

# PP15ster

Rev. 08\_03\_23a

Układ sterowania elektrodrążarek ubytkowych

## Podręcznik użytkownika.



**ZAP** p p  
EDM SOLUTIONS

**Zakład Automatyki Przemysłowej  
Piotr Poterała**

99-300 Kutno,  
gen. St. Maczka 19/24,  
[zappp.pl](http://zappp.pl)

# SPIS TREŚCI

---

|   |    |
|---|----|
| Układ sterowania.....                               | 4  |
| 1 Panel sterowania .....                            | 4  |
| 1.1 Opis.....                                       | 4  |
| 1.2 Klawiatura.....                                 | 5  |
| 1.3 Wpisywanie tekstu .....                         | 6  |
| 1.4 Menu .....                                      | 7  |
| 2 Tryb „Praca ręczna” .....                         | 8  |
| 2.1 Przejazdy.....                                  | 9  |
| 2.1.1 Przejazd ręczny .....                         | 9  |
| 2.1.2 Przejazd o wartość.....                       | 9  |
| 2.1.3 Przejazd o wartość po odcinku .....           | 10 |
| 2.1.4 Przejazd o krok .....                         | 10 |
| 2.1.5 Przejazd na współrzędne .....                 | 11 |
| 2.1.6 Przejazd na krańcówki .....                   | 11 |
| 2.1.7 Przejazd na punkt charakterystyczny .....     | 11 |
| 2.1.8 Przejazd na początek programu .....           | 12 |
| 2.1.9 Ogólne komunikaty błędów dla przejazdów ..... | 12 |
| 2.2 Ustawienie współrzędnych.....                   | 13 |
| 2.2.1 Współrzędne operatora .....                   | 13 |
| 2.2.2 Lista współrzędnych bazy .....                | 14 |
| 2.2.3 Współrzędne fizyczne.....                     | 14 |
| 2.3 Centrowanie .....                               | 15 |
| 2.3.1 W otworze .....                               | 15 |
| 2.3.2 Na trzpieniu .....                            | 15 |
| 2.3.3 Komunikaty błędów centrowania .....           | 17 |
| 2.4 Statystyki .....                                | 17 |
| 2.5 Ustawienia .....                                | 18 |
| 2.5.1 Eroda/Elektroda .....                         | 18 |
| 2.5.2 Parametry drążenia .....                      | 18 |
| 2.5.3 Data/czas .....                               | 19 |
| 2.5.4 Rodzaj przyrządu obrotowego.....              | 20 |
| 2.5.5 Peryferia .....                               | 20 |
| 2.5.6 Język.....                                    | 21 |
| 2.5.7 Zakresy/Korekty.....                          | 21 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.5.8  | Typ bloku prądowego .....                                  | 21 |
| 2.5.9  | Typ silnika .....  | 21 |
| 2.5.10 | Rozdzielczość .....  | 21 |
| 2.5.11 | Reset WIFI.....  | 22 |
| 3      | Tryb „Programowanie” .....                                 | 22 |
| 3.1    | Lista programów – otwieranie/edycja/usuwanie .....         | 22 |
| 3.2    | Przesłanie programu.....                                   | 23 |
| 3.3    | Nowy program.....  | 23 |
| 3.4    | Interpretacja programu - komunikaty błędów .....           | 24 |
| 3.5    | Zasady zapisu programu z wykorzystaniem G i M kodów.....   | 24 |
| 3.5.1  | Kody G (funkcje przygotowawcze) .....                      | 24 |
| 3.5.2  | Kody G (cykle standardowe).....                            | 26 |
| 3.5.3  | Kody M.....  | 28 |
| 4      | Tryb „Praca automatyczna” .....                            | 29 |
| 5      | Przykład 1 – wydrążenie gniazda na głębokość 1mm .....     | 31 |
| 6      | Przykład 2 – ustawienie kalkulatora parametrów pracy ..... | 31 |
| 7      | Historia zmian.....  | 32 |

# UKŁAD STEROWANIA

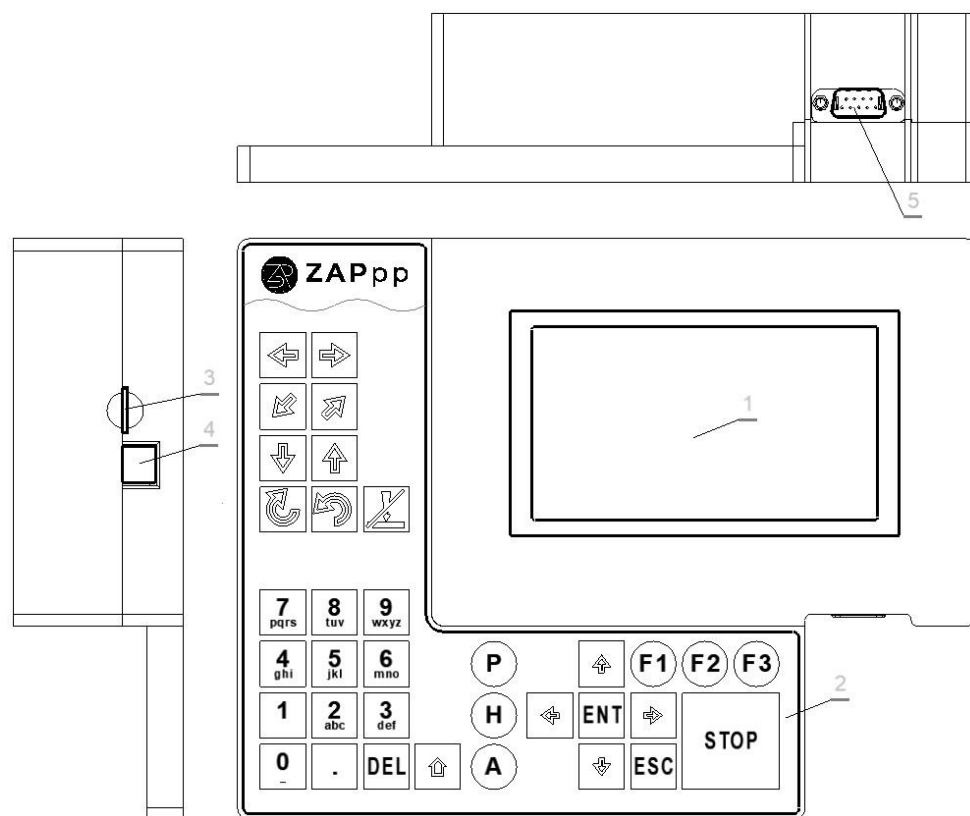
PP15ster to sterownik zaprojektowany do zarządzania pracą obrabiarek CNC ze szczególnym uwzględnieniem obróbki EDM. Układ umożliwia:

- a) tworzenia programów wykonawczych opartych na kodach G i M,
  - o prowadzenie procesu obróbki: po dowolnej prostej w przestrzeni obróbczej, po dowolnej prostej z włączeniem ruchu obrotowego elektrody (oś A), po dowolnym łuku na płaszczyźnie XY, w ruchu spiralnym po osi Z,
  - o programowe wł./wył. w trakcie drążenia dodatkowych funkcjonalności takich jak: ruch wibracyjny elektrody, orbitowanie po okręgu oraz orbitowanie po kwadracie (dostępne tylko po osi Z),
  - o programowy wybór jednego z dziesięciu dostępnych układów współrzędnych roboczych,
  - o deklaracje wykonania  $n$  gniazd w zadanym kierunku (z lub bez korekcji zużycia elektrody),
- b) komunikacje z komputerem klasy PC za pośrednictwem:
  - o RS232: przesyłanie programów wykonawczych,
  - o USB Device lub WiFi: przesyłanie programów wykonawczych oraz pełna kontrola wszystkich procesów sterownika za pośrednictwem AT komend,
- c) przechowywania do 30 programów wykonawczych na karcie mikro SD.

Układ dedykowany jest do zastosowania w generatorach EDM produkcji ZAP B.P. s.c. (roczniki >1996r.) w celu zwiększenia ich funkcjonalności oraz intuicyjności obsługi.

## 1 PANEL STEROWANIA

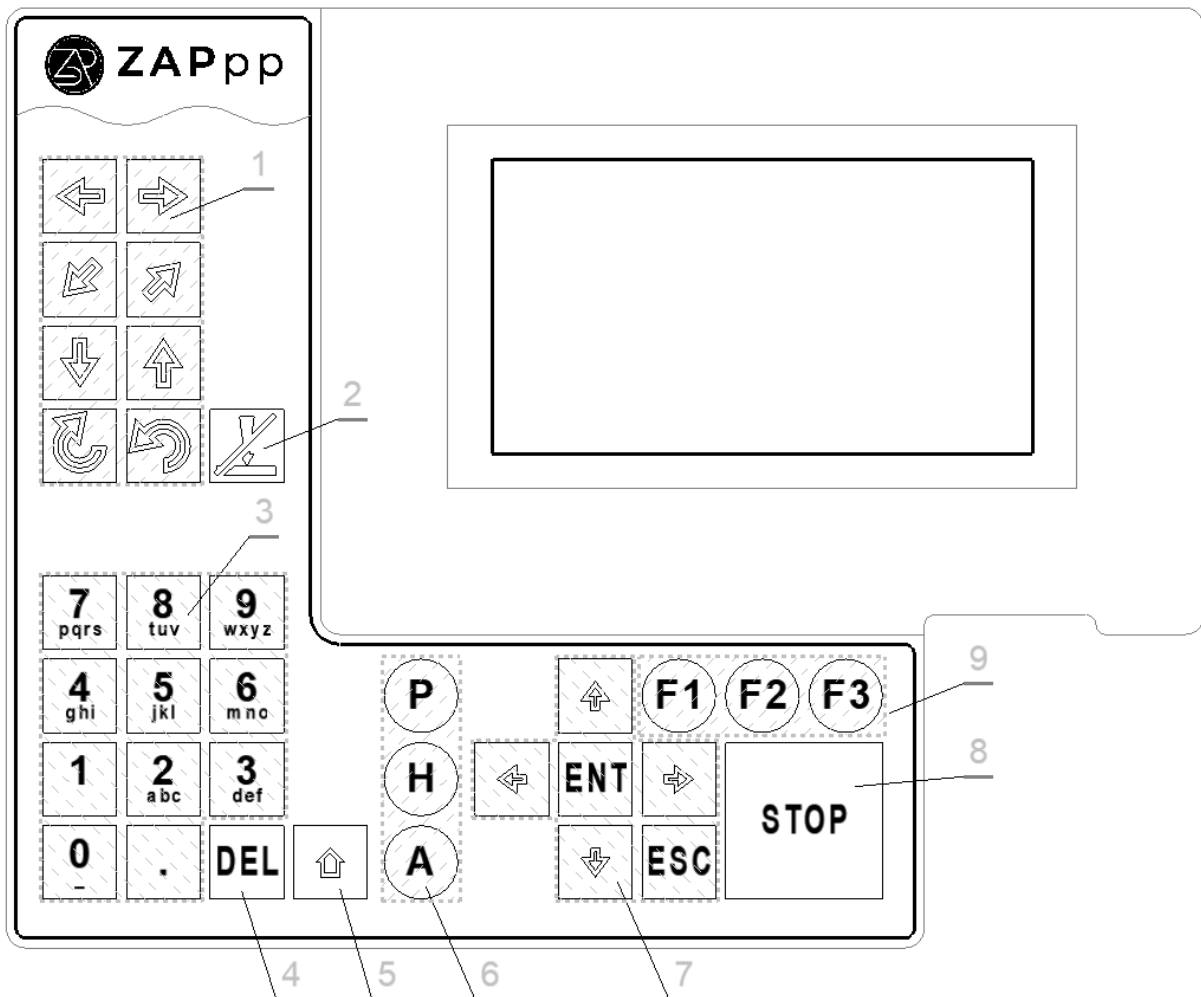
### 1.1 OPIS



Rysunek 1-1 Opis komponentów sterownika



- 1) Wyświetlacz LCD o rozdzielczości 240x128,
- 2) Klawiatura,
- 3) Kieszeń karty mikro SD,
- 4) Wejście USB (tzw. „drukarkowe”),
- 5) Wejście DSUB do transmisji danych w standardzie RS232.

