



*PROJEKT:*

*Grenzüberschreitendes Ausbildungsmodell „ViVA 4.0“ /*

*Transgraniczny model dualnego kształcenia zawodowego „ViVA 4.0”*

## PROGRAM NAUCZANIA

**Nazwa modułu: Projektowanie  
i wytwarzanie CAD/CAM**

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

## I. Opis modułu:

Moduł Projektowanie i wytwarzanie CAD/CAM 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 (słuchacza) do wykonywania następujących zadań zawodowych w zakresie:

- umiejętności użytkownika narzędzi do komputerowego wspomagania przygotowania produkcji
- obsługi programów komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania CAD/CAM.

Osiągnięcie celu kursu związane jest bezpośrednio z umiejętnością abstrakcyjnego myślenia, koncentracji i samodyscypliny.

## III. Wymagania wejściowe:

Uczestnik modułu powinien posiadać podstawową wiedzę za zakresu:

- znajomości zasad projektowania procesów technologicznych i procesów obróbkowych oraz dostępnych środków i warunków produkcji
- obsługi komputera w środowisku Windows oraz wykazywać zainteresowanie pracą z PC.
- obsługi programów do komputerowego wspomagania projektowania i tworzenia dokumentacji
- przygotowania obrabiarek sterowanych numerycznie do wykonania planowanej obróbki
- wykonania obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie zgodnie z dokumentacją technologiczną.

## IV. Wykaz umiejętności kształtowanych w ramach modułu

Po ukończeniu modułu szkoleniowego uczestnik będzie w stanie samodzielnie opracować technologię wykonania i program sterujący na obrabiarkę CNC z zastosowaniem system komputerowego wspomagania wytwarzania CAD/CAM w zakresie:

- 1) rozróżniania programów komputerowych wspomagających projektowanie i wytwarzanie
- 2) stosowania programów do komputerowego wspomagania wytwarzania CAM do opracowania technologii wykonania części maszyn
- 3) stosowania programów do komputerowego wspomagania wytwarzania CAM do opracowania programu sterującego obrabiarką CNC
- 4) wykorzystania programów komputerowych do doboru narzędzi skrawających
- 5) wykorzystania programów komputerowych do doboru parametrów skrawania
- 6) wykorzystania programów komputerowych do doboru uchwytów i oprawek narzędziowych do ustalenia i mocowania narzędzi skrawających
- 7) wykorzystania programów komputerowych do doboru sposobu ustalenia i mocowania przedmiotów do obróbki

## 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	- scharakteryzować zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka związane z wykonywaniem zadań zawodowych użytkownika wyposażenia komputerowego
	- scharakteryzować zagrożenia dla mienia i środowiska związane z wykonywaniem zadań zawodowych operatora obrabiarek CNC

	<ul style="list-style-type: none"> <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 wyposażenia komputerowego</li> <li>- zastosować środki ochrony zbiorowej właściwe dla wykonywania zadań zawodowych operatora obrabiarek CNC</li> </ul>
stosuje programy do komputerowego wspomaganie projektowania i tworzenia dokumentacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>- charakteryzuje programy do komputerowego wspomaganie projektowania i tworzenia dokumentacji</li> <li>- użytkuje programy do komputerowego wspomaganie projektowania i tworzenia dokumentacji</li> </ul>
stosuje programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozróżnia programy komputerowe wspomagające wykonanie zadań</li> <li>- wykorzystuje programy komputerowe wspomagające wykonanie zadań</li> <li>- charakteryzuje programy do komputerowego wspomaganie wytwarzania</li> <li>- stosuje programy do komputerowego wspomaganie wytwarzania</li> <li>- stosuje programy do komputerowego wspomaganie wytwarzania CAM do opracowania programu sterującego obrabiarką CNC</li> <li>- wykorzystuje programy komputerowe do doboru parametrów skrawania</li> <li>- stosuje programy komputerowe do doboru narzędzi skrawających</li> <li>- stosuje programy komputerowe do doboru uchwytów i oprawek narzędziowych do ustalenia i mocowania narzędzi skrawających</li> <li>- wykorzystuje programy komputerowe do doboru sposobu ustalenia i mocowania przedmiotów do obróbki</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>
uruchamia obrabiarki sterowane numerycznie w trybie ręcznym i automatycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wybrać tryb pracy sterownika obrabiarki</li> <li>- uruchomić obrabiarkę w trybie ręcznym</li> <li>- uruchomić obrabiarkę w trybie automatycznym</li> </ul>
wprowadza program obróbki technologicznej do sterownika obrabiarki sterowanej numerycznie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wygenerować programu NC w systemie CAM - użycie programu tłumaczącego - postprocesora</li> <li>- wprowadzić z nośnika danych program do sterownika obrabiarki</li> </ul>
wykonuje symulację obróbki części na obrabiarce sterowanej numerycznie zgodnie z opracowaną technologią wykonania i programem sterującym	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stosuje symulację procesu obróbki (sprawdzenie poprawności realizacji wszystkich zaprojektowanych ścieżek narzędzia)</li> </ul>

