



WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

Katedra Zarządzania Produkcją



INSTRUKCJA DO ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH

Laboratorium z przedmiotu:

Programowanie obrabiarek CNC

Kod przedmiotu:

IMS05878

Temat:

Podstawy pracy w środowisku oprogramowania CAD/CAM

Nr ćwiczenia:

6

Kierunek:

Inżynieria Meblarstwa

Cel ćwiczenia

Zapoznanie studentów z bezpośrednim otoczeniem oprogramowania Autodesk Inventor Professional do modelowania parametrycznych, trójwymiarowych części i zespołów bryłowych.

Zdobycie umiejętności stosowania podstawowych narzędzi Inventor CAM do tworzenia programów obróbkowych maszyn CNC i wizualizacji obróbki.

Wyposażenie stanowiska

Komputer stacjonarny z oprogramowaniem Autodesk Inventor Professional.

Zakres ćwiczenia

Wykorzystanie narzędzi Autodesk Inventor Professional do modelowania pojedynczych elementów.

Zastosowanie modułu CAM środowiska Inventor CAM. Planowanie obróbki części i generowanie kodu maszynowego akceptowanego przez obrabiarkę CNC Skolar X3.

Zaliczenie ćwiczenia

Zaliczenie ćwiczenia odbywa się na podstawie sprawdzianu wstępnego, obserwacji pracy studenta w czasie zajęć i wykonanego sprawozdania sporządzonego zgodnie z protokołem dołączonym do niniejszej instrukcji.

LITERATURA

1. Jaskulski A.: Autodesk Inventor Professional 2021PL/2021+/Fusion 360: metodyka projektowania, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 2020.
2. Płuciennik P.: Projektowanie elementów maszyn z wykorzystaniem programu Autodesk Inventor, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2013.
3. Stasiak F.: Zbiór ćwiczeń Autodesk Inventor 2018, cz. 1, 2, 3, Wyd. ExpertBooks, Wola Grzymkowa 2018.
4. Nowakowski P.: Wybrane techniki komputerowe w projektowaniu i wytwarzaniu, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006.
5. Przybylski W., Deja M.: Komputerowo wspomagane wytwarzanie maszyn: podstawy i zastosowanie, WNT, Warszawa, 2007.
6. Habrat W.: Obsługa i programowanie obrabiarek CNC: podręcznik operatora, Wyd. "KaBe", Krosno 2015.

Opracował:

dr inż. Krzysztof Łukaszewicz

Politechnika Białostocka 2022

1. Wprowadzenie

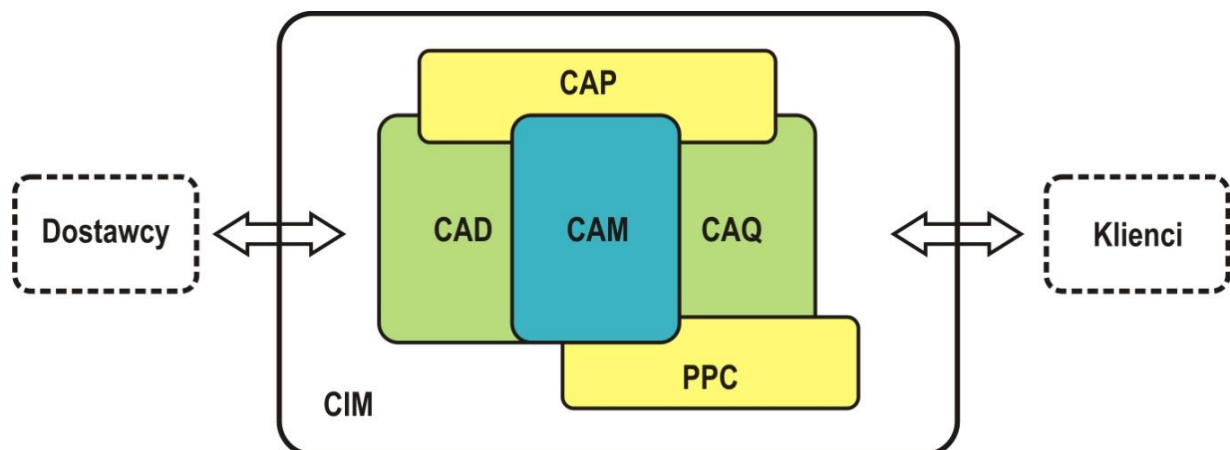
Wszystkie komputerowo wspomagane działania związane z wytwarzaniem, począwszy od konstruowania, przez produkcję, na kontroli jakości kończąc określane są mianem Komputerowo Zintegrowanego Wytwarzania (CIM). Skrót CIM oznacza Computer Integrated Manufacturing i obejmuje poniższe systemy:

- CAP - Komputerowo Wspomagane Planowanie (Computer Aided Planning)
- CAD - Komputerowo Wspomagane Projektowanie (Computer Aided Design)
- CAM - Komputerowo Wspomagane Wytwarzanie (Computer Aided Manufacturing)
- CAE - Komputerowo Wspomagane Konstruowanie (Computer Aided Engineering)
- CAQ - Komputerowo Wspomagana Kontrola Jakości (Computer Aided Quality Control)

CAE określane jest jako wstępne przygotowanie produkcji w przez połączenie czynności inżynierskich w obszarze zarówno CAD, jak i CAP.