## 1.2 KLAWIATURA





Rysunek 1-2

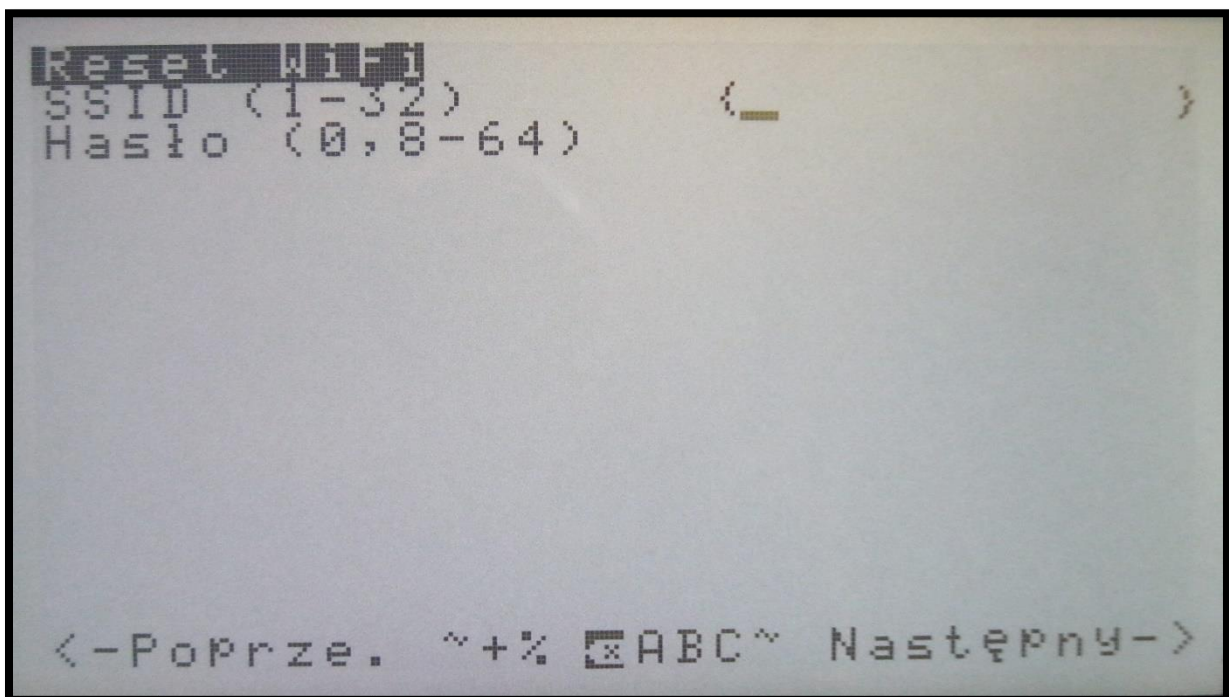
Klawiatura panelu operatorskiego składa się z następujących elementów:

- 1) Blok klawiszy kierunkowych (odpowiadających za kierunek i zwrot ruchu końcówki roboczej maszyny),
- 2) Klawisz ignorancji zwarcia  (wykorzystywany przy przejazdach w przypadku konieczności zignorowania styku końcówki roboczej ze stołem; jeżeli funkcja jest włączona na ekranie pojawi się napis: IZR),
- 3) Klawiatura alfanumeryczna,
- 4) Klawisz [DEL] (usuwanie wskazywanego przez kursor elementu),
- 5) Klawisz  (zmiana trybu wpisywania znaków; dostępne pisanie małymi/dużymi literami oraz samymi cyframi),
- 6) Blok klawiszy [P], [H], [A] do wyboru jednego z trzech trybów pracy: *Programowanie*, *Praca Ręczna*, *Praca Automatyczna*,
- 7) Blok klawiszy nawigacyjnych (nawigowanie po menu sterownika),
- 8) Klawisz [STOP] (służy do przerywania bieżącej operacji),
- 9) Blok klawiszy funkcyjnych [F1], [F2], [F3] (ich aktualna funkcjonalność wyświetlana jest ponad nimi na wyświetlaczu LCD).

### 1.3 WPISYWANIE TEKSTU

We wszystkich funkcjach wymagających wpisania tekstu obowiązują następujące zasady:

- 1) Wpisywanie tekstu odbywa się przy pomocy:
  - a. klawiatury alfanumerycznej (patrz *Rysunek 1-2*),
    - i. Naciskaj klawisz, aż zostanie wyświetlona odpowiednia litera lub cyfra,
    - ii. Aby wprowadzić spację, naciśnij [0],
    - iii. Aby wpisać znak specjalny lub interpunkcyjny, naciskaj [1],
  - b. klawiszy funkcyjnych [F1], [F2], [F3] (jeżeli są dostępne; patrz *Rysunek 1-3*),
    - i. [F1], „<Poprze.”: Zmiana wyróżnionego znaku nad klawiszem [F2],
    - ii. [F2]: Wpisanie wyróżnionego znaku,
    - iii. [F3], „Następny->”: Zmiana wyróżnionego znaku nad klawiszem [F2],
- 2) Aby przełączać między małymi/wielkimi literami, a cyframi, naciskaj ,
- 3) Aby wpisać znak „-” naciśnij jedną ze strzałek z lewej kolumny bloku klawiszy kierunkowych (patrz *Rysunek 1-2*),
- 4) Aby wpisać znak „+” naciśnij jedną ze strzałek z prawej kolumny bloku klawiszy kierunkowych (patrz *Rysunek 1-2*),
- 5) Aby skasować znak wskazywany przez kursor naciśnij [DEL] ,
- 6) Aby skasować znak poprzedzający kursor ustaw nad klawiszem [F2] znak  i naciśnij [F2] (patrz *Rysunek 1-3*).



*Rysunek 1-3 Ekran wpisu tekstu przy pomocy klawiszy funkcyjnych*

## 1.4 MENU

### Nawigacja:

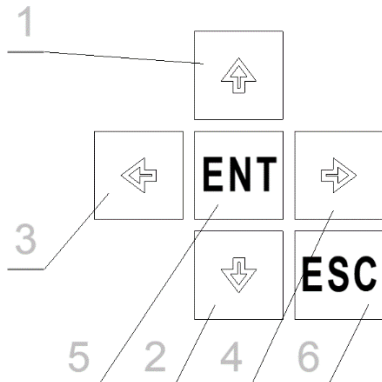
- 1) Naciśnięcie jednego z trzech klawiszy określających tryb pracy (patrz *Rysunek 1-4*) spowoduje przeniesienie użytkownika do menu głównego przypisanego dla danego trybu. Powyższej akcji nie uzyskamy w przypadku rozpoczęcia deklaracji parametrów niezbędnych dla danej funkcji bądź w sytuacji, gdy sterownik jest w trakcie realizacji wybranego zadania (np. przejazdu o wartość).



Rysunek 1-4 Klawisze wyboru trybu pracy

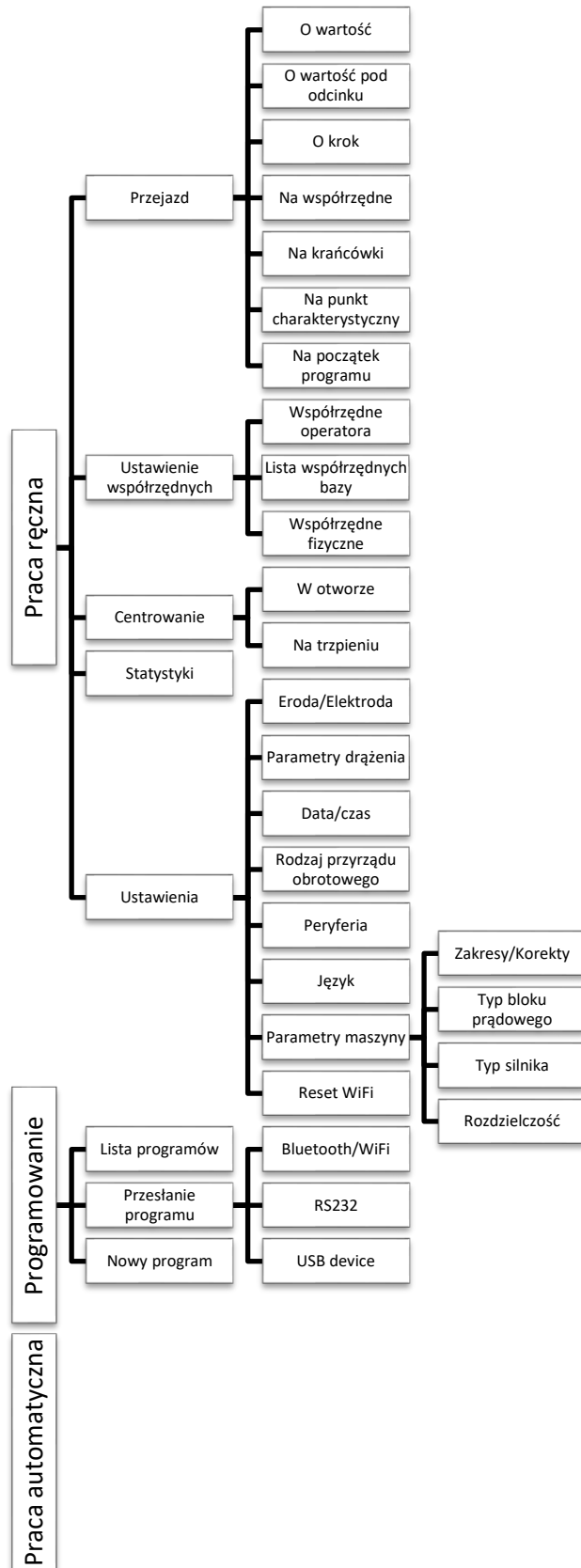
- 2) Przemieszczanie się po strukturze menu odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz *Rysunek 1-5*). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:

- [1] [**↑**] Przeniesienie kursora na powyższy element z listy menu,
- [2] [**↓**] Przeniesienie kursora na poniższy element z listy menu,
- [4] [**ENT**] Wejście do podmenu,
- [5] [**ESC**] Wyjście z podmenu.

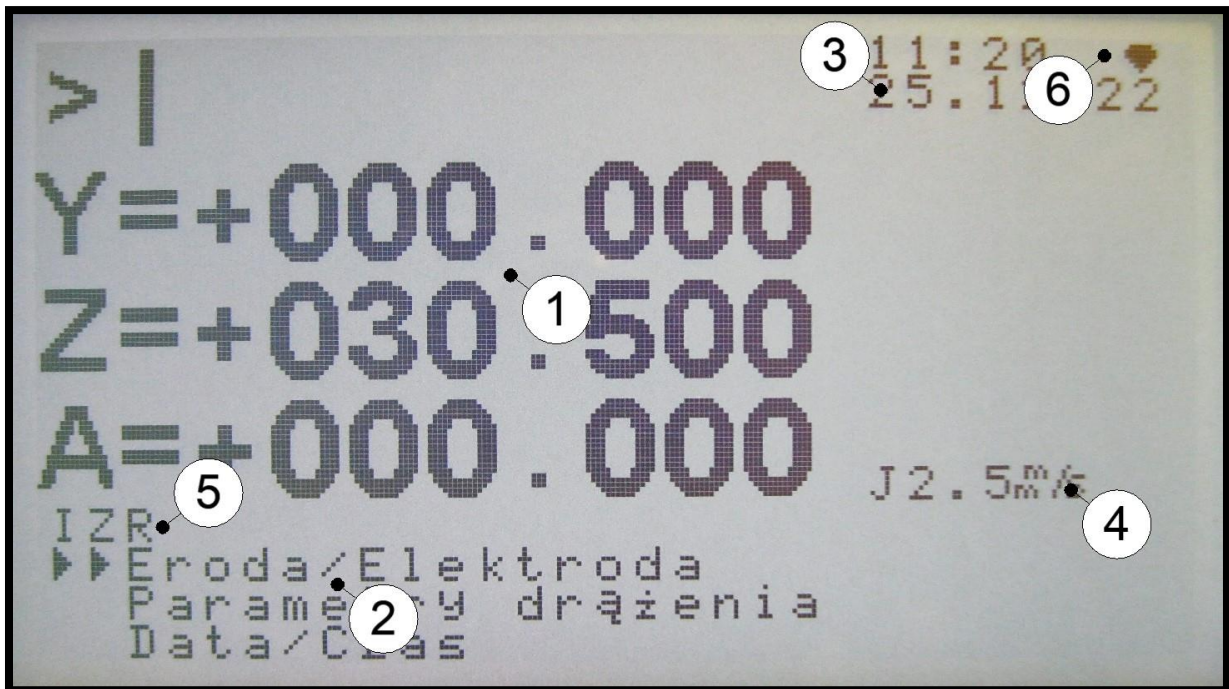


Rysunek 1-5 Blok klawiszy nawigacyjnych

### Struktura menu:



## 2 TRYB „PRACA RĘCZNA”



Rysunek 2-1 Ekran "praca ręczna"

- ① Blok współrzędnych:
  - Maszyna pracuje tylko i wyłącznie w dodatniej ćwiartce globalnego układu współrzędnych zwanego również układem współrzędnych fizycznych,
  - Próba zjazdu na ujemne współrzędne fizyczne zgłaszana jest poprzez odpowiedni komunikat błędu,
  - Współrzędne widoczne na wyświetlaczu LCD są współrzędnymi operatora odnoszącymi się do początku lokalnego układu współrzędnych,
  - Początek lokalnego układu współrzędnych może być przestawiany względem globalnego układu współrzędnych,
  - Zakres pracy dla:
    - Współrzędnych liniowych:
      - współrzędne fizyczne= $<0; 999,995>$ ,
      - współrzędne operatora= $<-999,995; 999,995>$
    - Współrzędnych kątowych:
      - współrzędne fizyczne= $<-999^{\circ}59'; 999^{\circ}59'>$ ,
      - współrzędne operatora= $<-999^{\circ}59'; 999^{\circ}59'>$
  - Najazd na krańcówkę górną lub dolną sygnalizowany jest poprzez wyświetlenie na ekranie odpowiednio: „>|”, lub „|<” w miejscu wartości współrzędnej osi, dla której nastąpiło włączenie przełącznika krańcowego,
- ② Lista funkcji dostępnych w „pracy ręcznej”,
- ③ Zegar i data. Patrz pkt 2.5.3,
- ④ Informacja na temat nastawy prędkości posuwu końcówki roboczej maszyny,
- ⑤ Blok aktywnych funkcji:
  - IZR: ignorancja zwarcia,
- ⑥ Blok ikon informacyjnych:



- WiFi włączone.



## 2.1 PRZEJAZDY

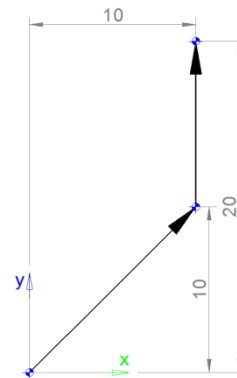
### 2.1.1 Przejazd ręczny

**Zastosowanie:** Funkcja realizuje przejazd końcówki roboczej maszyny w określonym kierunku o określonym zwrocie po naciśnięciu i przytrzymaniu jednego z klawiszy zawartego w bloku kierunkowym klawiatury (patrz *Rysunek 1-2*). Funkcja przestaje być dostępna w chwili wejścia przez użytkownika w okno realizacji wybranego zadania (np. przejazdu o wartość).

