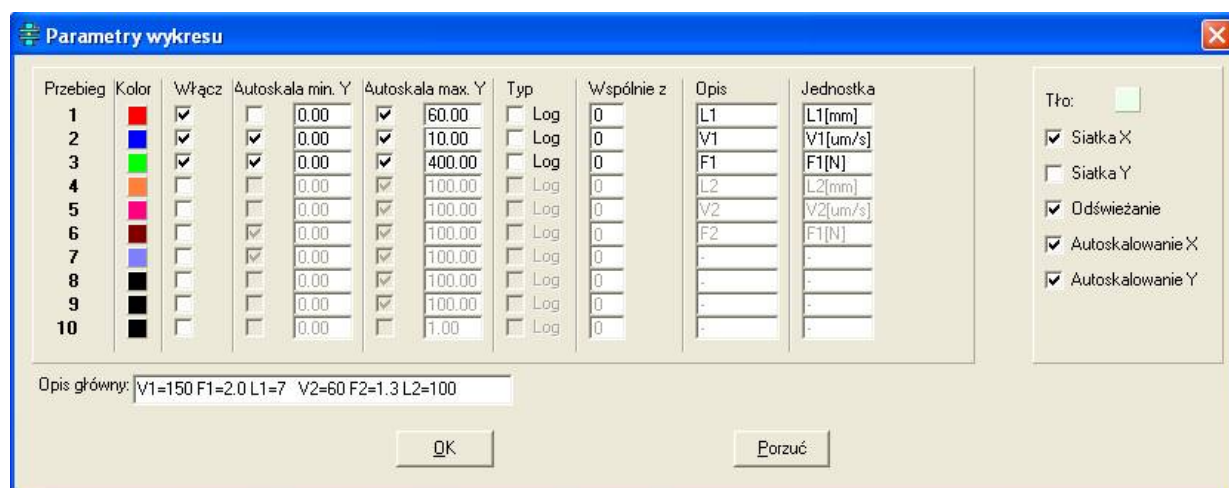
- 5h
- 2h
- 1h
- 30min
- 10min
- 6min
- 3min
- 1min

Do zmiany poziomej horyzontu czasowego służy suwak pod wykresem.



## Parametry wykresu

Ikona ta włącza okno konfiguracji szczegółowej wykresu. Przykładowe okno przedstawiono poniżej:



| Przebieg | Kolor    | Włącz                               | Autoskala min. Y         | Autoskala max. Y | Typ                                 | Wspólnie z | Opis | Jednostka |          |
|----------|----------|-------------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------|------------|------|-----------|----------|
| 1        | Red      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 60.00      | Log  | L1        | L1[mm]   |
| 2        | Blue     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 10.00      | Log  | V1        | V1[um/s] |
| 3        | Green    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 400.00     | Log  | F1        | F1[N]    |
| 4        | Orange   | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 100.00     | Log  | L2        | L2[mm]   |
| 5        | Pink     | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 100.00     | Log  | V2        | V2[um/s] |
| 6        | Dark Red | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 100.00     | Log  | F2        | F1[N]    |
| 7        | Purple   | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 100.00     | Log  | -         | -        |
| 8        | Black    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 100.00     | Log  | -         | -        |
| 9        | Black    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 100.00     | Log  | -         | -        |
| 10       | Black    | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> | 0.00             | <input checked="" type="checkbox"/> | 1.00       | Log  | -         | -        |

Opis główny: V1=150 F1=2.0 L1=7 V2=60 F2=1.3 L2=100

☒ Siatka X  
☐ Siatka Y  
☒ Odświeżanie  
☒ Autoskalowanie X  
☒ Autoskalowanie Y

OK Porzuć

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 (automatycznie wstawiane są tu parametry próby);
- Jednostka: jednostka jaką opisany będzie przebieg.

