

Jarosław PLICHTA, Stanisława PLICHTA
Katedra Inżynierii Produkcji, Katedra Mechaniki Precyzyjnej,
Politechnika Koszalińska, plichta@tu.koszalin.pl

Logistyka procesu kształcenia inżynierów mechaników w systemie rozproszonym

1 Wprowadzenie

W obliczu ograniczonych nakładów finansowych na rozwój szkolnictwa wyższego, uczelnie zmuszone są do poszukiwania nowych form kształcenia i organizacji procesu dydaktycznego. Dotyczy to w szczególności uczelni technicznych, w których wyposażenie techniczne coraz bardziej odstaje od nowoczesnych rozwiązań stosowanych w nowoczesnych gałęziach przemysłu, w tym również krajowego. W takich warunkach coraz trudniej jest prezentować studentom nowoczesne maszyny i urządzenia technologiczne, narzędzia oraz procesy wytwórcze. Jeszcze trudniej jest nauczać umiejętności ich obsługi i optymalnego wykorzystania. A przecież pracodawcy od naszych absolwentów tego już dzisiaj wymagają, nie mając czasu i środków na doksztalcanie, optymalizując swoje działania w celu uzyskania przewagi konkurencyjnej na globalnym rynku.

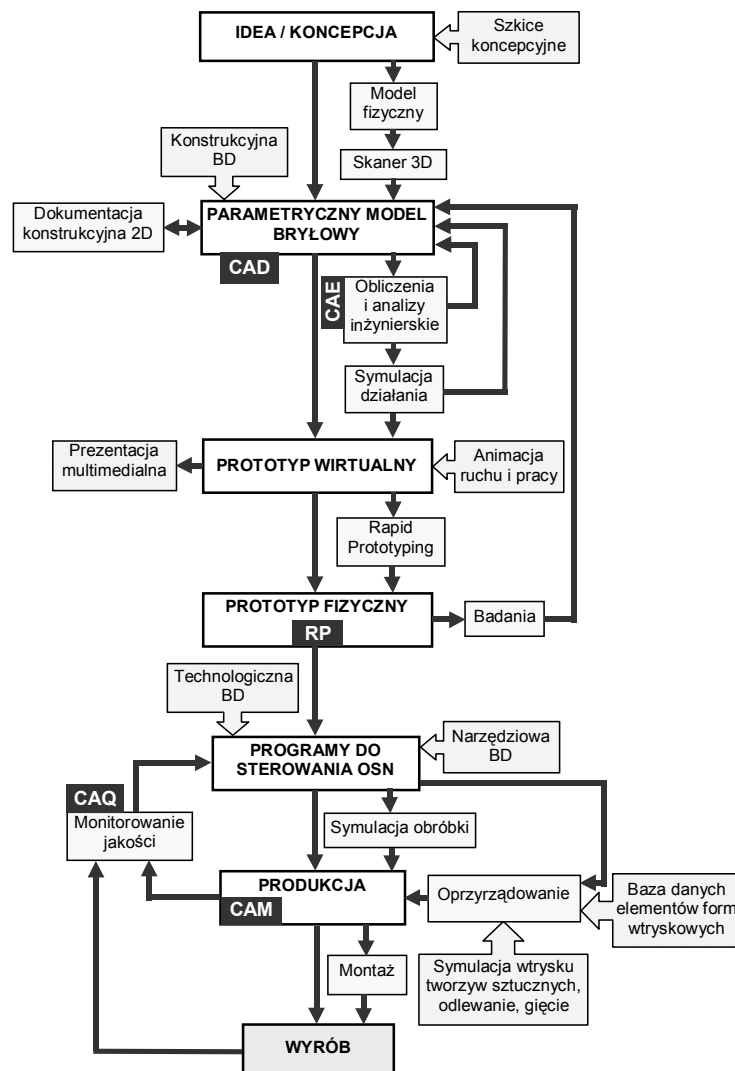
W Katedrze Inżynierii Produkcji powstała zatem koncepcja, wykorzystania potencjału przemysłowego w celu realizacji ćwiczeń laboratoryjnych, ułożonych w różnych zakładach przemysłowych, zgodnie logiką opracowania i produkcji nowych wyrobów. Jest to rozwiązanie obopólnie korzystne, ponieważ studenci będą mogli otrzymać najnowszą wiedzę i umiejętności praktyczne, natomiast przemysł otrzyma dobrze przygotowanych absolwentów, wykształconych na ich sprzęcie. Takim rozwiązaniem są bardzo zainteresowane zakłady produkcyjne w Koszalinie i jego okolicach.