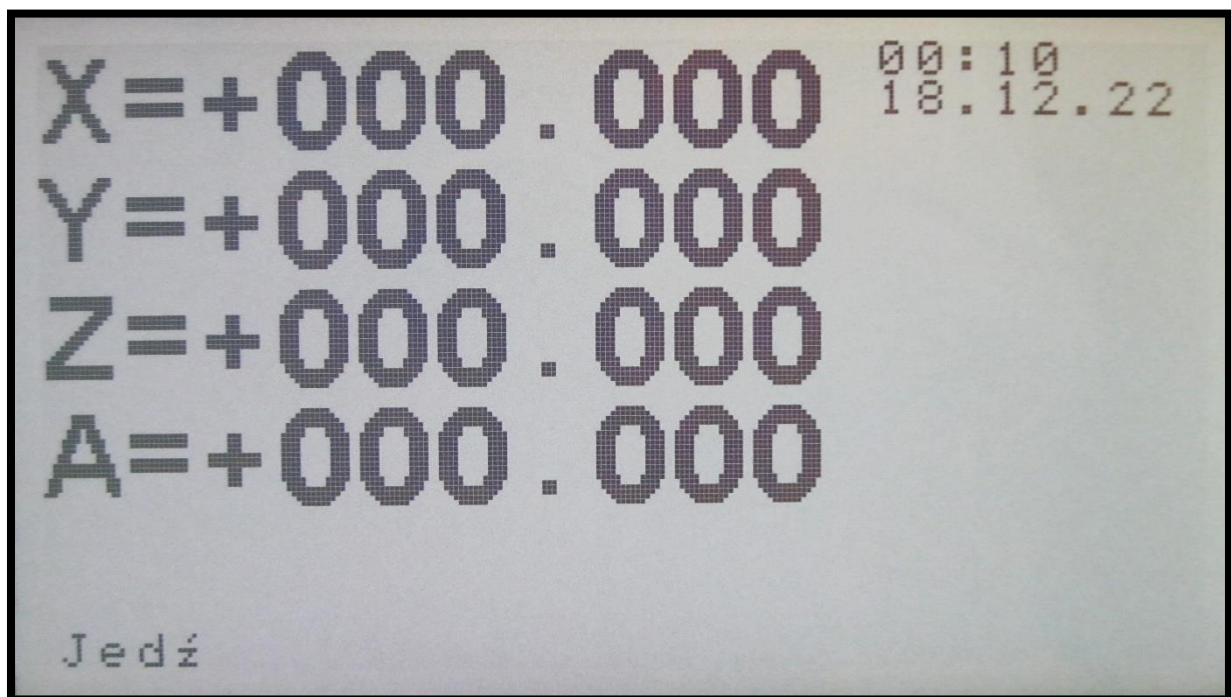
### 2.1.2 Przejazd o wartość

**Zastosowanie:** Funkcja realizuje przejazd końcówki roboczej maszyny o określoną wartość, w jednej bądź kilku osiach równocześnie. Dla przejazdu z zadeklarowanymi wartościami X=10, Y=20 maszyna wykona następujący ruch:

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Przejazd -> O wartość



Rysunek 2-2 Szkic trajektorii ruchu jaki zrealizuje maszyna wykonując przejazd o wartość



Rysunek 2-3 Ekran funkcji „przejazd o wartość”

#### Ścieżka postępowania:

- 1) Wybierz oś i zwrot ruchu poprzez naciśnięcie odpowiedniego klawisza zawartego w bloku kierunkowym klawiatury (patrz *Rysunek 1-2*),
- 2) Wpisz żądaną wartość przejazdu przy pomocy klawiatury numerycznej lub bloku klawiszy funkcyjnych ([F2] – Wpisanie znaku wyświetlanego powyżej klawisza; [F1], [F3] – Zmiana znaku wyświetlanego nad klawiszem [F2], [ESC] – anulowanie wpisywania wartości),
- 3) Zaakceptuj wpisaną wartość naciskając klawisz [ENT],
- 4) Deklaracja ruchu dla kolejnej osi – wróć do punktu 1,

- 5) Włącz/Wyłącz funkcję ignorancji zwarcia naciskając klawisz  $\frac{Z}{\text{Z}}$  (włączyć, jeśli istnieje konieczność zignorowania styku końcówki roboczej maszyny ze stołem w trakcie przejazdu np. w przypadku pomiaru czujnikiem położenia detalu na stole),
  - o Jeżeli funkcja ignorancji zwarcia jest włączona to na ekranie pojawi się napis: IZR,
- 6) Zainicjuj działanie funkcji poprzez wciśnięcie [F1] „Jedź”.

#### Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:

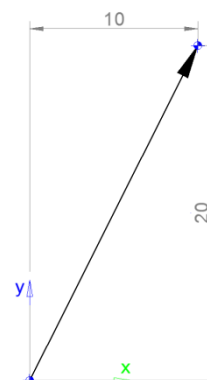
- [STOP]: zatrzymanie przejazdu. W chwili spauzowania funkcji na ekranie pojawi się komunikat: „Wstrzymanie procesu. Czy kontynuować?”. Opcje dalszego postępowania:
  - a. [F1] „OK”: kontynuacja przejazdu,
  - b. [F2] „Anuluj”: porzucenie przejazdu.

### 2.1.3 Przejazd o wartość po odcinku

**Zastosowanie:** Funkcja realizuje przejazd końcówki roboczej maszyny o określoną wartość, w jednej bądź kilku osiach równocześnie. Dla przejazdu z zadeklarowanymi wartościami X=10, Y=20 maszyna wykona następujący ruch:

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Przejazd -> O wartość po odcinku

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt. 2.1.2

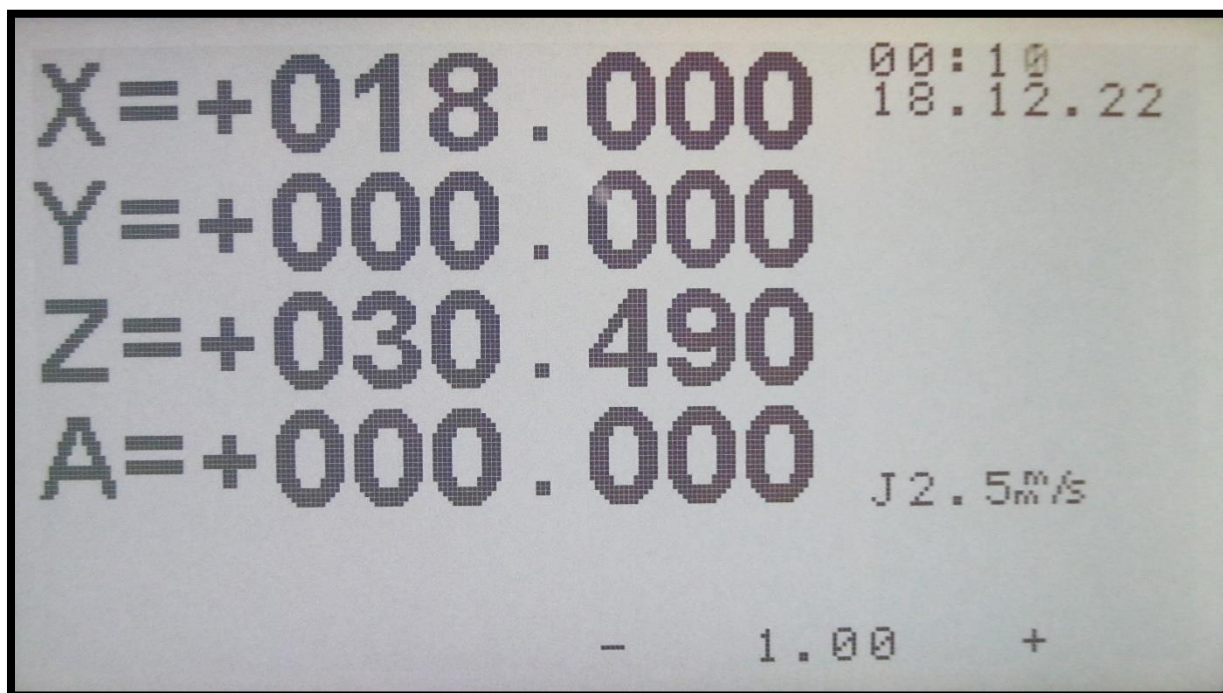


Rysunek 2-4 Szkic trajektorii ruchu jaki zrealizuje maszyna wykonując przejazd o wartość po odcinku

### 2.1.4 Przejazd o krok


**Zastosowanie:** Funkcja realizuje przejazd końcówki roboczej maszyny w wybranej osi o wartość ustawionego „kroku”. Możliwe wartości „kroku” to: 0.01mm, 0.10mm, 1.00mm.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Przejazd -> O krok



Rysunek 2-5 Ekran funkcji „przejazd o krok”

### Ścieżka postępowania:

- 1) Wybierz wartość kroku przy pomocy klawiszy [F2], „-” oraz [F3], „+”,
- 2) Włącz/Wyłącz funkcję ignorancji zwarcia naciskając klawisz  (włączyć, jeśli istnieje konieczność zignorowania styku końcówki roboczej maszyny ze stołem w trakcie przejazdu np. w przypadku pomiaru czujnikiem położenia detalu na stole),
  - o *Jeżeli funkcja ignorancji zwarcia jest włączona to na ekranie pojawi się napis: IZR,*
- 3) Wybierz kierunek/zwrot i zainicjuj ruch poprzez naciśnięcie i spuszczenie odpowiedniego klawisza zawartego w bloku kierunkowym klawiatury (patrz Rysunek 1-2) .

### 2.1.5 Przejazd na współrzędne

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia przejazd końcówki roboczej maszyny na określone współrzędne bazowe.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Przejazd -> Na współrzędne

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt. 2.1.2

### 2.1.6 Przejazd na krańcówki


**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia przejazd końcówki roboczej maszyny na wyłączniki krańcowe. Po najechaniu na wszystkie krańcówki następuje zresetowanie współrzędnych fizycznych maszyny (X=0.0, Y=0.0 Z=max. wysokość podjazdu dla danej maszyny).

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Przejazd -> Na krańcówki

#### Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:

- **[STOP]:** zatrzymanie przejazdu. W chwili spauzowania funkcji na ekranie pojawi się komunikat: „Wstrzymanie procesu. Czy kontynuować?”. Opcje dalszego postępowania:
  - a. **[F1], „Ok”:** kontynuacja przejazdu,
  - b. **[F2], „Anuluj”:** porzucenie przejazdu.

#### Uwaga!!!

- 1) Zaleca się zjechać na krańcówki:
  - a) Przy pierwszym uruchomieniu maszyny,
  - b) Po przeniesieniu maszyny na inne stanowisko,
  - c) Po naprawach serwisowych wymagających odłączenia generatora od części mechanicznej maszyny.Nie wykonanie zjazdu na krańcówki po wystąpieniu, któregoś z powyższych przypadków może skutkować nieprawidłowym działaniem funkcji „przejazd na punkt charakterystyczny” oraz blokowaniem przejazdów ręcznych w wybranym kierunku.
- 2) Przed zainicjowaniem przejazdu upewnić się, że funkcja ignorancji zwarcia () jest wyłączona.

#### Komunikaty błędów:

- **Nie najechano na wszystkie krańcówki:** próba zjazdu na krańcówki zakończyła się niepowodzeniem. Błąd występuje w przypadku uszkodzenia którejś z krańcówek, bądź wystąpienia któregoś z przypadków opisanych w punkcie 2.1.9

### 2.1.7 Przejazd na punkt charakterystyczny


**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia automatyczny przejazd końcówki roboczej maszyny na centralny punkt przestrzeni roboczej maszyny.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Przejazd -> Na punkt charakterystyczny

#### Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:

- **[STOP]:** zatrzymanie przejazdu. W chwili spauzowania funkcji na ekranie pojawi się komunikat: „Wstrzymanie procesu. Czy kontynuować?”. Opcje dalszego postępowania:
  - a. **[F1], „Ok”:** kontynuacja przejazdu,
  - b. **[F2], „Anuluj”:** porzucenie przejazdu.

#### Uwaga!!!

Przed zainicjowaniem przejazdu upewnić się, że funkcja ignorancji zwarcia () jest wyłączona.

### 2.1.8 Przejazd na początek programu


**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia automatyczny przejazd końcówki roboczej maszyny na początek wybranego programu pracy.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Przejazd -> Na początek programu.

**Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:**


- **[STOP]:** zatrzymanie przejazdu. W chwili spauzowania funkcji na ekranie pojawi się komunikat: „Wstrzymanie procesu. Czy kontynuować?”. Opcje dalszego postępowania:
  - a. **[F1],„Ok”:** kontynuacja przejazdu,
  - b. **[F2],„Anuluj”:** porzucenie przejazdu.

**Uwaga!!!**

Przed zainicjowaniem przejazdu upewnić się, że funkcja ignorancji zwarcia () jest wyłączona.