Podstawowym zadaniem CIM jest integracja procesów w przedsiębiorstwie. Rozwiązania CIM powinny być dostosowane do wymagań danego przedsiębiorstwa oraz charakteru działalności. Warto zauważyć, iż CIM nie jest najczęściej gotowym produktem, rozwiązaniem dla firmy, lecz długoterminową strategią działania. Zawsze jednak dąży do tych samych celów, a mianowicie: uproszczenia i integracji procesów, skracania czasów, zwiększenia wskaźnika elastyczności, automatyzacji i wzrostu efektywności.

Modele CIM opierają się na współdziałaniu trzech zasadniczych modułów: modułu komputerowego wspomaganie projektowania, komputerowego wspomaganie wytwarzania oraz planowania i sterowania produkcją. Dzięki temu stworzona może być systematycznie aktualizowana, wspólna baza danych dostępna dla użytkowników. Usprawniony zostaje więc proces wymiany informacji, gdyż generowana jest ona elektronicznie, a papierowa dokumentacja może spełniać jedynie rolę pomocniczą. Powiązania technik wspomagających CIM można przedstawić schematycznie jak na rys.1.



Rys. 1. Ogólny schemat obszarów CIM

W koncepcji CIM występują dwa podstawowe obszary:

- CAD/CAM gdzie odbywa się integracja zadań technicznych, zawarty jest tutaj łańcuch procesowy składający się z: CAD, CAM, CAP i CAQ;
- PPC (Production Planning and Control - planowanie i sterowanie produkcją obejmujący dziedzinę administracyjną).

Zintegrowane w ten sposób środowisko powinno być powiązane ze swoim otoczeniem, czyli dostawcami oraz klientami.

CAD znajduje zastosowanie między innymi w inżynierii mechanicznej, elektrycznej, budowlanej. Znamienne dla CAD jest cyfrowe modelowanie geometryczne mające na celu opracowanie zapisu konstrukcji wyrobu (jednego obiektu technicznego lub ich układu).

Definiowaną postać konstrukcyjną wyrobu tworzą jego cechy:

- geometryczne,
- dynamiczne,
- technologiczne, np. materiałowe.

Zbiór tych trzech rodzajów informacji stanowi zapis konstrukcji wyrobu (jego dokumentację projektowo - konstrukcyjną). Do zakresu CAD można zaliczyć:

komputerowe odwzorowanie konstrukcji, w tym:

- modelowanie cyfrowe lub tworzenie cyfrowej makiety wyrobu
- wykonywanie dokumentacji rysunkowej z modeli cyfrowych
- kreślenie lub zastosowanie komputera jako rodzaju elektronicznej deski kreślarskiej
- opracowywanie i zarządzanie bazami danych (elementów znormalizowanych, własności materiałowych, itp.);
- symulacja, wizualizacja i animacja - cyfrowe prototypowanie, przygotowywanie ofertowych prezentacji fotorealistycznych, itp.;

Z CAD częściowo pokrywają się następujące obszary działalności inżynierskiej:

- optymalizacja konstrukcji i procesów (m. in. analizy kinematyczne, modelowanie przepływów, itp.)
- wytrzymałościowe obliczenia inżynierskie (np. metodą elementów skończonych - MES)
- inżynieria odwrotna (ang. Reverse Engineering) - skanowanie kształtów i struktury obiektów oraz obróbka uzyskanych w ten sposób modeli cyfrowych
- sieci neuronowe (algorytmy sztucznej inteligencji, w tym m. in. systemy ekspertowe
- systemy doradcze wspomagające podejmowanie decyzji)
- edytory tekstów i arkusze kalkulacyjne.

CAM stanowi jeden z ważniejszych elementów CIM. Komputerowe wspomaganie wytwarzania (CAM) ma za zadanie integrację fazy projektowania i wytwarzania. CAM stanowi jeden z ważniejszych elementów CIM. Historycznie, CAM był odpowiedzią na zapotrzebowanie ułatwienia programowania, powstających w latach 50 i 60 XX w., obrabiarek sterowanych numerycznie. Cechą charakterystyczną systemu jest transformacja (przetwarzanie) obiektów (modeli powstałych w wyniku modelowania komputerowego 2D/3D; model może, ale nie musi być częścią składową programu CAM) na instrukcje maszynowe (sterujące pozycją narzędzia obróbczego maszyny sterowanej numerycznie) które umożliwiają wytwarzanie elementów.

