

Techniki przemysłowe na Wydziale Wzornictwa ASP w Warszawie – nauczanie z wykorzystaniem druku 3D

Industrial technologies at Faculty of Design, Academy of Fine Art in Warsaw – teaching with 3D printing

PRZEMYSŁAW SIEMIŃSKI*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2018.1.10>

Opisano nauczanie technologii przemysłowych realizowane na Wydziale Wzornictwa Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. Pokazano zastosowanie technik przyrostowych do wytwarzania prototypów różnych produktów, w tym modeli odlewniczych i rdzennic do przygotowywania form piaskowych. **SŁOWA KLUCZOWE:** druk 3D, techniki przyrostowe, odlewnictwo, nauczanie

The teaching of industrial technologies at the Faculty of Design, Academy of Fine Arts in Warsaw, Poland was described. The using of additive manufacturing for the prototyping of various products, including foundry models and core boxes for the preparation of sand molds, was shown.

KEYWORDS: 3D printing, additive manufacturing, casting, teaching

Chociaż Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie jest uczelnią stricte artystyczną, to Wydział Wzornictwa jest wyjątkowy, ponieważ łączy sztuki plastyczne i wiedzę o kulturze z naukami technicznymi, architekturą, ergonomią, materiałoznawstwem, wiedzą o gospodarce i wiele innych [1]. Pierwotnie Wydział Wzornictwa ASP w Warszawie nosił nazwę Wydział Wzornictwa Przemysłowego. Powstał on w 1977 r. po podziale ówczesnego Wydziału Projektowania Plastycznego na dwie odrębne jednostki.

Obecnie na Wydziale Wzornictwa są prowadzone dwa kierunki studiów: „Projektowanie produktu i komunikacji wizualnej” (na studiach I i II stopnia) oraz „Projektowanie ubioru” (na studiach I stopnia) [3]. Na pierwszy z wymienionych kierunków studiów rocznie przyjmowanych jest do 30 studentów, którzy w planie studiów [3] poza przedmiotami artystycznymi (malarstwem, rzeźbą, historią sztuki) mają też grupę przedmiotów projektowych oraz naukę zagadnień technicznych. Wiodącymi są oczywiście pracownie projektowe, które na I i II roku studiów są obowiązkowe, a od III roku studenci mogą samodzielnie je wybierać. W planie studiów są także przedmioty specjalistyczne, tj. „Rysunek prezentacyjny” na I roku oraz „Podstawy ergonomii” i „Historia wzornictwa” na II roku. Grupa przedmiotów technicznych składa się z „Modelowania” oraz „Technologii i konstrukcji”. Na I roku studenci uczą się zasad maszynowego rysunku technicznego (rzutów, wymiarowania itd.). Wykładane są też podstawowe informacje na temat technologii przemysłowych (obróbki ubytkowej i plastycznej oraz odlewnictwa). Dodatkowo studenci poznają najważniejsze funkcje modelowania bryłowego i generowania dokumentacji płaskiej w systemie 3D CAD. Zakres wiedzy przekazywanej studentom na II roku w ramach przedmiotu „Technologie i konstruk-

cje” jest tematycznie rozwinięciem materiału z pierwszego roku, ale zajęcia są prowadzone w inny sposób. Mają raczej formę ćwiczeń projektowych z wybranych technik wytwarzania, a zakres wiedzy obejmuje m.in. publikacje [4–8].

Program przedmiotu

Realizowany obecnie program przedmiotu „Technologie i konstrukcje II” składa się z serii wykładów, zestawu ćwiczeń komputerowych oraz trzech projektów technologicznych. Wykłady z technologii przemysłowych i materiałów konstrukcyjnych oraz ćwiczeń z systemu 3D CAD poprzedzają tzw. duże projekty technologiczne, które każdy student wykonuje samodzielnie. W ostatnich latach były realizowane trzy tematy:

- elementy formujące formy wtryskowej do termoplastów, np. dzbanek na wodę, mydelniczka;
- element z blachy giętej krawędziowo, np. skrzynka na listy, serwetnik, półka na przyprawy;
- odlew piaskowy ze stopu aluminium, dla którego modele i rdzennice są wykonywane za pomocą technologii przyrostowej; zwykle są to elementy węzłowe mebli lub rurowych struktur przestrzennych, np. do sklepów lub na wystawy.