### 2.1.9 Ogólne komunikaty błędów dla przejazdów

Przejazd może zostać zatrzymany w trybie awaryjnym w wyniku wystąpienia jednej z poniższych sytuacji:

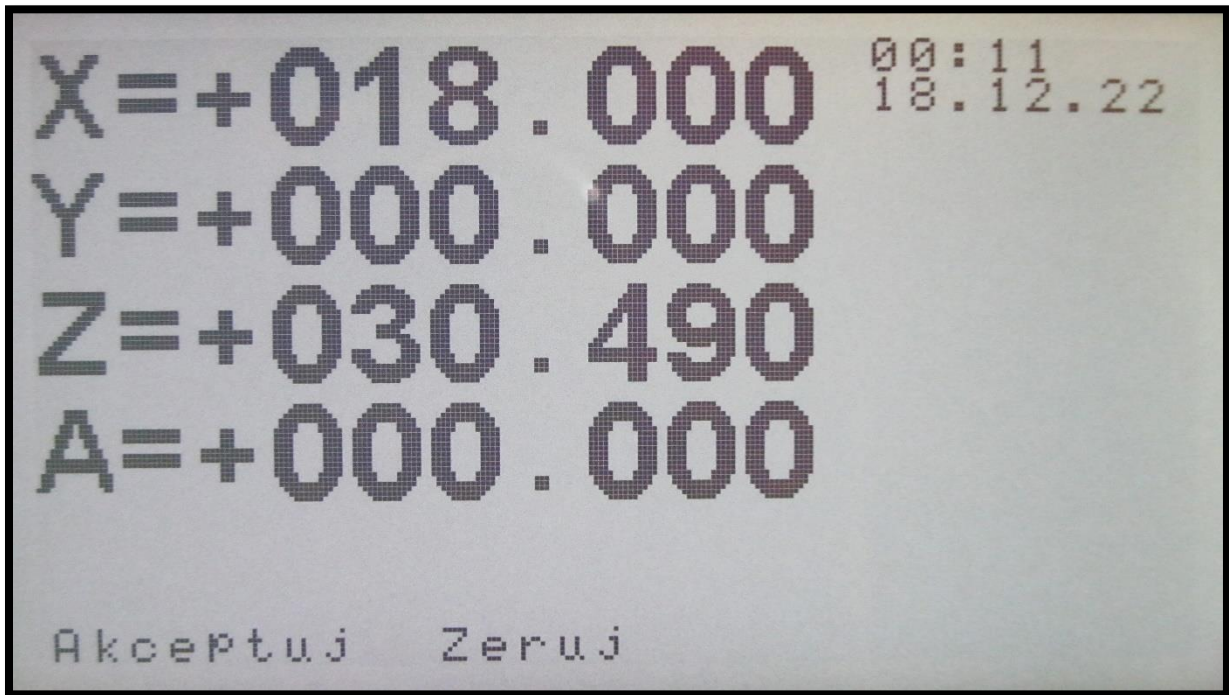
- **Zwarcie:** w trakcie przejazdu nastąpił styk końcówki roboczej ze stołem (elementem obrabianym). Detekcję zwarcia można dezaktywować poprzez włączenie przed rozpoczęciem wykonywania przejazdu ignorancji zwarcia (klawisz ),
- **Wstrzymanie procesu:** spauzowano przejazd naciskając klawisz **[STOP]**,
- **Próba przekroczenia zakresu wsp. fizycznych lub bazowych,**
- **Błąd krytyczny liniałów:** brak odpowiedzi ze strony liniału o wykonaniu przemieszczenia pomimo przesłania informacji o przejeździe do silnika odpowiadającego za ruch w danej osi. Błąd występuje w przypadku:
  - a. Uszkodzenia silnika,
  - b. Uszkodzenia sterownika silnika,
  - c. Zbyt dużych oporów ruchu przemieszczanej konstrukcji (zaleca się umyć i ponownie przesmarować śrubę napędową).
- **Przeciążony silnik X/Y/Z:** detekcja przeciążenia silnika AC-servo dla danej osi (nie występuje w przypadku obsługi silników krokowych).

## 2.2 USTAWIENIE WSPÓŁRZĘDNYCH

### 2.2.1 Współrzędne operatora

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia zmianę wartości dla poszczególnych współrzędnych operatora. Tym samym zmieniane jest położenie początku lokalnego układu współrzędnych względem początku globalnego układu współrzędnych.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienie współrzędnych -> Współrzędne operatora



Rysunek 2-6 Ekran zmiany współrzędnych operatora

#### Ścieżka postępowania:

- 1) Wybierz znak oraz oś dla której chcesz zadeklarować nową wartość, poprzez naciśnięcie odpowiedniego klawisza zawartego w bloku kierunkowym klawiatury (patrz *Rysunek 1-2*),
- 2) Wpisz żadaną wartość przy pomocy klawiatury numerycznej lub bloku klawiszy funkcyjnych ([F2] – Wpisanie znaku wyświetlanego powyżej klawisza; [F1], [F3] – Zmiana znaku wyświetlanego nad klawiszem [F2], [ESC] – anulowanie wpisywania wartości),
- 3) Zaakceptuj wpisaną wartość naciskając klawisz [ENT],
- 4) Deklaracja współrzędnej dla kolejnej osi – wróć do punktu 1,
- 5) Zatwierdź zadeklarowane współrzędne poprzez wciśnięcie [F1], „Akceptuj”.

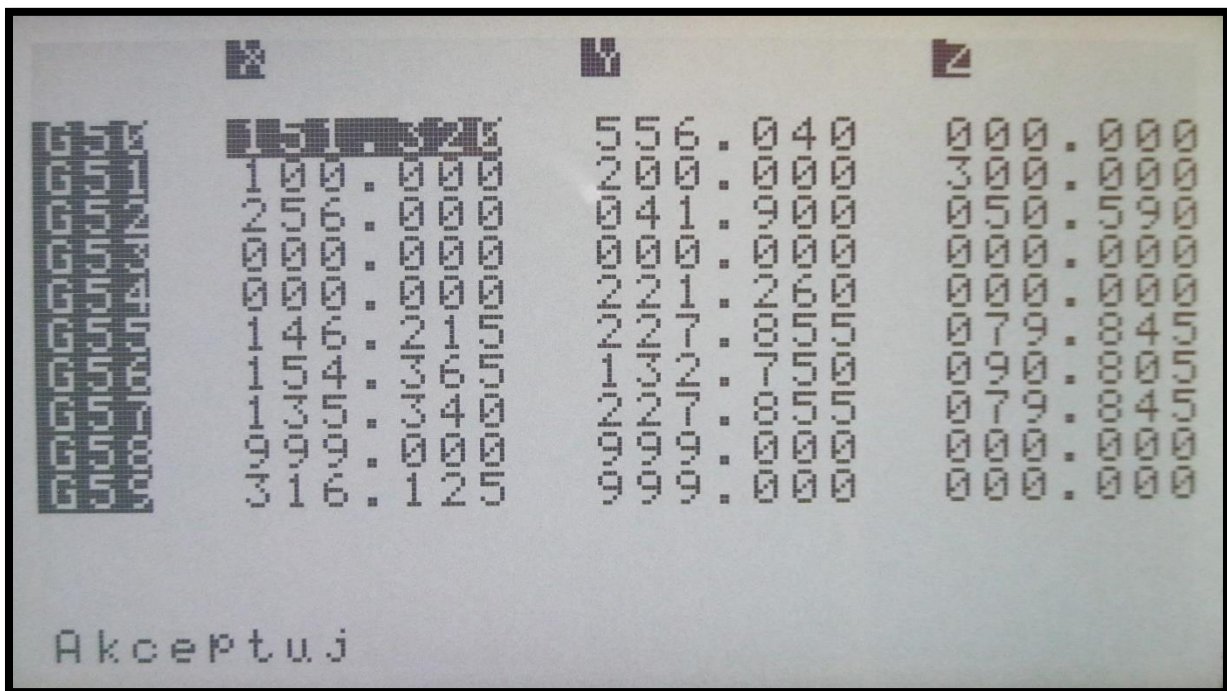
#### Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:

- [F2], „Zeruj”: zerowanie współrzędnych operatora (Uwaga! Funkcja nie zapisuje zadeklarowanych współrzędnych. Aby tego dokonać należy zatwierdzić dane poprzez wciśnięcie [F1], „Akceptuj”).

## 2.2.2 Lista współrzędnych bazy

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia przypisanie współrzędnych fizycznych aktualnego położenia końcówki roboczej maszyny do jednego z G-kodów z zakresu: G50-G59.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienie współrzędnych -> Lista współrzędnych bazy



Rysunek 2-7 Ekran zmiany współrzędnych bazy

### Ścieżka postępowania:

- Wybierz oś (przyporządkowaną odpowiedniemu G-code'owi) której chcesz przypisać aktualną wartość korespondującej współrzędnej fizycznej.
  - Wskazana oś wyświetlana jest z wyróżnieniem tekstu,
  - Przemieszczanie się po liście współrzędnych bazowych odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:
    - [1] [↑] Przeniesienie kursora na powyższy element z listy,
    - [2] [↓] Przeniesienie kursora na poniższy element z listy,
    - [3] [←] Przeniesienie kursora na lewy element z listy,
    - [4] [→] Przeniesienie kursora na prawy element z listy,
- Przypisz wartość współrzędnej fizycznej naciskając klawisz [ENT],
- Deklaracja współrzędnej dla kolejnej osi – wróć do punktu 1,
- Zatwierdź zadeklarowane współrzędne poprzez wciśnięcie [F1] „Akceptuj”.

## 2.2.3 Współrzędne fizyczne

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia zmianę wartości dla poszczególnych współrzędnych fizycznych. Tym samym zmieniane jest położenie początku globalnego układu współrzędnych.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienie współrzędnych -> Współrzędne fizyczne

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt. 2.2.1

### Uwaga!!!

Ręczna zmiana współrzędnych fizycznych może skutkować nieprawidłowym działaniem funkcji „przejazd na punkt charakterystyczny” (Patrz pkt. 2.1.7) oraz blokowaniem „przejazdu ręcznego” w wybranym kierunku. Zaleca się jednokrotne zresetowanie współrzędnych fizycznych przy pomocy funkcji „Przejazd na krańcówki” (Patrz pkt.2.1.6) po wystąpieniu jednego z poniższych przypadków:

- Pierwsze uruchomienie maszyny,
- Przeniesienie maszyny na inne stanowisko,
- Naprawa serwisowa wymagająca odłączenia generatora od części mechanicznej maszyny.

## 2.3 CENTROWANIE

### 2.3.1 W otworze

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia automatyczne ustalenie centralnego położenia elektrody w szczelinie bądź w otworze.

**Dostępne opcje centrowania:**

- Otwór w płaszcz. XY,
- Otwór w płaszcz. XZ,
- Otwór w płaszcz. YZ,
- W szczelinie po osi X,
- W szczelinie po osi Y,
- W szczelinie po osi Z.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Centrowanie -> W otworze

**Ścieżka postępowania:**

- 1) Przemieść głowicę tak, aby elektroda zagłębiła się w otworze,
- 2) Wskaż rodzaj centrowania,
  - O wskazaniu danego centrowania świadczy pojawienie się przed nim znaku: „>>”.
  - Wskazanie centrowania odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:  
[1] [↑] Przeniesienie kursora na powyższy element z listy,  
[2] [↓] Przeniesienie kursora na niższy element z listy.
- 3) Zainicjuj centrowanie naciskając [ENT],

**Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:**

- [STOP]: zatrzymanie przejazdu. W chwili spauzowania funkcji na ekranie pojawi się komunikat: „Wstrzymanie procesu. Czy kontynuować?”. Opcje dalszego postępowania:
  - a. [F1]„Ok”: kontynuacja przejazdu,
  - b. [F2]„Anuluj”: porzucenie przejazdu.

### 2.3.2 Na trzpieniu

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia automatyczne ustalenie centralnego położenia elektrody względem zewnętrznego obrysu materiału lub wybranego fragmentu materiału np. trzpienia.

**Dostępne opcje centrowania:**

- Objazd po osi X,
  - X+ ↗ (objazd po osi X+, centrowanie po osi Y+),
  - X+ ↘ (objazd po osi X+, centrowanie po osi Y-),
  - X+ ↑ (objazd po osi X+, centrowanie po osi Z+),
  - X+ ↓ (objazd po osi X+, centrowanie po osi Z-),
- Objazd po osi Y,
  - Y+ → (objazd po osi Y+, centrowanie po osi X+),
  - Y+ ← (objazd po osi Y+, centrowanie po osi X-),
  - Y+ ↑ (objazd po osi Y+, centrowanie po osi Z+),
  - Y+ ↓ (objazd po osi Y+, centrowanie po osi Z-),
- Objazd po osi Z,
  - Z+ → (objazd po osi Z+, centrowanie po osi X+),
  - Z+ ← (objazd po osi Z+, centrowanie po osi X-),
  - Z+ ↗ (objazd po osi Z+, centrowanie po osi Y+),
  - Z+ ↘ (objazd po osi Z+, centrowanie po osi Y-),
- Pełny objazd po osi X,
  - X+ ↗ (objazd po osi X+, centrowanie po osiach: Y+, a następnie Z+),
  - X+ ↘ (objazd po osi X+, centrowanie po osiach: Y-, a następnie Z-),
  - X+ ↑ (objazd po osi X+, centrowanie po osiach: Z+, a następnie Y+),
  - X+ ↓ (objazd po osi X+, centrowanie po osiach: Z-, a następnie Y-),

- Pełny objazd po osi Y,
  - $Y+ \rightarrow$  (objazd po osi  $Y+$ , centrowanie po osiach:  $X+$ , a następnie  $Z+$ ),
  - $Y+ \leftarrow$  (objazd po osi  $Y+$ , centrowanie po osiach:  $X-$ , a następnie  $Z-$ ),
  - $Y+ \uparrow$  (objazd po osi  $Y+$ , centrowanie po osiach:  $Z+$ , a następnie  $X+$ ),
  - $Y+ \downarrow$  (objazd po osi  $Y+$ , centrowanie po osiach:  $Z-$ , a następnie  $X-$ ),
- Pełny objazd po osi Z,
  - $Z+ \rightarrow$  (objazd po osi  $Z+$ , centrowanie po osiach:  $X+$ , a następnie  $Y+$ ),
  - $Z+ \leftarrow$  (objazd po osi  $Z+$ , centrowanie po osiach:  $X-$ , a następnie  $Y-$ ),
  - $Z+ \nearrow$  (objazd po osi  $Z+$ , centrowanie po osiach:  $Y+$ , a następnie  $X+$ ),
  - $Z+ \swarrow$  (objazd po osi  $Z+$ , centrowanie po osiach:  $Y-$ , a następnie  $X-$ ),