## VI. Treści nauczania

Program:

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

Cześć teoretyczna modułu obejmuje zagadnienia dotyczące zastosowania systemów komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania CAD/CAM  
Podczas zajęć teoretycznych wszystkie zagadnienia omówione są na przykładach i ćwiczone z wykorzystaniem symulatorów.



### Komputerowe wspomaganie procesów projektowania CAD

#### Dzień 1

- Oprogramowanie CAD
- Cechy zaawansowanego postprocesora systemu CAM, przykład systemu CAD
- Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej części

#### Dzień 2

### Komputerowe wspomaganie procesów wytwarzania – CAM (Computer Aided Manufacturing)

- zakres wykorzystania technik CAD/CAM na etapie technicznego przygotowania produkcji, terminologia i definicje
- cechy zaawansowanego postprocesora systemu CAM, przykład systemu CAM
- sprzężenie systemów CAD/CAM
- obsługa systemu CAM, przykład systemu CAM

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

Część praktyczna modułu obejmuje zagadnienia dotyczące opracowania technologii i programu sterującego zastosowaniem systemów komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania CAD/CAM

#### Dzień 3

### Przygotowanie procesu wytwarzania w systemie CAD/CAM

- opracowanie technologii wykonania przykładowej części maszyn na podstawie projektu 3D i wygenerowanie rysunku konstrukcyjnego.
- tworzenie modelu 3D lub import z programu typu CAD
- dobór materiału wyjściowego
- tworzenie struktur – elementów charakterystycznych np. krawędzi, kieszeni, itp.
- dobór narzędzi z biblioteki lub stworzenie nowego narzędzia
- dobór parametrów, strategii obróbki, kolejności zabiegów
- generowanie ścieżki narzędzia

#### Dzień 4

### Przygotowanie procesu wytwarzania w systemie CAD/CAM

- wygenerowania programu NC w systemie CAM - użycie programu tłumaczącego - postprocesora
- wygenerowanie prawidłowych kodów (programu sterującego NC) dla konkretnej obrabiarki CNC

#### Dzień 5

### Wykonanie symulacji obróbki części na obrabiarce sterowanej numerycznie zgodnie z opracowaną technologią wykonania i programem sterującym

- symulacja procesu obróbki (sprawdzenie poprawności realizacji wszystkich zaprojektowanych ścieżek narzędzia
- korekcja programu sterującego
- wizualizacja procesu obróbki
- Test egzaminacyjny



## VII. Metody pracy z uczniami

Wskazane jest stosowanie takich metod, jak: metoda przewodniego tekstu, metoda ćwiczeń praktycznych oraz pokazu z objaśnieniem. Do ćwiczeń należy przygotować odpowiednią instrukcję lub przewodni tekst. Podczas kształtowania umiejętności opracowania technologii wykonania i programu sterującego z zastosowaniem systemów komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania CAD/CAM zaleca się zastosowanie pokazu z objaśnieniem oraz metodę przewodniego tekstu. Każdy uczeń (słuchać) powinien opanować umiejętność obsługi systemu wspomaganie projektowania i wytwarzania CAD/CAM w zakresie obejmującym opracowanie technologii wykonania oraz przeprowadzenie symulacji programu sterującego na symulatorze lub obrabiarce CNC.

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 systemów komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania CAD/CAM wyposażonej w: stanowisko komputerowe dla nauczyciela podłączone do sieci lokalnej z dostępem do internetu, urządzenie wielofunkcyjnym, projektorem multimedialnym oraz wizualizerem; stanowisko do nauki projektowania technologii wytwarzania i programowania oraz symulacji pracy obrabiarek sterowanych numerycznie (jedno stanowisko dla jednego ucznia) z oprogramowaniem do komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing) wraz postprocesorami na obrabiarki CNC; stanowisko lub pracownia wyposażona w tokarkę z układem sterowania numerycznego CNC, frezarkę z układem sterowania numerycznego CNC lub centrum obróbkowe (jedno stanowisko dla dwóch uczniów); 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, odpowiedni dobór parametrów technologicznych do obróbki ubytkowej. 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.