Oprogramowanie CAM ma na celu ułatwienie projektowania procesów technologicznych. Systemy CAM wykorzystywane są głównie przez inżynierów mechaników. Obecnie służą one głównie do generowania oraz tworzenia programów na maszyny NC. Początkowo, gdy obrabiarki NC były nieskomplikowane i pozwalały na obróbkę zaledwie w 2 czy 3 osiach, programy można było tworzyć ręcznie, jednak z czasem maszyny stawały się coraz bardziej złożone i mogły obrabiać coraz bardziej złożone kształty, dla przyspieszenia procesu tworzenia programów zaczęto wykorzystywać właśnie oprogramowanie CAM. Konstrukcja programu CAM jest podobna do CAD jednak zamiast rozbudowanego modułu modelowania zawiera moduł procesów. Oczywiście, zamiast modelować w programie CAM można importować model obrabianego detali z systemu CAD i na nim dokonywać dalszej komputerowej obróbki. Jednak nie do końca jest to takie proste ponieważ zanim powstanie program na maszynę CNC trzeba stworzyć bazę programu zawierającą informacje odnośnie samej maszyny, narzędzi i parametrów pracy. Przy odpowiednio zdefiniowanej bazie program sam potrafi dobrać właściwe narzędzia i warunki pracy. Moduł CAM najczęściej zawiera również symulator, dzięki któremu można obserwować proces obróbki na ekranie monitora oraz sprawdzić czy nie wystąpi kolizja narzędzia z obrabianym detalem lub wyposażeniem maszyny. Kolejnym zadaniem oprogramowania jest wygenerowanie G-kodu zrozumiałego dla konkretnej obrabiarki, realizującej proces obróbki.

CAM obejmuje programy sterujące maszynami, robotami, wewnętrznymi systemami transportu, systemami magazynowania, itp. Sterowanie urządzeniami jest powiązane ze sterowaniem realizacją zleceń oraz zbieraniem danych operacyjnych. Występuje tu ścisła integracja z modułami harmonogramowania warsztatowego.

CAM realizuje automatyzację następujących funkcji wytwarzania:

- operacji technologicznych (np. obróbki skrawaniem),
- zarządzania zamianą narzędzi (oprzyrządowania),
- sterowania montażem części,
- sterowania transportem komponentów i wyrobów gotowych,
- sterowania magazynowaniem pośrednim, zapewniającym ciągłość procesu wytwarzania.

Obecnie obserwuje się dużą różnorodność oprogramowania CAM. Wybierając odpowiedni program należy kierować się tym, do czego będzie on wykorzystywany, np. do jakiej obróbki, co będzie obrabiane, w jakiej branży, itp. Należy jednak pamiętać, iż żaden z wybranych programów nie zastąpi wiedzy i praktyki inżyniera, ponieważ mamy do czynienia tylko z programami sztywno realizującymi zadane operacje. Cała trudność polega na właściwym zadaniu operacji w celu efektywnego wykorzystania oprogramowania oraz przełożeniu otrzymanych wyników na rzeczywiste dane. Dlatego, mimo symulowania wypadków na komputerze, i tak najważniejszy jest zwykły test na maszynie docelowej. Wynika to z faktu, iż pomimo coraz większych mocy komputerów oraz wzrostu jakości oprogramowania, niestety nie jest możliwe zebranie pod uwagę wszystkich okoliczności występujących w modelowanym procesie. Pewne zdarzenia są nieprzewidywalne, a oprogramowanie, dzięki swoim procedurom i pewnym zaprogramowanym algorytmom, może jedynie stworzyć najbardziej prawdopodobny scenariusz.

Krótki opis wybranych programów CAM.

ALPHACAM jest wszechstronnym systemem CAD/CAM przeznaczonym do obróbki CNC. Posiada budowę modułową, właściwą dla obróbki:

- w branży drzewnej - Alphacam Router (wersje - Essential, Standard, Advanced);
- kamienia-Alphacam Marble/Stone (wersje - Essential, Standard, Advanced, Ultimate);
- wycinania - Alphacam Profiling
- metalu, tworzyw sztucznych - Alphacam Frezowanie, Alphacam Lathe (toczenie)
- WEDM - elektrodrążarki drutowe - Alphacam Wire

WEDM - służy do opracowania precyzyjnego 2- lub 4-osioowego elektroerozyjnego wycinania drutem. System ten posiada również moduły do wycinania laserem, plazmą, palnikiem lub strumieniem wody. Wszystkie moduły AlphaCAM posiadają jednakowy interfejs i środowisko graficzne - charakteryzujące się dużymi możliwościami projektowymi i prostą obsługą. Funkcje CAD w AlphaCAM umożliwiają przygotowanie rysunku dla projektu części typu 2D lub 3D. Można także importować gotowy rysunek / model przygotowany w zewnętrznym programie CAD. Program Alphacam Okna i Drzwi pozwala tworzyć i edytować modele okien i drzwi, a Alphacam lfronty pozwala na konfigurację wzorów i schematów, wycenę i zamawianie frontów przez administratora z zakładu produkcyjnego,

