

DOI: 10.5604/01.3001.0055.2342

Aleksander Klosow

Collegium Witelona Uczelnia Państwowa
Wydział Nauk Technicznych i Ekonomicznych
e-mail: aleksander.klosow@collegiumwitelona.pl

Metoda nauczania grafiki komputerowej z użyciem maszyn CNC

STRESZCZENIE

W ramach podwyższenia jakości nauczania duże znaczenie ma stałe udoskonalenie oferty dydaktycznej, metod nauczania oraz infrastruktury technicznej wspierającej taką edukację. Specjalności nauczające zawodów grafiki komputerowej stale wymagają weryfikacji treści przedmiotowej, aktualizacji oprogramowania oraz sprzętu niezbędnego do uzyskania efektów uczenia się. W niniejszej pracy przedstawiono koncepcję wprowadzenia i zastosowania maszyn CNC do nauki grafiki komputerowej. Zaprezentowano ścieżki nauczania dla studenta grafiki komputerowej, opisano trzy rodzaje urządzeń CNC – drukarki 3D, plotery tnące oraz grawerki laserowe. Opracowano cykl projektowy do wykorzystania każdego z urządzeń przez studentów w ramach zajęć dydaktycznych. Pokazano korzyści, jakie uzyskano po wprowadzeniu szeregu maszyn CNC na kierunku Informatyka w Collegium Witelona Uczelnia Państwowa w Legnicy w ramach dydaktyki na specjalności grafika komputerowa.

Słowa kluczowe: grafika komputerowa, dydaktyka, metodyka nauczania, maszyny CNC.

1. Wstęp

Współczesny świat doświadcza dynamicznego wzrostu popularności grafiki komputerowej. Obserwujemy niesamowity stopień wizualizacji informacji w naszym życiu. Grafika komputerowa przenika dziś niemal każdy aspekt codzienności: w edukacji wspiera proces dydaktyczny poprzez interaktywne materiały, symulacje i wizualizacje trudnych pojęć; w medycynie umożliwia tworzenie modeli anatomicznych i wspomaga diagnostykę obrazową; w architekturze pozwala na realistyczne wizualizacje projektów, a w marketingu — na tworzenie przyciągających uwagę kampanii reklamowych. Jest obecna w aplikacjach mobilnych, interfejsach użytkownika, mediach społecznościowych, a nawet w sztuce cyfrowej i kulturze popularnej. Olbrzymi wpływ na dziedzinę grafiki komputerowej, szczególnie w ostatnim czasie, mają rozwój wirtualnej rzeczywistości oraz sztucznej inteligencji.

Wzrasta również zapotrzebowanie na grafików o różnych kompetencjach na rynku pracy, a także rośnie liczba kierunków studiów wyższych w mniejszym lub większym stopniu

reprezentujących obszar grafiki komputerowej. Ciągłe doskonalenie oferty dydaktycznej w tym kierunku stanowi istotne wyzwanie dla każdej uczelni. Niniejszy artykuł podejmuje próbę analizy tego aspektu na uczelni Collegium Witelona Uczelnia Państwowa w Legnicy, w zakresie ścieżki dydaktycznej dla studenta na specjalności grafika komputerowa, oraz rozważa rolę maszyn CNC w ramach takiej edukacji.

Praca jest związana z realizacją grantu rozwojowego na uczelni w ramach podnoszenia atrakcyjności oferty dydaktycznej na Wydziale Technicznym.

2. Wybrane zagadnienia dotyczące dziedziny grafiki komputerowej

Na wstępie warto wyjaśnić podstawowe pojęcia z tej dziedziny. Czym jest grafika komputerowa? Jakie są jej główne obszary? Jakie są główne tendencje na rynku pracy dla grafików komputerowych? Jakie zmiany zachodzą w ofercie dydaktycznej uczelni w Polsce? Jakie można wyróżnić najważniejsze ścieżki kariery dla grafika komputerowego? Ponieważ odpowiedzi na większość z tych pytań stanowią informacje zmienne, oparte na danych dynamicznych, przyjmijmy ich aktualność na czas powstania tego materiału z zachowaniem pewnej perspektywy czasowej.

Podstawowe pojęcie stanowi grafika komputerowa – interdyscyplinarna dziedzina informatyki zajmująca się cyfrowym tworzeniem, przetwarzaniem i prezentacją obrazów wizualnych przy użyciu komputerów i specjalistycznego oprogramowania. Ostatnio obserwowany jest globalny wzrost rynku grafiki komputerowej. Warto przytoczyć kilka danych.

