

**PROJEKT:***Grenzüberschreitendes Ausbildungsmodell „ViVA 4.0“/**Transgraniczny model dualnego kształcenia zawodowego „ViVA 4.0”*

PROGRAM NAUCZANIA

Nazwa modułu: CNC - Obróbka niemetali**Symbol modułu:****Czas realizacji: 5 dni - 40 godz.**

I. Opis modułu:

Moduł CNC - Obróbka niemetali 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 oprządkowania i narzędzi w celu nabycia kompleksowych umiejętności 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, oprządków obróbkowych i narzędzi pomiarowych stosownie do wykonywanej operacji, typach obrabiarek do obróbki przedmiotów z drewna, materiałów drewnopochodnych, tworzyw sztucznych 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 CNC
- 3) rozpoznaje w dokumentacji technologicznej oznaczenia i dane do nastawienia obrabiarki CNC
- 4) rozpoznaje znaczenie słów kluczowych w programach obróbki
- 5) korzysta z kodu języka programowania do edycji programów obróbki
- 6) dobiera oprawki narzędziowe do ustalania i mocowania narzędzi
- 7) mocuje narzędzia w zespołach roboczych obrabiarki CNC
- 8) ustawia zespoły prowadzące, podpierające, dociskowe, zaciskowe i inne
- 9) dobiera i ustawia zespoły ochronne i zabezpieczające
- 10) ustala i wprowadza do sterownika obrabiarki CNC wartości korekcyjne narzędzi skrawających przed uruchomieniem programu obróbki
- 11) wprowadza program obróbki technologicznej do sterownika obrabiarki CNC
- 12) dobiera narzędzia pomiarowe do kontroli przedmiotów po obróbce
- 13) 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 CNC w trybie ręcznym i automatycznym
- 4) wykonuje operacje i czynności technologiczne zaplanowane w procesie technologicznym
- 5) nadzoruje przebieg obróbki i reaguje na komunikaty układu sterowania obrabiarki CNC
- 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 CNC 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"> - scharakteryzować zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka związane z wykonywaniem zadań zawodowych operatora obrabiarek CNC do obróbki drewna - scharakteryzować zagrożenia dla mienia i środowiska związane z wykonywaniem zadań zawodowych operatora obrabiarek CNC do obróbki drewna - współpracować ze służbami promocji bezpieczeństwa i ochrony pracy w zakresie rozpoznawania zagrożeń dla zdrowia i życia człowieka oraz dla mienia i środowiska - zastosować odpowiednie zasady postępowania w razie wypadku przy pracy, pożaru i w innych sytuacjach zagrożenia
stosuje środki ochrony indywidualnej i zbiorowej podczas wykonywania zadań zawodowych	<ul style="list-style-type: none"> - zastosować środki zapobiegające wypadkom i chorobom związanym z czynnikami środowiska pracy - zastosować środki ochrony zbiorowej właściwe dla wykonywania zadań zawodowych podczas wytwarzania części maszyn
rozpoznaje punkty charakterystyczne obrabiarek sterowanych numerycznie	<ul style="list-style-type: none"> - rozróżnić cechy konstrukcyjne obrabiarek sterowanych numerycznie - rozróżnić układy współrzędnych obrabiarek sterowanych numerycznie - rozróżnić punkty zerowe i referencyjne obrabiarek sterowanych numerycznie
rozpoznaje znaczenie słów kluczowych w programach obróbki	<ul style="list-style-type: none"> - opisać strukturę budowy programu CNC - rozróżnić funkcje przygotowawcze - rozróżnić funkcje technologiczne
rozróżnia podprogramy i cykle obróbkowe występujące w programach obróbki i układach sterowania obrabiarek sterowanych numerycznie	<ul style="list-style-type: none"> - rozróżnić podprogramy występujące w programach CNC - rozróżnić cykle obróbkowe występujące w programach CNC
ustawia i wprowadza przesunięcie punktu zerowego	<ul style="list-style-type: none"> - ustawić przesunięcie punktu zerowego - wprowadzić do sterownika obrabiarki informacje o przesunięciu punktu zerowego
dobiera narzędzia pomiarowe do kontroli przedmiotów po obróbce	<ul style="list-style-type: none"> - dobrać przyrządy pomiarowe
dobiera oprawki narzędziowe do ustalania i mocowania narzędzi	<ul style="list-style-type: none"> - dobrać uchwyty narzędziowe do ustalania i mocowania narzędzi
mocuje oprawki i narzędzia w gniazdach narzędziowych lub umieszcza w magazynie narzędziowym obrabiarki sterowanej numerycznie	<ul style="list-style-type: none"> - zmontować zestawy narzędziowe - zamocować oprawki i narzędzia w zespołach roboczych obrabiarki - zamocować oprawki i narzędzia w magazynie narzędziowym obrabiarki
ustala i wprowadza do sterownika	<ul style="list-style-type: none"> - rozróżnia typy i parametry narzędzi

