



**PROJEKT:**

*Grenzüberschreitendes Ausbildungsmodell „ViVA 4.0“ /*

*Transgraniczny model dualnego kształcenia zawodowego „ViVA 4.0”*

# PROGRAM NAUCZANIA

**Nazwa modułu: CNC - Obróbka metali**

**Czas realizacji: 5 dni - 40 godz.**

## **I. Opis modułu:**

Moduł CNC - Obróbka metali jest jednym z modułów transgranicznego modelu dualnego kształcenia zawodowego „ViVA 4.0”.

Jednostka modułowa zawiera: cele kształcenia, wymagania wejściowe, wykaz oczekiwanych efektów kształcenia, program nauczania, ćwiczenia, środki dydaktyczne, wskazania metodyczne do realizacji programu, propozycje metod sprawdzania i oceny osiągnięć edukacyjnych ucznia.

## **II. Cel modułu:**

Celem modułu jest przygotowanie ucznia (uczestnika, absolwenta) do wykonywania następujących zadań zawodowych w zakresie:

- przygotowywania obrabiarek sterowanych numerycznie do wykonania planowanej obróbki
- przygotowywanie w zakresie doboru oprzyrządowania i narzędzi w celu nabycia kompleksowych umiejętności projektowania technologii realizowanej na obrabiarkach CNC
- wykonywania obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie zgodnie z dokumentacją technologiczną.

## **III. Wymagania wejściowe:**

Uczestnik modułu powinien posiadać podstawową wiedzę o procesie technologicznym obróbki przedmiotów, doborze narzędzi, przyrządów obróbkowych i narzędzi pomiarowych stosownie do wykonywanej operacji, typach obrabiarek do skrawania metali i ich zastosowaniu oraz o przeznaczeniu i pracy zasadniczych zespołów obrabiarek. Warunkiem niezbędnym do uczestnictwa w module jest umiejętność czytania rysunku i posługiwania się nim w czasie pracy, jak również znajomość dokumentacji technologicznej.

## **IV. Wykaz umiejętności kształtowanych w ramach modułu**

### **Przygotowywanie obrabiarek sterowanych numerycznie do obróbki**

#### **Uczeń:**

- 1) rozpoznaje punkty charakterystyczne obrabiarek sterowanych numerycznie
- 2) rozróżnia podprogramy i cykle obróbkowe występujące w programach obróbki i układach sterowania obrabiarek sterowanych numerycznie
- 3) rozpoznaje w dokumentacji technologicznej oznaczenia i dane do nastawienia obrabiarki sterowanej numerycznie
- 4) rozpoznaje znaczenie słów kluczowych w programach obróbki
- 5) korzysta z kodu języka programowania do edycji programów obróbki
- 6) dobiera narzędzia pomiarowe do kontroli przedmiotów po obróbce
- 7) dobiera oprawki narzędziowe do ustalania i mocowania narzędzi skrawających
- 8) mocuje oprawki i narzędzia skrawające w gniazdach narzędziowych lub umieszcza w magazynie narzędziowym obrabiarki sterowanej numerycznie
- 9) ustala i wprowadza do sterownika obrabiarki sterowanej numerycznie wartości korekcyjne narzędzi skrawających przed uruchomieniem programu obróbki
- 10) wprowadza program obróbki technologicznej do sterownika obrabiarki sterowanej numerycznie
- 11) testuje programy obróbki technologicznej na obrabiarkach sterowanych numerycznie.

## Wykonywanie obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie

### Uczeń:

- 1) ustawia i wprowadza przesunięcie punktu zerowego;
- 2) ustala i mocuje przedmioty do obróbki;
- 3) uruchamia obrabiarki sterowane numerycznie w trybie ręcznym i automatycznym;
- 4) wykonuje operacje obróbki skrawaniem na obrabiarkach sterowanych numerycznie;
- 5) nadzoruje przebieg obróbki i reaguje na komunikaty układu sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie;
- 6) dokonuje oceny stopnia zużycia ostrza narzędzia;
- 7) dokonuje wymiany ostrza w przypadku nadmiernego zużycia lub uszkodzenia;
- 8) przeprowadza korektę wyników obróbki;
- 9) przeprowadza kontrolę wymiarów przedmiotów po zakończeniu obróbki;
- 10) wykonuje konserwację obrabiarek sterowanych numerycznie.

Po ukończeniu modułu szkoleniowego uczestnik będzie w stanie samodzielnie przygotować obrabiarkę sterowaną numerycznie do wykonania planowanej obróbki oraz wykonywać obróbkę zgodnie z dokumentacją technologiczną.

### V. Oczekiwane efekty

Umiejętność	Efekty uczenia się wraz z kryteriami weryfikacji
przewiduje zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka oraz mienia i środowiska związane z wykonywaniem zadań zawodowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>- scharakteryzować zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka związane z wykonywaniem zadań zawodowych operatora obrabiarek skrawających</li> <li>- scharakteryzować zagrożenia dla mienia i środowiska związane z wykonywaniem zadań zawodowych operatora obrabiarek skrawających</li> <li>- współpracować ze służbami promocji bezpieczeństwa i ochrony pracy w zakresie rozpoznawania zagrożeń dla zdrowia i życia człowieka oraz dla mienia i środowiska</li> </ul>
stosuje środki ochrony indywidualnej i zbiorowej podczas wykonywania zadań zawodowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zastosować środki ochrony indywidualnej właściwe dla wykonywanych zadań zawodowych podczas wytwarzania części maszyn</li> <li>- zastosować środki ochrony zbiorowej właściwe dla wykonywania zadań zawodowych podczas wytwarzania części maszyn</li> </ul>
rozpoznaje punkty charakterystyczne obrabiarek sterowanych numerycznie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozróżnić cechy konstrukcyjne obrabiarek sterowanych numerycznie</li> <li>- rozróżnić układy współrzędnych obrabiarek sterowanych numerycznie</li> <li>- rozróżnić punkty zerowe i referencyjne obrabiarek sterowanych numerycznie</li> </ul>
rozpoznaje znaczenie słów kluczowych w programach obróbki	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisać strukturę budowy programu CNC</li> <li>- rozróżnić funkcje przygotowawcze</li> <li>- rozróżnić funkcje technologiczne</li> </ul>
rozróżnia podprogramy i cykle obróbkowe występujące w programach obróbki i układach sterowania obrabiarek sterowanych numerycznie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozróżnić podprogramy występujące w programach CNC</li> <li>- rozróżnić cykle obróbkowe występujące w programach CNC</li> </ul>
ustawia i wprowadza przesunięcie punktu zerowego	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ustawić przesunięcie punktu zerowego</li> <li>- wprowadzić do sterownika obrabiarki informacje o przesunięciu punktu zerowego</li> </ul>
dobiera narzędzia pomiarowe do kontroli przedmiotów po obróbce	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dobrać przyrządy pomiarowe</li> </ul>
dobiera oprawki narzędziowe do ustalania i mocowania narzędzi skrawających	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dobrać uchwyty narzędziowe do ustalania i mocowania narzędzi skrawających</li> </ul>
mocuje oprawki i narzędzia skrawające w gniazdach narzędziowych lub umieszcza w magazynie narzędziowym obrabiarki sterowanej numerycznie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zmontować zestawy narzędziowe</li> <li>- zamocować oprawki i narzędzia skrawające w gniazdach narzędziowych obrabiarki</li> <li>- zamocować oprawki i narzędzia skrawające w magazynie narzędziowym obrabiarki</li> </ul>