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 stanowisk komputerowych, obrabiarki CNC oraz wyposażenia pracowni

- organizację pracy
- opracowanie technologii wykonania i programu sterującego przykładowej części maszyn na podstawie projektu 3D i wygenerowanego rysunku konstrukcyjnego z zastosowaniem systemu komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing)
- jakość wykonywanych prac.

Po zakończeniu realizacji programu jednostki modułowej zaleca się przeprowadzenie testu praktycznego. Zadania testowe powinny dotyczyć opracowania technologii wykonania i programu sterującego przykładowej części maszyn na podstawie projektu 3D i wygenerowanie rysunku konstrukcyjnego. W ocenie końcowej z jednostki modułowej należy uwzględnić wyniki wszystkich stosowanych przez nauczyciela sposobów sprawdzania osiągnięć ucznia.

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

- Micielica M., Wiśniewski W.: Komputerowe wspomaganie projektowania procesów technologicznych, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2005.
- Ceglarek P.: Opracowanie technologii obróbki przy zastosowaniu systemów CAD/CAM – praca inżynierska, promotor: K. Czech-Dudek, Częstochowa 2012
- Instrukcja obsługi obrabiarki sterowanej numerycznie CNC
- Instrukcja obsługi układu sterowania numerycznego obrabiarki CNC
- Instrukcja programowania obrabiarki sterowanej numerycznie CNC

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

- 1) Ćwiczenie: Opracowania technologii wykonania i programu sterującego przykładowej części maszyn na podstawie projektu 3D i wygenerowanego rysunku konstrukcyjnego z zastosowaniem systemu komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing).



PROJEKT:

*Grenzüberschreitendes Ausbildungsmodell „ViVA 4.0“ /*

*Transgraniczny model dualnego kształcenia zawodowego „ViVA 4.0”*

## ĆWICZENIE:

Opracowanie technologii wykonania i programu sterującego przykładowej części maszyn na podstawie projektu 3D i wygenerowanego rysunku konstrukcyjnego z zastosowaniem systemu komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing).

Nazwa modułu: **Projektowanie  
i wytwarzanie CAD/CAM**






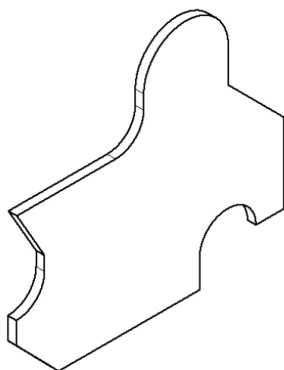


- Zatwierdzenie szkicu przez kliknięcie PPM i wybraniu z menu kołowego „Zakończ szkic”

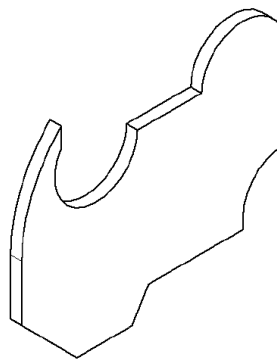


lub na wstążce .

- Nadanie narysowanemu konturowi grubości 3 mm za pomocą narzędzia „Wyciągnięcie proste” przez kliknięcie ikony na wstążce .



Rys. 3. Model 3D płyty A

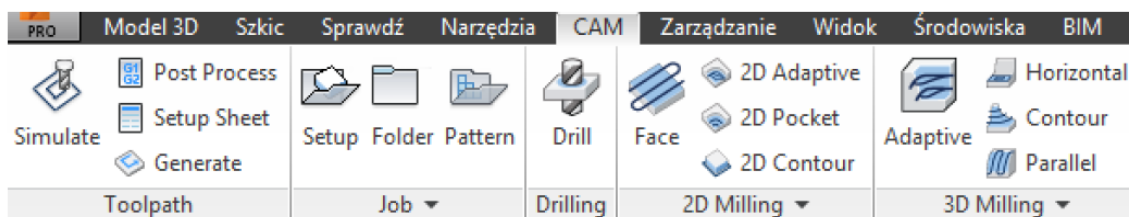


Rys. 4. Model 3D płyty B



- Zapisz pliku.