obrabiarki CNC wartości korekcyjne narzędzi skrawających przed uruchomieniem programu obróbki	- wykonać bazowanie narzędzi
	- wprowadzić do sterownika obrabiarki wartości korekcyjne narzędzia
	- sprawdzić zgodność ustawień narzędzi w sterowniku oraz w programie sterującym z rzeczywistym stanem wrzeciona
	- sprawdzić poprawności wprowadzonych parametrów narzędzi
	- zarządzać narzędziami w sterowniku obrabiarki CNC
wprowadza program obróbki technologicznej do sterownika obrabiarki sterowanej numerycznie	- wprowadzić ręcznie program do sterownika obrabiarki CNC
	- wprowadzić z nośnika danych program do sterownika obrabiarki CNC
	- dokonać transmisji przetłumaczonego programu do sterownika obrabiarki CNC
testuje programy obróbki technologicznej na obrabiarkach sterowanych numerycznie	- wybrać sposób testowania programu obróbki na obrabiarkach CNC
	- zastosować opcje testowania programu obróbki na obrabiarkach CNC
	- testować programy obróbki na obrabiarkach CNC
ustawia i wprowadza przesunięcie punktu zerowego	- ustawić przesunięcie punktu zerowego
	- wprowadzić do sterownika obrabiarki informacje o przesunięciu punktu zerowego
ustala i mocuje przedmioty do obróbki	- rozróżnić uchwyty obróbkowe
	- skorzystać z dokumentacji technicznej obrabiarki CNC
	- wybrać sposób mocowania materiału do obróbki
	- zastosować zespoły ustalające, prowadzące, podpierające, dociskowe, zaciskowe do mocowania przedmiotu do obróbki
	- wybrać tryb pracy sterownika obrabiarki CNC
uruchamia obrabiarki sterowane numerycznie w trybie ręcznym i automatycznym	- uruchomić obrabiarkę w trybie ręcznym
	- uruchomić obrabiarkę w trybie automatycznym
	- uruchomić obrabiarkę w trybie automatycznym
dobiera technologiczne parametry pracy narzędzia	- dobrać technologiczne parametry pracy narzędzia
	- korygować technologiczne parametry pracy narzędzia
wykonuje operacje obróbki skrawaniem na obrabiarkach sterowanych numerycznie	- wybrać program do obróbki
	- wybrać sposób realizacji programu obróbki
	- wykonać element zgodnie z opracowaną dokumentacją technologiczną
nadzoruje przebieg obróbki i reaguje na komunikaty układu sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie	- nadzorować przebieg obróbki na obrabiarence CNC
	- reagować na komunikaty układu sterowania obrabiarki CNC
dokonuje oceny stopnia zużycia ostrza narzędzia	- rozróżnić rodzaje zużycia ostrza narzędzia
	- scharakteryzować odmiany zużycia ostrza narzędzia
	- określić stopień zużycia ostrza narzędzia
dokonuje wymiany ostrza w przypadku nadmiernego zużycia lub uszkodzenia	- zdemontować ostrze do wymiany
	- dobrać ostrze do wymiany
	- wymienić ostrze narzędzia skrawającego
przeprowadza korektę wyników obróbki	- skorzystać z dokumentacji technologicznej podczas kontroli wymiarów
	- wprowadzić korektę do programu obróbki
	- wprowadzić zmianę korektorów narzędzi
przeprowadza kontrolę wymiarów przedmiotów po zakończeniu obróbki	- 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 elementów z drewna litego, materiałów drewnopochodnych, tworzyw sztucznych
- Typowe procesy technologiczne elementów płaskich i obrotowych
- Dokumentacja technologiczna wykonania elementu z drewna
- Dokumentacja technologiczna wykonania operacji na obrabiarce CNC (w warunkach produkcji jednostkowej, seryjnej i masowej)

Dzień 2

Przygotowywanie obrabiarek sterowanych numerycznie do obróbki

- Obrabiarki i urządzenia sterowane numerycznie do obróbki drewna
- Układy sterowania numerycznego
- Rodzaje obrabiarek sterowanych numerycznie i ich wyposażenie oraz przeznaczenie
- Osie współrzędnych i ruchy w obrabiarkach sterowanych numerycznie
- Struktura programu sterującego obrabiarek sterowanych numerycznie
- Obsługa obrabiarek CNC do obróbki drewna
- 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 ustawiającego/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 przedmiotu.