Ćwiczony proces projektowania składa się z wyboru realnego produktu do modernizacji oraz określenia dla niego założeń użytkowych, materiałowych, konstrukcyjnych i technologicznych. Każdorazowo wykonuje się przegląd podobnych produktów dostępnych na rynku oraz odręczne szkice minimum trzech wersji modernizowanego produktu (rys. 1, 5 i 8). Po wybraniu przez prowadzących jednej z wersji student wykonuje model bryłowy w systemie 3D CAD oraz przygotowuje uproszczoną płaską dokumentację techniczną z wymiarami gabarytowymi (rys. 2, 6, 9). Studenci nie realizują obliczeń wytrzymałościowych modernizowanych produktów.

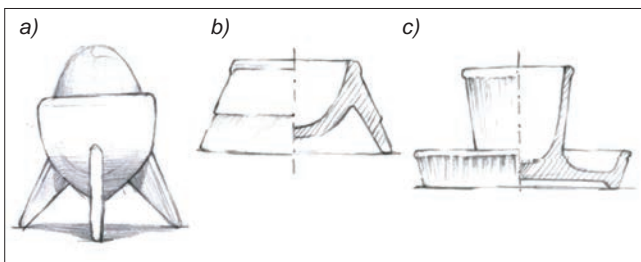
Projekt nr 1 – wypraska z tworzywa sztucznego

Celem projektu wyrobu z tworzywa termoplastycznego jest nauka technologii formowania wtryskowego. Każdy student poza modelem 3D CAD wypraski (rys. 2a) i dokumentacją 2D (rys. 2b) modeluje gniazdo formujące (rys. 3a). Za jego pomocą wykonuje w systemie 3D CAD analizę otwierania elementów formujących (rys. 3c) oraz sprawdza pochyleń (rys. 3b) i grubości ścian wypraski. Część produktów wytwarza się w postaci prototypów za pomocą druku 3D technologią przyrostową FDM/FFF [4] z polimeru PLA (rys. 4). Na rys. 1–4 przedstawiono projekt wypraski na przykładzie podstawki do jajek autorstwa studentki Olgi Darwaj.

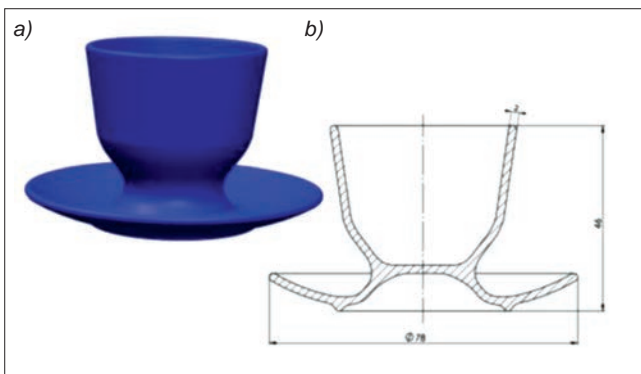
* Dr inż. Przemysław Siemiński (przemyslaw.sieminski@asp.waw.pl) – Wydział Wzornictwa Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie

Projekt nr 2 – blacha gięta krawędziowo

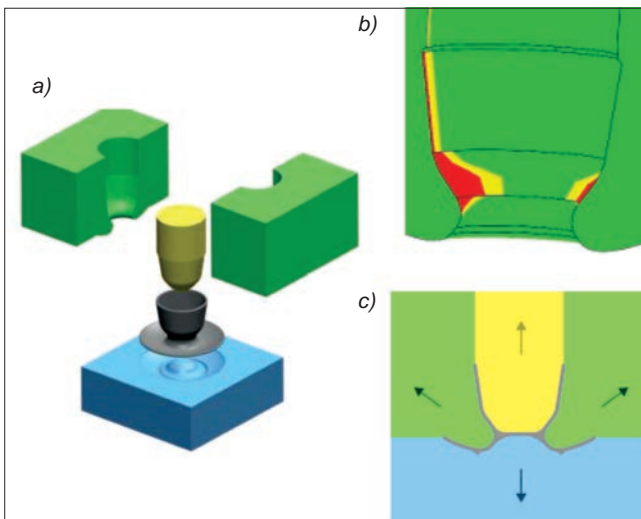
Celem następnego projektu technologicznego jest nauka obróbki plastycznej blach metalowych (zalecany materiał jest blacha aluminiowa, np. PA11 o grubości 1 mm). Studenci poznają zwłaszcza gięcie na prasach krawędziowych za pomocą narzędzi segmentowych. Blachy są wycinane laserowo i gięte na maszynie w wydziałowej modelarni. Na podstawie swoich szkiców koncepcyjnych (rys. 5) każdy student przygotowuje model 3D (rys. 6) złożonej blachy w przeznaczonym do tego module systemu 3D CAD. Ponadto analizowany jest odpad materiału oraz generowana jest dokumentacja płaska produktu (rys. 6) i jego rozkroju. Na tej podstawie tworzone są pliki DXF dla narzędziowni do programowania cięcia laserowego. Po konsultacji z prowadzącymi zajęcia pliki wszystkich studentów są wysyłane do kilku narzędziowni w celu wyceny potrzebnego materiału i usługi cięcia. Po odbiorze