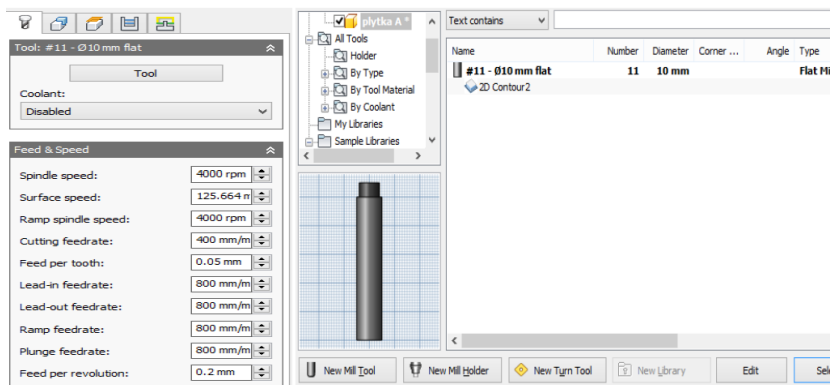
5.2 Wykorzystanie środowiska Inventor HSM do wygenerowania programu sterującego NC ze ścieżką drogi narzędzia po wskazanym konturze.

- Aktywowanie środowiska CAM (rys. 5)





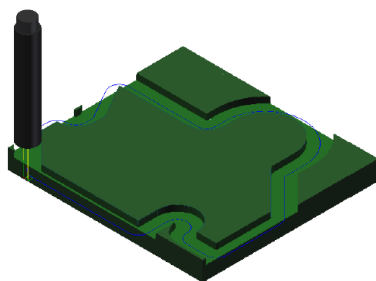
Rys. 5. Fragment wstążki modułu programu Inventor CAM

- Zdefiniowanie głównych parametrów obróbki za pomocą polecenia „Setup” , w tym wymiarów materiału wyjściowego (półfabrykatu)
- Wybór „2D Milling” i sposobu obróbki po wskazanym konturze - „2D Contour” 
- Dobór narzędzia i parametrów technologicznych obróbki (rys. 6)

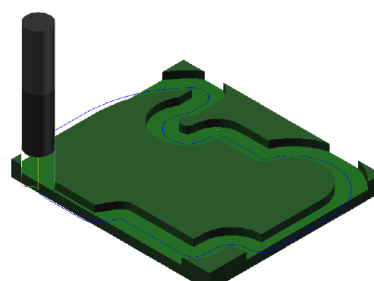


Rys. 6. Okno ustawień narzędzia i parametrów obróbki

- Symulacja obróbki –  „Simulate” (rys. 7) i (rys. 8) i wygenerowanie programu sterującego za pomocą polecenia „Post Process” 



Rys. 7. Symulacja obróbki płyty A



Rys.8. Symulacja obróbki płyty B

- Dyskusja w grupie nad otrzymanymi wynikami i zapis plików.

5.3 Wykonanie symulacji obróbki części na obrabiarce sterowanej numerycznie zgodnie z opracowaną technologią wykonania i programem sterującym.

- Symulacja procesu obróbki (sprawdzenie poprawności realizacji wszystkich zaprojektowanych ścieżek narzędzia)
- Korekcja programu sterującego
- Wizualizacja procesu obróbki.

#### 4. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- temat oraz datę wykonania ćwiczenia
- nazwiska osób biorących udział w ćwiczeniu
- cel i zakres ćwiczenia
- sporządzone sprawozdanie z ćwiczenia, kopie pliku rysunku części obrabianej, , programu sterującego
- wnioski.

#### 5. Zaliczenie ćwiczenia

Zaliczenie ćwiczenia odbywa się na podstawie sprawdzianu wstępnego, obserwacji pracy ucznia/słuchacza w czasie zajęć i wykonanego sprawozdania zgodnie z dołączonym formularzem do niniejszego ćwiczenia.

#### 6. BHP

W celu minimalizacji zagrożeń podczas testów pracownicy i uczniowie zobowiązani są do przestrzegania ogólnych zasad bhp oraz do przestrzegania przepisów organizacyjnych i porządkowych obowiązujących w pracowni Projektowania i wytwarzania CAD/CAM. O przepisach tych uczniowie/słuchacze poinformowani zostali w części teoretycznej kursu.



## SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA

Temat:

Cel i zakres ćwiczenia:

Szkic konturu obrabianej części	
Widok aksonometryczny, cieniowany modelu 3D	Widok symulacji obróbki
Lista programu sterującego obrabiarką CNC	
Wnioski:	

data wykonania ćwiczenia:

Imię i nazwisko wykonawcy ćwiczenia:

Podpis prowadzącego ćwiczenie

.....