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 projekтором 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 obróbkowe, narzędzia i przyrządy pomiarowe, sondy do pomiaru narzędzi, narzędzia obsługowe, instrukcje programowania i obsługi obrabiarek CNC, katalogi uchwytów i przyrządów, oprawek narzędziowych, narzędzi obróbkowych, normy dotyczące obróbki skrawaniem. W miejscach prowadzenia zajęć powinny znajdować się: program symulacji CNC, program CAM, przyrządy pomiarowe, dokumentacja technologiczna, poradniki i normy pozwalające na odpowiedni dobór parametrów technologicznych obróbki, 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 elementu z drewna. 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 programowania układu sterowania numerycznego obrabiarki CNC
- Instrukcja programowania układu sterowania numerycznego Heidenhain TNC 360

XII. Przykładowe scenariusze zajęć zawierające przykładowe zestawy ćwiczeń, zadań

- 1) Ćwiczenie: Obróbka na centrum frezarskim sterowanym numerycznie z układem sterowania numerycznego Heidenhain TNC 360



PROJEKT:

Grenzüberschreitendes Ausbildungsmodell „ViVA 4.0“ /

Transgraniczny model dualnego kształcenia zawodowego „ViVA 4.0”

ĆWICZENIE:

**Obróbka na centrum obróbkowym z układem sterowania
numerycznego HEIDENHAIN**

Nazwa modułu: **CNC - Obróbka niemetali**

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi czynnościami wykonywanymi przez operatora centrum obróbkowego do obróbki drewna w celu wykonania obróbki części/elementu.

Ćwiczenie obejmuje poznanie podstawowych czynności na obrabiarce CNC koniecznych do wykonania obróbki części: przygotowanie przedmiotu do obróbki, przygotowanie narzędzi, ustalenie początku układu współrzędnych.

