

Wspomaganie procesów wytwarzania w systemie Pro/ENGINEER

Dynamiczny rozwój techniki, rosnące wymagania klientów, poszukiwanie nowych, niekonwencjonalnych rozwiązań spowodowały w ostatnich latach niespotykany wcześniej postęp i upowszechnienie narzędzi wspomagania projektowania CAD/CAM/CAE. Amerykańska firma **PTC (Parametric Technology Corporation)**, producent oprogramowania Pro/ENGINEER, jest jednym z liderów nadających kierunek i tempo temu rozwojowi. W swojej ofercie firma PTC ma wiele modułów pozwalających na realizację pełnego procesu CAM w środowisku zintegrowanego interfejsu systemu Pro/ENGINEER.

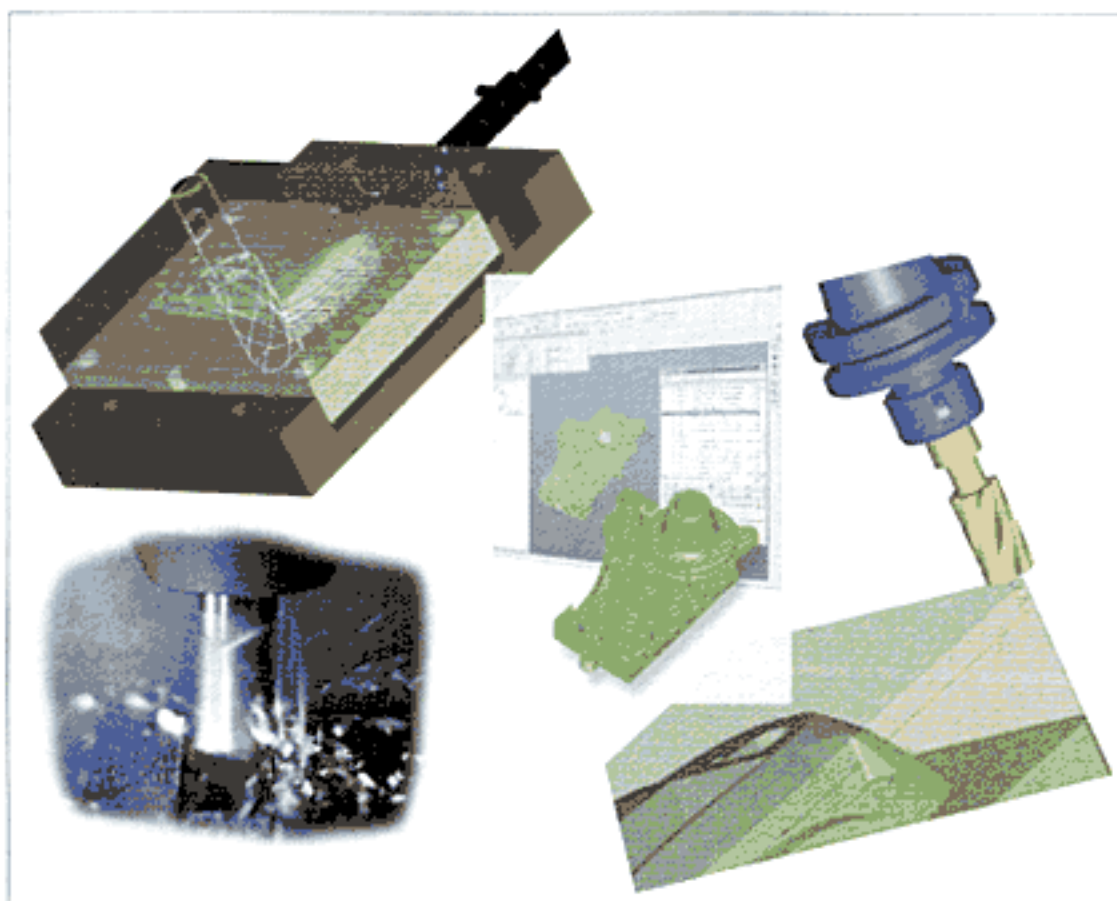
Pro/ENGINEER jest parametrycznym systemem CAD/CAE/CAM bazującym na modelowaniu przestrzennym (modele 3D). Daje on konstruktorowi potężne narzędzie w postaci parametryczności modelu, gdzie każdy wymiar definiujący kształt może być zależny od innych wymiarów przy użyciu zdefiniowanych przez użytkownika funkcji matematycznych. Niezwykle właściwości systemu Pro/ENGINEER osiągnięto dzięki zastosowaniu bardzo bogatego aparatu matematycznego. Informacje o tworzonych modelach są przechowywane w jednej, jednorodnej graficznie bazie danych. W ten sposób uzyskujemy gwarancję, że zawsze mamy dostęp do aktualnych informacji. Naturalną cechą tego systemu staje się więc asocjatywność, tzn. zmiany wykonane w jednym module są natychmiast odwzorowywane w pozostałych modułach.