Jeszcze w 2022 roku, wg [zionmarketresearch.com](https://www.zionmarketresearch.com/)¹ rynek grafiki komputerowej był wyceniany na 25,5 mld USD, z prognozą do 2030 roku wzrostu do 35,1 mld USD. Inne prognozy wskazują na wartość rynku grafiki w roku 2037 w zakresie 129 mld USD. Według serwisu [vioresume.com](https://www.vioresume.com/)² popyt na grafików rośnie rocznie od 6 do 25% w różnych branżach i regionach świata. Oczywiście jest to tylko wycinek rynku, w którym graficy mogą brać udział. Sam tylko rynek gier komputerowych, stanowiących ważną branżę dla grafików komputerowych, wg *Precedence Research*³ obecnie wynosi 303,47 mld USD, a w roku 2034 osiągnie około 721 mld USD. Warto zaznaczyć, co ważne również w aspekcie planowania dydaktyki, że rynek grafiki obejmuje szereg różnych segmentów:

- tworzenie oprogramowania i narzędzi graficznych;
- użycie narzędzi i technik grafiki komputerowej do tworzenia obiektów graficznych;
- obsługę użytkownika końcowego, co obejmuje między innymi UX/UI, strony WWW itp.

Inny podział stanowią obszary aplikacyjne grafiki komputerowej. Tradycyjnie to obróbka obrazów rastrowych i wektorowych, rysunek techniczny i AutoCAD, modelowanie 3-wymiarowe grafiki, animacja oraz obróbka wideo, symulacja oraz wizualizacja, a także dodatkowe obszary, takie jak grafika a wirtualna rzeczywistość, zastosowanie AI do tworzenia grafiki.

Przedstawione obszary mają różne wymagania oraz zapotrzebowania rynkowe. Niżej krótki przegląd ścieżek kariery dla grafików:

- 1) **UI/UX Designer** – czyli projektant interfejsów użytkownika;

¹ <https://www.zionmarketresearch.com/>, dostęp: 30.07.2025 r.

² <https://www.vioresume.com/blog/graphic-designer-job-market-in-2025-usa-vs-europe>, dostęp: 30.07.2025 r.

³ <https://www.precedenceresearch.com/video-game-market>, dostęp: 30.07.2025 r.

- 2) Projektant stron internetowych/**Web Designer** – często połączony z frontendem, umiejętności kodowania są dużym plusem;
- 3) **Brand Designer** – tworzenie identyfikacji wizualnej, logotypów, materiałów drukowanych; wymaga wiedzy marketingowej;
- 4) **Grafik DTP** – obsługuje materiały do druku, wymaga znajomości technik druku oraz dedykowanych narzędzi do impozycjonowania;
- 5) **Retuszer/Fotograf cyfrowy** – popularni w reklamie i e-commerce;
- 6) **Ilustrator cyfrowy** – pracuje w mediach, książkach, komiksach, grach wideo;
- 7) **Specjalista VR/AR** – rosnące zapotrzebowanie na grafików łączących 3D z technologią;
- 8) **Modeler 3D** – znajdując zatrudnienie w obszarach tworzenia gier komputerowych oraz branży druku 3D.

Fragment oferty dydaktycznej w Polsce dla grafików przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Oferta dydaktyczna dla grafików w Polsce

Kierunki	Wybrane uczelnie	Profil	Specjalności z grafiką
Grafika – studia artystyczne	ASP – Warszawa, Kraków, Wrocław, Uniwersytet Śląski	tradycyjna grafika + media, projektowanie graficzne, ilustracja, animacja, multimedia	Warszawa - Grafika komputerowa i DTP - Grafika komputerowa i multimedia - Grafika komputerowa i animacje komputerowe - Multimedia i grafika komputerowa - Grafika – kierunek artystyczny
Grafika komputerowa i multimedia	Politechnika Łódzka, WSEI Kraków, WSB Merito*, WIT Warszawa, PJATK, Europejska Uczelnia w Warszawie**	praktyczna nauka narzędzi (Photoshop, Illustrator, Blender, After Effects, Unity), projektowanie interfejsów, 3D, DTP	Wrocław - Grafika – kierunek artystyczny - Grafika komputerowa w reklamie - SWPS Wrocław – Grafika
Projektowanie graficzne/ Komunikacja wizualna	ASP, Uniwersytet SWPS, PJATK, Collegium Da Vinci Poznań	branding, typografia, UX/UI, reklama, identyfikacja wizualna	Kraków - Grafika – kierunek artystyczny - Grafika reklamowa i multimedia
Informatyka z grafiką komputerową	Politechnika Gdańska, Politechnika Wrocławska, WSEI, PJATK, WASE***	połączenie programowania i grafiki (np. silniki gier, rendering, VR)	Gdańsk - Multimedia i grafika komputerowa - Grafika – Wydział Sztuki Nowych Mediów - Projektowanie Gier Komputerowych
Sztuka mediów i edukacja wizualna/ Multimedia	Uniwersytet Artystyczny w Poznaniu, ASP, Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna	eksperymentalne podejście do mediów cyfrowych, film, video-art, instalacje	Łódź Grafika 3D i Game Art

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://strefaedukacji.pl/grafika-komputerowa-grafika-2025-ktora-uczelnie-wybrac-studia-2025>; <https://polon.nauka.gov.pl/>; <https://studia.gov.pl/>, *<https://www.merito.pl/> – Uniwersytet WSB-Merito we Wrocławiu; **<https://www.eu.edu.pl/> – Europejska Uczelnia w Warszawie; ***<https://wase.edu.pl/studia/grafika-komputerowa-i-projektowanie-gier>, dostęp: 30.07.2025 r.