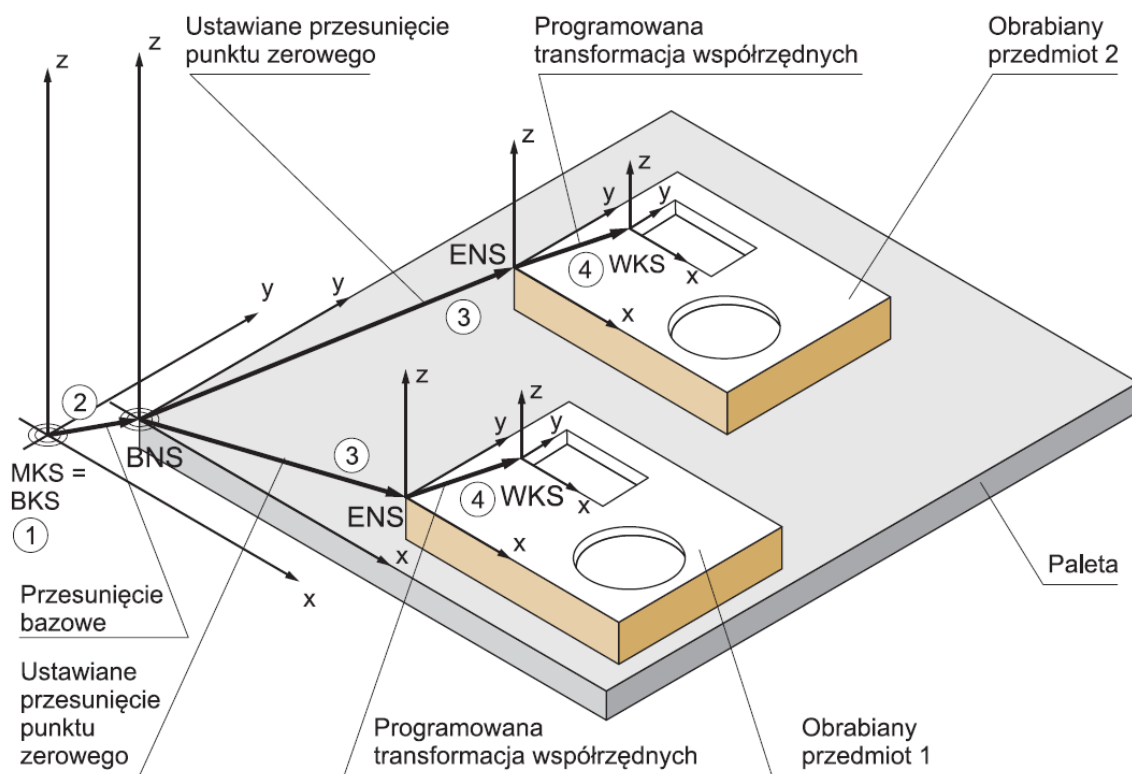
2. Wprowadzenie

Centrum obróbkowe sterowane numerycznie przeznaczone jest do obróbki elementów/części o złożonych kształtach – zarówno płaskich jak i przestrzennych. Jest przeznaczone do obróbki elementów z drewna, materiałów drewnopochodnych, tworzyw sztucznych itp.

Ćwiczenie jest przeprowadzane na centrum obróbkowym do obróbki drewna wyposażonym w układ sterowania numerycznego firmy HEIDENHAIN.

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

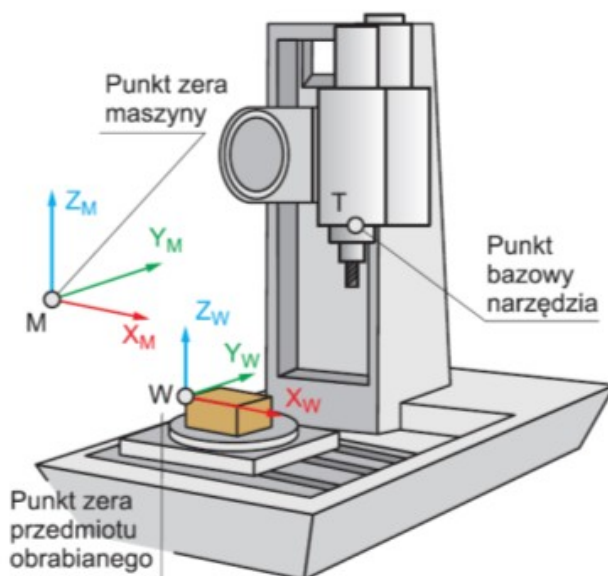
Układ współrzędnych przedmiotu (WKS) – prostokątny, prawoskrętny układ współrzędnych, związany z przedmiotem obrabianym, służący do programowania obróbki, zapisanej w postaci programu sterującego. Zależności między układami współrzędnych (rys. 1.):



Rys. 1. Zależności między układami współrzędnych

- 1) maszynowy układ współrzędnych oraz bazowy układ współrzędnych pokrywają się (transformacja kinematyczna jest nieaktywna)
- 2) dzięki przesunięciu bazowemu uzyskuje się układ bazowego przesunięcia punktu zerowego (BNS) zwanego punktem zerowym palety
- 3) przez ustawiane przesunięcie punktu zerowego jest ustalany układ ustawianego przesunięcia punktu zerowego (ENS) dla obrabianego przedmiotu 1 lub przedmiotu 2
- 4) dzięki programowanej transformacji współrzędnych uzyskuje się układ współrzędnych obrabianego przedmiotu (WKS).

