

Projektowanie z wykorzystaniem szybkiego prototypowania w dydaktyce

Design with the use of rapid prototyping in didactics

WOJCIECH MIĄSKOWSKI
KRZYSZTOF NALEPA
BARTOSZ MOCZULAK
MARZENA WILAMOWSKA-KORSAK *

Materiały z XX SKWPIE, Jurata 2016 r.
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.161

W artykule przedstawiono ideę, możliwości oraz korzyści dydaktyczne wynikające z wprowadzenia przedmiotu „Projektowanie z wykorzystaniem szybkiego prototypowania” realizowanego w Katedrze Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn na Wydziale Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Celem przedmiotu jest doskonalenie umiejętności pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów inżynierskich – od pomysłu poprzez projekt do wytworzenia prototypu – z wykorzystaniem możliwości, jakie niesie użycie technik szybkiego prototypowania.

SŁOWA KLUCZOWE: projektowanie, szybkie prototypowanie, praca zespołowa

This paper presents the idea, possibilities and teaching advantages resulting from the introduction of a subject, entitled „Design with the use of rapid prototyping”, implemented in the Chair of Mechanics and Bases of Machinery Design at the Faculty of Technical Sciences of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn. The subject's aim is to improve the teamwork skill in engineering problems solving, beginning from the idea, through the design until the prototype manufacture, with the use of rapid prototyping techniques possibilities.

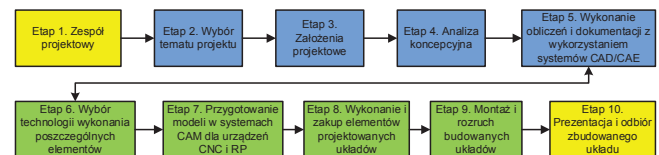
KEYWORDS: design, rapid prototyping, teamwork

Analizując potrzeby rynku wobec wszechstronnie wykształconych inżynierów mechaników posiadających umiejętność pracy w zespole, zdecydowano się na wprowadzenie przedmiotu, w ramach którego studenci mogliby rozwijać swoją wiedzę i umiejętności w zespołowym rozwiązywaniu problemów inżynierskich – od pomysłu poprzez projekt do wytworzenia prototypu – z wykorzystaniem możliwości, jakie niesie z sobą użycie technik szybkiego prototypowania. W ramach przedmiotu „Projektowanie z wykorzystaniem szybkiego prototypowania” (PzWSP) realizowanego na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn studenci wypracowują umiejętność pracy zespołowej przy rozwiązywaniu problemów inżynierskich w projektowaniu i budowaniu prototypów urządzeń i maszyn. Zaproponowany przedmiot jest próbą rozbudowania wiedzy i umiejętności, jakie studenci zdobywają podczas realizacji programu studiów. Skupia w sobie przede wszystkim wykorzystanie wiedzy i umiejętności z zakresu technik komputerowych wspomagania procesu projektowania analiz i wytwarzania (CAD/CAE/CAM/CP), a także doboru materiałów, technologii wytwarzania itd.

Etapy prac PzWSP

Pracę zespołów projektowych – począwszy od skompletowania zespołu, a skończywszy na zaprezentowaniu efektów pracy w postaci działającego układu mechanicznego – można podzielić na kilka zasadniczych etapów przedstawionych na diagramie zamieszczonym na rys. 1.

* Wojciech Miąskowski (wojmek@uwm.edu.pl); Krzysztof Nalepa (nalepa@uwm.edu.pl); Bartosz Moczulak (bartosz.moczulak@o2.pl); Marzena Wilamowska-Korsak (wilam@uwm.edu.pl) – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Wydział Nauk Technicznych



Rys. 1. Diagram omawianego przedmiotu

Realizacja przedmiotu rozpoczyna się od utworzenia zespołów projektowych (etap 1) i przydzielania funkcji poszczególnym członkom zespołu. Wśród członków zespołu wybierana jest osoba odpowiedzialna za realizację projektu (menedżer projektu), osoba odpowiedzialna za przygotowanie dokumentacji projektowej (konstruktor), osoba odpowiedzialna za wykonanie i montaż projektowanych układów (technolog). Kolejnym etapem prac jest wybór tematu projektu, który proponują zespoły projektowe (tzw. temat własny lub temat przydziela prowadzący zajęcia). Górna część diagramu, kolor niebieski, przede wszystkim dotyczy przygotowania dokumentacji projektowej popartej rzetelną analizą koncepcyjną, obliczeniami, modelowaniem z wykorzystaniem systemów CAD/CAE. Należy podkreślić, że już na etapie projektowania studenci powinni myśleć o technologii, w jakiej będą wykonywać poszczególne elementy urządzenia.