Główne cechy programu:

- projektowanie 2D z obsługą warstw, kolorów linii, splajnow, wymiarowanie;
- modelowanie powierzchni 3D;
- import: DXF, DWG, IGS, STL, ANVIL, STEP, CADL, VDA, Rhino 3D, SolidWorks, Parasolid, SolidEdge, Inventor, ProE, CATIA;
- export: DXF, IGS, STL, Parasolid.

EDGE CAM jest systemem CAM służącym do generowania programów NC na obrabiarkach numerycznych, łączącym w sobie zaawansowane możliwości obróbki z łatwością użycia. Dzięki modułowej budowie, daje możliwość dostosowania konfiguracji do określonego typu produkcji oraz posiadanych obrabiarek. Posiada polską wersję językową. Dzięki współpracy producenta oprogramowania firmy Planit z producentami wiodących systemów CAD, Edgcam daje bardzo szerokie możliwości wymiany danych z innymi systemami, do których należą między innymi: Autodesk Inventor, Catia, Pro/E, SolidEdge, SolidWorks, NX.

Współpraca odbywa się asocjatywnie, co oznacza, że zmiana geometrii wprowadzona w modelu pozwala na automatyczne dostosowanie ścieżek narzędzia do nowej geometrii. Dodatkowo Edgcam wyposażono w okienkowy i intuicyjny „Kreator postprocesorów”, umożliwiający stworzenie postprocesora do dowolnego typu sterowania z możliwością dołączenia graficznego modelu rzeczywistej maszyny, dzięki której już na etapie programowania, możemy uniknąć ewentualnych kolizji, co wpływa na bezpieczeństwo procesu obróbki i oszczędność czasu.

Charakterystyka programu:

- generowanie programów obróbczych dla frezowania od 2.5 do 5 osi, toczenia 2 i 4-osiowe z obsługą osi C&Y&B i podwrzecion oraz wycinania drutowego 2 i 4-osiowego.
- modelowanie na płaszczyźnie i w przestrzeni, modelowanie powierzchniowe, możliwość wczytywania punktów z maszyn pomiarowych CMM CAM
- wycinanie drutem 2, 4 osiowe - (w zależności od wybranej opcji)
- symulacja oraz wizualizacja obróbki z uwzględnieniem kinematyki obrabiarki,
- kreator postprocesorów,
- tworzenie własnych bibliotek: narzędzi, uchwytów narzędzi, materiałów, technologii,
- moduł służący do edycji kodu NC i operacji na kodzie,
- możliwość odczytu danych: PAR SolidEdge, NX, SLDPRT, Parasolid (X_T X_B), ACIS (SAT, SAB), STL, Pro/E (PRT, ASM) IPT Inventor, DWG DXF AutoCAD, DGN Microstation, VDA-FS, CATIA, IGES .

MASTERCAM jest programem CAD/CAM o budowie modułowej. Jest skalowany do potrzeb i możliwości finansowych nabywcy. Tworzy geometrię, przygotowuje detale i gotowe rysunki, wizualizuje graficzną drogę narzędzia i generuje program NC. Mastercam wspomaga prace konstrukcyjne, 2 do 5 osiowe frezowanie, toczenie do 3 osi, 2 i 4 osiowe elektroerozyjne wycinanie drutowe. Każdy program technologiczny środowiska Mastercam zawiera środowisko CAD do importu, modyfikacji oraz samodzielnego projektowania modeli 3D. Mastercam jest programem dla technologów i konstruktorów. Bardzo istotnym elementem jest łatwość i szybkość opanowania zasad jego obsługi. Jak podaje producent „Już jeden dzień szkolenia potrafi wprowadzić przeciętnego użytkownika w podstawy pracy z systemem i spowodować jego samodzielną pracę z modelami i programowanie obróbki CNC”.

Program umożliwia import z formatów: ASCII, TXT, CSV, CADL, DWG, DXF, DWF, EPS, IGES, IGS Inventor (IPT, IAM, IDW), Parasolid, SLDPRT, SLDASM, SAT (ACIS solids), Solid Edge (PAR, PSM), STEP, STL, , Pro/E (PRT, ASM), Catia v4, Catia v5, 3DM, PLT, CLD, VDA, STP.

Dodatkowe możliwości:

- wizualizacja maszyny i procesu technologicznego,
- automatyczne projektowanie elektrod,
- pełna parametryzacja procesu,
- analiza kolizji.