Taki rozproszony system kształcenia obejmowałby studentów będących już na specjalnościach, a więc po 5-tym semestrze, po zdobyciu wiedzy i umiejętności podstawowych w laboratoriach uczelnianych.

Idea systemu w pierwszej kolejności została opracowana dla specjalności Techniki Komputerowe w Inżynierii Produkcji. W przyszłości zostanie przygotowana dla specjalności Logistyka i Inżynieria Jakości, również prowadzonych w Katedrze Inżynierii Produkcji.

2 Koncepcja procesu kształcenia na specjalności Techniki Komputerowe w Inżynierii Produkcji

Specjalność Techniki Komputerowe w Inżynierii Produkcji przygotowuje studentów do projektowania i wytwarzania wyrobów w zintegrowanych systemach CAD/CAM/CAE. Struktura przedmiotów oparta jest na logice przepływu informacji w kolejnych etapach technicznego przygotowania produkcji z wykorzystaniem różnorodnych technik komputerowych (rys. 1).



Rys. 1. Techniki komputerowe w procesie opracowywania produkcji wyrobu

Fig.1. Computer technics in the process of working out the production of a products

Punktem wyjścia w technicznym opracowaniu produkcji są na ogół dane pochodzące z badań marketingowych i prac badawczo rozwojowych. Służą one do opisanie podstawowych cech i funkcji opracowywanego wyrobu, programu produkcji oraz założeń konstrukcyjnych. Na ich podstawie opracowuje się koncepcję produktu, charakteryzującą głównie proporcje geometryczno-wymiarowe oraz specyfikacja zespołów i części wchodzących w jego skład. Na tym etapie powstają szkice koncepcyjne.

Następnie zaczyna się etap modelowania geometrycznego wyrobu w systemie CAD 3D z wykorzystaniem technik modelowania bryłowego i powierzchniowego (powierzchnie swobodne). Jego wynikiem jest model 3D, zapisany w postaci modelu bryłowego,

powierzchniowego lub krawędziowego. Może być on również przedstawiony w postaci wizualnej (prezentacyjnej) z wykorzystaniem specjalnych technik, umożliwiających nakładanie barw, struktur, cieni i różnorodnych efektów specjalnych.

W przypadku produktów zaawansowanych pod względem stylistycznym, przed modelowaniem komputerowym, tworzy się fizyczny model wzorniczy. Po zeskanowaniu, jego powierzchnie w postaci „chmury punktów”, są przenoszone do modelera. Na punktach tych są następnie rozpinane powierzchnie swobodne, tworzące elementy modelu 3D. Z utworzonych z jedną z w/w metod modeli, można tworzyć rysunki złożeniowe i generować dokumentację konstrukcyjną wyrobu 2D.