Podsumowując, można stwierdzić, że obszar zagadnień, którymi zajmuje się grafika komputerowa, stale rośnie, podobnie jak i zapotrzebowanie rynkowe na dobrych specjalistów grafików. Ponadto wśród ostatnich trendów zauważalny jest wzrost popularności kierunków Projektowanie UI/UX, Grafika 3D, Grafika do Social Media. Oferta dydaktyczna uczelni wyższych również jest zróżnicowana, często jest łączona z innymi umiejętnościami, na przykład z umiejętnością programowania, marketingiem, aspektami artystycznymi.

3. Specyfika ścieżki edukacyjnej dla grafika komputerowego w Collegium Witelona w Legnicy

Efekty dydaktyczne oraz ich jakość w odniesieniu do danej specjalności, w tym przypadku Grafiki Komputerowej, należy rozpatrywać z perspektywy programowej całego kierunku, jak również w połączeniu z dostępnym otoczeniem technicznym, czyli sprzętowym oraz programistycznym, które stanowią razem bazę warsztatową dla studenta. Analizując przebieg edukacji studenta, który wybrał kierunek Informatyka, a potem specjalność grafika komputerowa, można określić kilka etapów w nabywaniu wiedzy oraz umiejętności, a także przedstawić kilka ścieżek nauczania w ramach specjalności oferowanych w Collegium Witelona (tabela 2).

Tabela 2. Analiza programu studiów pod względem ścieżek nauczania grafiki komputerowej

	Projektant UX/UI, Web Designer	Modeler 3D oraz specjalista od wirtualnej rzeczywistości	Specjalista od DTP, Brand designer	Ilustrator cyfrowy, Retuszer/Fotograf cyfrowy
K	Algorytmy i struktury danych	X		
K	Podstawy grafiki komputerowej	X		X
K	Programowanie Wizualne	X		
K	Programowanie Obiektowe 2	X		
S	Zaawansowane techniki wizualizacji	X	X	
S	Grafika w systemach VR	X	X	
S	Zaawansowane metody grafiki komputerowej		X	X
S	Podstawy kompozycji graficznych	X		X
S	Grafika cyfrowa z elementami SI		X	X
S	Programy graficzne i DTP		X	X
S	Cyfrowy montaż oraz obróbka zdjęć			X
S	Rysunek techniczny i AUTO-CAD			
S	Seminarium dyplomowe, Praca Dyplomowa	X	X	X
S	Projekt zespołowy	X	X	X
S	Pracownia aplikacji graficznych	X		X
S	Modelowanie graficzne oraz druk 3D		X	
	Udział maszyn CNC	Drukarki 3D	Drukarki 3D, Ploter tnący, Grawer laserowy	Grawer laserowy
	Inny sprzęt	Gogle VR, Skaner 3D		Tablet Graficzny
	Oprogramowanie używane w dydaktyce	Figma, InVision, WebFlow, Marvel, Adobe XD	Blender, SolidWork, PrusaSlicer, Z-Brush, SteamVR, Unity 3D	Photoshop, InDesign, Impozycjoner, CorelDraw, Canva
				Photoshop, Krita, Gimp, Inkscape, DALL3E

Źródło: opracowanie własne.

Można wyróżnić cztery etapy w edukacji realizowane na siedmiu semestrach:

1) *Gruntowne podstawy* teoretyczne w zakresie grafiki, w tym algorytmiki (1, 2 semestr) i programowania (2–3 semestry) – jeszcze w ramach przedmiotów kierunkowych student otrzymuje informacje teoretyczne w zakresie matematycznym oraz algorytmicznym, które są niezbędne do podjęcia dalszej nauki po wybraniu specjalności grafika komputerowa.

2) *Akwizycja umiejętności* posługiwania się narzędziami graficznymi (4–6 semestry) – na kolejnych semestrach po wybraniu specjalności student otrzymuje gruntowną wiedzę oraz

nabywa umiejętności praktyczne w posługiwaniu się aplikacjami graficznymi obejmujące dziedziny tworzenia grafiki rastrowej i wektorowej, modelowania 3-wymiarowego, animacji, techniki przygotowania do druku w zakresie DTP, a także opanowuje techniki ilustrowania i obróbki multimediów, w tym posługiwania się dedykowanymi, panelowymi, bez własnego ekranu, tabletami graficznymi.