Pro/ENGINEER ma moduły wspomagające wytwarzanie przy użyciu obrabiarek sterowanych numerycznie, takie jak:

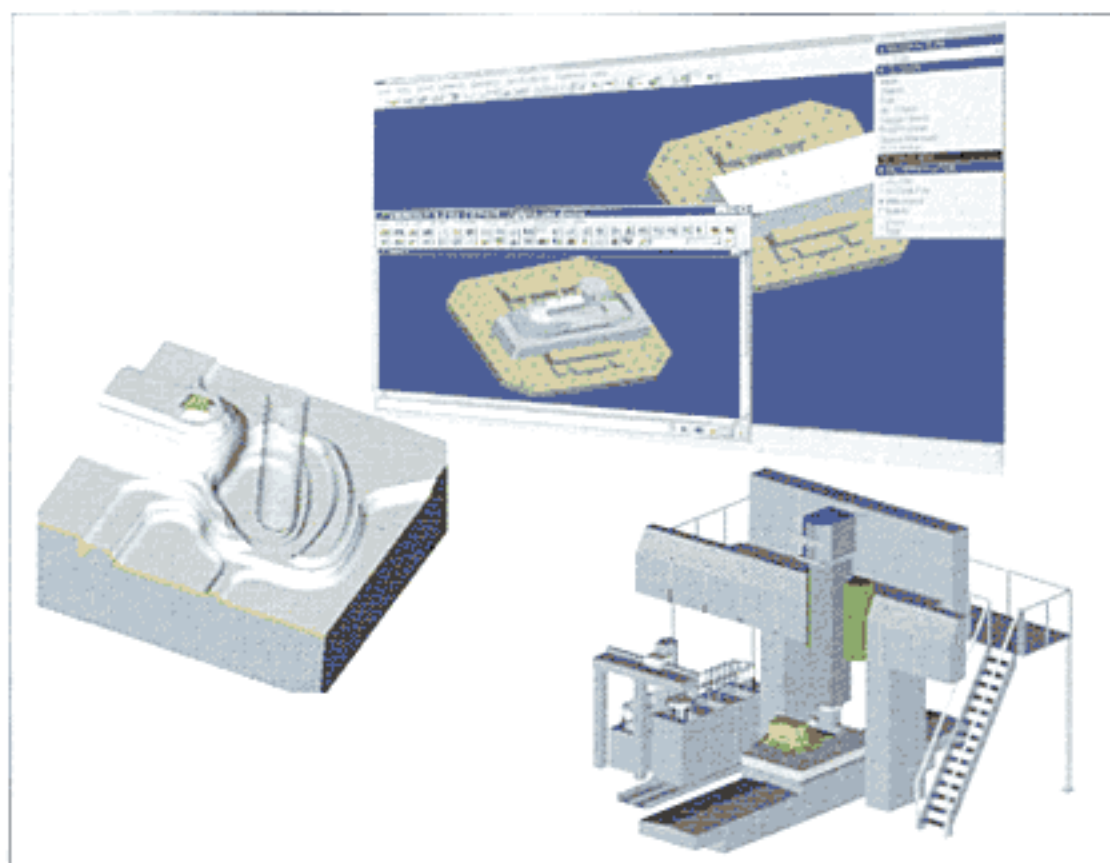
- obróbkę frezowaniem od 2,5 i do 5 osi,
- obróbkę toczeniem 2 i 4 osie,
- obróbkę elektroerozyjną na wycinarkach drutowych 2 i 4 osie,
- obróbkę elementów z blach na prasach rewolwerowych i wycinarkach laserowych lub plazmowych,
- weryfikację modeli za pomocą maszyn pomiarowych.