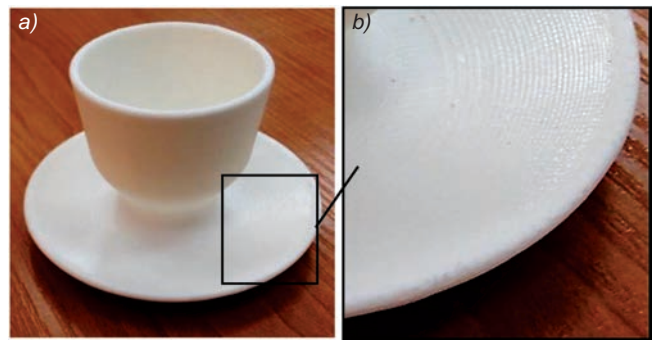
Rys. 1. Wstępne odręczne szkice koncepcyjne podstawki do jajek (O. Darwaj); do dalszych etapów kształtowania wybrano szkic (c)



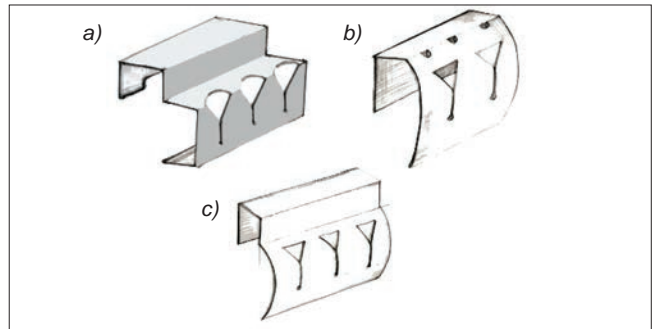
Rys. 2. Model 3D (a) oraz gabarytowa dokumentacja 2D (b) podstawki do jajek (O. Darwaj)



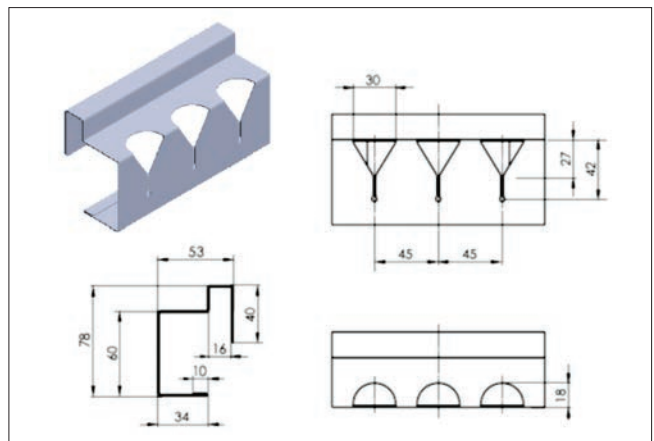
Rys. 3. Model 3D gniazda formującego dla podstawki (a), analiza pochyleń elementów formujących pokazująca potencjalny problem podczas otwierania połówek stempli (b) oraz analiza kierunków otwierania elementów formujących w przekroju (c) (O. Darwaj)