3) *Odniesienie do nowoczesnych technologii, rozszerzenie wiedzy i umiejętności (4–6 semestry)* – dodatkowo na późniejszych semestrach w ramach specjalności Grafika Komputerowa student opanowuje druk 3D, w tym mechanikę i serwisowanie drukarek 3D, tworzenie grafiki i modeli do środowisk wirtualnej rzeczywistości z użyciem dedykowanych gogli VR. Student potrafi użyć narzędzia generatywnego AI do tworzenia i edycji grafiki, a także nabywa umiejętności w projektowaniu gier komputerowych w aspekcie graficznym.

4) *Zastosowanie nabytej wiedzy i umiejętności w projektach własnych (4–7 semestry)* – uwiecznieniem procesu nauczania grafiki jest ostatni etap praktycznej weryfikacji nabytej wiedzy i umiejętności. Student realizuje własne projekty graficzne w ramach pracy dyplomowej, przedmiotów Projekt Zespołowy, Pracownia Aplikacji Graficznych. Korzystnym aspektem podwyższającym kompetencje społeczne jest praca w grupach⁴.

W tabeli 2 wyodrębniono 4 ścieżki dydaktyczne prowadzące w ramach całej edukacji na specjalności do różnych zawodów grafika komputerowego. Pokazano udział poszczególnych przedmiotów na tych ścieżkach, a także zakres opanowywanych narzędzi komputerowych. Będąc świadomym tych ścieżek, student może z większym zrozumieniem i zaangażowaniem przyjmować treści nauczania i lepiej rozumieć międzyprzedmiotowe powiązania. Pokazano również możliwość wykorzystania na zajęciach na poszczególnych ścieżkach dydaktycznych różnych maszyn CNC. Przeanalizujemy ten aspekt szczegółowo.

4. Rola oraz warunki eksploatacji maszyn CNC w nauczaniu grafiki komputerowej

Współczesny zawód **grafika komputerowego** coraz częściej wykracza poza ekran monitora, wkraczając w świat **fizycznych realizacji projektów** za pomocą maszyn sterowanych numerycznie — czyli **urządzeń CNC** (Computer Numerical Control). Połączenie kompetencji graficznych z obsługą maszyn takich jak **drukarki 3D, plotery tnące czy głowice laserowe** otwiera przed grafikami zupełnie nowe możliwości zawodowe i twórcze.

Grafik komputerowy, posługując się narzędziami 2D (np. Adobe Illustrator, CorelDRAW) lub 3D (np. Blender, Fusion 360, Rhino, ZBrush), jest często odpowiedzialny za przygotowanie projektów, które zostaną fizycznie zrealizowane. W przypadku **drukarek 3D** grafik projektuje modele przestrzenne zapisane w formatach takich jak STL czy OBJ, które następnie są przetwarzane przez slicery i realizowane warstwa po warstwie w technologii FDM lub SLA.

Plotery tnące, szczególnie popularne w branży reklamowej i dekoratorskiej, wymagają precyzyjnego przygotowania wektorowej grafiki 2D. Grafik projektuje np. naklejki, szablony lub elementy wyklejane na witryny i samochody. Gotowe pliki w formacie SVG, DXF lub EPS są interpretowane przez oprogramowanie plotera, który odwzorowuje projekt z dużą dokładnością.

⁴ <https://bip.collegiumwitelona.pl/artykuly/266/programy-studiow>, dostęp: 30.07.2025.

W przypadku **grawerowania i cięcia laserowego**, grafik przygotowuje pliki zawierające zarówno linie cięcia, jak i powierzchnie do wypalania. Tu szczególnie istotne jest umiejętność rozróżnienia funkcji poszczególnych ścieżek oraz dobór mocy lasera do materiału, co wymaga zrozumienia zarówno techniki, jak i materiałoznawstwa.

To połączenie artystycznej wizji i technicznej wiedzy sprawia, że grafik komputerowy staje się integralną częścią procesu produkcji fizycznych obiektów. Jego praca nie kończy się na projekcie – często to właśnie grafik nadzoruje przygotowanie do druku, wybiera parametry pracy maszyny i odpowiada za końcowy efekt wizualny. Umiejętność pracy z urządzeniami CNC nie tylko zwiększa konkurencyjność grafika na rynku pracy, ale pozwala mu także na realne przełożenie swojej kreatywności na przedmioty codziennego użytku, prototypy czy elementy scenografii.

Wprowadzenie nawet niedrogich maszyn CNC z wymienionych kategorii do ścieżki dydaktycznej pozwala zaangażować studenta w pełny cykl wytwórczy dzieła z użyciem narzędzi grafiki komputerowej, poczynając od samego pomysłu, poprzez twórczą techniczną realizację aż po końcowy produkt materialny. Student, oprócz nabytej teorii lub abstrakcyjnych modeli widocznych na ekranie komputera, może dotknąć własnego dzieła w postaci zmaterializowanej. Ponadto takie fizyczne realizacje będące praktycznym dowodem wysiłku studenckiego mogą być wykorzystane w obszarze na przykład promocji uczelni lub w innym segmencie praktycznym.