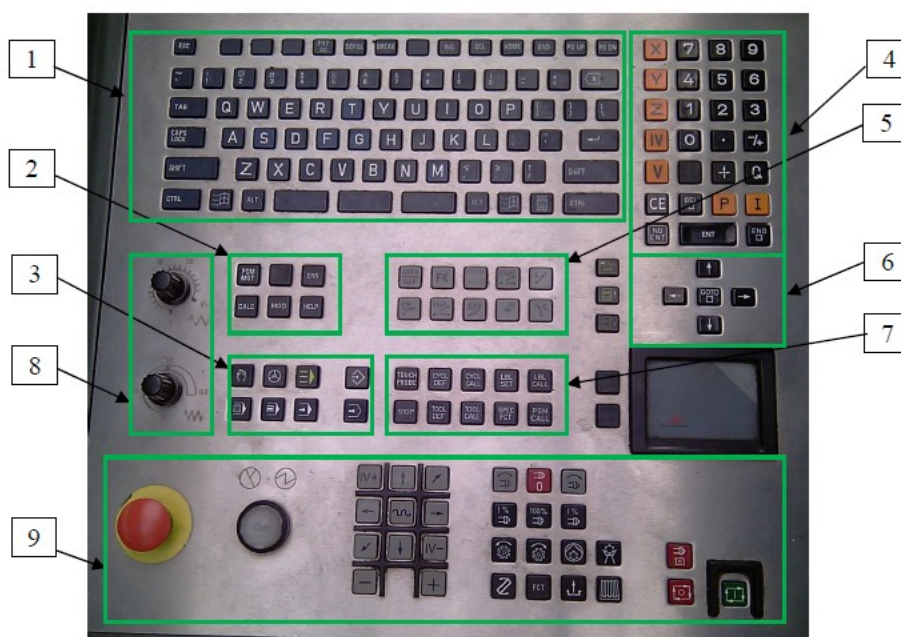
Punkty charakterystyczne oraz układy współrzędnych centrum obróbkowego CNC związane z obrabiarką, przedmiotem obrabianym oraz narzędziem przedstawia rys. 2



Rys. 2. Podstawowe punkty charakterystyczne oraz układy współrzędnych związane z obrabiarką CNC

3. Praca z centrum obróbkowym CNC

3.1. Klawiatura układu sterowania iTNC530








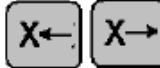




Rys. 1. Pulpit układu sterowania numerycznego iTNC530

Centrum obróbkowe wyposażone w standardową klawiaturę sterowania iTNC530. Do najważniejszych grup klawiszy tego pulpitu możemy zaliczyć:

- 1 Klawiatura alfanumeryczna dla wprowadzania tekstów, nazw plików i programów DIN/ISO, wprowadzania komentarzy w programie
- 2 Zarządzanie plikami (PGM MGR) i przywołanie operacji pomocniczych (np CALC – kalkulator)
- 3 Tryby pracy obrabiarki

- 4 Wyprowadzenie liczb, wybór osi oraz klawisze ENT – Enter (akceptacja) NO ENT – rezygnacja z wprowadzania pola
- 5 Wprowadzanie elementów programu dialogowego
- 6 Klawisze kursora i instrukcja skoku GOTO
- 7 Dodatkowe klawisze edycji programu: TOOL DEF/CALL, CYCL DEF/CALL itd.
- 8 Potencjometry zmiany posuwu szybkiego i roboczego
- 9 Pulpit maszynowy – aktywny w trybie pracy ręcznej (tabela poniżej):

Tabela 1. Podstawowe klawisze pulpitu maszynowego obsługi obrabiarki w trybie ręcznym

Klawisz	Funkcja	Klawisz	Funkcja
	Włączenie wrzeciona		Zmiana położenia magazynu narzędziowego
	Wyłączenie wrzeciona		Otwarcie drzwi – tryb ręczny, wrzeciono wyłączone
	Zmiana kierunku obrotów wrzeciona		Przesuw w osi X*
	Uruchomienie programu START		Przesuw w osi Z*
	Zatrzymanie programu STOP		Przesuw w osi Y*

*strzałki pokazują kierunek przesuwania elementami obrabiarki, a nie ruch narzędzia względem układu współrzędnych

3.2. Tryby pracy obrabiarki

3.2.1. Praca ręczna



W tym trybie możliwe jest wstępne ustawianie maszyny, ustalenie położenie osi maszyny ręcznie (przy pomocy klawiszy pulpitu maszynowego), wyznaczenie punktu odniesienia i nachylenie płaszczyzn obróbki. W tym trybie pracy wywołuje się również funkcje pomiaru sondą dotykową.