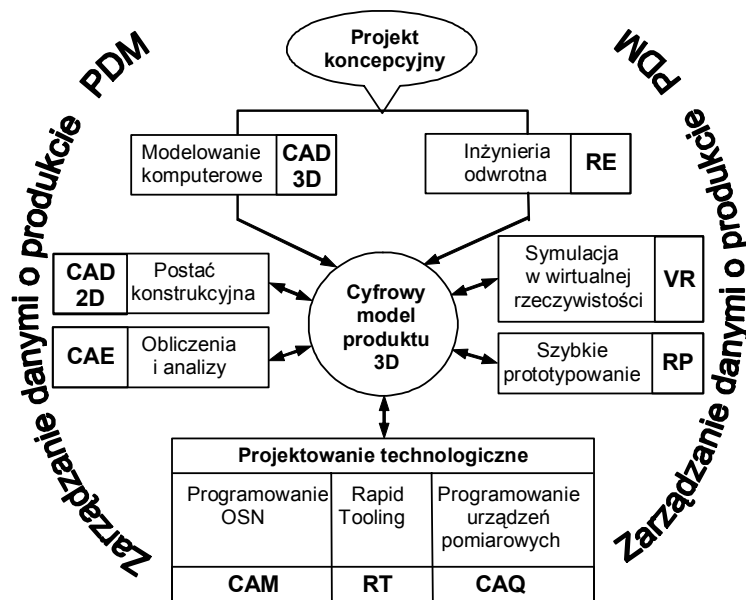
W kolejnym etapie, z modelu 3D tworzy się prototyp wirtualny przez uzupełnienie go o dane materiałowe i masowe. Na obiekcie tym prowadzi się różnorodne obliczenia i analizy, obejmujące między innymi animacje ruchu i pracy, analizy wytrzymałościowe, termiczne, dynamiczne oraz trybologiczne. Wyniki tych analiz służą do weryfikacji poprawności projektu konstrukcyjnego oraz jego wielokryterialnej optymalizacji.

W celu rozszerzenia możliwości weryfikacji rozwiązań konstrukcyjnych wyrobu buduje się fizyczne prototypy funkcjonalne. Umożliwiają one ocenę podstawowych funkcji wyrobu w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Są one wykonywane technikami szybkiego prototypowania (rapid prototyping), opartymi na przyrostowym łączeniu kolejnych warstw materiału powstałych z przecięcia modelu 3D równoległymi poziomami płaszczyznami. Do tego celu wykorzystywane są różnorodne techniki spajania materiałów za pomocą wiązań chemicznych, spiekania oraz klejenia. Do najbardziej popularnych metod rapid prototyping należą: stereolitografia (miejscowe utwardzanie ciekłego fotonopolimeru w wyniku reakcji sieciowania), SLS (selektywne spiekanie laserowe proszków), LOM (wycinanie zarysu modelu na przyklejanych warstwowo papierach lub foliach).

Weryfikacja wyrobu przeprowadzona na prototypie wirtualnym oraz fizycznym prototypie funkcjonalnym, umożliwia ocenę poprawności przyjętych rozwiązań. Dalsze badania prowadzi się już na prototypie technicznym.

W dalszej kolejności następuje etap opracowania technicznego. Obejmuje on opracowanie procesów technologicznych bezpośredniego wykonania (obróbki) części wchodzących w skład produktu lub oprzyrządowania technologicznego do ich formowania za pomocą technik odlewania, gięcia czy wtrysku tworzyw sztucznych. Procesy te prowadzi się z wykorzystaniem obrabiarek i urządzeń sterowanych numerycznie (CNC), dla których programy są generowane w oparciu o modele 3D. Model ten służy również do programowania urządzeń pomiarowych oraz procesu montażu.

Jak wynika z powyższego, wszystkie podstawowe etapy i techniki komputerowe w technicznym przygotowaniu produkcji są zintegrowane z modelem cyfrowym produktu (rys.2).