Zbadamy teraz warunki oraz wymagania edukacyjne, które należy spełnić, angażując wybrane urządzenia CNC w nauczaniu grafików komputerowych.

Drukarki 3D

Zasłużoną popularność w jednostkach edukacyjnych od kilku lat zyskały drukarki do druku 3-wymiarowego⁵. Na potrzeby dydaktyki dobrze nadają się materiały plastikowe ekologiczne, nie emitujące szkodliwych substancji w powietrze podczas pracy⁶. Są to materiały PLA, PETG oraz TPU. Co do drukarek żywicowych, posiadają one większe wymagania w kwestii bezpieczeństwa oraz przygotowania stanowiska pracy i lepiej się nadają do zajęć fakultatywnych, na przykład w ramach koła naukowego, niż do zajęć regularnych. Doświadczenie pokazało również optymalny wybór modeli drukarek do druku w plastiku w ramach zajęć. Są to modele Prusa 3D MKS3⁷, wykazujące stabilną pracę o wysokiej jakości wynikach końcowych, modele z serii Bamboo Lab⁸, wyróżniające się dużą prędkością oraz łatwością obsługi, natomiast tańsze modele drukarek 3D z serii Creative Ender⁹ dobrze służą do nauki podstaw druku oraz budowy i montażu samych urządzeń. Obliczono również minimalną liczebność stanowisk do druku synchronicznego, aby zaspokoić potrzeby dydaktyczne w semestrze. Ze względu na czas jednego wydruku, liczbę zajęć w semestrze, liczebność grup studenckich, minimalna liczba drukarek 3D dostępnych w ramach jednych zajęć wynosi 4.

⁵ L. Wallach-Kloski, N. Kloski, *Druk 3D. Praktyczny przewodnik po sprzęcie, oprogramowaniu i usługach*, wyd. II, Helion 2022.

⁶ A. Klosow, W. Dziurman, W. Pendowski, D. Bogacz, *Wybrane zagadnienia z modelowania i druku 3D*, Wyd. Collegium Witelona Uczelnia Państwowa, Legnica 2025.

⁷ <https://www.prusa3d.com/pl/>, dostęp: 30.07.2025 r.

⁸ <https://x3dshop.com/pl/products/drukarka-3d-bambu-lab-a1>, dostęp: 30.07.2025 r.

⁹ <https://vip.creality.com/en/goods-detail/1757>, dostęp: 30.07.2025 r.

Kalkulacja liczby stanowisk do druku 3D niezbędnych do podtrzymywania procesu dydaktycznego:

- 12 zajęć z 15 o charakterze projektowym w semestrze (3 zajęcia z 15 na wprowadzenie, BHP, poprawki i zaliczenie);
- 16 studentów na grupę;
- 1 zajęcie – drukarka realizuje 1 wydruk;
- minimalna liczba projektów do ocen formujących dla 1 studenta wynosi 3 (projekt co 4 tygodnie);
- Łączna liczba projektów do wydrukowania przez studentów w semestrze wynosi 48; Przy 12 zajęciach 48 wydruków będzie wymagać 4 roboczych drukarek.

Ploter tnący

Ploter Silhouette Cameo 4¹⁰ może być świetnym narzędziem dydaktycznym w nauczaniu grafiki komputerowej, zwłaszcza na poziomie praktycznym i projektowym¹¹. Oto kilka sposobów jego wykorzystania:

- **Wizualizacja projektów** – studenci mogą tworzyć własne grafiki wektorowe w programie Silhouette Studio, a następnie przenieść je do rzeczywistości, wycinając je z papieru, folii czy tkanin. To pozwala lepiej zrozumieć zależność między projektem cyfrowym a fizycznym produktem.
- **Nauka przygotowania plików do druku i cięcia** – studenci uczą się poprawnego formatowania, ustawień cięcia, pracy z warstwami i optymalizacji projektów pod kątem różnych materiałów.
- **Rozwijanie umiejętności projektowania użytkowego** – dzięki ploterowi można tworzyć naklejki, szablony, opakowania, elementy dekoracyjne czy prototypy produktów, co rozwija kreatywność i myślenie projektowe.
- **Integracja z innymi przedmiotami** – ploter może być wykorzystywany także w projektach interdyscyplinarnych, np. tworzenie pomocy dydaktycznych, modeli przestrzennych czy elementów do gier edukacyjnych.
- **Praca zespołowa i zarządzanie projektem** – studenci mogą pracować w grupach nad wspólnym projektem, ucząc się planowania, podziału zadań i prezentacji efektów.