3.2.2. Kółko elektroniczne



W tym trybie pracy kółko elektroniczne wspomaga ręczne przesunięcie osi w celu ustawienia maszyny podobnie jak w trybie Praca ręczna. Przenośne kółko elektroniczne HR 410 wyposażone jest w dwa przyciski zgody 3 (zezwalają na ruch osi przy otwartych drzwiach). Przesunięcie osi maszyny przy otwartych drzwiach jest możliwe tylko, jeśli jeden z przycisków zgody pozostaje wciśnięty. Konsola kółka elektronicznego ma następujące klawisze sterujące:

- 1 Klawisz zatrzymania awaryjnego,
- 2 Ręczne kółko obrotowe,
- 3 Klawisze zgody,
- 4 Przyciski wyboru osi
- 5 Przycisk przejęcia położenia rzeczywistego do np. pola długości narzędzia
- 6 Przyciski do ustalenia szybkości posuwu (powoli, średnio, szybko),
- 7 Kierunek, w którym ma przemieszczać się wybrana oś,
- 8 Dodatkowe funkcje maszyny.



Ponadto na konsoli umieszczono czerwone lampki wskazujące, jaką oś i jaki posuw wybrał operator.

W celu przesunięcia osi przy pomocy kółka elektronicznego należy:

- wybrać rodzaj pracy Kółko elektroniczne (na pulpicie układu sterowania lub wciskając przycisk zgodny (3))
- trzymając naciśnięty przycisk zgody 3 wybrać oś klawiszem (4)

- wybrać posuw (trzy zakresy) (6)
- przemieścić aktywną oś w kierunku + lub – wciskając klawisz (7)
- lub przemieścić aktywną oś obracając kółkiem w prawo lub w lewo.

Po zakończeniu pracy w trybie kółka elektronicznego należy, po zwolnieniu klawisza zgody, wcisnąć klawisz B 8 (dodatkowe funkcje maszyny).

3.2.3. Tryb MDI (ręczne wprowadzanie danych)



W tym rodzaju pracy można programować proste ruchy przemieszczenia narzędzia, np. dla frezowania płaszczyzny lub pozycjonowania wstępnego wprowadzając ruchy narzędzia tak jak w trybie programowania, jednak program może być wykonywany tylko blokowo. W tym trybie możemy wywołać narzędzie np. sondę pomiarową.

3.2.4. Praca blokowa



Ten tryb pracy umożliwia uruchomienie programu wykonywania obróbki automatycznej według kolejności wprowadzonych bloków. Wykonanie kolejnych linii programu następuje po wciśnięciu klawisza START.

3.2.5. Praca automatyczna

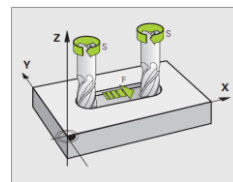


Ten tryb pracy umożliwia uruchomienie programu wykonywania obróbki automatycznej według kolejności wprowadzonych bloków. Program jest wykonywany od pierwszego bloku do ostatniego lub do czasu wciśnięcia klawisza STOP. Przebieg programu uruchamia się klawiszem START.

3.3. Informacja dotycząca narzędzi

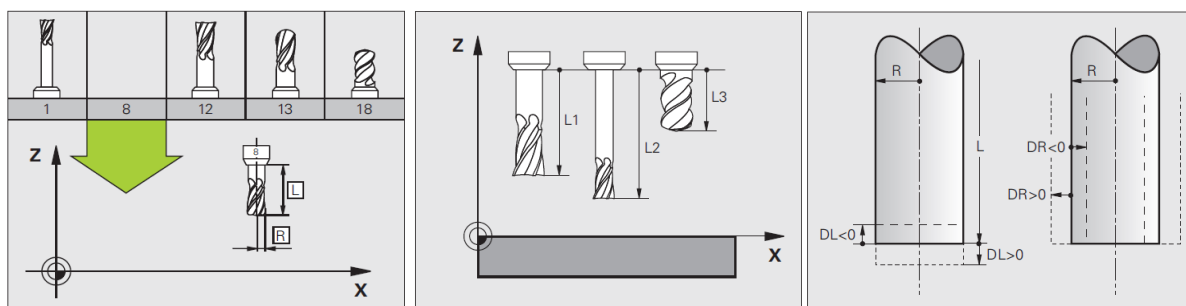
3.4.1 Wprowadzanie informacji dotyczących narzędzi

Parametry skrawania: posuw F w mm/min i prędkość obrotową wrzeciona S w obr/min można wprowadzić w TOOL CALL-bloku (wywołanie narzędzia) i w każdym bloku pozycjonowania.