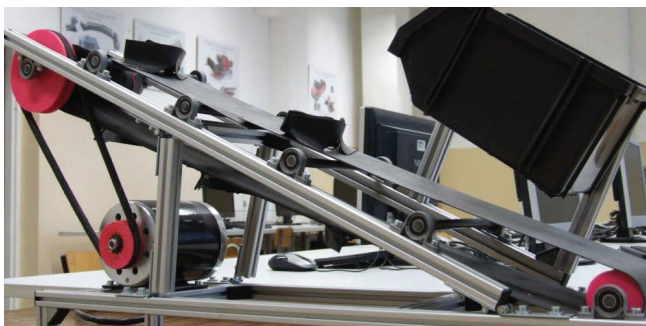
Dolna część diagramu, kolor zielony, dotyczy etapów prac związanych z wykonaniem poszczególnych elementów oraz montażem zaprojektowanej konstrukcji. Po wybraniu technologii wykonywania poszczególnych elementów należy przygotować modele wirtualne części na potrzeby urządzeń CNC i RP. Po przygotowaniu modeli następuje wykonanie fizycznych obiektów według dokumentacji projektowej oraz zakup niezbędnych elementów. Następny etap prac obejmuje złożenie zespołu z elementów składowych i testy funkcjonalne. Ostatnim etapem prac jest przygotowanie prezentacji wykonanej konstrukcji i jej przedstawienie. Przy czym, prezentacja wykonanych układów ma charakter otwarty.

Etapy koncepcji

Zespoły projektowe, opracowując koncepcje swoich maszyn lub urządzeń, mogą wykorzystywać istniejące podukłady i gotowe elementy.

Projekty maszyn lub urządzeń muszą się cechować funkcjonalnością, sztywnością, zwartą budową oraz odpowiednimi zabezpieczeniami. Budowany układ musi wykonać określoną w założeniach operację, np. przetransportować materiał sypki czy przemieścić przedmiot o określonej masie. Z uwagi na prostotę budowy oraz szybkość montażu studenci do wykonania wszelkiego rodzaju ram oraz konstrukcji wsporczych wykorzystują profile aluminiowe (rys. 2).

Takie systemy modułowe pozwalają na łatwe tworzenie obiektów, zapewniają estetyczny wygląd całej maszyny, a także pozwalają na powtórne wykorzystanie elementów konstrukcji w innych projektach.



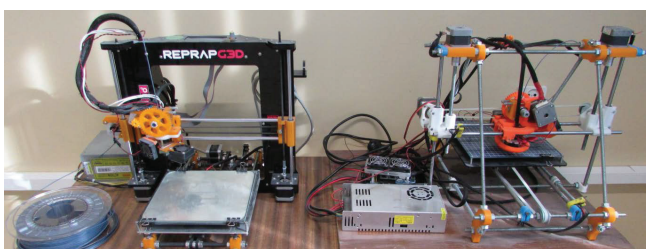
Rys. 2. Przenośnik taśmowy z ramą wykonaną z profili aluminiowych

Wykorzystywane technik CAD/CAM/CAE/FP

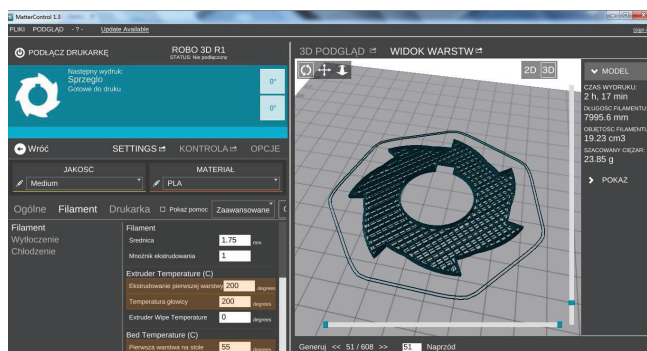
Pracownia projektowa wyposażona jest między innymi w system CAD/CAE jak Autodesk Inventor czy SolidWorks wraz z obszernym pakietem CAE oraz szeregiem innego typu oprogramowania niezbędnego do prowadzenia m.in. analiz wytrzymałościowych. Tworzone w nich modele 3D poszczególnych elementów oraz całych urządzeń analizowane są pod kątem wytrzymałościowym, jak również przeprowadzane są analizy symulacyjne ruchu wybranych elementów projektowanych układów.

Programy typu CAM wykorzystywane przez studentów uzależnione są od zastosowanej techniki wykonywania szybkiego prototypowania (np. obrabiarki CNC czy drukarki 3D). W ramach zajęć dostępne są tokarka oraz frezarka sterowane numerycznie, w których programem sterującym jest Mach3 [1+3].