To narzędzie nie tylko uatrakcyjni zajęcia, ale też daje uczniom realne umiejętności przydatne w branżach kreatywnych.

Realizacja projektu z użyciem plotera tnącego Silhouette Cameo 4 jest szybsza aniżeli druk 3D i – jak pokazało doświadczenie – umożliwia wykonanie w trakcie jednego zajęcia do 5 projektów studenckich. W związku z tym jedno stanowisko w pełni wystarczy do osiągnięcia celów dydaktycznych. Jest to również narzędzie bardziej bezpieczne niż drukarki 3D, ze względu na ich wysokie temperatury robocze, a tym bardziej od grawera laserowego, który wymaga szczególnych środków bezpieczeństwa. Oto krótki opis dotyczący kwestii eksploatacji głowicy z najsłabszym laserem 5W:

- Laser 5W (450 nm) należy do klasy 4 (lub 3B w niektórych wersjach) – jest skrajnie niebezpieczny dla wzroku, nawet przy odbiciu od błyszczącej powierzchni.

¹⁰ <https://www.silhouette-web.com/>, dostęp: 30.07.2025 r.

¹¹ <https://wycinarnia.pl/pl/produkty/ploter-silhouette-cameo-plus>, dostęp: 30.07.2025 r.

- W pracowni wszyscy obecni muszą nosić okulary ochronne:
 - z filtrem dostosowanym do długości fali 450 nm (niebieski),
 - z oznaczeniem ochrony OD ≥ 4 (Optical Density).
- Zabrania się patrzenia w promień lasera, również pośrednio (np. przez szkło, lustro).
Inna kwestia utrudniająca eksploatację grawera laserowego na zajęciach dotyczy wentylacji pomieszczenia:
- Grawerowanie materiałów organicznych (np. sklejk, plastiku) powoduje emisję toksycznych gazów i pyłów.
- Obowiązkowo należy zapewnić w pracowni:
 - wydajne wyciągi z filtrem HEPA i węglowym,
 - nigdy nie używać lasera w zamkniętym, niewentylowanym pomieszczeniu.
- Zakazane jest używanie nieznanych materiałów, które mogą wydzielać np. chlor (PVC – trujący gaz HCl).

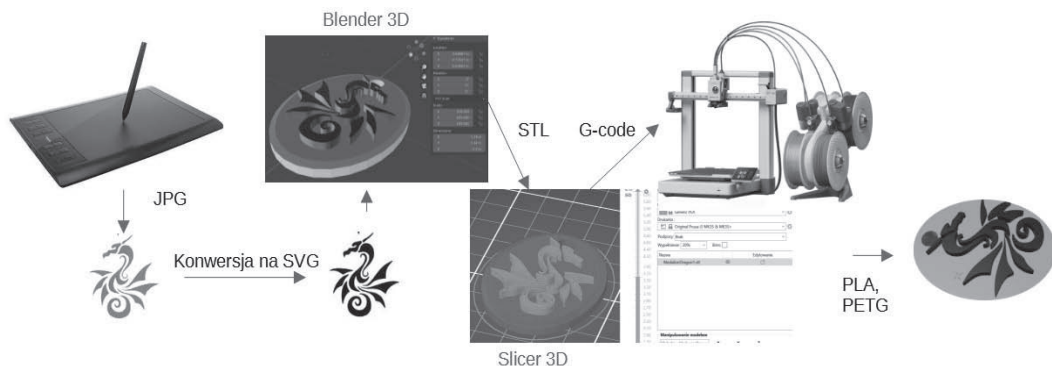
W związku z powyższym sugeruje się używanie tego typu maszyn poza pomieszczeniem dydaktycznym, w specjalnie przygotowanym warsztacie, objętym procedurami BHP z uwzględnieniem specyfiki urządzenia. Pomieszczenie powinno posiadać wyciąg oraz zestaw złożony z 17–20 okularów ochronnych.

5. Propozycja metod wytwarzania na wybranych maszynach CNC w ramach zajęć z grafiki komputerowej

W oparciu o praktyczne doświadczenie w stosowaniu urządzeń CNC na zajęciach dla grafików można zaproponować szereg cykli projektowych wykonania zadań na poszczególnych maszynach.

Druk 3D – ścieżka wytwarzania:

- 1) projekt grafiki 3D w Blender 3D → eksport do formatu STL,
- 2) obróbka STL pliku w PrusaSlicer, ustawienie parametrów druku → generacja G-kodów,
- 3) przeniesienie pliku gcode na drukarkę 3D, obsługa urządzenia przed wydrukiem,
- 4) druk w wybranym materiale – zarządzanie wymianą koloru,
- 5) obróbka mechaniczna po wydruku w celu uzyskania końcowego produktu.