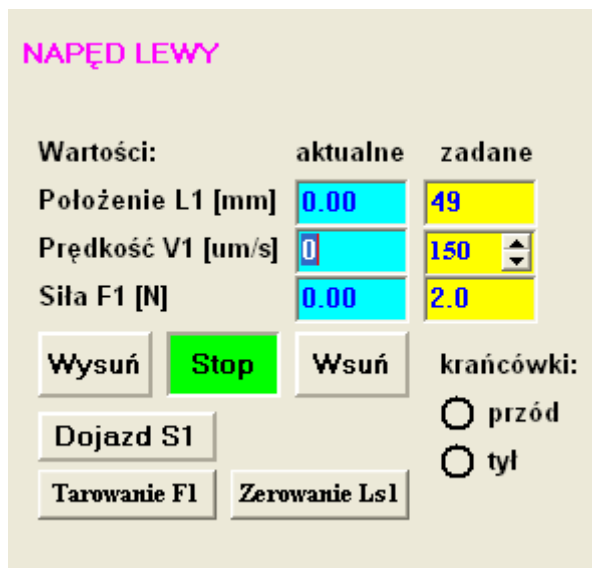
Na prawym panelu można zdefiniować kolor tła na wykresie, rysowanie szczegółowych siatek oraz odświeżanie wykresu na bieżąco w miarę jak napływają dane pomiarowe. Pod panelami można zdefiniować opis jakim będzie opatrzony wykres.

Wszystkie te parametry są pamiętane po wyłączeniu urządzenia.



Program umożliwia rysowanie różnych typów wykresów. Powyższe ikonki powodują przełączanie między nimi, ale w aplikacji umożliwiono rysowanie tylko wykresu czasowego.

### Panele sterowania napędami



**NAPĘD LEWY**

| Wartości:          | aktualne | zadane |
|--------------------|----------|--------|
| Położenie L1 [mm]  | 0.00     | 49     |
| Prędkość V1 [um/s] | 0        | 150    |
| Sila F1 [N]        | 0.00     | 2.0    |

Wysuń Stop Wsuń

Dojazd S1 Tarowanie F1 Zerowanie Ls1

krańcówki:  
☐ przód  
☐ tył

W panelach tych, osobnych dla każdego napędu zgrupowano podstawowe funkcje sterowania oraz pomiarów.

Na bieżąco mierzone są trzy wartości: położenia, prędkości napędu i siły stycznej na kątncy. Wartości te wyświetlane są w tych panelach na polach niebieskich jako wartości aktualne. Na polach żółtych wyświetlane są wartości zadane lub maksymalne. Wynika to z rodzaju sterownia.

Położenie i siła są to wartości względne, tj. użytkownik ma możliwość dowolnego ustawiania offsetu przy tych pomiarach. Służą do tego przyciski „Tarowanie F1” i „Zerowanie Ls1”. W momencie wciśnięcia przycisku tarowania program automatycznie dokona obliczeń offsetu i uwzględni go w przyszłych pomiarach, tak, że wartość mierzona siły zostanie sprowadzona do zera.

W momencie wciśnięcia przycisku zerowania położenia sytuacja będzie analogiczna, tylko dotycząca położenia. Użytkownik zobaczy, że wartość położenia pokazuje zero.

Po wciśnięciu tych przycisków wartości offsetów są przesyłane do układu napędowego i zapamiętywane.

Przyjęcie takiego rozwiązania umożliwia rozpoczęcie próby z dowolnego położenia.

Zaleca się przed każdą próbą wykonanie zerowania położenia i siły. W panelu PRÓBA wstawiono przycisk („zeruj wszystko”), którego działanie odpowiada wciśnięciu jednocześnie wszystkich przycisków zerujących, czyli wyzerowanie wartości L1, F1, L2 i F2.

Każdy napęd ma zamontowane dwa wyłączniki krańcowe umieszczone w skrajnych położeniach, dla maksymalnego wysuwu wsunięcia. Zadziałanie wyłącznika powoduje bezwzględne wyłączenie możliwości ruchu w kierunku krańcówki. Ruch w drugą stronę nie jest blokowany. Stan tych wyłączników pokazany jest na panelu napędów. Oznaczenie „przód” odnosi się do maksymalnego wysuwu, zaś oznaczenie „tył” do położenia spoczynkowego.