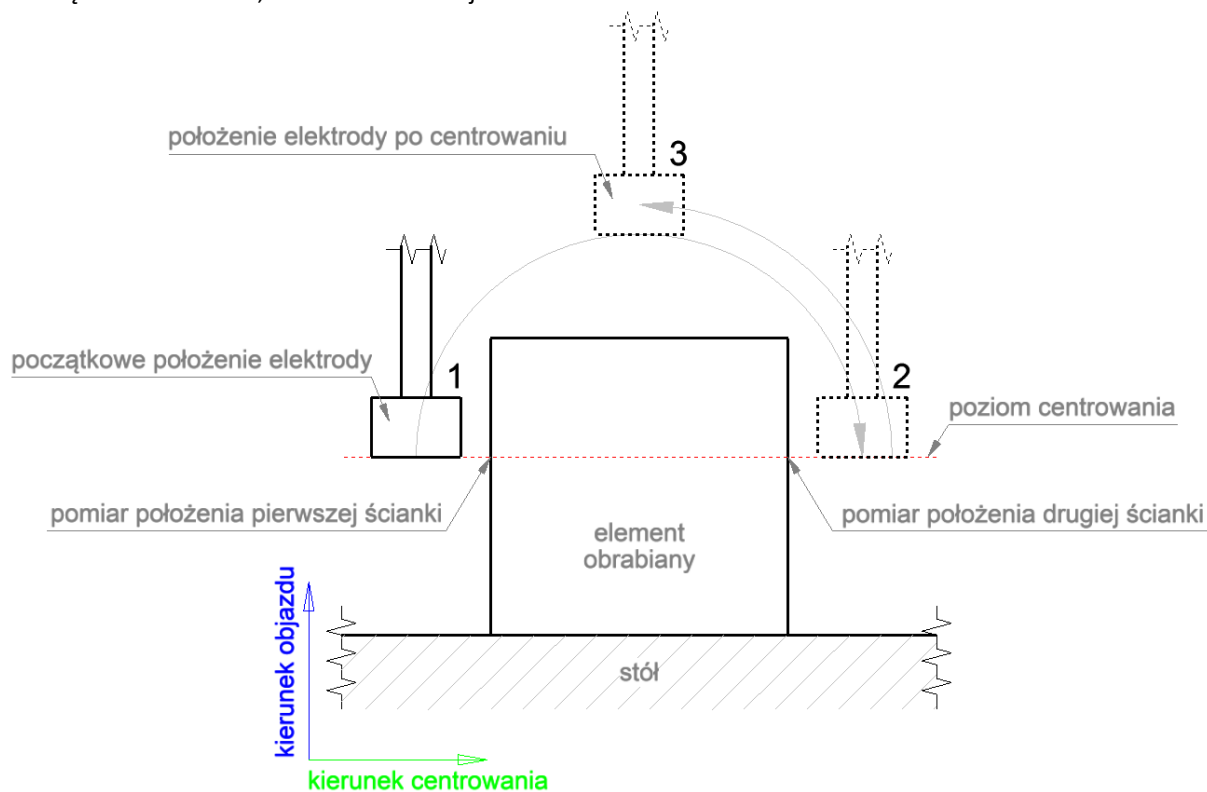
**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Centrowanie -> Na trzpieniu

**Ścieżka postępowania:**

- 1) Wskaż poziom centrowania poprzez ustalenie początkowego położenia elektrody względem materiału obrabianego (patrz Rysunek 2-8),
- 2) Wskaż rodzaj centrowania,
  - O wskazaniu danego centrowania świadczy pojawienie się przed nim znaku: „>>”.
  - Wskazanie centrowania odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5 **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:
    - [1] [ $\uparrow$ ] Przeniesienie kursora na powyższy element z listy,
    - [2] [ $\downarrow$ ] Przeniesienie kursora na poniższy element z listy.
- 3) Zainicjuj centrowanie naciskając [ENT],

**Uwaga!!!**

Aby automatyczne centrowanie na trzpieniu zostało zrealizowane, zwrot centrowania musi być tak dobrany, aby przemieszczenie elektrody w zadeklarowanym kierunku spowodowało zetknięcie elektrody z materiałem. W przypadku, gdy po rozpoczęciu centrowania elektroda zostanie przemieszczona o 50mm i nie nastąpi zetknięcie z materiałem, centrowanie zostaje anulowane.



Rysunek 2-8



#### Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:

- **[STOP]:** zatrzymanie przejazdu. W chwili spauzowania funkcji na ekranie pojawi się komunikat: „Wstrzymanie procesu. Czy kontynuować?”. Opcje dalszego postępowania:
  - a. **[F1],„Ok”:** kontynuacja przejazdu,
  - b. **[F2],„Anuluj”:** porzucenie przejazdu.

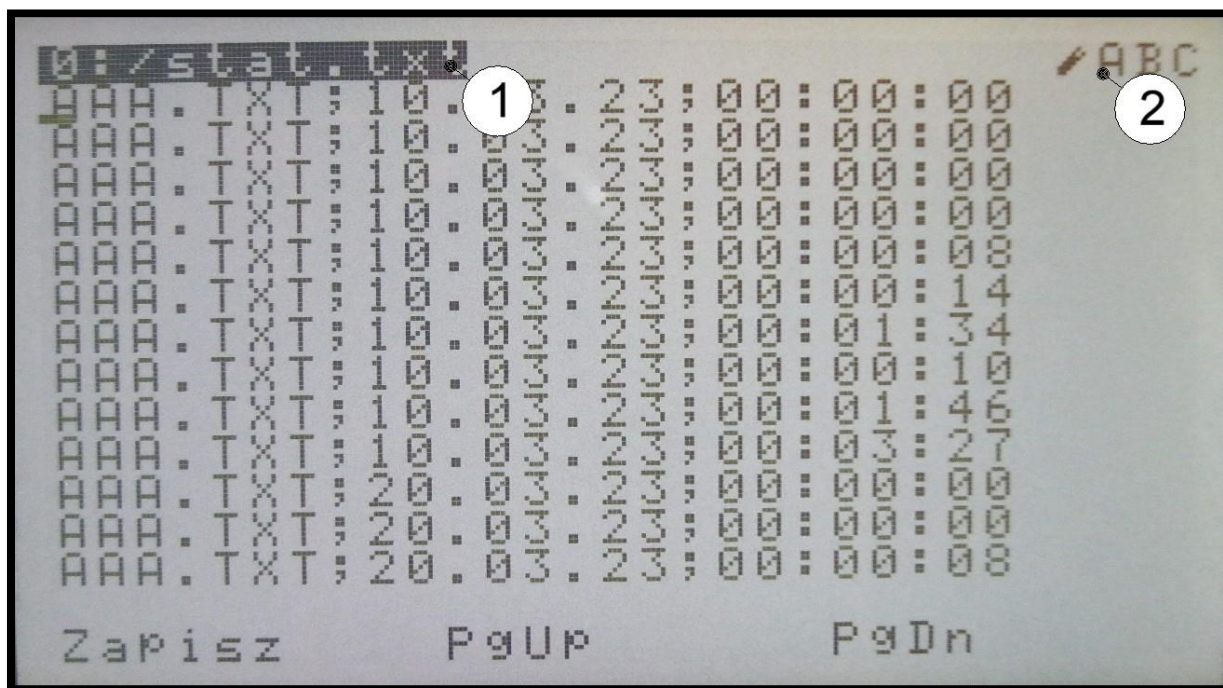
### 2.3.3 Komunikaty błędów centrowania

Centrowanie może zostać zatrzymane w trybie awaryjnym w wyniku wystąpienia jednej z poniższych sytuacji:

- **Nieusuwalne zwarcie:** w trakcie centrowania, maszyna sonduje położenie końcówki roboczej poprzez okresowy dojazd elektrody do materiału obrabianego. Błąd pojawia się w chwili, gdy przy próbie odjazdu od materiału nie ustępuje zwarcie pomiędzy elektrodą, a detalem. Taka sytuacja może wystąpić w przypadku zabrudzenia, bądź utlenienia się powierzchnia detalu na którym się centrujemy.
- **Najazd na krańcówki,**
- **Wstrzymanie procesu:** patrz pkt. 2.1.9,
- **Próba przekroczenia zakresu wsp. fizycznych lub bazowych,**
- **Błąd krytyczny liniałów:** patrz pkt. 2.1.9,
- **Przeciążony silnik X/Y/Z:** patrz pkt. 2.1.9.

## 2.4 STATYSTYKI

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia podgląd (i edycję) pliku tekstowego ze zarchiwizowanymi danymi dotyczącymi zrealizowanych programów pracy, takimi jak: nazwę programu, datę oraz czas jego wykonania,  
**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Statystyki



Rysunek 2-9 Ekran statystyk

- ① Pełna ścieżka dostępu do pliku,
  - ② Tryb wpisywania znaków (tutaj pisanie dużymi literami).
- Przemieszczanie się po pliku odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:
    - [1] [↑] Przeniesienie kursora na linię powyżej,
    - [2] [↓] Przeniesienie kursora na linię poniżej,
    - [3] [←] Przeniesienie kursora na znak po lewej,

- [4] [→] Przeniesienie kursora na znak po prawej,
- Wpisywanie tekstu: patrz 1.3

**Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:**

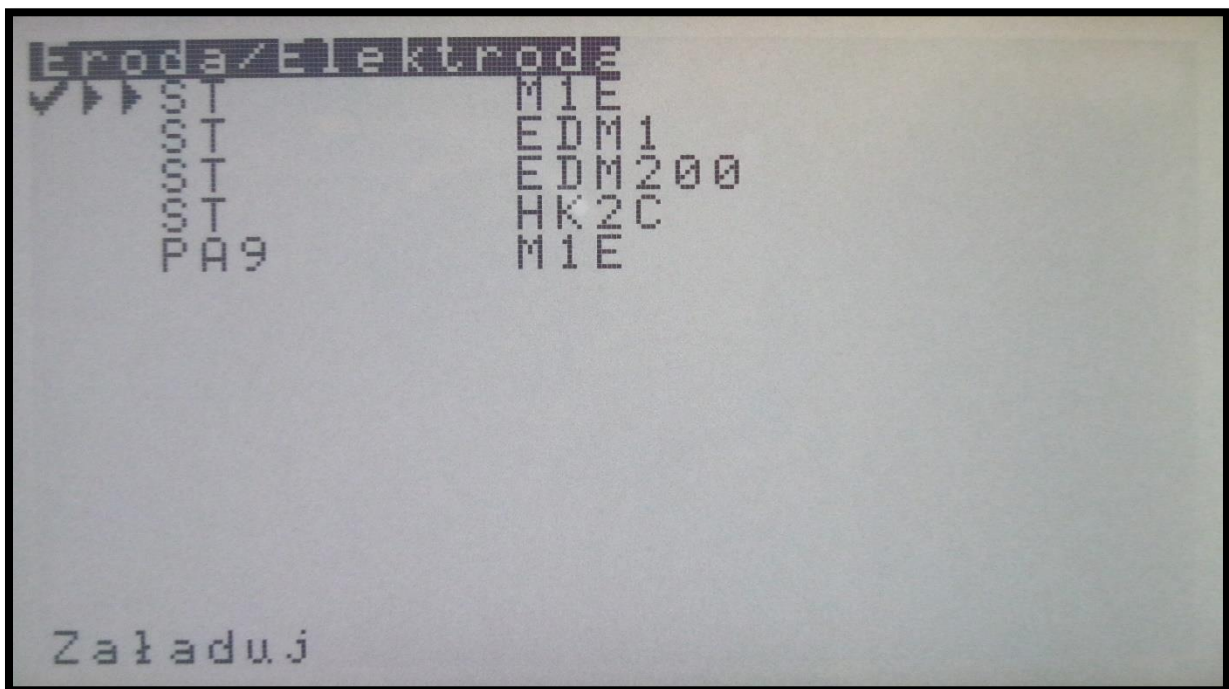
- [F1] „Zapisz”: Zapisanie zmian,
- [F2] „PgUp”: Przeniesienie kursora na koniec poprzedniej strony,
- [F3] „PgDn”: Przeniesienie kursora na początek następnego ekranu.

## 2.5 USTAWIENIA

### 2.5.1 Eroda/Elektroda

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia wskazanie pary materiałów materiału erody oraz materiału elektrody wykorzystywanych w trakcie procesu drążenia. Powyższy wybór jest niezbędny do prawidłowego działania kalkulatora najbardziej optymalnych parametrów pracy.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia-> Eroda/Elektroda



Rysunek 2-10 Ekran listy wyboru

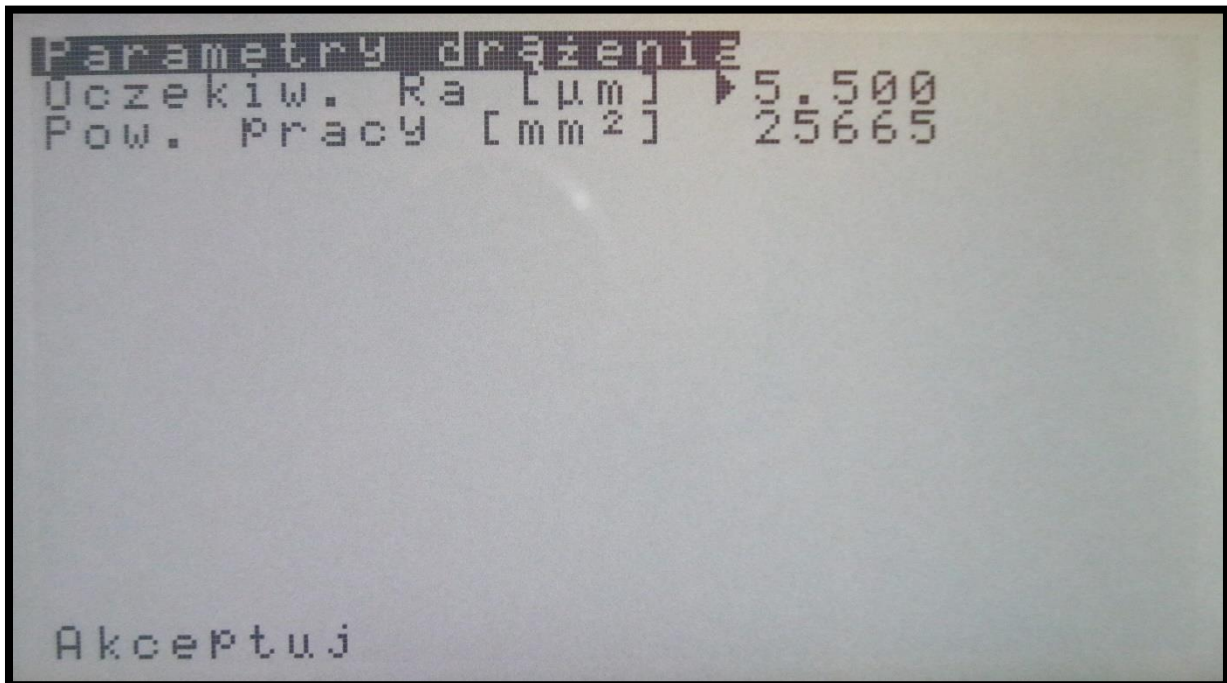
**Ścieżka postępowania:**

- 1) Wskaż pozycję z listy
  - O wskazaniu danej pozycji świadczy pojawienie się przy niej znaku: „>>”.
  - Wskazanie pozycji z listy odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:
    - [3] [↑] Przeniesienie kursora na powyższy element z listy,
    - [4] [↓] Przeniesienie kursora na poniższy element z listy.
- 2) Załaduj zadeklarowaną pozycję poprzez wciśnięcie [F1] „Załaduj”,
  - O załadowaniu danej pozycji świadczy pojawienie się przed nim znaku: ✓.