Wybrane zastosowania:

- modelowanie,
- tworzenie technologii na maszyny numeryczne,
- generowanie kodu NC,
- wizualizacja procesu obróbki,
- analiza kolizji,
- obróbki szybkościowe HSM i HST.

Oprogramowanie dedykowane jest dla przemysłu samochodowego, lotniczego, narzędziowego, odlewniczego, biur konstrukcyjnych i biur technologicznych.

SOLIDCAM pozwala na pełną integrację z SolidWorks lub Inventor. Wszystkie operacje obróbcze są definiowane, obliczane i weryfikowane, bez konieczności opuszczania środowiska modelera CAD. Wszystkie geometrie 2D i 3D użyte do definiowania obróbki są w pełni powiązane z zaprojektowanym modelem. W pojedynczej części CAM może być użytych kilka konfiguracji danego modelu. Każda z konfiguracji może reprezentować niezależny stan lub krok produkcyjny obrabianego elementu. W przypadku zmiany geometrii modelu w systemie CAD, SolidCAM pozwala użytkownikowi na automatyczną

synchronizację wszystkich operacji ze zaktualizowanym modelem. Pełna asocjatywność z modelem redukuje liczbę błędów w przypadku zmiany modelu i ułatwia proces modyfikacji już wytworzonych detali. Używany jest w takich branżach jak: motoryzacyjnej, w medycynie, odlewnictwie, elektronice, kosmonautyce, itp. Program wspiera wszystkie aspekty obróbki: wykonywanie otworów, frezowanie 2-osiowe, frezowanie 3-osiowe, frezowanie 4-osiowe, 5-osiowe pozycjonowanie, ciągłe frezowanie 5-osiowe, obróbkę HSC, toczenie, toczenie z frezowaniem oraz obróbki EDM. Oto kilka z bardziej zaawansowanych i charakterystycznych operacji obsługiwanych przez SolidCAM: automatyczne ustawienie układu odniesienia, operacja kroku w bok 3D, frezowanie trochoidalne, zgrubne frezowanie wgłębne, uwzględnianie oprawek narzędzia w wykrywaniu kolizji, wsparcie dla toczenia z frezowaniem oraz pełne wykorzystanie obróbki resztki materiału

Opracowywanie produktów od zawsze obejmowało dwa odrębne procesy: najpierw zaprojektowanie produktu, a następnie jego produkcję. Wykorzystanie oddzielnych, niezintegrowanych narzędzi CAD (projekt) i CAM (produkcja) podczas opracowywania produktów doprowadziło do stworzenia bariery komunikacyjnej między projektantami a producentami. W efekcie zwiększają się koszty, ilość potrzebnego czasu, a także liczba problemów z jakością, szczególnie kiedy konieczne są zmiany w projekcie lub pojawiają się trudności z produkcją. Dzięki zintegrowanym rozwiązaniom CAD/CAM można uniknąć kłopotów związanych z tradycyjnym rozdziałem między projektowaniem a produkcją. Zintegrowana platforma CAD/CAM pozwala skrócić czas trwania cykli, kontrolować koszty i poprawić jakość, zachęcając jednocześnie działy projektowania oraz produkcji do współpracy. Zintegrowane rozwiązanie CAD/CAM jest to metoda, która wykorzystuje system CAD jako główną platformę do obliczeń geometrycznych. Nie ma potrzeby importowania czy konwertowania pliku CAD bądź innego formatu danych, np. IGES lub STEP. Zintegrowana platforma CAD/CAM przeprowadza operacje CAM na pliku CAD i zapewnia pełną współpracę aplikacji CAM z systemem CAD w jednym oknie programu. Z tym nowym rozwiązaniem technologicznym wiążą się liczne zalety, które pozwalają zwiększyć wydajność, kontrolować koszty i rozwiązywać problemy produkcyjne. Co najważniejsze, jeśli podczas projektowania trzeba wprowadzić zmiany, cała praca inżyniera produkcji jest zachowywana i aktualizowana - nie ma konieczności eksportowania nowego projektu i importowania go do oprogramowania CAM. Dzięki temu usprawnieniu zmiany w projekcie, które są wprowadzane na późniejszym etapie cyklu rozwojowego, łatwiej jest wdrożyć podczas produkcji - co pozwala dostarczyć lepszy produkt na czas. Uproszczenie projektowania i uwzględnienie procesu produkcji z wykorzystaniem zintegrowanego rozwiązania CAD/CAM to kolejny etap w dziedzinie rozwoju produktów. Aby móc konkurować na rynku, wszyscy producenci muszą dbać o innowacyjność, wydajność i produktywność. Zniesienie bariery między projektantami a inżynierami produkcji tworzy okazję do skutecznej, wydajnej współpracy.