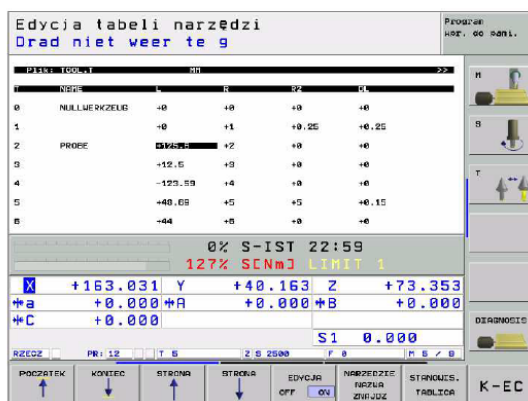
3.4.2. Dane o narzędziach

Dane o narzędziach można wprowadzać albo bezpośrednio przy pomocy funkcji TOOL DEF do programu lub oddzielnie w tabelach narzędzi. Jeżeli dane o narzędziach zostają wprowadzone do tabeli, są tu do dyspozycji inne specyficzne informacje dotyczące narzędzi. Podczas przebiegu programu obróbki TNC uwzględnia wszystkie wprowadzone informacje.



3.4.3. Tabela narzędzi. Wprowadzenie danych o narzędziach do tabeli

Centrum obróbkowe wyposażone jest w magazyn narzędzi, dlatego też narzędzi nie definiuje się w samym programie, ale w tabeli narzędziowej. Widok tabeli przedstawia rys. 2.

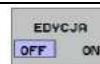


Rys. 2. Widok ekranu w czasie edycji tabeli narzędzi

Tabela narzędzi: standardowe dane narzędzi, które należy wprowadzić to:

Skrót	Zapisy
T	Numer, przy pomocy którego narzędzie zostaje wywołane w programie
NAZWA	Nazwa, przy pomocy której narzędzie zostaje wywoływane w programie (maksymalnie 16 znaków, tylko duże litery, bez spacji)
L	Wartość korekcji dla długości narzędzia L
R	Wartość korekcji dla promienia narzędzia R
DL	Wartość delta długości narzędzia L
DR	Wartość delta promienia narzędzia R

Przed edycją tabelę narzędzi należy udostępnić do edycji klawiszem ekranowym.



3.5. Włączanie i wyłączanie centrum obróbkowego

3.5.1. Włączanie centrum obróbkowego

Obrabiarkę włącza się przekręcając w prawo włącznik główny znajdujący się z prawej strony obrabiarki. Po uruchomieniu układu sterowania pojawi się komunikat o zainstalowaniu na tym sterowniku servispack-a. Komunikat ten kasujemy klawiszem CE. Następnie, gdy wyświetlony zostanie ekran układu sterowania, włączamy sterowanie osiami klawiszem ON znajdującym się na pulpicie maszynowym obrabiarki.

Przesuwanie osiami, wykonywanie programu możliwy jest tylko wtedy gdy zamknięte są drzwi obrabiarki i nie ma czerwonych komunikatów i napisów na ekranie układu sterowania.

Gdy obrabiarka jest uruchomiona pierwszą czynnością wykonywaną przez operatora jest zjazd poszczególnymi osiami na punkty referencyjne. W obrabiarce przygotowana jest procedura zjazdu na punkty referencyjne. Zjazd poszczególnych osi na punkty referencyjne następuje po wciśnięciu klawisz Start (tabela 1). Po zjeździe na punkty referencyjne można przystąpić do pracy.

3.5.2. Wyłączanie centrum obróbkowego

Aby poprawnie wyłączyć obrabiarkę należy:

- wyłączyć pracujące urządzenia obrabiarki takie jak wrzeciono, układ odpylania, itp.
- wcisnąć przycisk awaryjny (czerwony na żółtym tle)
- na ekranie pracy ręcznej przewinąć listwę klawiszy programowych strzałkami znajdującymi się po lewej i prawej stronie dolnej części ekranu w celu znalezienia klawisza programowego OFF
- wcisnąć klawisz OFF
- poczekać aż zostanie wyświetlony komunikat o bezpiecznym wyłączeniu obrabiarki,- wyłączyć obrabiarkę włącznikiem głównym.

3.6. Przygotowanie części/elementu i ustawienie początku układu współrzędnych

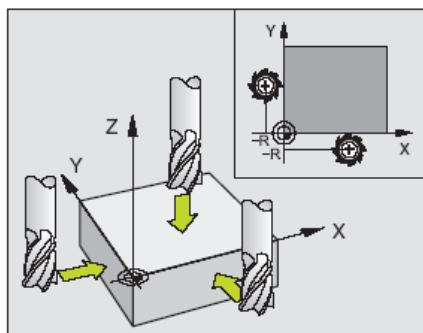
Jedną z podstawowych czynności, jaką operator obrabiarki sterowanej numerycznie musi wykonać to ustawić punkt bazowy przedmiotu obrabianego (punkt W)). Położenie punktu bazowego przedmiotu powinno być naniesione na rysunku części.