### 2.5.2 Parametry drążenia

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia ustawienie takich parametrów procesu drążenia jak: powierzchnia pracy elektrody, oraz oczekiwana chropowatość Ra uzyskana po procesie drążenia. Powyższe dane niezbędne są dla prawidłowego działania kalkulatora najbardziej optymalnych parametrów pracy.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia -> Parametry drążenia



Rysunek 2-11 Ekran listy pól wpisu

#### Ścieżka postępowania:

- 1) Wskaż parametr do zmiany,
  - O wskazaniu danego parametru świadczy pojawienie się przed nim znaku: „>”.
  - Wskazanie parametru odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:
    - [1] [↑] Przeniesienie kursora na powyższy element z listy,
    - [2] [↓] Przeniesienie kursora na poniższy element z listy.
- 2) Naciśnij [ENT],
  - Następuje otwarcie okna wpisu przypisanego dla wybranego parametru. O otwarciu okna do wpisu świadczy pojawienie się: „{...}”.
- 3) Wpisz nową wartość, patrz 1.3,
  - Przemieszczanie się w oknie wpisu odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:
    - [3] [←] Przeniesienie kursora na znak po lewej,
    - [4] [→] Przeniesienie kursora na znak po prawej,
- 4) Zaakceptuj wpisaną wartość naciskając ponownie klawisz [ENT],
- 5) Zatwierdź zadeklarowane dane poprzez wciśnięcie [F1] „Akceptuj”.

### 2.5.3 Data/czas

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia ustawienia aktualnej daty i godziny.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia -> Data/czas

#### Ścieżka postępowania:

- 1) Wybierz i ustaw składową daty/czasu.
  - O wskazaniu danej świadczy podkreślenie (kursor), które pojawi się pod nią.
  - Zmiana daty/czasu odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:
    - [1] [↑] Zmiana wartości o +1,
    - [2] [↓] Zmiana wartości o -1
    - [3] [←] Przeniesienie kursora na lewy element,
    - [4] [→] Przeniesienie kursora na prawy element.

- 2) Zatwierdź zadeklarowaną datę/czas poprzez wciśnięcie [F1], „Akceptuj”.

#### 2.5.4 Rodzaj przyrządu obrotowego

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia wskazanie aktualnie używanego przyrządu obrotowego. Każdy z możliwych do wyboru przyrządów posiada inne przełożenie pomiędzy wałem silnika a wałem roboczym stąd konieczność wcześniejszego „poinformowania” maszyny z jakim oprzyrządowaniem będzie pracowała. Za ruch obrotowy powyższych przyrządów odpowiada oś „A”.

**Dostępne opcje wyboru:**

- Głowica obrotowa (GO-...),
- Stolik obrotowy (PDT-...)
- Tokarka (TE-...).


**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia -> Rodzaj przyrządu obrotowego

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt. 2.5.1

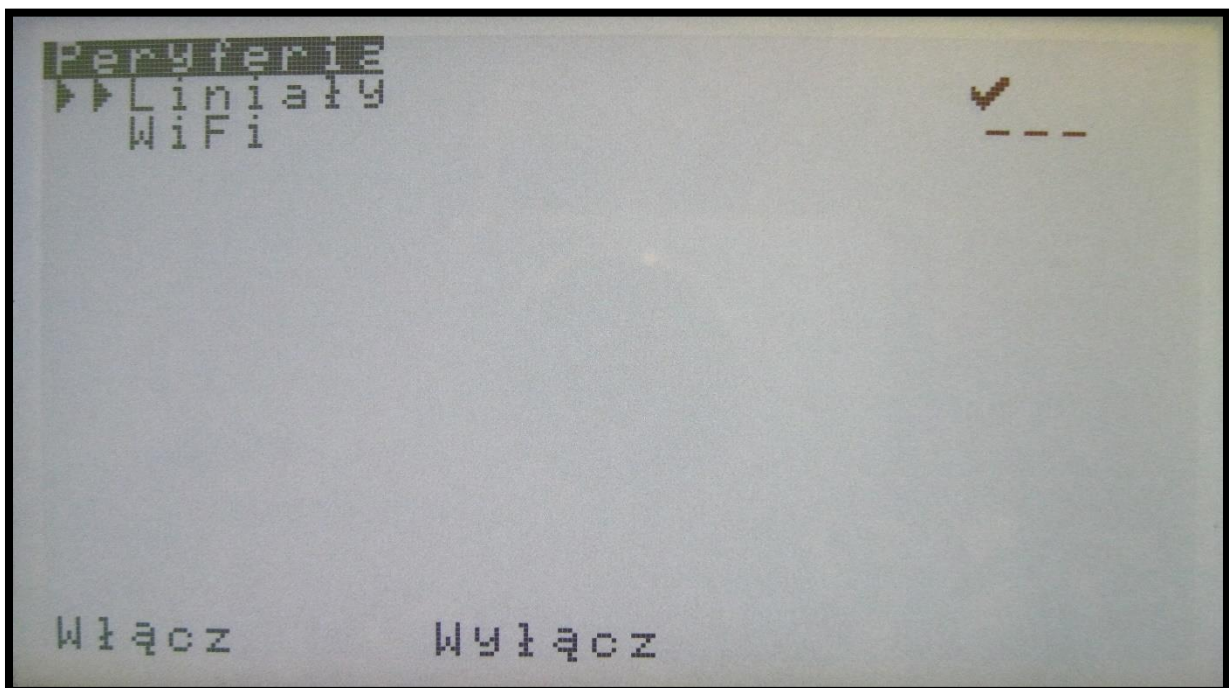
#### 2.5.5 Peryferia

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia włączenie/wyłączenie obsługi opcjonalnych układów peryferyjnych.

**Dostępne moduły:**

- **Liniały,**
- **WIFI :** funkcja umożliwia łączenie się z urządzeniem mobilnym (smartfon, tablet) z zainstalowaną aplikacją „ZAPpp\_remote\_cotroller”<sup>1</sup>. Aplikacja umożliwia monitorowanie pracy maszyny przy pomocy telefonu. O włączeniu WIFI świadczy pojawienie się w bloku ikon informacyjnych głównego ekranu „trybu ręcznego” (patrz *Rysunek 2-1*), ikonki: .

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia-> Dodatkowe funkcjonalności



Rysunek 2-12 Ekran listy kontrolnej

**Ścieżka postępowania:**

- 1) Wskaż pozycję z listy
  - O wskazaniu danej pozycji świadczy pojawienie się przy niej znaku: „>>”.
  - Wskazanie pozycji z listy odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz *Rysunek 1-5*). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:

<sup>1</sup> W przygotowaniu

[5] [↑] Przeniesienie kursora na powyższy element z listy,  
[6] [↓] Przeniesienie kursora na poniższy element z listy.

- 1) Włącz dany atrybut naciskając [F1], „Włącz”,
  - O włączeniu danego atrybutu świadczy pojawienie się za nim: ✓ ..
- 2) Wyłącz dany atrybut naciskając [F2], „Wyłącz”,
  - O wyłączeniu danego atrybutu świadczy pojawienie się za nim: „---”.

### 2.5.6 Język

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia wskazanie języka interfejsu użytkownika.

**Dostępne opcje wyboru:**

- Polski (PL) ,
- Angielski (EN).

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia-> Język

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt. 2.5.1

### 2.5.7 Zakresy/Korekty

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia ustawienie zakresów pracy dla poszczególnych osi oraz współczynników programowej korekty błędu śrub (programowa korekta błędu śruby polega na „wstrzykiwaniu” bądź „zabieraniu”, co określony interwał odległości, nierejestrowanego pojedynczego kroku silnika. Wartość interwału mierzonego w milimetrach stanowi edytowalny parametr urządzenia. Jeżeli korekta przyjmuje wartość ujemną, pojedynczy krok jest zabierany, jeżeli dodatnią, wstrzykiwany w trakcie przejazdu maszyny. Wartość o jaką przemieści się końcówka robocza maszyny w wyniku wykonania jednego kroku zależy od zastosowanych sterowników silników oraz typu układu napędowego na maszynie.).

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia -> Parametry maszyny -> Zakresy/Korekty

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt 2.5.4

### 2.5.8 Typ bloku prądowego

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia wskazanie zastosowanego w generatorze typu bloku prądowego. Powyższy wybór jest niezbędny do prawidłowego działania kalkulatora najbardziej optymalnych parametrów pracy.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia -> Parametry maszyny -> Typ bloku prądowego

**Dostępne opcje wyboru:**

- BP97Bmpp (zakres parametru „prąd”: 6-30 A) ,
- BP97Bpp (zakres parametru „prąd”: 5-45 A) ,

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt. 2.5.1

### 2.5.9 Typ silnika

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia wskazanie zastosowanego w maszynie typu silnika.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia -> Parametry maszyny -> Typ silnika

**Dostępne opcje wyboru:**

- krokowy ,
- ac-servo.,

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt. 2.5.1

### 2.5.10 Rozdzielczość

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia ustawienie rozdzielczości posuwu, a więc określenie o jaką wartość (w danej osi) przesunięta zostanie końcówka robocza maszyny w wyniku wykonania przez silnik pojedynczego kroku.

Wybór rozdzielczości posuwu ściśle zależy od zastosowanych sterowników silników oraz typu układu napędowego na maszynie.

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia -> Parametry maszyny -> Rozdzielczość

**Dostępne opcje wyboru:**

- 5 µm ,
- 2.5 µm ,
- 1.25 µm ,

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt. 2.5.1

### 2.5.11 Reset WIFI

**Zastosowanie:** Reset modułu WiFi. Ustawienie trybu pracy modułu na punkt dostępowy (Access Point) o podanym SSID oraz haśle. W przypadku nie wprowadzenia danych ustawiane są wartości domyślne (SSID: "ZAPpp remote", hasło: brak).

**Ścieżka dostępu:** Praca ręczna [R] -> Ustawienia->Reset WiFi

**Ścieżka postępowania:** Patrz pkt 2.5.2

## 3 TRYB „PROGRAMOWANIE”

---

### 3.1 LISTA PROGRAMÓW – OTWIERANIE/EDYCJA/USUWANIE

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia przeglądanie, usuwanie oraz edycję programów, a także wskazanie jednego z nich do wykonania w pracy automatycznej. Na wyświetlaczu, wylistowane jest pierwsze 30 programów przechowywanych w katalogu 0:\Gc\ na karcie SD.

**Ścieżka dostępu:** Programowanie [P] -> Lista programów

**Ścieżka postępowania:**

- 1) Wskaż pozycję z listy
  - *O wskazaniu danej pozycji świadczy pojawienie się przy niej znaku: „>”.*
  - *Wskazanie pozycji z listy odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:*
    - [1] [↑] Przeniesienie kursora na powyższy element z listy,
    - [2] [↓] Przeniesienie kursora na niższy element z listy.
  
- 2) Wybierz jedną z możliwych opcji:
  - a. Załaduj program jako domyślny do wykonania w pracy automatycznej poprzez wciśnięcie **[F1]** „Załaduj”,
    - *O załadowaniu programu świadczy pojawienie się przed nim znaku: ✓. W przypadku nieprawidłowego zapisu programu zostanie wyświetlony komunikat o problemie z interpretacją (patrz pkt 3.4).*
  - b. Skasuj program naciskając **[DEL]**,
  - c. Otwórz (z możliwością edycji) plik programu naciskając **[ENT]**.
    - *Przemieszczanie się po pliku odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:*
      - [1] [↑] Przeniesienie kursora na linie powyżej,
      - [2] [↓] Przeniesienie kursora na linie poniżej.
      - [3] [←] Przeniesienie kursora na znak po lewej,
      - [4] [→] Przeniesienie kursora na znak po prawej,
    - *Wpisywanie tekstu: patrz 1.3*

**Dostępne klawisze w trakcie realizacji edycji pliku:**

- **[F1]** „Zapisz”: Zapisanie zmian,
- **[F2]** „PgUp”: Przeniesienie kursora na koniec poprzedniej strony,
- **[F3]** „PgDn”: Przeniesienie kursora na początek następnej strony.

## 3.2 PRZESŁANIE PROGRAMU

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia odbiór pliku tekstowego wysyłanego z komputera klasy PC poprzez RS232 lub USB.