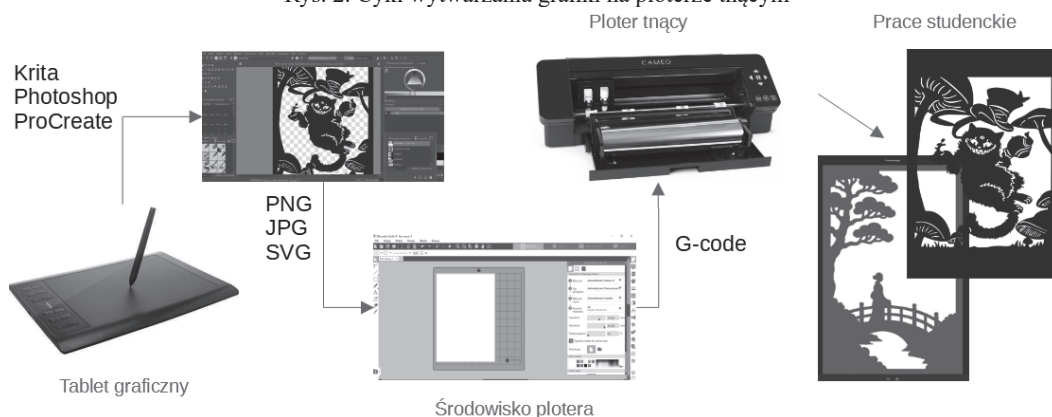
Rys. 1. Cykl wytwarzania grafiki w postaci druku 3D

Źródło: opracowanie własne.

Cięcie ploterem – ścieżka wytwarzania:

- 1) wykonanie grafiki wektorowej w wybranym narzędziu,
- 2) eksport pliku z grafiką do formatu SVG lub JPG,
- 3) obróbka grafiki w środowisku plotera,
- 4) przygotowanie plotera oraz maty z brystolem,
- 5) dokonanie operacji cięcia,
- 6) obróbka po cięciu w celu uzyskania końcowego produktu.

Rys. 2. Cykl wytwarzania grafiki na ploterze tnącym



Źródło: opracowanie własne.

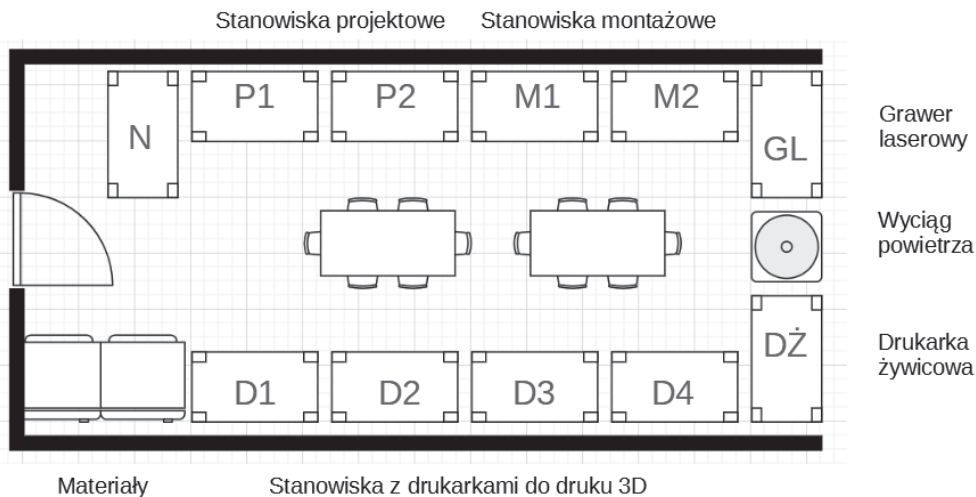
Grawerowanie laserem – ścieżka wytwarzania:

- 1) przygotowanie grafiki w postaci wektorowej,
- 2) obróbka grafiki w dedykowanym środowisku do grawera w celu uzyskania poprawnych ścieżek,
- 3) eksport instrukcji grawerowania do pliku gcode,
- 4) przygotowanie lasera do pracy, zabezpieczenie stanowiska i operatora,
- 5) wykonanie grawerowania z użyciem lasera, prace końcowe.

Koncepcja topologii pracowni Graficznej z maszynami CNC (rys. 3) uwzględnia liczebność stanowisk pracy, liczbę jednocześnie pracujących maszyn, wachlarz zadań realizowanych podczas zajęć dydaktycznych, kwestie bezpieczeństwa i wygody pracy podczas zajęć. Stanowiska D1–D4 umożliwiają studentom korzystanie z drukarek 3D do druku z użyciem ekologicznego plastiku w trakcie zajęć. Jednocześnie przy tych stanowiskach może pracować od 4 do 8 osób.

Stanowiska M1, M2 są to stanowiska montażowe, udostępniają warsztat narzędzi oraz części do drukarek 3D w celu nauki montowania urządzeń oraz ich naprawy. Przewidują lutownicę.