Do ręcznego (półautomatycznego) sterowania napędami służą cztery przyciski:

- Stop;
- Wysuń;
- Wsuń;
- Dojazd.

Sterowanie ręczne służy do wstępnego ustawienia napędów przed próbą oraz do wycofania napędów do położenia spoczynkowego.

Przycisk STOP przerywa ręczny ruch poszczególnych napędów.

Przycisk WYSUŃ włącza ruch napędu w kierunku lewym z prędkością ustawianą w parametrach jako „Prędkość ruchów”. Ruch trwa do momentu wciśnięcia przycisku STOP lub do dojechania do wyłącznika krańcowego „przód”.

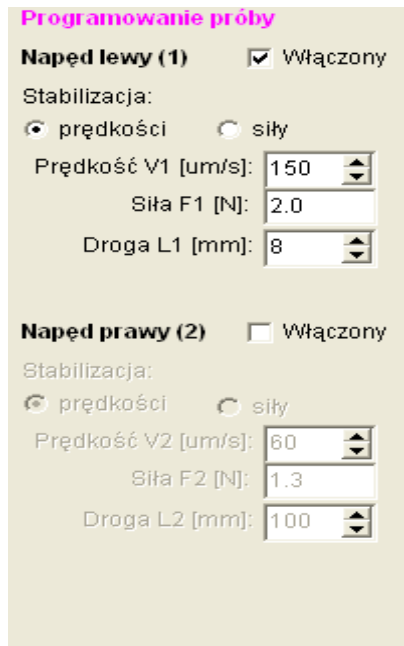
Analogicznie działa przycisk WSUŃ, z tym, że ruch odbywa się w kierunku prawym, zaś wyłącznik krańcowy nazywa się „tył”.

Przycisk DOJAZD włącza procedurę automatycznego dojazdu napędu do wiertła. Po uaktywnieniu włącza się powolny ruch napędu w kierunku lewym i kontrolowana jest siła na kątncy. W momencie dojechania wiertła do materiału, siła wzrasta i gdy przekroczy wartość zadaną następuje zatrzymanie ruchu i cofnięcie napędu o około 50µm, co automatycznie włącza procedurę dojazdu. Wartość siły, przy jakiej urządzenie uzna, że wiertło dotyka materiału podaje się w parametrach programu pod nazwą „obciążenie wstępne”,

Stan każdego z tych przycisków sygnalizowany jest zmianą koloru.

Podczas każdego z tych ruchów zadziałanie ograniczenia na maksymalną siłę i maksymalne położenie powinno przerwać ruch napędów.

### Panel „Programowanie próby”



Panel ten służy do określania i definiowania rodzaju ruchu podczas próby automatycznej. Wygląda on jak na rysunku poniżej.

Programowanie jest możliwe oddzielnie dla napędu lewego i prawego. Dodatkowo umożliwiono indywidualne włączanie poszczególnych napędów. Np. jeśli użytkownik zamierza pracować tylko z jednym napędem jednocześnie, drugi można wyłączyć. Wyłącznik ten blokuje też możliwość sterowania ręcznego napędu.

Generalnie w trybie automatycznym przewidziano dwa rodzaje sterownia:

- sterowanie ze stabilizacją prędkości i
- sterowanie ze stabilizacją siły.

Wyboru dokonuje się przełącznikami w tym panelu.

#### Tryb stabilizacji prędkości.

W tym rodzaju sterowania układ dąży do utrzymywania stałej zadanej prędkości. Prędkość zadaną podaje się w  $\mu\text{m/s}$  jako parametr „Prędkość V1” dla napędu lewego i „Prędkość V2” dla napędu prawego.