ustala i wprowadza do sterownika obrabiarki sterowanej numerycznie wartości korekcyjne narzędzi skrawających przed uruchomieniem programu obróbki	- rozróżnia typy i parametry narzędzi
	- wykonać bazowanie narzędzi skrawających
	- wprowadzić do sterownika obrabiarki wartości korekcyjne narzędzia skrawającego
	- sprawdzić zgodność ustawień narzędzi w sterowniku oraz w programie sterującym z rzeczywistym stanem wrzeciona
	- sprawdzić poprawności wprowadzonych parametrów narzędzi
wprowadza program obróbki technologicznej do sterownika obrabiarki sterowanej numerycznie	- zarządzać narzędziami w sterowniku obrabiarki sterowanej numerycznie
	- wprowadzić ręcznie program do sterownika obrabiarki
	- wprowadzić z nośnika danych program do sterownika obrabiarki
testuje programy obróbki technologicznej na obrabiarkach sterowanych numerycznie	- dokonać transmisji przetłumaczonego programu do sterownika obrabiarki
	- wybrać sposób testowania programu obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie
	- zastosować opcje testowania programu obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie
ustawia i wprowadza przesunięcie punktu zerowego	- testować programy obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie
	- ustawić przesunięcie punktu zerowego
ustala i mocuje przedmioty do obróbki	- wprowadzić do sterownika obrabiarki informacje o przesunięciu punktu zerowego
	- rozróżnić uchwyty obróbkowe
	- skorzystać z dokumentacji technicznej obrabiarki sterowanej numerycznie
	- wybrać sposób mocowania materiału do obróbki
uruchamia obrabiarki sterowane numerycznie w trybie ręcznym i automatycznym	- zastosować uchwyty obróbkowe do mocowania przedmiotu do obróbki
	- wybrać tryb pracy sterownika obrabiarki
	- uruchomić obrabiarkę w trybie ręcznym
dobiera technologiczne parametry pracy narzędzia	- uruchomić obrabiarkę w trybie automatycznym
	- dobrać technologiczne parametry pracy narzędzia
wykonuje operacje obróbki skrawaniem na obrabiarkach sterowanych numerycznie	- korygować technologiczne parametry pracy narzędzia
	- wybrać program do obróbki
	- wybrać sposób realizacji programu obróbki
nadzoruje przebieg obróbki i reaguje na komunikaty układu sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie	- wykonać zaprogramowany element konstrukcyjny
	- nadzorować przebieg obróbki materiału na obrabiarence sterowanej numerycznie
dokonuje oceny stopnia zużycia ostrza narzędzia	- reagować na komunikaty układu sterowania obrabiarki
	- rozróżnić rodzaje zużycia ostrza narzędzia
	- scharakteryzować odmiany zużycia ostrza narzędzia
dokonuje wymiany ostrza w przypadku nadmiernego zużycia lub uszkodzenia	- określić stopień zużycia ostrza narzędzia
	- zdemontować ostrze do wymiany
	- dobrać ostrze do wymiany
przeprowadza korektę wyników obróbki	- wymienić ostrze narzędzia skrawającego
	- skorzystać z dokumentacji technologicznej podczas kontroli wymiarów
	- wprowadzić korektę do programu obróbki
przeprowadza kontrolę wymiarów przedmiotów po zakończeniu obróbki	- wprowadzić zmianę korektorów narzędzi
	- wykonać pomiary przedmiotu obrobionego przyrządami pomiarowymi
wykonuje konserwację obrabiarek sterowanych numerycznie	- przeprowadzić smarowanie i konserwację obrabiarki

**VI. Treści nauczania**

Program:

**CZĘŚĆ TEORETYCZNA  
(16 godzin, 2 dni)**

Cześć teoretyczna modułu obejmuje zagadnienia dotyczące przygotowania technologicznego wykonania części oraz jest przygotowaniem do obsługi obrabiarek CNC. Podczas zajęć teoretycznych wszystkie zagadnienia omówione są na przykładach i ćwiczone z wykorzystaniem symulatorów.