Całkowicie zintegrowane rozwiązanie CAD/CAM - takie, gdzie system CAD służy jako mechanizm obliczania geometrii, a wszystkie operacje oprogramowanie CAM są przeprowadzane na oryginalnym modelu CAD - może posłużyć jako platforma zwiększająca wydajność, pozwalająca kontrolować koszty i zapewniająca wyższą jakość. Z wymienionych powodów czołowi producenci oprogramowania CIM jak, np.: Siemens PLM, DPS Software lub Autodesk wprowadzają do swoich środowisk oprogramowania dodatkowe zintegrowane moduły CAM, rozszerzające możliwości podstawowych modułów CAD. Przykładem może być tu **Inventor CAM** - moduł CAM do projektowania obróbki zaprojektowanego, w środowisku Inventor, detalu oraz do generowania kodu NC dla maszyn CNC. Główne cechy oprogramowania **Inventor CAM**:

- prosta obsługa,
- niskie koszty wdrożenia,
- duża szybkość generowania kodu NC,
- różne strategie obróbki pozwalające zredukować zużycie narzędzi nawet o 40%,
- moduł toczenia oraz frezowania wraz z postprocesorami,
- pełna integracja z plikami części i złożeń zaprojektowanymi w Autodesk Inventor,
- pełne wykorzystanie architektury 64-bitowej oraz technologii "multi-core",

- moduł symulacji i weryfikacji ścieżki narzędzia po wygenerowaniu kodu NC,
- edytor NC - umożliwia sprawdzenie i dokonanie manualnych zmian w istniejącym już kodzie NC oraz ewentualne przesłanie kodu NC do maszyny,
- postprocesory dla większości istniejących na rynku sterowań CNC - np.: Fanuc, Heidenhain, Haas, Hurco, Mazak, MillPlus, Okuma, Siemens, Yasnak.

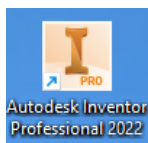
2. PRZEBIEG ĆWICZENIA NR 6

Oprogramowanie Inventor jest przeznaczone do tworzenia przestrzennych modeli urządzeń. Modelowanie części odbywa się przez tworzenie elementów, najczęściej bryłowych o zadanych wymiarach (parametrach). Elementy te są uzupełniane o szczegóły konstrukcyjne (cechy – ang. features) takie jak: zaokrąglenia, fazowania, otwory, szyk elementów, żebra, itp. Parametry części, np. średnica otworu, liczba elementów szyku, można modyfikować, nadając im nowe wartości. Takie modelowanie części maszyn nazywa się „modelowaniem parametrycznym z cechami”. Proces tworzenia typowych elementów składa się z następujących kroków:

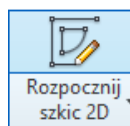
- wskazanie płaszczyzny szkicu,
- narysowanie zamkniętego profilu na wskazanej płaszczyźnie,
- określenie więzów i wymiarów pomiędzy poszczególnymi elementami profilu,
- utworzenie elementu bryłowego za pomocą odpowiedniej operacji, np. wyciągnięcia,
- kolejnym etapem tworzenia części jest nadanie cech, jeśli cechą jest następny element bryłowy to powyższy proces się powtarza.

A. Sporządzenie modelu części maszynowej typu płytki

- Uruchomienie programu, np. przez dwukrotne kliknięcie LPM ikony na pulpicie Autodesk Inventor Professional 2022.



- Utworzenie nowego pliku pojedynczej części Otwórz → Nowy → Standard(mm).ipt



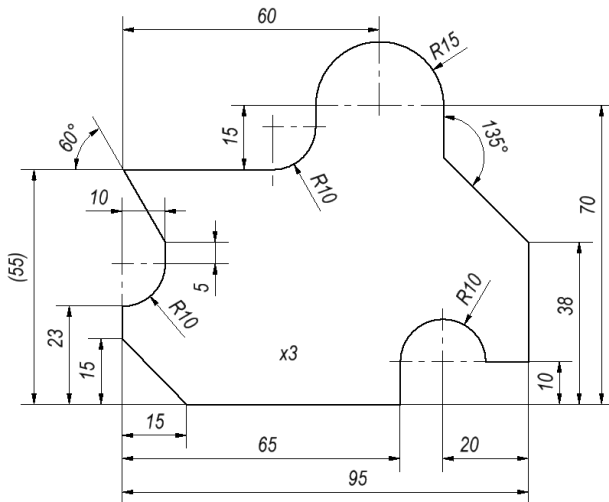
- Utworzenie nowego szkicu 2D po kliknięciu na szkicowania XY i wyborze płaszczyzny