Dodatkowo w tym trybie można założyć maksymalną drogę na jakiej będzie się odbywała próba. Parametr „Droga L1” dla napędu lewego i „Droga L2” dla napędu prawego.

Po osiągnięciu zadanej drogi ruch zostanie automatycznie wyłączony.

#### Tryb stabilizacji siły.

W tym rodzaju sterowania układ dąży do utrzymywania stałej zadanej siły. Siłę zadaną podaje się w niutonach. Parametr „Siła F1” dla napędu lewego i „Siła F2” dla napędu prawego. Regulator napędów działa dostosowując ruch stolika, tak by siła nacisku na kątnicę była zbliżona do zadanej. Gdy siła zmierzona jest dużo niższa od zadanej napędy rozpędzają stolik do wartości ograniczonej parametrem „Prędkość V1” dla napędu lewego i „Prędkość V2” dla napędu prawego.

Dodatkowo w tym trybie można założyć maksymalną drogę na jakiej będzie się odbywała próba. Parametr „Droga L1” dla napędu lewego i „Droga L2” dla napędu prawego.

Po osiągnięciu zadanej drogi ruch zostanie automatycznie wyłączony.

Podczas uruchamiania próby wszystkie zdefiniowane parametry umieszczane są na wykresie w tytule.

Panel „Próba”



W panelu „Próba” zgrupowano elementy związane ze sterowaniem wykonywaną próbą oraz elementy ogólne.

Informacją o podstawowym znaczeniu jest duża kontrolka „Komunikacja”. Informuje ona o prawidłowym połączeniu z układem napędowym. Przyjęto konwencję: kolor kontrolki zielony – komunikacja poprawna, kolor czerwony – brak komunikacji.

W przypadku braku komunikacji należy sprawdzić połączenie kablem USB między komputerem i układem napędowym oraz wybór właściwego portu USB w oknie parametrów.

W górnej części panelu znajduje się miejsce na wyświetlanie komunikatów o przekroczeniach zakresów (jak na powyższym rysunku).

Możliwe są cztery komunikaty:

- przeciążenie napędu lewego;
- przeciążenie napędu prawego;
- przekroczenie zakresu lewego;
- przekroczenie zakresu prawego.

Przeciążenia włączają się wtedy, gdy siła zmierzona przekroczy wartość ustawioną w oknie parametrów (Maks. siła S1 i Maks. siła S2). Dodatkowo przekroczenie tej siły sygnalizowane jest sygnałem dźwiękowym). Po uruchomieniu tego rodzaju alarmu ruch napędu jest wyłączany.

Przekroczenie zakresu położenia włącza się wtedy, gdy wartość położenia stolika będzie większa niż wartość ustawiona w oknie parametrów (Maks. wysuw S1 i Maks. wysuw S2). Po uruchomieniu tego rodzaju alarmu ruch napędu jest wyłączany.

W opisywanym panelu umieszczono też informacyjnie o liczniku czasu próby w sekundach. Licznik ten zostaje automatycznie wyzerowany w momencie uruchomienia próby.

Poniżej znajdują się trzy najważniejsze przyciski: ZERUJ WSZYSTKO, PRÓBA i PAUZA.

Przycisk ZERUJ WSZYSTKO powoduje wytarowanie obu układów tensometrycznych oraz wyzerowanie położenia obu układów napędowych. Zaleca się włączenie go przed każdą próbą dla wyzerowania wszystkich wskazań. Należy zwrócić uwagę, by żadne wiertło nie dotykało frezowanego materiału w momencie terowania, gdyż zerowanie siły nie będzie poprawne.

Przycisk PRÓBA uruchamia uprzednio zdefiniowane sterowanie automatyczne wybranych napędów. Po włączeniu zerowany jest licznik czasu, i uruchamiana rejestracja pomiarów. Włącza się też rysowany na bieżąco wykres. Podczas próby kolor tego przycisku zmienia się na zielony. Przyciskowi temu odpowiada podświetlany przycisk na układzie napędowym. Podczas próby lampka tego przycisku świeci na zielono.