Przedmiot do obróbki powinien być odpowiednio i pewnie zamocowany na stole obrabiarki. Należy zwrócić szczególną uwagę na orientację przedmiotu tak aby przyjęty układ współrzędnych przedmiotu pokrywał się z układem współrzędnych obrabiarki (równoległość poszczególnych osi).

3.6.1. Ustawienie punktu odniesienia przy pomocy narzędzia

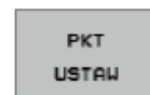
W przypadku nieposiadania sondy dotykowej ustawienie punktu odniesienia możliwe jest przy pomocy narzędzia o znanej długości i średnicy.

Po odpowiednim ustaleniu i zamocowaniu przedmiotu należy zdefiniować w układzie sterowania początek układu współrzędnych. W tym celu należy użyć narzędzia tzw. „zerowego” (o długości $L=0$) i w trybie ręcznym lub przy pomocy kółka elektronicznego przesunąć narzędzie do styku z przedmiotem kolejno do poszczególnych płaszczyzn przedmiotu jak pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Ustawienie punktu odniesienia przy pomocy narzędzia

Po doprowadzeniu do styku narzędzia z przedmiotem w poszczególnych osiach należy wybrać na ekranie opcję PKT USTAW, następnie wybrać ustawianą oś (X, Y lub Z, klawiszami wyboru osi na pulpicie sterowania), a następnie należy wprowadzić aktualną wartość współrzędnej punktu charakterystycznego narzędzia w danej osi względem przyjętego na przedmiocie układu współrzędnych. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku osi X i Y należy odpowiednio uwzględnić promień narzędzia.



4. Przebieg ćwiczenia

W celu wykonania przedmiotu wg wcześniej przygotowanego programu należy:

- włączyć obrabiarkę
- wprowadzić informacje (parametry skrawania F, S i dane narzędzi do tabeli narzędziowej układu sterowania numerycznego)
- zamontować narzędzia w magazynie narzędziowym
- ustalić i zamocować przedmiot obrabiany
- ustawić punkt początku układu współrzędnych (W) przedmiotu obrabianego przy pomocy narzędzia tzw. „zerowego” (o długości $L=0$) i w trybie ręcznym lub przy pomocy kółka elektronicznego
- test programu
- sprawdzić poprawność zdefiniowania w tabeli narzędziowej używanych narzędzi w programie
- uruchomić program w trybie pracy blokowej zwracając szczególną uwagę na możliwość wystąpienia kolizji (zmieniając prędkość ruchu szybkiego i roboczego potencjometrami)
- zdemontować przedmiot obrabiany
- posprzątać obrabiarkę usunąć wióry z przestrzeni obróbkowej

- wyłączyć obrabiarkę.

5. Przygotowanie do ćwiczenia

Przed przystąpieniem do ćwiczenia wymagana jest znajomość zagadnień:

- układ sterowania CNC i centrum obróbkowego
- tryby pracy obrabiarki CNC
- układ współrzędnych centrum obróbkowego
- ustawienie początku układu współrzędnych
- podstawowe wiadomości z zakresu obróbki drewna: parametry skrawania i obróbki, kolejność zabiegów obróbkowych

6. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- temat oraz datę wykonania ćwiczenia, oznaczenie grupy
- nazwiska osób biorących udział w ćwiczeniu
- cel ćwiczenia
- rysunek wykonawczy elementu, części obrabianej, z oznaczonym punktem początku układu współrzędnych (W) przedmiotu obrabianego wraz podaniem sposobu ustalenia i zamocowania
- opis podstawowych czynności wykonanych w celu przygotowania obrabiarki do obróbki
- wnioski.

8. Literatura, materiały źródłowe

- Instrukcja obsługi centrum obróbkowe z układem sterowania numerycznego HEIDENHAIN
- Instrukcja obsługi dla operatora HEIDENHAIN iTNC 530
- DR JOHANNES HEIDENHAIN GmbH https://www.heidenhain.de/de_DE/