Wspomaganie obróbki obejmuje przygotowanie procesu i narzędzia dla konkretnej obrabiarki oraz jego symulację. Jakość obróbki może być zweryfikowana przy użyciu maszyn pomiarowych i programów weryfikacyjnych.

Modelowanie podstawowej obróbki na obrabiarkach 2,5- i 3-osiowych zapewnia konfiguracja **Prismatics and Multi-Surfaces Milling Option**. Zabiegi technologiczne są w module definiowane jako cechy obróbkowe. Definiowanie materiału do usunięcia odbywa się poprzez wybór jednego z typowych zabiegów frezowania, takich jak np.: frezowanie powierzchni czołowej, zagłębienia, profilu, rowka, sfazowań, zaokrągleń, otworów, po trajektorii. Opcja ta pozwala także na modelowanie pełnego 3-osiowego frezowania powierzchni, z wykorzystaniem cech geometrycznych, takich jak: okno, powierzchnia, objętość itp.



Rys. 1. Model do obróbki frezowania, półfabrykat i jego zamocowanie



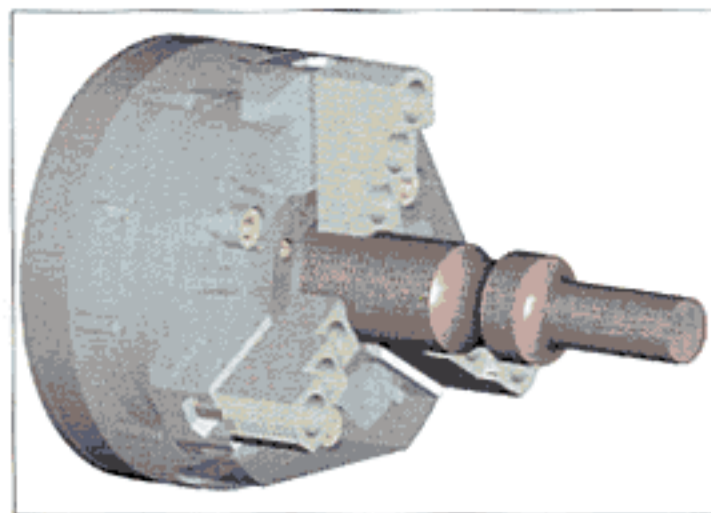
Rys. 2. Symulacja frezowania

Pierwszym krokiem podczas definiowania obróbki jest określenie modelu do obróbki, półfabrykatu oraz operacji, czyli wybór obrabiarki CNC (np. frezarka 3-, 4- lub 5-osiowa). Dodatkowa funkcja pozwala na modelowanie uchwytu zamocowania przedmiotu, zerowego układu współrzędnych oraz zabiegów, czyli zdefiniowanie narzędzi, parametrów obróbki, strategii obróbki itd. (rys. 1).

Użytkownik może definiować zabiegi obróbki zgrubnej oraz wykończeniowej. Przykładowe zabiegi frezowania to: frezowanie wybranej objętości, zabiegi lokalne (np. po poprzednim zabiegu), powierzchni (np. po izolinii), powierzchni czołowej, profilu, po trajektorii, gwintu, grawerowania itd. Dostępna jest również strategia obróbki szybkościowej (HSM), polegająca m.in. na utrzymywaniu stałego obciążenia narzędzia, minimalizacji nagłych zmian kierunku ruchu narzędzia itp. Program pozwala na pełną kontrolę wejścia i wyjścia narzędzia (np. po łuku stycznym, pod kątem, po spirali).