- Utworzenie wybranego konturu jak na rys. 2 lub rys. 3, za pomocą narzędzia

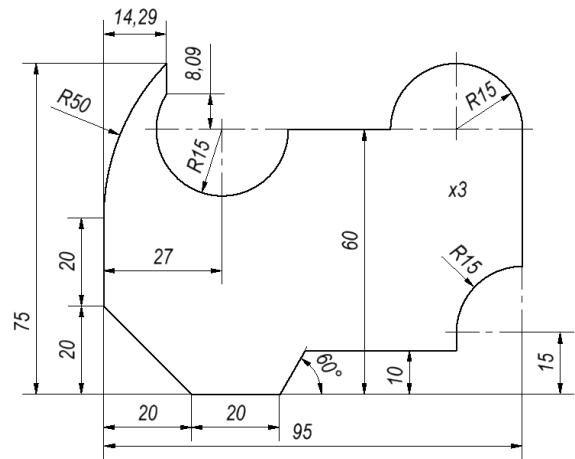
„Linia” i jego zwymiarowanie za pomocą narzędzia



„Wymiar”.



Rys. 2. Szkic płytki A




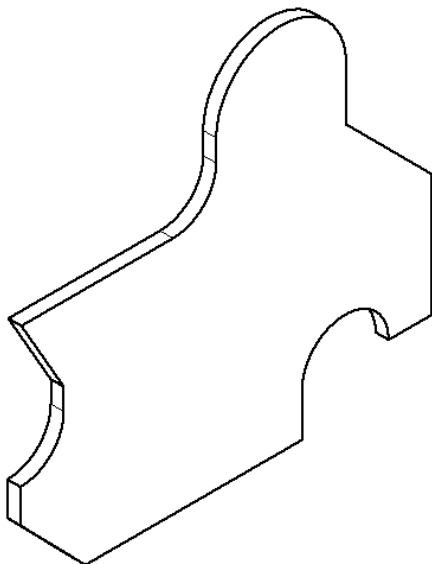
Rys. 3. Szkic płytki B

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

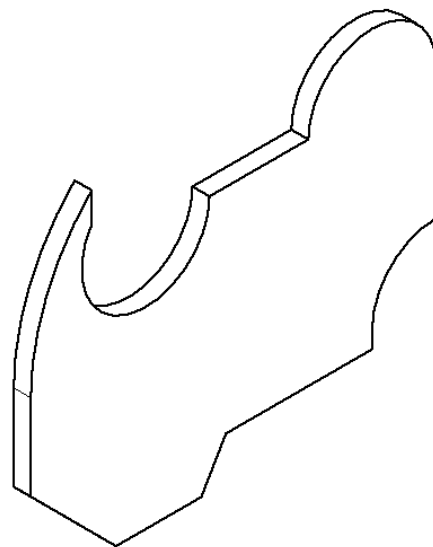


Zakończ szkic

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



Rys. 4. Model płytki A

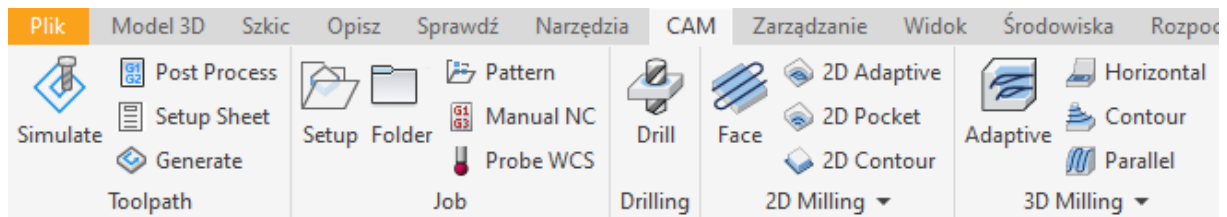


Rys. 5. Model płytki B


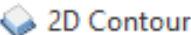
- Zapis pliku.

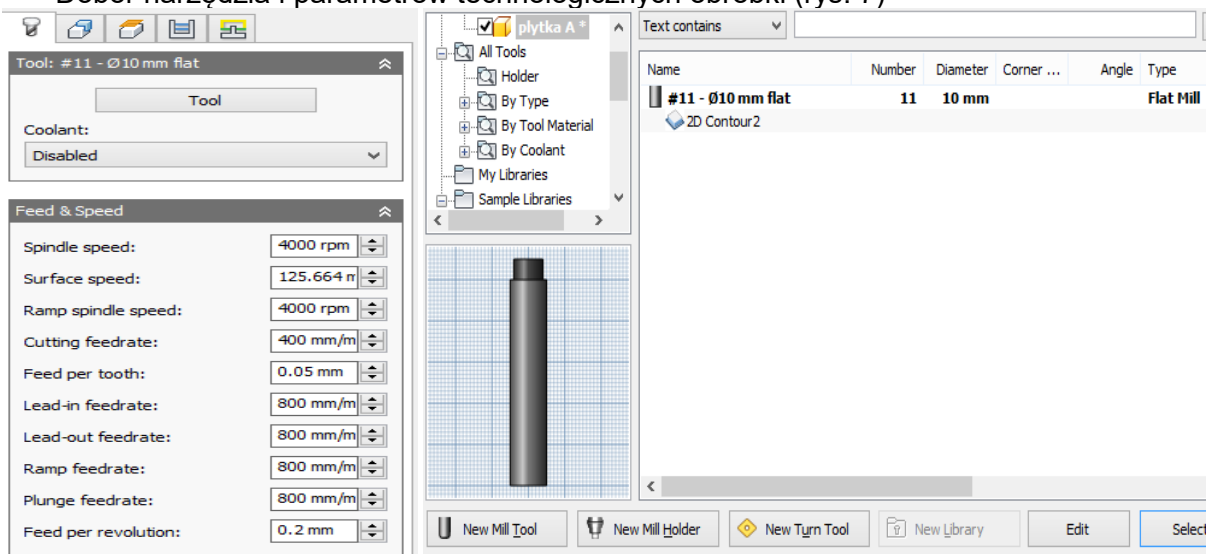
B. Wykorzystanie środowiska Inventor CAM do wygenerowania programu NC ze ścieżką narzędzia po wskazanym konturze.