**Ścieżka dostępu:** Programowanie [P] -> Przesłanie programu -> RS232 lub USB device

**Ścieżka postępowania:**

- 1) Wprowadź i zaakceptuj nazwę nowego programu (pliku). Ścieżka postępowania przy wpisaniu, patrz 2.5.2,
  - o *Na wyświetlaczu pojawią się parametry transmisji oraz informacja: „Maszyna czeka na dane”.*
- 2) Przesłać program z komputera po wcześniejszym ustawieniu odpowiednich parametrów transmisji (zgodnych z tymi, pokazanymi na wyświetlaczu)
  - o *Jeżeli wszystko odbyło się poprawnie użytkownik zostanie przeniesiony: Programowanie -> Lista programów*

## 3.3 NOWY PROGRAM

**Zastosowanie:** Funkcja umożliwia zapis nowego programu.

**Ścieżka dostępu:** Programowanie [P] -> Nowy program

**Ścieżka postępowania:**

- 1) Wprowadź i zaakceptuj nazwę nowego programu (pliku). Ścieżka postępowania przy wpisaniu, patrz. 2.5.2,
- 2) Wpisz program:
  - a. Wybierz typ kodu: **[F2]** „G-kod”, **[F3]** „M-kod”,
  - b. Wpisz numer kodu przy pomocy klawiatury alfanumerycznej,
  - c. Zaakceptuj wpisaną wartość naciskając klawisz **[ENT]**,
  - o *Jeżeli dany G-kod wymaga dla poprawnego działania podania parametrów, na wyświetlaczu, pojawi się lista elementów uzupełniona domyślnymi wartościami. Jeżeli dany Gkod nie wymaga parametrów, a chcemy:*
    - *kontynuować zapis programu to wracamy do punktu a,*
    - *zakończyć pisanie programu to naciskamy klawisz **[F1]** „Zapisz”.*
  - d. Uzupełnij prawidłowymi wartościami listę parametrów
    - i. Wskaż parametr do zmiany,
      - o *Wskazywane okno wpisu wyświetlane jest z wyróżnieniem tekstu,*
      - o *Przemieszczanie się po liście parametrów odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:*
        - [3] [**←**] Przeniesienie kursora na lewy element z listy,*
        - [4] [**→**] Przeniesienie kursora na prawy element z listy,*
    - ii. Naciśnij **[ENT]**,
    - iii. Wpisz nową wartość,
    - o *Przemieszczanie się w oknie wpisu odbywa się przy pomocy bloku klawiszy nawigacyjnych (patrz Rysunek 1-5). Akcję przypisaną dla poszczególnych klawiszy opisano poniżej:*
      - *[3] [**←**] Przeniesienie kursora na znak po lewej,*
      - *[4] [**→**] Przeniesienie kursora na znak po prawej,*
    - o *Wpisywanie tekstu: patrz 1.3*
    - iv. Zaakceptuj wpisaną wartość naciskając ponownie klawisz **[ENT]**,
    - e. Deklaracja kolejnego Gkodu – wróć do punktu a, zakończenie pisania programu - naciśnij klawisz **[F1]** „Zapisz”.
    - o *Jeżeli wszystko odbyło się poprawnie, użytkownik zostanie przeniesiony: Programowanie -> Lista programów*

### 3.4 INTERPRETACJA PROGRAMU - KOMUNIKATY BŁĘDÓW

Problem z interpretacją programu:

- **Brak G50-G59,**
- **Brak znaczników %...%,**
- **Brak wolnej przestrzeni w pamięci FLASH,**
- **Problem z pobraniem wsp. początku programu,**
- **Problem z kartą pamięci:** problem z odczytem karty SD, brak karty w kieszeni lub nie dokonano wyboru programu do wykonania w pracy automatycznej (wybór programu – patrz pkt 3.1).

### 3.5 ZASADY ZAPISU PROGRAMU Z WYKORZYSTANIEM G I M KODÓW

Podstawowe uwagi dotyczące zapisu programu interpretowanego przez maszyny produkcji ZAPbp ze sterownikiem PP15:

- Każdy program musi być ujęty w znaczniki „%...%”,
- Interpretacja programu rozpoczyna się od miejsca pojawienia się G50/G59 (wybór układu współrzędnych roboczych),
- Każdy blok programu (linia programu) musi rozpoczynać się od G lub M kodu. Wszystkie dane zapisane przed G lub M kodem nie są interpretowane,
- Nieprawidłowy parametr dla danego G kodu nie jest interpretowany,
- Parametr podwójnie pojawiający się w danym bloku (np. G00 X2.0 X3.0) przyjmie wartość ostatniego wpisu (w tym przypadku X przyjmie wartość X=3.0),
- Brak możliwości wpisu komentarzy w pliku zawierającym zapis programu.

#### 3.5.1 Kody G (funkcje przygotowawcze)

Tabela 3-1

|                |  |
|----------------|--|
| <b>G00/G01</b> | interpolacja prostoliniowa                               |
| <b>G02</b>     | interpolacja kołowa zgodnie z ruchem wskazówek zegara    |
| <b>G03</b>     | interpolacja kołowa przeciwnie do ruchu wskazówek zegara |
| <b>G50/G59</b> | wybór układu współrzędnych bazowych                      |

##### 3.5.1.1 G00/G01 interpolacja prostoliniowa z posuwem wolnym

**X** - komenda ruchu osi X (wsp. X końca ruchu)

**Y** - komenda ruchu osi Y (wsp. Y końca ruchu)

**Z** - komenda ruchu osi Z (wsp. Z końca ruchu)

**A** - komenda ruchu osi A (wsp. A końca ruchu)

Poniżej przedstawiono program wykonujący drążenie na głębokość 2mm:

**Absolutnie:**

%

G56

G90

G00 X0 Y0 Z0 A0

G01 Z-2.0

G01 Z0.0

%

**Przyrostowo:**

%

G56

G00 X0 Y0 Z0 A0

G01 Z-2.0

G01 Z+2.0

%



### 3.5.1.2 G02 interpolacja kołowa zgodnie z ruchem wskazówek zegara

X - komenda ruchu osi X (wsp. X końca ruchu)

Y - komenda ruchu osi Y (wsp. Y końca ruchu)

Z - komenda ruchu osi Z (wsp. Z końca ruchu)

I - odległość wzdłuż osi X do środka okręgu

J - odległość wzdłuż osi Y do środka okręgu

Poniżej przedstawiono program wykonujący łuk o kącie rozwarcia  $130^\circ$  i promieniu 5mm:

#### Absolutnie:

%

G56

G90

G00 X0 Y0 Z0 A0

G00 X1.79 Y3.83 Z0 A0

G02 X10.0 Y0.0 I3.21 J-3.83

%

#### Przyrostowo:

%

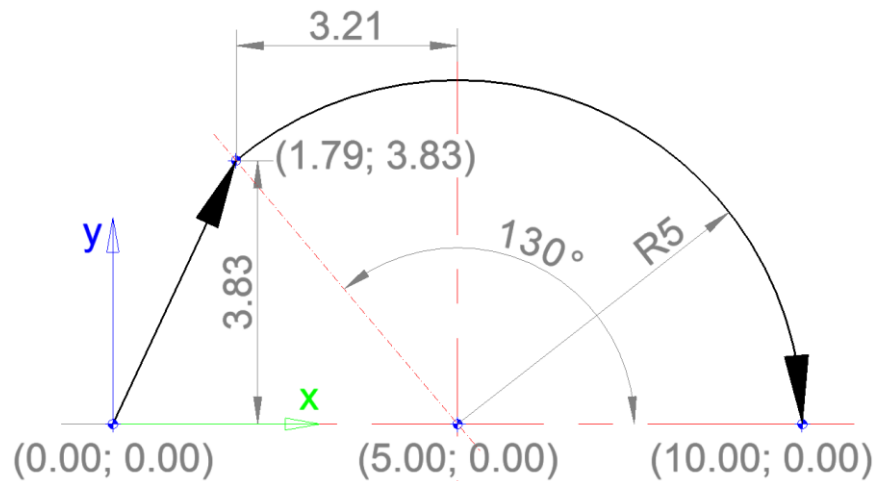
G56

G00 X0 Y0 Z0 A0

G00 X1.79 Y3.83 Z0 A0

G02 X8.21 Y-3.83 I3.21 J-3.83

%



### 3.5.1.3 G03 interpolacja kołowa przeciwnie do ruchu wskazówek zegara

X - komenda ruchu osi X (wsp. X końca ruchu)

Y - komenda ruchu osi Y (wsp. Y końca ruchu)

Z - komenda ruchu osi Z (wsp. Z końca ruchu)

I - odległość wzdłuż osi X do środka okręgu

J - odległość wzdłuż osi Y do środka okręgu

Poniżej przedstawiono program wykonujący łuk o kącie rozwarcia  $230^\circ$  i promieniu 5mm:

#### Absolutnie:

%

G56

G90

G00 X0 Y0 Z0 A0

G00 X1.79 Y3.83 Z0 A0

G03 X10.0 Y0.0 I3.21 J-3.83

%

#### Przyrostowo:

%

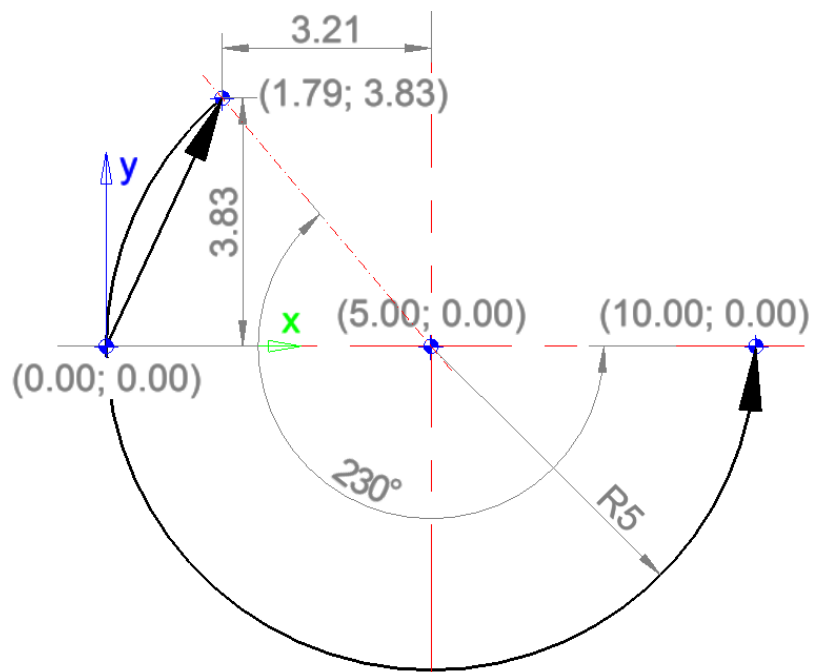
G56

G00 X0 Y0 Z0 A0

G00 X1.79 Y3.83 Z0 A0

G03 X8.21 Y-3.83 I3.21 J-3.83

%



## 3.5.2 Kody G (cykle standardowe)

Tabela 3-2

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>G80</b>             | anulowanie cyklu standardowego  |
| <b>G81</b>             | wykonywania serii gniazd  |
| <b>G85</b>             | orbitowania po okręgu   |
| <b>G86</b>             | orbitowania po kwadracie  |
| <b>G87</b>             | wykonanie gniazda z korekcją zużycia elektrody                                  |
| <b>G88</b>             | dojazd do materiału z korekcją zużycia elektrody                                |
| <b>G90</b>             | współrzędne absolutne (bezwzględne) w aktywnym lokalnym układzie współrzędnych. |
| <b>G91<sup>2</sup></b> | współrzędne przyrostowe (droga) od aktualnego położenia osi narzędzia.          |

### 3.5.2.1 G81 Cykl standardowy wykonywania serii gniazd

**L** – Liczba powtórzeń

Dane wpisywane pomiędzy znaczniki G81-G80 interpretowane są zawsze w sposób przyrostowy (inkrementalny).

Poniżej przedstawiono program wykonujący 5 gniazd:

```
%  
G56  
G00 X0 Y0 Z0 A0  
G81 L5  
      G00 Z-2.0  
      G00 Z2.0  
      G00 X5.0  
G80  
%
```

### 3.5.2.2 G85 Cykl standardowy orbitowania po okręgu

**L** – Liczba zwoi  
**S** – Skok  
**D** – Średnica orbitowania

Poniżej przedstawiono program wykonujący orbitę o średnicy 5mm na głębokość 8mm:

```
%  
G56  
G00 X0 Y0 Z0 A0  
G85 L8 S1 D5  
%
```

### 3.5.2.3 G86 Cykl standardowy orbitowania po kwadracie

**L** – Liczba zwoi  
**S** – Skok  
**D** – Długość boku orbity

Poniżej przedstawiono program wykonujący orbitę o boku 5mm na głębokość 8mm:

```
%  
G56  
G00 X0 Y0 Z0 A0  
G85 L8 S1 D5  
%
```

---

<sup>2</sup> ustawione domyślnie

### 3.5.2.4 G87 Cykl standardowy wykonania gniazda z korekcją zużycia elektrody

**Z** – głębokość drążenia (odliczana jest od punktu wystąpienia pierwszego wyładowania między elektrodą, a materiałem),

**s** – odległość próbkowania (długość drogi w trakcie której musi nastąpić praca pomiędzy elektrodą a materiałem. Zakładając że,  $s=5$ , to jeżeli w trakcie przejazdu w osi Z o 5 mm nie nastąpi zetknięcie z materiałem, drążenie gniazda zostaje anulowane.),

**d** – odległość odjazdu od materiału (długość drogi odjazdu od materiału po wykonaniu gniazda, odliczana od punktu wystąpienia pierwszego wyładowania między elektrodą, a materiałem). Uwaga! W przypadku wykonywania sekwencji gniazd musi być spełniony warunek  $s>d$ .