Kolejnym etapem modelowania obróbki jest generowanie ścieżek narzędzi (CL – Cutter Location data) do zabiegów i operacji oraz ich bezpośrednia symulacja na modelu wraz z podglądem tekstu CL data. Symulacja obróbki (ruchu narzędzia oraz usuwanego materiału) wykonywana jest za pomocą programu Vericut (dołączona licencja Vericut) lub NC-Check. Przykład symulacji obróbki pokazano na rys. 2.

Moduł ten ma również graficzne narzędzia do budowy i modyfikacji postprocesorów (licencja G-Post)



Rys. 3. Model z zamocowaniem do symulacji obróbki toczenia

w celu dostosowania ich do indywidualnych obrabiarek lub indywidualnych wymagań. Postprocessor pozwala na generowanie kodów na obrabiarkę sterowaną numerycznie CNC (*Post-process*) poprzez przetwarzanie plików CL data na kody maszynowe MCD (*Machine Control Data*). Moduł zawiera również narzędzia do dokumentowania procesu technologicznego (definicja kroków obróbki – rysunki i instrukcje) oraz generowania kart produkcyjnych wyrobu. Postprocesory mogą być także napisane jako programy dedykowane przez firmy oferujące wdrożenie oprogramowania na rynku. Przykładowo: firma Prodart z Krakowa ma jedną z najlepszych grup programistów zajmujących się synchronizacją obrabiarek sterowanych numerycznie z oprogramowaniem Pro/ENGINEER.

Production Machining Option zawiera dodatkową funkcję pozwalającą na modelowanie toczenia na tokarkach 2- i 4-osiowych i elektrodrążenia EDM. Przykładowe zabiegi toczenia to: obróbka wybranej powierzchni (zewnątrznej, wewnętrznej i czołowej), po profilu, podcięcie obróbkowych, gwintów, otworów itp.

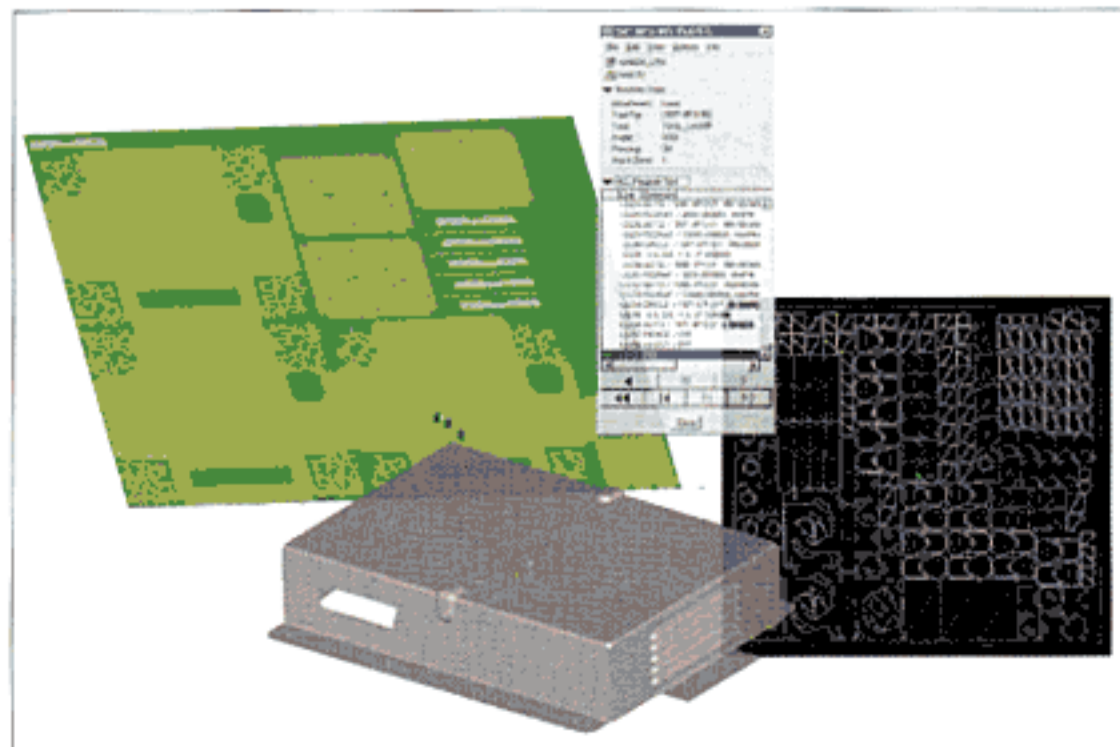
Complete Machining Option zawiera pełną funkcjonalność wytwarzania. Jej dodatkowe możliwości to:

- modelowanie obróbki frezowaniem: 2,5÷5-osiowe. Kilka sposobów kontroli orientacji osi narzędzia (4 i 5 osi), np. za pomocą dodatkowych płaszczyzn, punktów lub krzywych;

- modelowanie obróbki na centrach frezarsko-wytwarzarskich (*live tooling*).

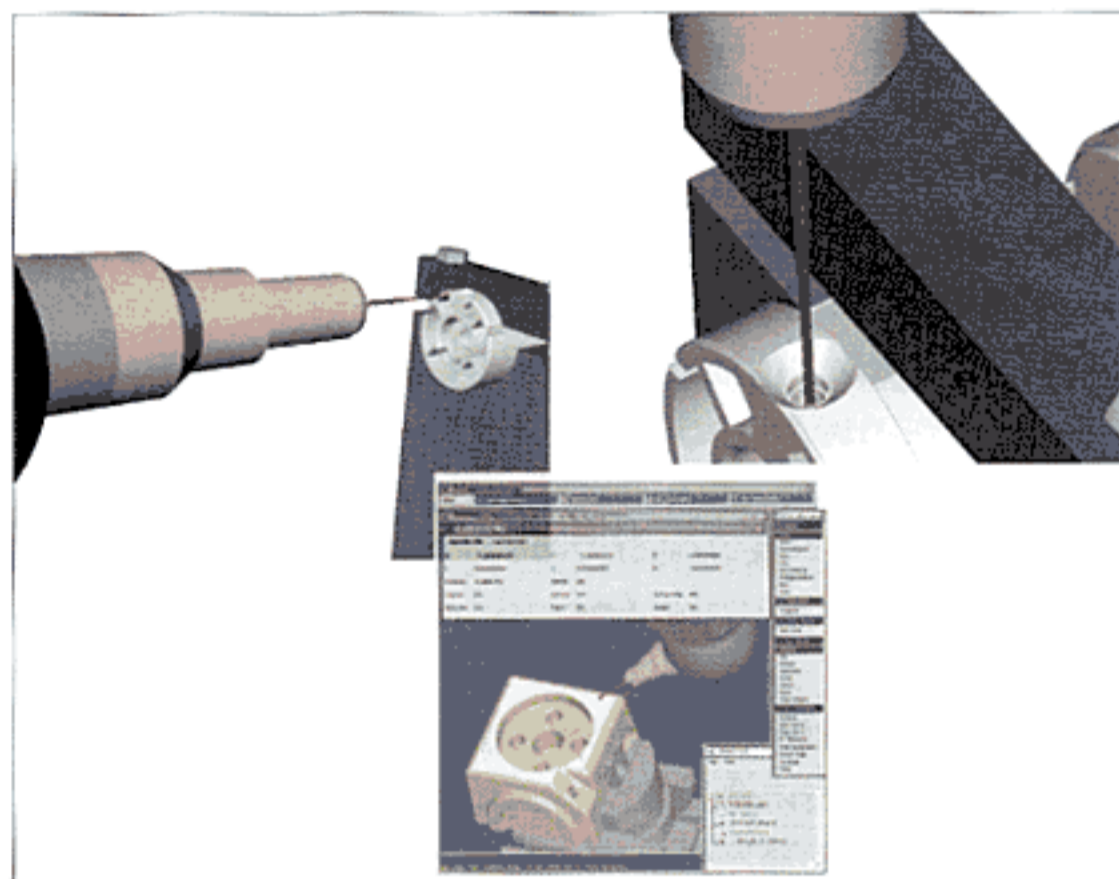
Wraz z systemem Pro/ENGINEER może być dostarczona bogata biblioteka narzędzi. System może współpracować z systemami do kontroli gospodarki narzędziowej (np. firmy WALTER).