**Dzień 1****Technologie wytwarzania części maszyn w procesie obróbki skrawaniem**

- Proces technologiczny wykonania części maszyn
- Typowe procesy technologiczne części klasy wałek, tarcza, płyta lub korpus
- Dokumentacja technologiczna wykonania części maszyn
- Dokumentacja technologiczna wykonania operacji na obrabiarce sterowanej numerycznie (w warunkach produkcji jednostkowej, seryjnej i masowej)

**Dzień 2****Przygotowywanie obrabiarek sterowanych numerycznie do obróbki**

- Obrabiarki CNC
- Układy sterowania numerycznego
- Rodzaje obrabiarek sterowanych numerycznie i ich wyposażenie
- Osie współrzędnych i ruchy w obrabiarkach sterowanych numerycznie
- Struktura programu sterującego obrabiarek sterowanych numerycznie
- Obsługa obrabiarek sterowanych numerycznie
- Czynności wykonywane przez operatora obrabiarki CNC w celu wykonania obróbki przedmiotu

**CZĘŚĆ PRAKTYCZNA  
(24 godziny, 3 dni)**

Część praktyczna odbywa się na rzeczywistym stanowisku pracy i obejmuje wszystkie czynności niezbędne do wykonania obróbki różnych przedmiotów obrabianych - od przygotowania odpowiedniego materiału wejściowego i właściwego ustalenia i zamocowania, przez wybranie i załadowanie programu obróbkowego, jego weryfikację przy pomocy symulacji oraz całkowite wykonanie przedmiotu obrabianego. Po zakończonym procesie obróbki dokonywane są pomiary i ewentualne korekty.

**Dzień 3****Przygotowywanie obrabiarek sterowanych numerycznie do obróbki**

Praca z obrabiarką z układem sterowania numerycznego CNC:

- Pulpit układu sterowania numerycznego i pulpit obrabiarki
- Tryby pracy obrabiarki
- Ustawianie narzędzi



- Włączanie i wyłączanie obrabiarki
- Ustawienie punktu odniesienia (początku układu współrzędnych)
- Zarządzanie programami obróbki
- Korekcja wymiarów ustawienia narzędzi oraz nastawianie korektorów narzędziowych
- Obsługa zdarzeń awaryjnych

#### **Wykonywania obróbki części na obrabiarce sterowanej numerycznie zgodnie z dokumentacją technologiczną.**

Obróbka przedmiotu obrabianego wg wcześniej przygotowanego programu:

- włączyć obrabiarkę
  - ustawić narzędzia
  - wprowadzić wymiary narzędzi do układu sterowania numerycznego obrabiarki
  - zamontować narzędzia w głowicy/magazynie narzędziowym
  - zamontować przedmiot obrabiany ustawić punkt bazowy przedmiotu przy pomocy ustawiaaka/ sondy pomiarowej
  - sprawdzić poprawność zdefiniowania używanych narzędzi w programie
  - uruchomić program w trybie pracy blokowej zwracając szczególną uwagę na możliwość wystąpienia kolizji (zmieniając prędkość ruchu szybkiego i roboczego potencjometrami)
- lub
- sprawdzić program w opcji symulacji jeśli symulacja jest poprawna uruchomić tryb pracy AUTO z włączoną pracą blokową,
  - uruchomić poszczególne bloki programu
  - zdemontować przedmiot obrabiany
  - usunąć wióry z przestrzeni obróbkowej
  - wyłączyć obrabiarkę.

#### **Dzień 4**

#### **Wykonywania obróbki części na obrabiarce sterowanej numerycznie zgodnie z dokumentacją technologiczną.**

- Pomiary narzędzi – ręczne i automatyczne za pomocą sondy do ustawiania narzędzi
- Ustawianie punktów bazowych przedmiotu obrabianego – ręczne i za pomocą sondy dotykowej
- Obróbka przedmiotów obrabianych w trybie pracy np. JOG, MDI, AUTO)
- Pomiary przedmiotów obrabianych. Wprowadzanie korekcji
- Obsługa zdarzeń awaryjnych
- Sporządzenie sprawozdania z przeprowadzonych ćwiczeń
- Test egzaminacyjny

#### **Dzień 5**





## VII. Metody pracy z uczniami

Wskazane jest stosowanie takich metod, jak: metoda przewodniego tekstu, metoda projektów, ćwiczeń praktycznych oraz pokazu z objaśnieniem. Do ćwiczeń należy przygotować odpowiednią instrukcję lub przewodni tekst. Podczas kształtowania umiejętności wykonywania części na obrabiarkach CNC zaleca się zastosowanie pokazu z objaśnieniem oraz metodę przewodniego tekstu. Każdy uczeń powinien opanować umiejętność obsługi obrabiarki CNC w zakresie obejmującym przygotowanie obrabiarki i wykonanie części.

Należy także zwrócić uwagę na kształtowanie postaw zawodowych dotyczących: przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, utrzymania porządku na stanowisku pracy, starannego wykonywania zadań, a także umiejętności organizacji pracy indywidualnej i zespołowej.

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczeń konieczne jest zapoznanie uczniów z przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy.

## VIII. Miejsce realizacji – nazwa/opis pracowni, w których kształtowane powinny być konkretne umiejętności.

Kształcenie praktyczne może odbywać się w: pracowniach i warsztatach szkolnych, placówkach kształcenia ustawicznego, placówkach kształcenia praktycznego, oraz podmiotach stanowiących potencjalne miejsce zatrudnienia absolwentów szkół kształcących w zawodzie.

## IX. Wykazy narzędzi, maszyn i urządzeń i opisy sposobów ich wykorzystywania podczas realizacji modułu.

Zajęcia edukacyjne powinny być prowadzone w pracowni programowania i obsługi obrabiarek sterowanych numerycznie wyposażonej w: stanowisko komputerowe dla nauczyciela z drukarką, z ploterem i ze skanerem oraz z projektorem multimedialnym, stanowiska komputerowe (jedno stanowisko dla jednego ucznia), tokarkę z układem sterowania numerycznego CNC, frezarkę z układem sterowania numerycznego CNC lub centrum obróbkowe, symulator do nauki programowania, oprogramowanie do symulacji pracy obrabiarek sterowanych w systemie CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), wraz z postprocesorami na obrabiarki, uchwyty i przyrządy obróbkowe, oprawki narzędziowe, narzędzia do obróbki skrawaniem, narzędzia i przyrządy pomiarowe, sondy do pomiaru narzędzi, narzędzia obsługowe, dokumentacje techniczne obrabiarek skrawających, katalogi uchwytów i przyrządów, oprawek narzędziowych, narzędzi skrawających, normy dotyczące obróbki skrawaniem. W miejscach prowadzenia zajęć powinny znajdować się: program symulacji CNC, program CAM, przyrządy pomiarowe, dokumentacja techniczna i konstrukcyjna, poradniki i normy pozwalające na odpowiedni dobór parametrów technologicznych do obróbki ubytkowej, urządzenie multimedialne. Zajęcia w pracowni powinny odbywać się w grupie do 6 uczniów.