Początek układu współrzędnych bazowych (przypisany do G50/G59, do którego odwołujemy się w programie) powinien być zadeklarowany na powierzchni obrabianego materiału. Aby elektroda w punkcie początku programu nie znajdował się na styku z materiałem obrabianym należy w pierwszej linijce zadeklarować odjazd od jego powierzchni np. „G00 X0 Y0 Z3 A0”

Program wykonujący 2 drążenia na głębokość 2mm w rozstawie co 3 mm po osi X:

**Absolutnie (G90):**

```
%  
G56  
G90  
G00 X0 Y0 Z3 A0  
G87 s10 Z2 d3  
G00 X2 Y0 Z2 A0  
G87 s10 Z2 d3  
%
```

**Przyrostowo (G91):**

```
%  
G56  
G00 X0 Y0 Z2 A0  
G87 s10 Z2 d3  
G00 X2  
G87 s10 Z2 d3  
%
```

Program wykonujący 3 drążenia na głębokość 2mm w rozstawie co 3 mm po osi X z wykorzystaniem G81:

```
%  
G56  
G00 X0 Y0 Z2 A0  
G81 L3  
G87 s10 Z2 d3  
G00 X2  
G80  
%
```

### 3.5.2.5 G88 Cykl standardowy dojazdu do materiału z korekcją zużycia elektrody

**s** – odległość próbkowania (długość drogi w trakcie której musi nastąpić praca pomiędzy elektrodą a materiałem. Zakładając że,  $s=5$ , to jeżeli w trakcie przejazdu w osi Z o 5 mm nie nastąpi zetknięcie z materiałem, przejazd zostaje anulowane.),

Początek układu współrzędnych bazowych (przypisany do G50/G59, do którego odwołujemy się w programie) powinien być zadeklarowany na powierzchni obrabianego materiału. Aby elektroda w punkcie początku programu nie znajdował się na styku z materiałem obrabianym należy w pierwszej linijce zadeklarować odjazd od jego powierzchni np. „G00 X0 Y0 Z2 A0”

Program wykonujący 3 drążenia na głębokość 2mm w rozstawie co 3 mm po osi X z wykorzystaniem G81:

```
%  
G56  
G00 X0 Y0 Z2 A0  
G81 L3  
G88 s10  
G00 Z-2  
G00 Z4  
G00 X2  
G80  
%
```

### 3.5.2.6 G90/G91 Zmiana sposobu interpretacji danych (absolutnie/przyrostowo)

Poniżej przedstawiono programy wykonujące drążenie na głębokość 2mm :

#### Absolutnie (G90):

G56  
G90  
G00 X0 Y0 Z0 A0  
G01 Z-2.0  
G01 Z0.0

#### Przyrostowo (G91):

G56  
G91  
G00 X0 Y0 Z0 A0  
G01 Z-2.0  
G01 Z+2.0

### 3.5.3 Kody M

Tabela 3-3

|            |   |
|------------|---|
| <b>M0</b>  | przerwa w wykonywaniu programu                |
| <b>M35</b> | włączenie wibracji                            |
| <b>M36</b> | wyłączenie wibracji                           |
| <b>M37</b> | włączenie "pracy automatycznej rozszerzonej"  |
| <b>M38</b> | wyłączenie "pracy automatycznej rozszerzonej" |

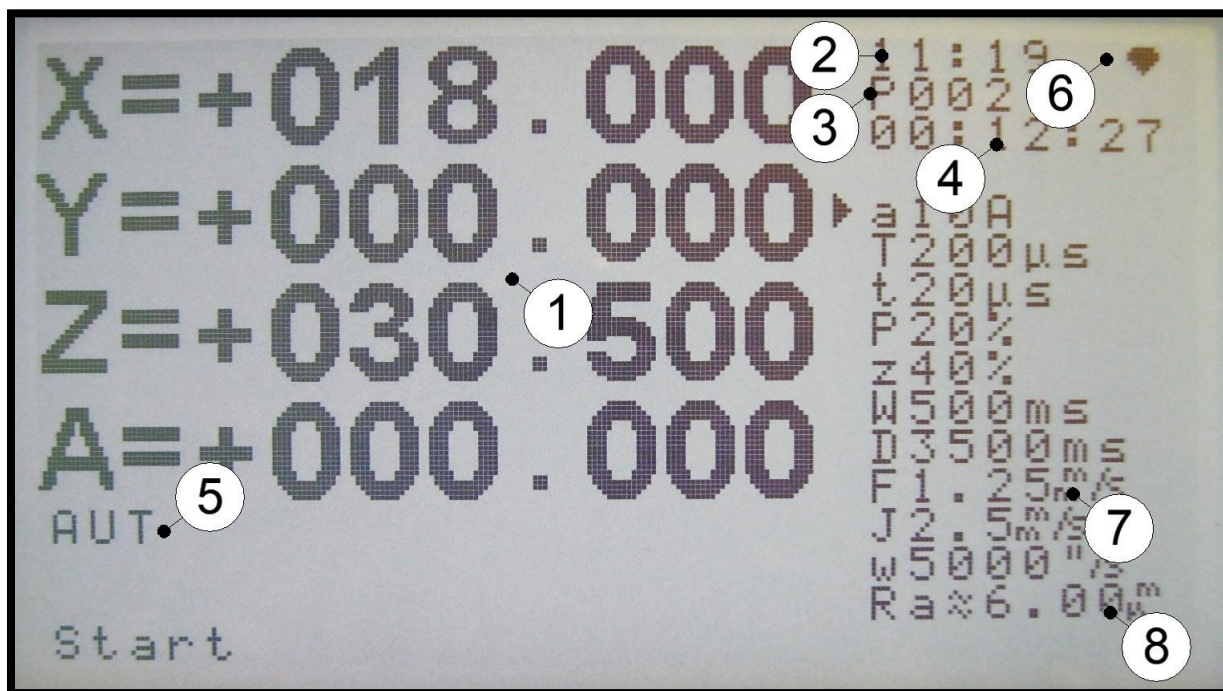
Poniżej przedstawiono program wykonujący drążenie na głębokość 2mm z włączeniem dodatkowych funkcji oraz zmianą parametrów:

%  
G56  
G90  
G00 X0 Y0 Z0 A0  
G01 Z-1.9  
M35  
G01 Z-2.0  
G01 Z0  
%


## 4 TRYB „PRACA AUTOMATYCZNA”

**Zastosowanie:** Funkcja realizuje przejazd końcówki roboczej zgodnie z zapisaną w programie roboczym trajektorią ruchu.

**Ścieżka dostępu:** Praca automatyczna [A]



Rysunek 4-1 Ekran "praca automatyczna"

- ① Blok współrzędnych,
- ② Zegar,
- ③ Nazwa programu „załadowanego” do wykonania,
- ④ Czas pracy od chwili startu drażenia (wstrzymanie procesu zatrzymuje odliczanie czasu),
- ⑤ Blok aktywnych funkcji:
  - AUT: ignorancja „Błędu wycofania do początku segmentu”,
  - WIB: wibracja elektrody,
  - ORB○: orbitowanie po okręgu,
  - ORB□: orbitowanie po kwadracie,
- ⑥ Blok ikon informacyjnych:
  -  - WiFi włączone,
- ⑦ Blok parametrów pracy:
  - $a$ : prąd,
  - $T$ : czas impulsu,
  - $t$ : czas przerwy,
  - $P$ : próg pracy,
  - $z$ : próg zwarcia,
  - $W$ : czas wycofania w funkcji „okresowego wycofania”,
  - $D$ : czas dojazdu w funkcji „okresowego wycofania”,
  - $F$ : prędkość posuwu roboczego,
  - $J$ : prędkość posuwu jałowego,
  - $\omega$ : prędkość kątowna głowicy obrotowej,
- ⑧ Szacowana chropowatość powierzchni po obróbce elektroerozyjnej.

### Ścieżka postępowania:

- 1) Upewnij się że nie występuje żadna z poniższych sytuacji (wystąpienie, którejś z nich blokuje możliwość włączenia bloku prądowego):
  - a. Zbyt wysoka temperatura bloku prądowego,
  - b. Zbyt wysoka temperatura nafty,
  - c. Zbyt niski poziom nafty,
  - d. Otwarta osłona,
  - e. Otwarta wanna,
- 2) Włącz blok prądowy,
- 3) Rozpocznij pracę w trybie automatycznym naciskając: **[F1]„Start”**,
  - *Jeżeli proces drążenia został zrealizowany poprawnie na ekranie pojawi się komunikat: „Drążenie zakończono pomyślnie”.*

### Dostępne klawisze w trakcie realizacji funkcji:

- **[STOP]**: zatrzymanie pracy. W chwili spauzowania funkcji wyłączony zostaje GENERATOR, a na ekranie pojawią się opcje dalszego postępowania:
  - a. **[F1]„Kontynuuj”**: kontynuacja pracy,
  - b. **[F2]„Porzuć”**: porzucenie pracy.
  - c. **[F3]„<-Segment”**: przejazd na koniec poprzedniego segmentu.
- **[A]**: Włączenie/Wyłączenie funkcji „pracy rozszerzonej” (jeżeli włączona, na ekranie pojawi się napis: *AUT*). Włączenie funkcji powoduje ignorancję „Błędu wycofania do początku segmentu”,
- **[1]**: Przeliczenie najbardziej optymalnych parametrów pracy dla uzyskania oczekiwanej chropowatości Ra (wpis zadanej chropowatości, patrz pkt 2.5.2) przy danym wyborze materiałów erody/elektrody (patrz pkt 2.5.1),
- **[2]**: Przeliczenie najwydajniejszych parametrów pracy dla podanej powierzchni pracy elektrody (wpis aktywnej powierzchni elektrody, patrz pkt 2.5.2) przy danym wyborze materiałów erody/elektrody (patrz pkt 2.5.1),
- **[4]**: Włączenie/Wyłączenie funkcji wibracji elektrody (jeżeli włączona, na ekranie pojawi się napis: *WIB*),

### Komunikaty błędów:

- Błędy przy interpretacji programu (*patrz pkt 3.4*),
- **Błąd wycofania do początku programu**: w wyniku pojawienia się przypalenia końcówka robocza maszyny wycofała się do początku wykonywanego programu,
- **Błąd wycofania do początku segmentu**: w wyniku pojawienia się przypalenia końcówka robocza maszyny wycofała się do początku bieżącego segmentu programu,
- **Przekroczenie o 5mm startowego poziomu wsp. Z**: końcówka robocza maszyny wyjechała w trakcie wykonywania drążenia 5mm ponad punkt rozpoczęcia programu,
- **Najazd na krańcówki**,
- **Wstrzymanie procesu**: patrz pkt. 2.1.9,
- **Próba przekroczenia zakresu wsp. fizycznych lub bazowych**,
- **Błąd krytyczny liniałów**: patrz pkt. 2.1.9,
- **Przeciążony silnik X/Y/Z**: patrz pkt. 2.1.9.

## 5 PRZYKŁAD 1 – WYDRAŻENIE GNIAZDA NA GŁĘBOKOŚĆ 1MM

---

- 1) Przechodzimy do trybu „Praca ręczna” i dokonujemy ustawienia elektrody względem materiału,
- 2) Z wykorzystaniem „przejazdu ręcznego” i na nieaktywnej „ignorancji zwarcia” dojeżdżamy do materiału, aż do jej zatrzymania się na obrabianym elemencie,
- 3) Odsuwamy się od materiału o zadaną wartość (bezpieczna wartość to 1mm): [R] „Praca ręczna”->”Przejazd”->”O wartość”-> [↑] Wybieramy oś i kierunek przejazdu->Wpisujemy wartość „1”->[ENT]->[F1]„Jedź”. (więcej patrz 2.1.2),
- 4) Zerujemy współrzędne operatora: [R] „Praca ręczna”->”Ustaw. Współrzędnych”->”Współrzędne operatora”->[F1]„Zeruj”. (Więcej patrz pkt 2.2.1),
- 5) Przypisujemy współrzędne fizyczne do odpowiedniego Gkodu bazowego (np. G50) stosowanego w programie roboczym: [R] „Praca ręczna”->”Ustaw. Współrzędnych”->”Lista współrzędnych bazy”->[ENT]->[→]->[ENT]->[→]->[ENT]->[→]->[ENT]->[→]->[F1]„Akceptuj”. (Więcej patrz pkt **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**),
- 6) Wpisujemy nowy program: [P] „Programowanie”->”Nowy program”-> [ENT]->Wpisujemy nazwę tworzonego programu->[ENT]->[F1]„Akceptuj”->[F2]„Gkod”->Wpisujemy „50”-> [ENT]->[F2]„Gkod”-> Wpisujemy „0”-> [ENT]->[F2]„Gkod”-> Wpisujemy „0”-> [ENT]->2x[→] Wskazujemy parametr do zmiany przesuując kursor nad pole „Z0.0”->[ENT]->Wpisujemy „2”->[ENT]->[F2]„Gkod”-> Wpisujemy „0”-> [ENT]->2x [→] Wskazujemy parametr do zmiany przesuując kursor nad pole „Z0.0”->[ENT]->Wpisujemy „2”->[ENT]->[F1]„Zapisz”. (Więcej patrz pkt 3.3),
- 7) Ładujemy program: Wybieramy program->[F1]„Załaduj”. (Więcej patrz pkt 3.1),
- 8) Rozpoczynamy drążenie: [A] „Praca automatyczna”-> Zalewamy wannę naftą-> Opuszczamy zasłonę pinoli->Włączamy blok prądowy-> [F1]„Start”. (Więcej patrz pkt **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**)

## 6 PRZYKŁAD 2 – USTAWIENIE KALKULATORA PARAMETRÓW PRACY

---

- 1) Wskazujemy parę materiałów (materiału erody oraz materiału elektrody) wykorzystywanych w trakcie procesu drążenia: [R] „Praca ręczna”->”Ustawienia”->”Eroda/Elektroda”->Wybieramy parę materiałów->[F1]„Załaduj”. (Więcej patrz pkt 2.5.1),
- 2) Wpisujemy powierzchnię pracy elektrody oraz oczekiwana chropowatość Ra powierzchni materiału obrabianego po procesie drążenia: [R] „Praca ręczna”->”Ustawienia”->”Parametry drążenia”->Wybieramy parametr->[ENT]->Wpisujemy wartość->[ENT]->[F1]„Akceptuj”. (Więcej patrz pkt 2.5.2),
- 3) Przeliczamy parametry: [A] „Praca automatyczna”->[1] przeliczenie do oczekiwanego Ra->[2] obliczenie najbardziej wydajnych parametrów.

## 7 HISTORIA ZMIAN

---

| Data       | Rewizja | Zmiany  |
|------------|---------|---|
| 25.06.2019 | 1       | Pierwsze wydanie  |
| 16.01.2023 | 2       | Dodanie opisów funkcji: <b>Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania. Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania. Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania. Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania. Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.</b> , 2.5.8 Typ bloku prądowego, 2.5.9 Typ silnika,<br>Dodanie opisu edycji pliku tekstowego w: 3.1 Lista programów,<br>Dodanie opisu funkcji znajdujących się pod klawiszami klawiatury numerycznej w trakcie pracy automatycznej,<br>Dodanie opisów G87/G88: 3.5.2.4 G87 Cykl standardowy wykonania gniazda z korekcją zużycia elektrody, 3.5.2.5 G88 Cykl standardowy dojazdu do materiału z korekcją zużycia elektrody. |
| 22.11.2023 | 3       | Dodanie: 5 Przykład 1 – wydrążenie gniazda na głębokość 1mm, 6 Przykład 2 – ustawienie kalkulatora parametrów pracy;<br>Dostosowanie opisów pod klawiaturę: PP23 STER.<br>Dodanie opisów funkcji: 2.5.7 Zakresy/Korekty, 2.5.10 Rozdzielczość, 2.5.11 Reset WIFI;<br>Uaktualnienie: 2.5.5 Peryferia   |