- Aktywowanie środowiska CAM (rys. 6)





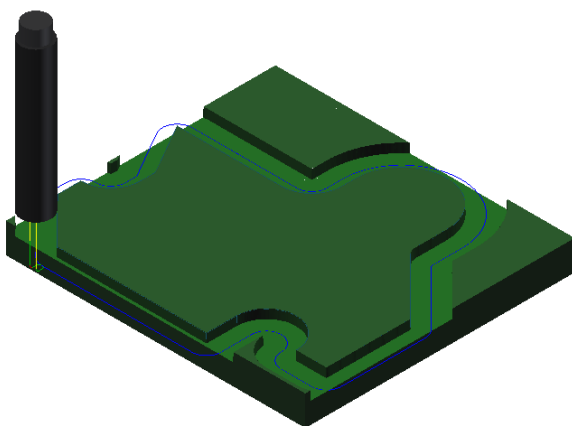
Rys. 6. Fragment wstążki środowiska Inventor CAM

- Zdefiniowanie głównych parametrów obróbki za pomocą polecenia "Setup" , w tym wymiarów półfabrykatu.
- Wybór „2D Milling” i sposobu obróbki po wskazanym konturze - "2D Contour" 
- Dobór narzędzia i parametrów technologicznych obróbki (rys. 7)

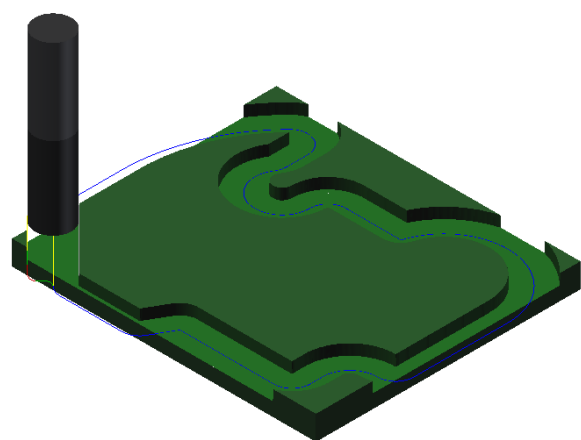


Rys. 7. Okna ustawień narzędzia i parametrów obróbki

- Symulacja obróbki - "Simulate"  (rys. 8, rys. 9) i wygenerowanie kodu programu za pomocą polecenia "Post Process" 



Rys. 8. Symulacja obróbki płytki A



Rys. 9. Symulacja obróbki płytki B

- Ogólna dyskusja w grupie nad otrzymanymi wynikami i zapis plików.

3. SPRAWOZDANIE

Sprawozdanie winno zawierać:

- stronę tytułową,
- cel i zakres ćwiczenia laboratoryjnego,
- wypełniony protokół laboratoryjny, kopie plików: modelu (*.ipt), programu NC (*.mpf)
- wnioski.

4. BHP

W celu minimalizacji zagrożeń podczas testów pracownicy i studenci zobowiązani są do przestrzegania ogólnych zasad BHP oraz do przestrzegania przepisów porządkowych i organizacyjnych obowiązujących w laboratoriach POCNC. O przepisach tych studenci poinformowani zostali na zajęciach wstępnych.

4. PROTOKÓŁ

Białystok, dn.....



WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA
Katedra Zarządzania Produkcją



PROTOKÓŁ LABORATORYJNY

Podstawy pracy w środowisku oprogramowania CAD/CAM

Szkic konturu z wymiarami	
Widok wyniku symulacji obróbki	Fotografia wykonanego elementu

Listing programu NC (fragmenty kodu zawierające początek, zmiany narzędzia, zakończenie)

--	--

.....
data wykonania ćwiczenia

.....
podpis prowadzącego