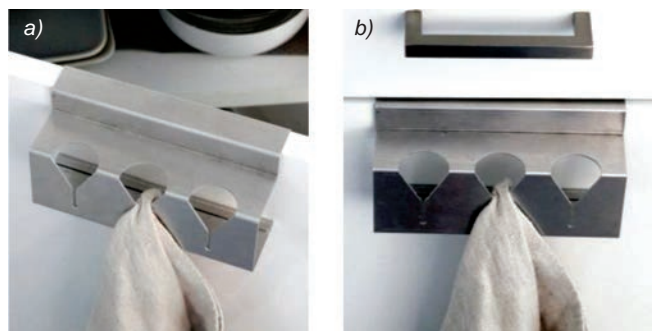
Rys. 4. Prototyp podstawki do jajek wykonany drukiem 3D metodą FDM z PLA (a) oraz widoczny efekt schodkowy (b) (O. Darwaj)



Rys. 5. Wstępne odręczne szkice koncepcyjne blaszanego wieszaka na ręczniki materiałowe, montowanego na drzwiczkach szafki kuchennej (A. Jankowska); do dalszych etapów wybrano szkic (a)



Rys. 6. Model 3D i dokumentacja 2D wieszaka (A. Jankowska)



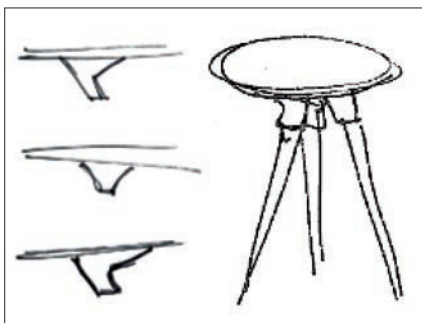
Rys. 7. Wykonany z blachy wieszak na materiałowe ręczniki: a) widok na mocowanie na drzwiczkach szafki kuchennej, b) szuflada ponad drzwiczkami szafki nie jest blokowana (A. Jankowska)

blach studenci własnoręcznie (po przeszkoleniu) wykonują gięcia na maszynach dostępnych w wydziałowej modelarni (rys. 7). Do części produktów z blach wykonywane są elementy polimerowe za pomocą druku 3D – np. łączniki ścianek, elementy usztywniające albo zabezpieczające użytkownika przed ostrymi krawędziami blachy.

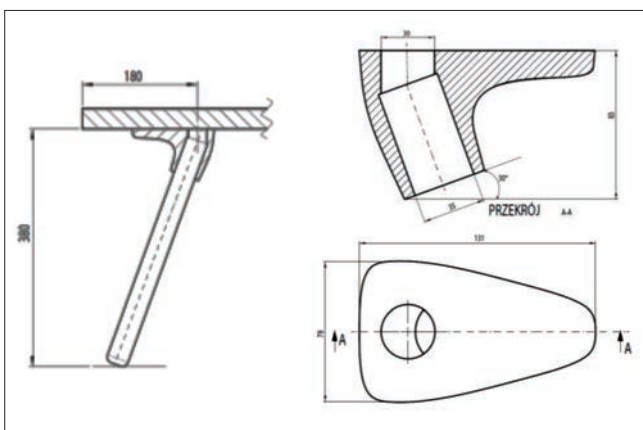
Projekt nr 3 – odlew piaskowy z aluminium

Celem trzeciego projektu technologicznego jest nauka technologii odlewania grawitacyjnego stopów metali w formach piaskowych [8]. W ramach tego ćwiczenia studenci uczą się także technologii przyrostowych, które służą do wytwarzania modeli odlewniczych i ewentualnie rdzennic. Jako obiekty do odlewania studenci najczęściej wybierają różne rodzaje elementów węzłowych (np. do mebli, regałów sklepowych, konstrukcji wystawowych, wieszaków na ubrania) i małej architektury (np. przystanków autobusowych) lub konkretne produkty (np. popielniczkę, dziadka do orzechów czy nożyk do papieru). Mogą to być produkty jedno- lub wieloczęściowe, ale do zaliczenia przedmiotu wystarczy wykonać – przez odlewanie – jedynie główny element.

W systemie 3D CAD student opracowuje bryłowy model 3D produktu, na podstawie którego modeluje odlew, model odlewniczy, a jeśli to potrzebne – rdzennicę. Ponadto student przygotowuje dokumentację 2D produktu i dokumentację złożeniową, pokazującą, gdzie element jest montowany (rys. 9). Po sprawdzeniu przez prowadzących poprawności plików 3D CAD, student generuje pliki STL do druku 3D. Zdecydowana większość obiektów wytwarzanych jest technologią przyrostową FDM/FFF [4]. Studenci zwykle korzystają z usług Laboratorium Wydruków 3D Wydziału Wzornictwa, dysponującego pięcioma maszynami MakerBot (różnych typów).