Uzupełnieniem symulacji technologii obróbki użytkowej firmy w systemie Pro/ENGINEER są opcje modelowania obróbki elementów z blach na prasach rewolwerowych oraz wycinarkach laserowych i plazmowych **Pro/ENGINEER NC Sheetmetal Option**. Modele wyjściowe do obróbki mogą być stworzone w programie Pro/ENGINEER lub importowane z formatu DXF. Przykładowe zabiegi obróbki to: niblowanie, konturowanie



Rys. 4. Symulacja obróbki wycinania z blachy

wanie (laser), uderzenia narzędzia w określony punkt, formowanie (tłoczenie) blachy itd. Użytkownik może określać parametry zabiegów, takie jak: wybór obrabiarki, strategię obróbki, strategię obróbki naroży, położenie mikrozłączy, łap itd. Możliwe jest automatyczne definiowanie niektórych zabiegów na podstawie cech tworzących geometrię modelu blachy, jak np.: konturowanie, wycinanie kształtem stempla, formowanie. Rozkład elementów na arkuszu blachy może być ręczny lub automatyczny (*Autonesting*), co pozwala na minimalizowanie powierzchni odpadów blachy. Można dokonywać optymalizacji ścieżki narzędzia według różnych kryteriów (np. minimalizacja liczby zmian narzędzi, minimalizacja drogi narzędzi). Generowanie ścieżek narzędzi (CL), symulacja obróbki oraz generowanie kodów na obrabiarkę sterowaną numerycznie CNC (*Post-process*) odbywa się podobnie jak dla innych, opisanych powyżej rodzajów obróbki.



Rys. 5. Weryfikacja modelu (CMM)

Najlepszą ocenę poziomu jakości wykonania uzyskujemy poprzez porównanie otrzymanego rzeczywistego obiektu po obróbce z idealnym modelem wirtualnym. System Pro/ENGINEER umożliwia automatyzację procesu pomiarowego i procesu weryfikacji za pomocą modułu **Computer Aided Verification Option**. Opcja ta pozwala na automatyczne porównywanie zeskanowanej chmury punktów z teoretycznym modelem wykonanym w programie Pro/ENGINEER. Zmierzone różnice mogą być prezentowane graficznie w postaci mapy kolorów lub zapisane w postaci pliku. Pozwala to na sprawdzanie, czy wytwarzane wyroby mieszczą się w zadanych tolerancjach wymiarowych i geometrycznych.

Opcja ta pozwala na tworzenie programów dla maszyn pomiarowych CMM (*Coordinate Measuring Machines*). Definiowanie operacji (obrabiarki, układu współrzędnych itd.), zabiegów pomiarowych (narzędzi – sond pomiarowych, parametrów, strategii pomiarów itd.). Generowanie ścieżki narzędzia – sondy w formacie DMIS (*dimensional measurement inspection standard*), przetwarzanie jej przez postprocesor i generowanie kodów na maszynę CMM.

Parametric Technology Corporation dostarcza kompletne narzędzia pozwalające na sprawne modelowanie obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie. Narzędzia są stale udoskonalane. Powiększana jest funkcjonalność oraz jakość interfejsu użytkownika. Użyteczność oprogramowania potwierdza wiele renomowanych firm w Polsce i na świecie.