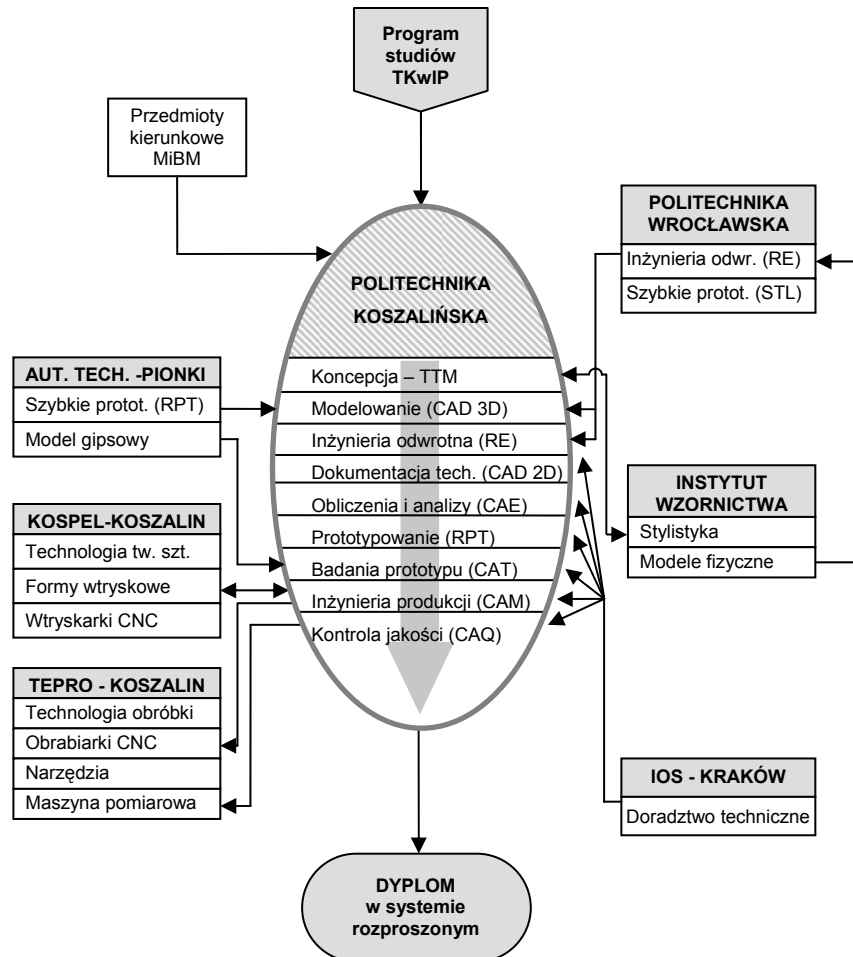
Rys. 2. Modele 3D w zintegrowanym rozwoju produktu w obszarze technicznego przygotowania produkcji

Fig. 2. The models 3D in integrated evolution of a product technical preparation of production

3 Logistyka rozproszonego systemu kształcenia

Idea rozproszonego systemu kształcenia jest oparta na logistyce, rozumianej jako system przepływu informacji i materiałów zintegrowanych z cyfrowym modelem produktu 3D na różnych etapach jego rozwoju (rys.3).

Koncepcja opracowanego produktu powstawałoby w pracowniach Katedry Inżynierii Produkcji w zintegrowanym systemie CAD/CAM/CAE o nazwie I-DEAS i przy szerokim wspomaganie technikami twórczego myślenia. Modelowanie 3D mogłoby być wspomagane stylistyką przez studentów Instytutu Wzornictwa, w przypadku wyrobów lub ich elementów, co do których byłyby stawiane wysokie wymagania stylistyczne, wymagające zaawansowanych technik modelowania powierzchniowego. Opracowane przez wzorników modele fizyczne (głina, gips itp.), byłyby następnie skanowane techniką laserową w Instytucie Technologii Maszyn i Automatyk Politechniki Wrocławskiej. Na zdigitalizowanym obiekcie (chmura punktów) następowaloby w systemie I-DEAS rozwijanie powierzchni swobodnych tworzących elementy modelu 3D. Opracowany w ten sposób model mógłby być następnie weryfikowany za pomocą obliczeń i analiz wirtualnych (CAE), obejmujących: statykę, dynamikę, termodynamikę, trybologię itd. W razie potrzeby ich rozszerzenia, poza możliwościami systemu I-DEAS, model ten mógłby być eksportowany do zaawansowanych systemów MES, do których I-DEAS posiada interfejsy i translatory, np. ABAQUS, ANSYS, NASTRAN. Zweryfikowany w ten sposób model wirtualny wyrobu może posłużyć do automatycznego generowania dokumentacji konstrukcyjnej CAD 2D.



Rys. 3. Logistyka rozproszonego systemu kształcenia

Fig. 3. Logistics of distracted system of education

W przypadku konieczności budowy fizycznego prototypu projektowanego wyrobu, np. w celu prezentacji wizualnej, badań ergonomicznych czy funkcjonalnych, można byłoby posłużyć się techniką szybkiego prototypowania (RPT). Wówczas model 3D trzeba przekształcić na plik STL (model ścianowy) i budować go metodą przyrostową za pomocą, np. selektywnego spiekania proszku strumieniem kropli spoiwa (3D printing). Usługi w tym zakresie świadczy nam obecnie Automatische Technik GmbH – Pionki. Natomiast w przypadku budowy modeli o zwiększonej wytrzymałości, można zastosować technikę stereolitografii (SL), dostępną w Instytucie Technologii Maszyn i Automatyce Politechniki Wrocławskiej.