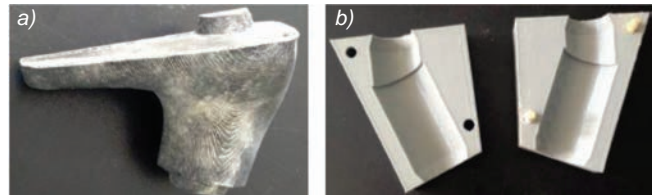
Rys. 8. Wstępne szkice łącznika nóg do stołka (N. Gil)



Rys. 9. Dokumentacja 2D łącznika nóg do stołka (N. Gil)

Za pomocą oprogramowania 3D CAM do drukarek 3D studenci opracowują wytyczne dotyczące wytwarzania modeli odlewniczych i rdzennic, tzn. orientują model STL względem stołu roboczego maszyny oraz określają wysokość warstw i stopień wypełnienia wnętrza. Dzięki temu wiedzą, jak ograniczyć generowanie struktur podporowych i jaka prawdopodobnie będzie jakość powierzchni. Oceniają też stopień zużycia materiału modelowego i czas

procesu druku 3D. Po otrzymaniu wydruków studenci zazwyczaj poprawiają gładkość ścian za pomocą szpachlowania i lakierowania (rys. 10a), tak aby mniej przyczepiała się do nich masa formierska. Ponadto poprawy wymaga pasowanie otworów do pozycjonowania części modeli odlewniczych i rdzennic (rys. 10b). Następnie w zewnętrznej odlewni wykonywane są formy piaskowe i odlewane są metalowe elementy, które studenci zwykle jeszcze obrabiają mechanicznie w wydziałowej modelarni (rys. 11). Taki proces przedstawiono na przykładzie projektu autorstwa studentki Natalii Gil, która opracowała nowy kształt łącznika nóg do stołka.



Rys. 10. Dzielony model odlewniczy (z widocznymi znakami rdzeniowymi) łącznika nóg do stołka, wykonany drukiem 3D z PLA (a); rdzennica wykonana za pomocą druku 3D (b) (N. Gil)



Rys. 11. Odlew aluminiowy łącznika do nóg stołka (N. Gil)

Podsumowanie

Dotychczasowe, kilkuletnie efekty nauki technologii przemysłowych na Wydziale Wzornictwa są bardzo pozytywne, a stosowanie druku 3D dodatkowo je uatrakcyjnia. Druk 3D jest też stosowany w innych pracowniach, m.in. w „Pracowni Podstaw Projektowania III” [9], prowadzonej przez J. Surawskiego i D. Głęba, oraz w pracowniach D. Zielińskiego i B. Mejora. Wyniki ich działań prezentowane były m.in. podczas II Konferencji Naukowej „Szybkie Prototypowanie” w dniach 21–23 września 2016 r. w Pruszkowie oraz w ramach seminarium naukowego podczas „Dni Druku 3D” na targach STOM w Kielcach w dniach 28–29 marca 2017 r.

LITERATURA

1. Piwocki K. Misja Wydziału Wzornictwa ASP w Warszawie. <https://ww.asp.waw.pl/misja/> (dostęp 17.06.2017 r.).
2. Kochanowska M. „Powinność i bunt”. Warszawa: Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie, Zachęta Narodowa Galeria Sztuki, 2004, s. 202–209.
3. Strona WW ASP: <https://ww.asp.waw.pl> (dostęp 17.06.2017 r.).
4. Budzik G., Siemiński P. „Techniki przyrostowe. Druk 3D. Drukarki 3D”. Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW, 2015.
5. Nawrot C., Mizera J., Kurzydłowski K.J. „Wprowadzenie do technologii materiałów dla projektantów”. Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW, 2006.
6. Tjalve E. „Projektowanie form wyrobów przemysłowych”. Warszawa: Wydawnictwo Arkady, 1984.
7. Erbel J. (red.). „Encyklopedia technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym. Tom I. Odlewnictwo, obróbka plastyczna”. Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW, 2001.
8. Erbel J. (red.), Muster A. (red.). „Encyklopedia technik wytwarzania stosowanych w przemyśle maszynowym. Tom II”. Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW, 2005.