## X. Metody walidacji osiągniętych efektów. (Jakich metod użyjemy do sprawdzenia – np. testy, prezentacje, obserwacja, symulacja, itp.)

Podczas realizacji programu nauczania osiągnięcia ucznia można sprawdzać na podstawie: ustnych sprawdzianów, testów osiągnięć szkolnych, obserwacji czynności ucznia podczas wykonywania zadań, wytworu projektu, prezentacji projektu.

Umiejętności praktyczne proponuje się sprawdzać na podstawie obserwacji czynności ucznia podczas wykonywania ćwiczeń. Kryteria służące do oceny poziomu opanowania umiejętności praktycznych powinny uwzględniać:

- przestrzeganie przepisów bhp podczas użytkowania obrabiarki CNC,
- organizację stanowiska pracy,
- wykonywanie przedmiotu na obrabiarce CNC,

- jakość wykonywanych prac.

Po zakończeniu realizacji programu jednostki modułowej zaleca się przeprowadzenie testu praktycznego. Zadania testowe powinny dotyczyć przygotowania i realizacji obróbki części maszyn typu tarcza, tuleja, płyta lub korpus. W ocenie końcowej z jednostki modułowej należy uwzględnić wyniki wszystkich stosowanych przez nauczyciela sposobów sprawdzania osiągnięć ucznia.

#### **XI. Proponowana literatura**

- Instrukcja obsługi obrabiarki sterowanej numerycznie CNC
- Instrukcja obsługi układu sterowania numerycznego obrabiarki CNC
- Instrukcja programowania obróbki części maszyn, obrabiarki sterowanej numerycznie CNC
- Instrukcja programowania układu sterowania numerycznego SINUMERIK 840D/840Di/810D

#### **XII. Przykładowe scenariusze zajęć zawierające przykładowe zestawy ćwiczeń, zadań**

- 1) Ćwiczenie: Obróbka na tokarce sterowanej numerycznie z układem sterowania numerycznego SINUMERIK





PROJEKT:

*Grenzüberschreitendes Ausbildungsmodell „ViVA 4.0“/*

*Transgraniczny model dualnego kształcenia zawodowego „ViVA 4.0”*

## ĆWICZENIE:

**Obróbka na tokarce sterowanej numerycznie z układem sterowania numerycznego SINUMERIK**

Nazwa modułu: **CNC - Obróbka metali**

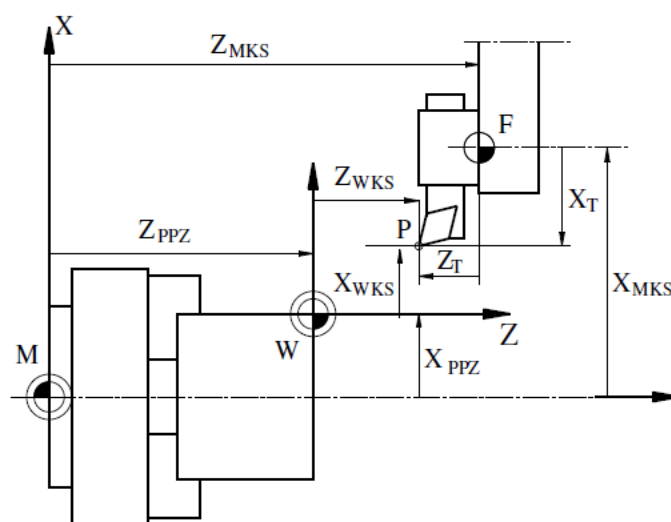
Symbol modułu:

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi czynnościami wykonywanymi przez operatora obrabiarki CNC w celu wykonania obróbki części oraz służącymi do tego celu narzędziami i oprzyrządowaniem.

## 2. Wprowadzenie

2.1. Punkty charakterystyczne obróbki, układy współrzędnych i podstawowe zależności pomiędzy nimi.



Rys. 1. Układy współrzędnych na tokarce sterowanej numerycznie i podstawowe zależności

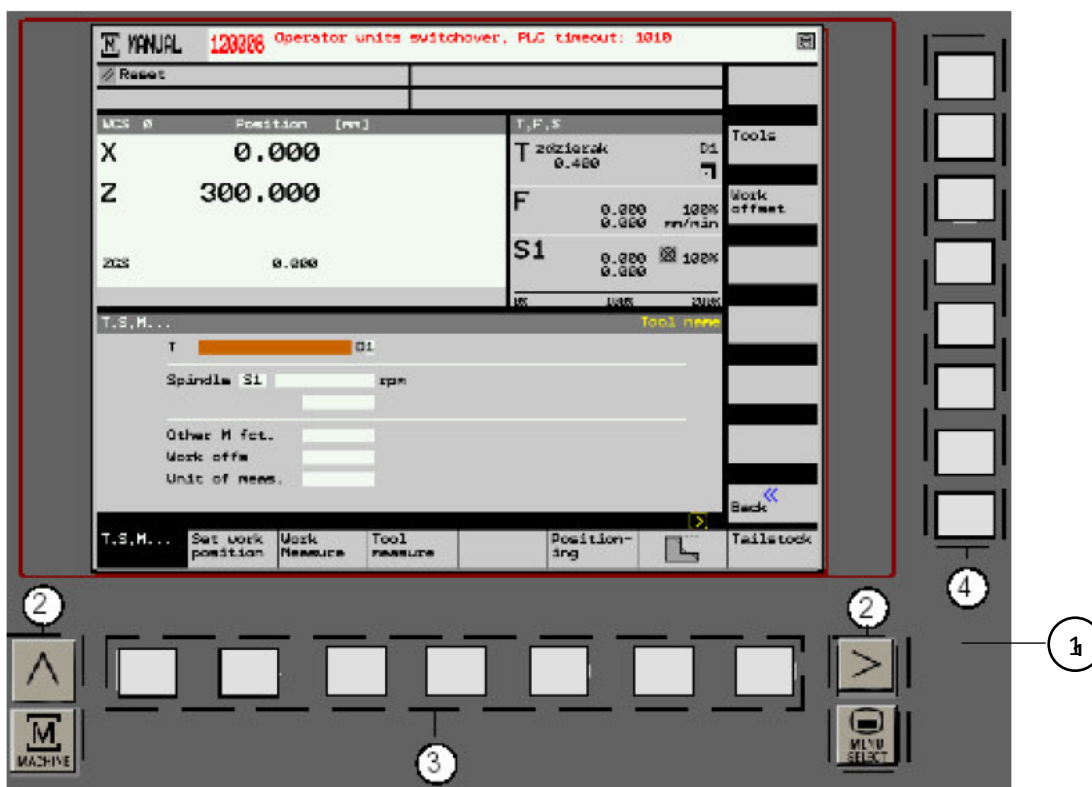
Podstawowe układy współrzędnych, punkty charakterystyczne w tokarkach sterowanych numerycznie oraz podstawowe zależności przedstawiono na rys. 1:

- maszynowy układ współrzędnych MKS (M) – związany z obrabiarką (definiowany przez producenta obrabiarki),
- $Z_{MKS}$ ,  $X_{MKS}$  – współrzędne punktu bazowego narzędzia względem układu maszynowego,
- układ współrzędnych przedmiotu WKS (W) – związany z przedmiotem obrabianym (definiowany przez programistę). Wartość współrzędnej X w tym układzie należy rozumieć jako średnicę przedmiotu,
- $Z_{PPZ}$ ,  $X_{PPZ}$  – współrzędne początku układu współrzędnych względem układu maszynowego,
- punkt bazowy narzędzia F – najczęściej jest położony na powierzchni czołowej głowicy narzędziowej w osi gniazda mocowania narzędzi,
- $Z_T$ ,  $X_T$  – odległość punktu charakterystycznego narzędzia od punktu bazowego narzędzia (wymiarów charakterystycznych narzędzia),
- punkt charakterystyczny narzędzia P,
- $Z_{WKS}$ ,  $X_{WKS}$  – położenie punktu charakterystycznego narzędzia względem układu współrzędnych przedmiotu WKS.

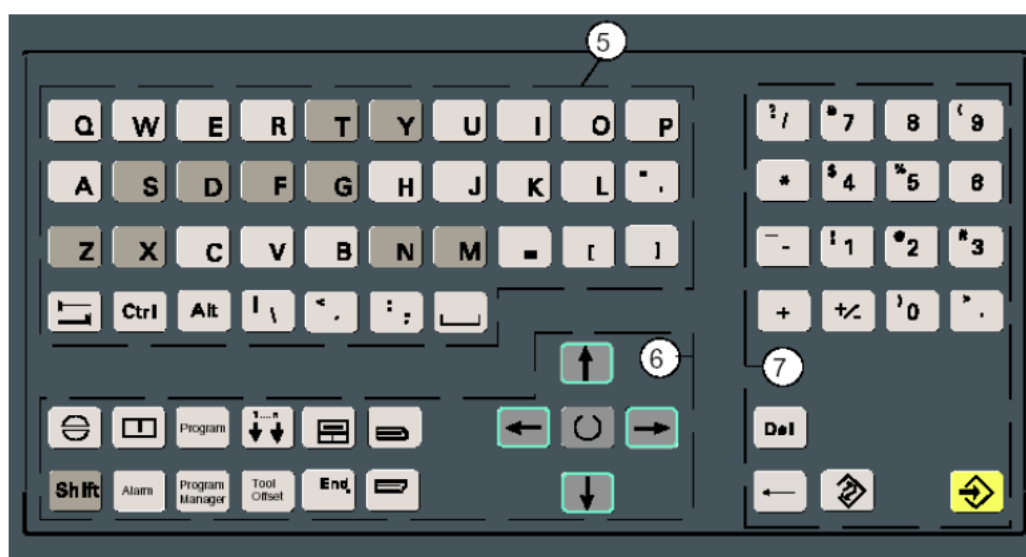
### 3. Praca z obrabiarką

#### 3.1. Pulpity obrabiarki

W czasie pracy z obrabiarką dostępne są dwa pulpity. Pulpit układu sterowania z klawiaturą alfanumeryczną numeryczną i przyciskami wyboru funkcji ekranowych oraz pulpitu obrabiarkowego. Na rysunku 2 przedstawiono widok ekranu układu sterowania z klawiszami wyboru opcji ekranowych.



Rys. 2. Widok ekranu sterowania z klawiszami wyboru funkcji ekranowych: 1 – ekran, 2 – klawisze zmiany funkcji ekranowych oraz klawisz wywołania menu maszynowego „Machine” i głównego menu układu sterowania „Menu select”, 3 – klawisze wyboru dolnych funkcji ekranowych, 4 – klawisze wyboru bocznych funkcji ekranowych



Rys. 3. Pulpit układu sterowania: 5 – klawiatura alfanumeryczna, 6 – kursory, 7 – klawisze numeryczne oraz edycyjne