Kolejną techniką szybkiego prototypowania możliwą do wykorzystania jest technologia nanoszenia stopionego materiału termoplastycznego FDM [4]. Na wyposażeniu pracowni dostępne są drukarki 3D (rys. 3), na których studenci mają możliwość wykonania elementów, np. przeniesienia napędu, sprzęgieł kierunkowych. Ze względu na czasochłonność druku i ograniczoną ilość drukarek tą techniką wykonywane są najczęściej elementy o skomplikowanych kształtach lub takie, których wykonanie metodami konwencjonalnymi zajmowałoby znaczenie więcej czasu.



Rys. 3. Przykładowe drukarki 3D znajdujące się na wyposażeniu pracowni SP



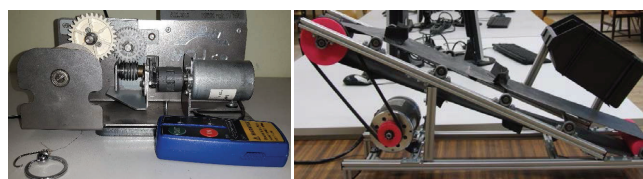
Rys. 4. Zrzut ekranu programu MatterControl do drukarek 3D

Programy wykorzystywane do przygotowania modeli trójwymiarowych wybranych elementów za pomocą drukarek 3D to m.in. Cura, MatterControl (rys. 4). Są to darmowe programy umożliwiające przeglądanie, edycję i drukowanie elementów 3D.

Elementy, których wykonanie z wykorzystaniem technik RP jest bardziej czasochłonne i kosztowne niż gdyby użyto technik konwencjonalnych, studenci wykonują metodami klasycznymi lub kupują gotowe podzespoły.

Przykładowe projekty wykonane w ramach przedmiotu PzWSP

Po przeprowadzeniu analiz inżynierskich, ocenie dokumentacji projektowej, wykonaniu poszczególnych elementów projektowanych maszyn lub urządzeń dostępnymi technikami szybkiego projektowania i wytwarzania oraz montażu wszystkich elementów i konstrukcji wsporczych następuje analiza właściwości wytworzonego obiektu (rys. 5).



Rys. 5. Przykładowe projekty wykonane w ramach przedmiotu

Ocenie podlegają funkcjonalność wykonanego układu, wzajemna współpraca studentów tworzących zespół oraz sposób prezentacji i innowacyjność użytych rozwiązań. Ocena, jaką uzyskują studenci z przedmiotu, jest wypadkową wzajemnej oceny studentów i prowadzących zajęcia.

Podsumowanie

Celem głównym przedmiotu „Projektowanie z wykorzystaniem szybkiego prototypowania” jest doskonalenie u studentów umiejętności pracy zespołowej przy rozwiązywaniu problemów inżynierskich projektowo-wytwórczych urządzeń i maszyn oraz zdobycie niezbędnych do tego typu działań wiedzy i umiejętności. Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich obecne na każdym etapie projektu, dostępne techniki szybkiego prototypowania oraz modułowy system profili aluminiowych do tworzenia ram i konstrukcji wsporczych pozwalają na sprawne wykonanie zaprojektowanego przez studentów urządzenia lub maszyny. Formuła prowadzenia zajęć pozwala rozwijać cenne i pożądane przez przemysł umiejętności wśród studentów. Przede wszystkim jest to kreatywna praca zespołowa, pozwalająca wykorzystywać najnowsze techniki w projektowaniu i szybkiej ocenie przydatności zaproponowanych rozwiązań. Dodatkowym potwierdzeniem sensowności prowadzenia przedmiotu w opisanej formule jest duża akceptacja wśród studentów.

LITERATURA

1. Niedźwiedzka A., Miąskowski W., Nalepa K. „Analiza konstrukcji i modernizacja treningowej obrabiarki CNC”. *Mechanik* nr 7/2010, s. 319+326, Agenda Wydawnicza SIMP, Warszawa.
2. Grajko K., Miąskowski W., Nalepa K., Pietkiewicz P. „Projekt i analiza inżynierska podstawy treningowej tokarki CNC”. *Mechanik*, 7/2011, Agenda Wydawnicza SIMP, Warszawa.
3. Gralewski M., Miąskowski W., Nalepa K., Pietkiewicz P. „Analiza inżynierska układu napędowego treningowej tokarki CNC”. *Mechanik*, 7/2011, s. 271+276, Agenda Wydawnicza SIMP, Warszawa.
4. Nalepa K., Miąskowski W., Pietkiewicz P., Wiśniewski G. „Opracowanie metodyki wykonywania modeli silników wiatrowych w skali mikrolaboratoryjnej, konfiguracja i kalibracja oprogramowania sterującego urządzeniem 3D”. IMP PAN, Arch. 209/2013, Gdańsk 2013. ■