Badania takich prototypów (CAT), a także prototypów otrzymanych metodami konwencjonalnymi, byłyby realizowane w pracowniach Politechniki Koszalińskiej z użyciem torów pomiarowych: sił, emisji akustycznej, drgań, temperatury itd.

Po obliczeniach i analizach wirtualnych oraz badaniach prototypu należy opracować technologie wytwarzania części składowych wyrobu. W tym celu można skorzystać z modułu CAM systemu I-DEAS, w którym na bazie modeli CAD 3D generuje się tory ruchów narzędzi obróbkowych dla operacji obróbki tokarskiej, wiertarskiej i frezarskiej. W programowaniu tej obróbki można wykorzystać bazy narzędzi obróbkowych i parametrów obróbki, wykonać symulacje obróbki oraz weryfikacje poprawności programu. Opracowany w ten sposób źródłowy kod NC może być dostosowany za pomocą postprocesora do konkretnej obrabiarki oraz jej układu sterowania i przesłany drogą internetową do wybranego zakładu przemysłowego posiadającego obrabiarki numerycznie sterowane układami CNC, np. Zakładu Techniki Próżniowej TEPRO – Koszalin, Producenta Urządzeń Grzewczych KOSPEL – Koszalin. W zakładach tych możliwa jest również obróbka na obrabiarkach programowanych w sposób interaktywny lub w systemach WOP.

Obrobione części, zwłaszcza o złożonych kształtach, będą mierzone za pomocą maszyny pomiarowej znajdującej się w Dziale Kontroli Jakości firmy TEPRO, za pomocą programów sterujących napisanych samodzielnie przez studentów.

W przypadku złożonych wyrobów, w dalszej kolejności następowalby montaż wyrobu i jego badania funkcjonalne.

W całym zakresie przedstawionych działań istnieje możliwość korzystania z dworactwa technicznego, wiedzy i zasobów bibliotecznych Instytutu Obróbki Skrawaniem w Krakowie.

Gromadzona w ten sposób wiedza i umiejętności praktyczne, z wielokrotnymi pętłami sprzężeń zwrotnych, dawałyby studentom nie tylko kompleksową, nowoczesną i starannie zweryfikowaną wiedzę inżynierską, ale także zapewniałyby pewność działania i odwagę w podejmowaniu decyzji w warunkach przemysłowych – po zakończeniu studiów.

4 Podsumowanie

Zaproponowana koncepcja rozproszonego systemu kształcenia zrodziła się po wielu dyskusjach z przedstawicielami przemysłu, mających na celu opracowanie programów studiów i sposobu jego realizacji, jak najlepiej przygotowujących absolwentów Politechniki Koszalińskiej do pracy w przemyśle. Wnioski z tych dyskusji zostały wzmocnione uwagami studentów realizujących prace dyplomowe w zakładach przemysłu maszynowego miasta Koszalina, takich jak: TEPRO, KOSPEL, BERLINER LUFT, TU-POL i inne.

Wiele z tych zakładów chce brać udział w systemie kształcenia rozproszonego, widząc w tym szansę odpowiedniego przygotowania sobie przyszłych pracowników, znających ich realia i wymagania.

Streszczenie

W artykule przedstawiono propozycję organizacji rozproszonego systemu kształcenia inżynierów mechaników na bazie potencjału wytwórczego zakładów przemysłowych i instytucji naukowo-badawczych. Logistycznym integratorem systemu jest model komputerowy wyrobu oraz techniki komputerowe stosowane w inżynierii produkcji.

Logistics of the process of education of mechanical engineers in distracted system

Summary

The paper presents the proposal of the organization of the distracted system of education of the mechanical engineers on the basis of the productive potential of industrial and scientifically - research institutions. The logistic integrator of the system is a computer model of a product and computer methods applied in engineering of production technics.