Tabela 1. Najważniejsze klawisze pulpitu obrabiarkowego

**Tabela 1.** Najważniejsze klawisze pulpitu obrabiarkowego











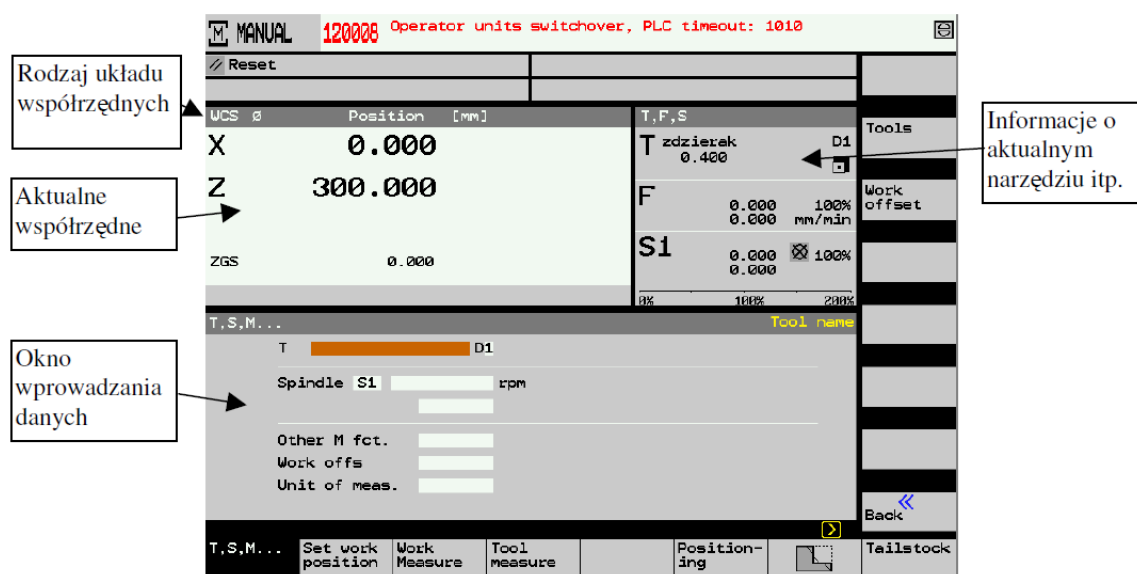
	Wprowadzenie danej – klawisz ten jest zawsze używany do zatwierdzania wprowadzanej danej do pola edycyjnego
---	---

Tabela 2. Najważniejsze klawisze pulpitu obrabiarkowego

	Uruchomienie programu lub czynności START
	Zatrzymanie wykonywania programu lub czynności STOP
	Przejsie do trybu pracy ręcznej – przy pomocy pulpitu maszynowego – umożliwia przemieszczanie osiami obrabiarki po naciśnięciu odpowiednich klawiszy.
	Przejsie do trybu pracy MDI – („Manual Date Input”) wprowadzanie krótkich programów i instrukcji programu NC
	Przejsie do trybu pracy AUTO – wykonywanie obróbki programów NC
	Przełączenie pracy na tryb blokowy (program wykonywany jest linia po linii)
	Reset – kasowanie błędów itp. oraz przerwanie pracy Auto po wciśnięciu klawisza STOP
	Wywołanie maszynowego menu układu sterowania
	Klawisze kierunkowe przesuwu narzędzia w trybie ręcznym

## 2.2. Praca ręczna

Ten tryb pracy stosowany jest w celu ręcznego przesuwania narzędzia w czasie np. pomiaru narzędzia lub przedmiotu obrabianego. Uruchomienie trybu pracy ręcznej następuje po naciśnięciu klawisza trybu ręcznego pulpitu obrabiarkowego (tabela 1). Wówczas ekran układu sterowania przyjmie formę jak na rys. 4.



Rys. 4. Widok ekranu układu sterowania w trybie ręcznym

Podstawowe czynności wykonywane w trybie ręcznym:

- Przesuwanie suportami obrabiarki. W celu przesuwania suportami obrabiarki należy wcisnąć odpowiedni klawisz kierunkowy danej osi. Dobrą praktyką jest aby wciśnięcie tego klawisza było poprzedzone zredukowaniem prędkości posuwowej narzędzia do zera i po wciśnięciu klawisza ruchu stopniowo zwiększanie w jego prędkość.
- Zmiana narzędzia - W celu zmiany narzędzia należy wybrać z głównego menu funkcje ekranowa „T, S, M”. Następnie w polu „T” wprowadzić numer narzędzia, zatwierdzić klawiszem „Input”, a następnie wcisnąć klawisz START. **Należy zwrócić uwagę, czy w czasie obrotu głowicy nie wystąpi kolizja któregośkolwiek z narzędzi z przedmiotem obrabianym, konikiem albo wrzecionem.** Pokrętło redukcji prędkości posuwowej nie może być ustawione na wartość „0”.
- Włączenie obrotów wrzeciona – Włączenie obrotów wrzeciona następuje po wciśnięciu odpowiednich klawiszy na pulpicie obrabiarki. Ustawienie odpowiedniej prędkości obrotowej możliwe jest po wprowadzeniu tej wartości do pola „Spindle” na ekranie układu sterowania i zatwierdzeniu klawiszem „Input”.

## 2.2. Praca z kółkiem w trybie ręcznym (w trybie JOG)

Ten tryb pracy stosowany jest w celu przesuwania narzędzia w czasie np. pomiaru narzędzia lub przedmiotu obrabianego. Uruchomienie trybu pracy ręcznej następuje po naciśnięciu klawisza trybu kółka elektronicznego na pulpicie obrabiarkowym (tabela 2).

Wartość przesunięcia narzędzia w tym trybie jest proporcjonalna do obrotu kółka elektronicznego. Wybór sterowanej (przesuwanej) osi możliwy jest przy pomocy klawisza ekranowego. Współczynniki proporcjonalności przesuwania narzędzia również można wybrać z menu ekranowego. Współczynnik ten mówi o ile przesunie się narzędzie po przesunięciu pokrętła kółka elektronicznego o jedna podziałkę.

## 2.3. Praca auto

Ten tryb pracy wykorzystywany jest w celu uruchomienia programu obróbkowego NC.

Przed uruchomieniem tego trybu musi być zamontowany przedmiot obrabiany, narzędzia oraz musi być zdefiniowany układ współrzędny przedmiotu i wprowadzone wymiary narzędzi.

Zalecane jest wykonanie symulacji procesu obróbki w trybie AUTO z włączoną pracą blokową i następnie wykonanie pierwszej sztuki z włączoną pracą blokową, „blok po bloku”. Ekran układu sterowania

w czasie obróbki części pokazano na rys. 5.

M AUTO		120000 Operator units switchover, PLC timeout: 1010			
Reset		/_N_WKS_DIR/_N_TEST_WPD		G function	
		TEST			
UCS Ø	Position [mm]	T,F,S			
X	0.000	T zdzierak 0.400		D1	
Z	300.000	F 0.000 100% mm/min		Auxiliary function	
ZGS	0.000	S1 0.000 100%		All G functions	
		0% 100% 200%		Basic block	
P N5 TEST					
T N10 TURNING T=zdzierak V1=100M					
→ N15 RAPID X84 Z0					
→ N25 F0.1/rev X-1					
→ N20 RAPID Z2					
→ N30 RAPID X120					
V N35 TEST_KONTUR1					
				Real-time simulat.	Program correct.