Przerwanie próby następuje albo automatycznie, po osiągnięciu określonych warunków (np. osiągnięciu zaprogramowanej drogi) lub po wystąpieniu przeciążenia siły albo przekroczeniu zakresu położenia, lub po ręcznym wyłączeniu przycisku. Analogicznie próbę można wyłączyć z programu lub z przycisku na zespole napędowym.

Po wykonaniu próby należy pamiętać o zapisaniu zarejestrowanych danych (przyciski: „Zapis danych” lub „Zapis danych pod dowolną nazwą” na wykresie). Wyniki niezapisanej próby zostaną skasowane przy ponownym uruchomieniu kolejnej próby lub przy wyjściu z programu.

Przycisk PAUZA przerywa działanie układów napędowych (zatrzymuje napędy) oraz zliczanie czasu ale nie zamyka aktywnej próby. Po ponownym wciśnięciu przycisku PAUZA możliwe jest kontynuowanie wykonywania próby. Podczas aktywowania przycisk zmienia kolor na czerwony. Analogicznie przyciskowi w programie odpowiada przełącznik na układzie napędowym z kontrolką w kolorze czerwonym.

**Struktura pliku danych.**

Pogram do obsługi urządzenia wyposażony został we wbudowany rejestrator (programowy) podstawowych parametrów procesu. Listę tych parametrów przedstawiono w kolejności w jakiej są zapisywane na dysku komputera:

- Data zapisu;
- Czas próby;
- Parametry próby.

Dalej następują poszczególne dane pomiarowe w kolejności:

- numer rekordu danych;
- czas [s];
- położenie L1 [mm];
- prędkość V1 [ $\mu\text{m/s}$ ];
- siła F1 [N]
- położenie L2 [mm];
- prędkość V2 [ $\mu\text{m/s}$ ];
- siła F2 [N]
- pozostałe pola są polami rezerwowymi.

W programie przewidziano przyszłościowo rejestrację większej ilości danych pomiarowych, stąd pola rezerwowe.

Włączanie i wyłączanie rejestracji danych procesu odbywa się automatycznie poprzez włączenie przycisku próby (Start procesu). Wszystkie powyższe wartości pomiarowe zapisywane są z wybranym interwałem czasowym.

Okres ten można ustawić w oknie parametrów procesu z zakresu:

- 1.000s
- 0.500s
- 0.250s
- 0.125s
- 0.0625s

Przykładowy plik danych przedstawiono poniżej:

**Data zapisu:2017-04-27 20:13:25**

**Czas próby:17 s**

**V1=150 F1=2.0 L1=7 V2=60 F2=1.3 L2=100**

|   |        |          |           |          |         |         |          |         |         |         |         |
|---|--------|----------|-----------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 1.0000 | -1.21810 | 28.57143  | -0.00878 | 0.00952 | 0.00000 | -0.01659 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 2 | 2.0000 | -1.06476 | 103.80952 | -0.00976 | 0.00952 | 0.00000 | -0.01952 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 3 | 3.0000 | -0.91143 | 150.95238 | -0.00976 | 0.00952 | 0.00000 | -0.02050 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 4 | 4.0000 | -0.76190 | 149.04762 | -0.01171 | 0.00952 | 0.00000 | -0.01562 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 5 | 5.0000 | -0.61143 | 150.47619 | -0.00878 | 0.00952 | 0.00000 | -0.01464 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 6 | 6.0000 | -0.46095 | 152.85714 | -0.00586 | 0.00952 | 0.00000 | -0.01366 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |

## **Załączniki**

### **Dokumentacja towarzysząca**

Spis rysunków technicznych:

|               |                  |
|---------------|------------------|
| 0201.0.1.0000 | Schemat blokowy  |
| 0201.0.1.0002 | Układ sterowania |

Karty katalogowe, instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania ważniejszych podzespołów.  
- przetwornik siły KM200;