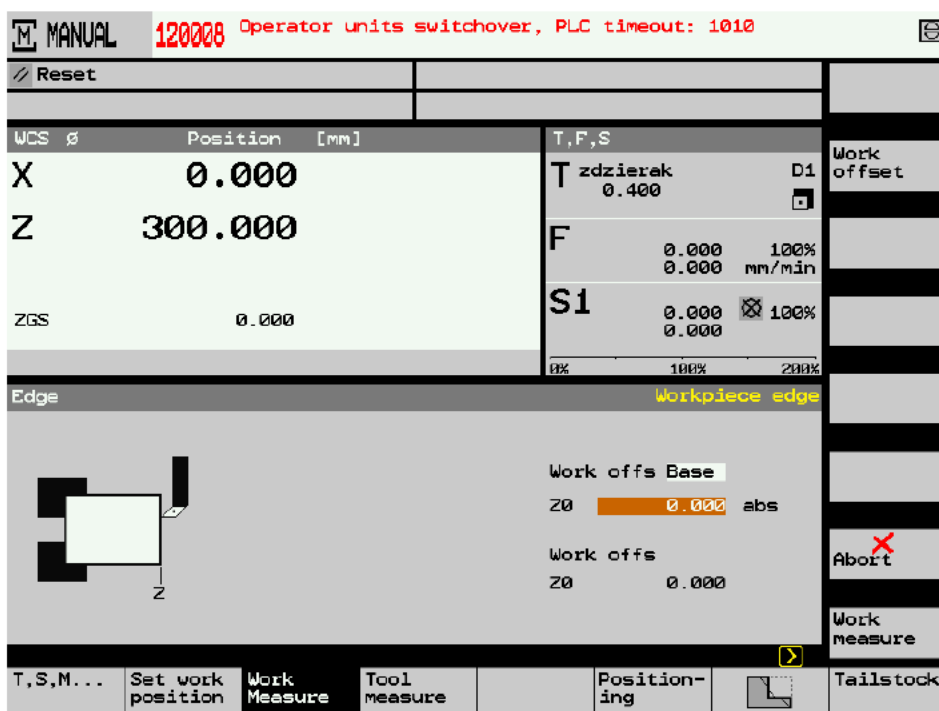
Rys. 5. Widok ekranu układu sterowania w czasie pracy AUTO

#### 4. Ustawienie punktu bazowego przedmiotu

Jedną z podstawowych czynności, jaką operator obrabiarki sterowanej numerycznie musi wykonać to ustawić punkt bazowy przedmiotu obrabianego (punkt W), tzn. określenie wartości parametrów  $X_{ppz}$ ,  $Z_{ppz}$  (rys. 1). Położenie punktu bazowego przedmiotu powinno być naniesione na rysunku części. Dobrą praktyką jest przyjmowanie punktu bazowego przedmiotu na płaszczyźnie czołowej części w osi obrotu ( $X_{ppz} = 0$ ). Wówczas pozostaje tylko określenie wartości parametru  $Z_{ppz}$ . Wartość tego parametru można określić poprzez dosunięcie narzędzia o znanej długości w osi Z - znana wartość parametru  $Z_T$  (rys. 1), do powierzchni czołowej przedmiotu (rys. 6). Jeżeli nie ma narzędzia o znanej długości można określić ten parametr narzędziem o długości  $Z_T = 0$ , tzn. według czoła głowicy. Można również użyć zderzaka o znanej długości  $Z_T$  lub sondy przedmiotowej zamocowanej w głowicy narzędziowej.

W celu ustawienia punktu bazowego przedmiotu należy wykonać następujące czynności:

- w trybie ręcznym wybrać narzędzie (pozycje głowicy), według której będzie określany parametr  $Z_{ppz}$  przedmiotu (patrz praca ręczna)
- w menu ekranowym dolnym wybrać opcję „Pomiar przedmiotu”
- ostrożnie dojechać narzędziem lub głowicą narzędziową do przedmiotu
- wprowadzić do pola Z0 (rys. 6) aktualną wartość położenia narzędzia względem układu współrzędnych przedmiotu
- odjechać głowicą od przedmiotu.



Rys. 6. Widok układu sterowania w czasie pomiaru części / ustawiania układu współrzędnych przedmiotu

## 5. Pomiar narzędzi

Nie zawsze do dyspozycji są urządzenia umożliwiające pomiar wysięgu narzędzia. Niekiedy w celu określenia charakterystycznych wymiarów  $Z_T$  oraz  $X_T$  narzędzia dokonuje się ich pomiaru na obrabiarce poprzez dosunięcie do przedmiotu obrabianego.

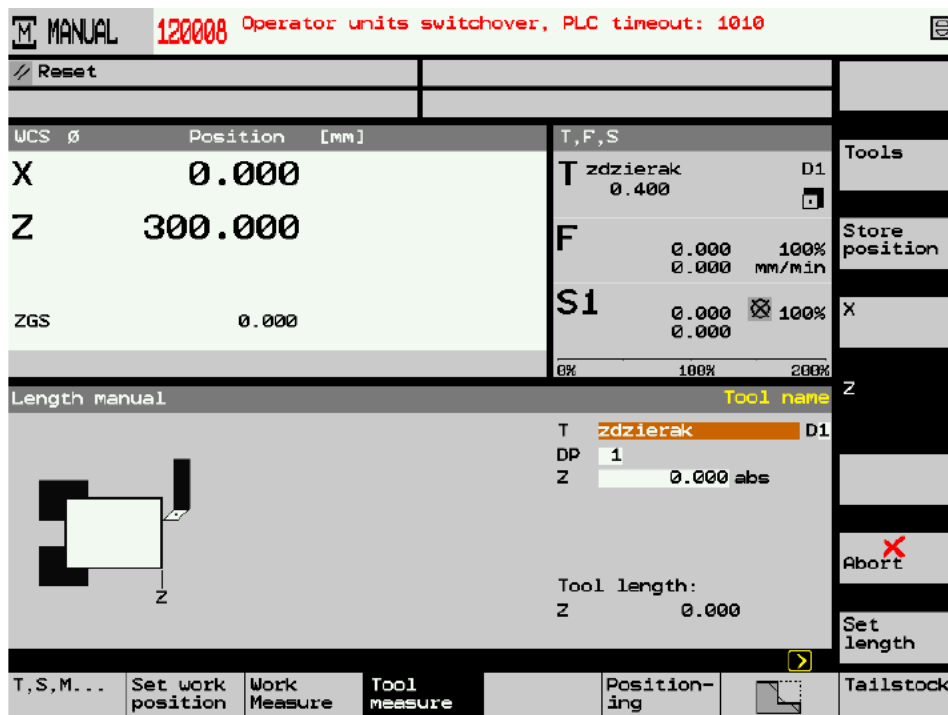
W celu pomiaru narzędzia w osi X na obrabiarce należy:

- ustawić dane narzędzie jako bieżące (obrócić głowice narzędziowa – patrz praca ręczna)
- wybrać z dolnego menu ekranowego opcję „Pomiar narzędzi”, a następnie z bocznego menu ekranowego opcję „Manualnie” oraz rodzaj osi „X”
- dla pomiaru wartości X należy ręcznie dojechać do styku narzędzia z przedmiotem na powierzchni walcowej lub przetoczyć fragment wałka i bez zmiany wartości X odsunąć narzędzie poza materiał. Następnie zmierzyć średnicę przetoczenia i wprowadzić tą wartość do pola X (jako średnicę wałka) (rys. 7)
- wcisnąć klawisz „Set lenght” w celu obliczenia długości narzędzia  $X_T$  i wprowadzenia jej do rejestru narzędziowego – wartość tego parametru jest również wyświetlana w polu „Tool lenght” („długość narzędzie”) (rys. 7).





Rys. 7. Ekran układu sterowania w czasie pomiaru wartości X narzędzia



Rys. 8. Ekran układu sterowania w czasie pomiaru wartości Z narzędzia

W celu pomiaru narzędzia w osi Z na obrabiarce należy:

- ustawić dane narzędzie jako bieżące (obrócić głowice narzędziową – patrz praca ręczna)
- wybrać z dolnego menu ekranowego opcję „Pomiar narzędzi”, a następnie z bocznego menu ekranowego opcję „Manualnie” oraz rodzaj osi „Z”,
- dla pomiaru wartości Z należy ręcznie dojechać do styku narzędzia z przedmiotem na powierzchni czołowej i bez zmiany wartości Z odsunąć narzędzie poza materiał.

Następnie należy wprowadzić do pola Z wartość aktualnego (bieżącego) położenia narzędzia względem przyjętego układu współrzędnych przedmiotu (rys. 8)

- wcisnąć klawisz „Set length” w celu obliczenia długości narzędzia Z<sub>T</sub> i wprowadzenia jej do rejestru narzędziowego – wartość tego parametru jest również wyświetlana w polu „Tool length” („długość narzędzie”) (rys. 8).

Po wykonaniu pierwszej sztuki, przedmiot można poddać dokładnym pomiarom. Po stwierdzeniu błędów lub w wyniku zużycia narzędzia można skompensować wymiary narzędzia w rejestrze kompensacji długości narzędzia. Wywołanie tego rejestru następuje po wybraniu opcji „Tool wear” (rys. 9). Pobieranie wartości kompensacyjnych z tego rejestru do programu wykonuje się adresem „D”.

Loc	Typ	Tool name	DP	1st cutting edge	ΔLgth X	ΔLgth Z	ΔRadius	T Prewarn	Tool lf	C Limit
1		ROUGHING_T80 A	1	0.000	0.000	0.000	T	0.0	60.0	
2		DRILL_32	1	0.000	0.000	0.000				
3		FINISHING_T35 A	1	0.000	0.000	0.000	C	0	20	
4		ROUGHING_T80 I	1	0.000	0.000	0.000				
5		PLUNGE-CUTTER_3 A	1	0.000	0.000	0.000				
6		FINISHING_T35 I	1	0.000	0.000	0.000				
7		THREADING_T1.5	1	0.000	0.000	0.000				
8		CUTTER_8	1	0.000	0.000	0.000				
9		PLUNGE_CUTTER_3 I	1	0.000	0.000	0.000				
10		DRILL_5	1	0.000	0.000	0.000				
11		BUTTON_TOOL_8 A	1	0.000	0.000	0.000				
12		THREADCUTTER_M6	1	0.000	0.000	0.000				
13		zdzierak	1	0.000	0.000	0.000				
14										

Rys. 9. Tabela kompensacji długości narzędzia

## 5. Przebieg ćwiczenia

W celu wykonania przedmiotu wg wcześniej przygotowanego programu należy:

- zamontować narzędzia głowicy narzędziowej
- zamontować przedmiot obrabiany
- ustawić punkt bazowy przedmiotu
- zmierzyć narzędzia
- sprawdzić program w opcji symulacji, jeśli symulacja jest poprawna uruchomić tryb pracy AUTO z włączoną pracą blokową
- uruchomić poszczególne bloki programu
- zdemontować przedmiot obrabiany
- posprzątać obrabiarkę.

## 6. Przygotowanie do ćwiczenia

Przed przystąpieniem do ćwiczenia wymagane są:

- podstawowe wiadomości z programowania obrabiarek NC
- podstawowe wiadomości z zakresu obróbki skrawaniem,
- znajomość podstawowych symboli pulpitów układu sterowania.



## 7. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- temat oraz datę wykonania ćwiczenia, oznaczenie grupy,
- nazwiska osób biorących udział w ćwiczeniu,
- cel ćwiczenia
- schemat stanowiska badawczego,
- warunki pomiarów (dane zadane),
- opis wykonywanych czynności,
- rysunek przedmiotu obrabianego,
- protokół z pomiaru pierwszej sztuki oraz z pomiarów kolejnych przedmiotów wykonanych w trakcie zajęć,
- wnioski.