Stanowiska projektowe P1, P2 pomimo mocnej stacji graficznej posiadają w komplecie tablet graficzny panelowy, co umożliwia studentom w trakcie zajęć wykonywanie zadań związanych z tworzeniem oraz modelowaniem grafiki, w tym 3D, na przykład w Krita, Blender, Photoshop.



Rys. 3. Propozycja topologii pracowni grafiki z użyciem maszyn CNC

Źródło: opracowanie własne.

Dla drukarek żywicowych (DŻ) oraz grawerów laserowych (GL) przewidziane jest stanowisko z wyciągiem powietrza w oddaleniu od pozostałych stanowisk. Sugeruje się jednak nie używać tych stanowisk w trakcie zajęć ze studentami, a tylko w godzinach pozalekcyjnych.

Centrum pracowni zawiera dwa stanowiska do prowadzenia ćwiczeń i dyskusji projektowych. Wyróżnia się również jedno stanowisko nauczyciela (N).

W pracowni musi też być stały zapas materiałów do druku oraz wycinania, aby umożliwić pracę podczas zajęć, realizację zadań w ramach prac dyplomowych oraz projektów na rzecz promocji uczelni. Są to różnego rodzaju filamenty oraz brystole.

6. Podsumowanie

Należy stwierdzić, że wprowadzenie maszyn CNC, takich jak drukarki 3D oraz ploter tnący na zajęcia dydaktyczne wyraźnie zwiększyło zaangażowanie studentów w projekty oraz przyczyniło się widocznie do popularyzacji specjalności grafika komputerowa na uczelni Collegium Witelona. Teoria oraz praktyka wykorzystania maszyn CNC stanowi aktualnie część procesu dydaktycznego na specjalności grafika komputerowa na Wydziale Nauk Technicznych i Ekonomicznych Uczelni. Ponadto wprowadzenie drukarek i ploterów przyczyniło się do zwiększenia liczby prac dyplomowych w zakresie wymagającym użycia tych maszyn (obrony w roku 2023 – 2 prace, w roku 2024 – 3 prace, w roku 2025 – 5 prac, w roku 2026 planowanych 6 prac). Dodatkowo studenci mają możliwość bezpośrednio uczestniczyć w promocji uczelni poprzez realizację własnych ukierunkowanych na promocję projektów. Zwiększyła się liczebność koła informatyki w grupach związanych z użyciem maszyn CNC. Niezaprzeczalnie można stwierdzić, iż wprowadzenie maszyn CNC do dydaktyki na specjalności grafiki komputerowej pozytywnie wpłynęło na jej atrakcyjność.

Bibliografia

- <https://strefaedukacji.pl/grafika-komputerowa-grafika-2025-ktora-uczelnie-wybrac-studia-2025>
- <https://polon.nauka.gov.pl/>
- <https://studia.gov.pl/>
- <https://www.eu.edu.pl/> – Europejska Uczelnia w Warszawie
- <https://www.merito.pl/> – Uniwersytet WSB-Merito we Wrocławiu
- <https://wase.edu.pl/studia/grafika-komputerowa-i-projektowanie-gier>
- <https://www.silhouette-web.com/>
- <https://wycinarnia.pl/pl/produkty/ploter-silhouette-cameo-plus>
- <https://x3dshop.com/pl/products/drukarka-3d-bambu-lab-a1>
- <https://www.prusa3d.com/pl/>
- <https://vip.creality.com/en/goods-detail/1757>
- <https://bip.collegiumwitelona.pl/artykuly/266/programy-studiow>
- <https://www.vioresume.com/blog/graphic-designer-job-market-in-2025-usa-vs-europe>
- <https://www.zionmarketresearch.com/>
- <https://www.precedenceresearch.com/video-game-market>
- Kłosow A., Dziurman W., Pendowski W, Bogacz D, *Wybrane zagadnienia z modelowania i druku 3D*, Wyd. Collegium Witelona Uczelnia Państwowa, Legnica 2025.
- Wallach-Kłoski L., Kłoski N., *Druk 3D. Praktyczny przewodnik po sprzęcie, oprogramowaniu i usługach*, wydanie II, Helion 2022.

SUMMARY

Aleksander Klosow

A method of teaching computer graphics using CNC machines

In order to improve the quality of education, it is of great importance to constantly improve the didactic offer, teaching methods and technical infrastructure supporting such learning. Specialisations teaching computer graphics professions constantly require verification of the subject content, software updates and equipment necessary to achieve learning outcomes. This paper presents the concepts of introducing and using CNC machines to teach computer graphics. It presents teaching paths for students of computer graphics as well as describing three types of devices – 3D printers, cutting plotters and laser engravers. A design cycle for using each of the aforementioned devices by students in class was developed.

It shows the benefits that were obtained at the Witelon Collegium State University in Legnica after introducing a number of CNC machines in the field of Computer Science as learning tools for students specialising in Computer Graphics.

Key words: computer graphics, didactics, teaching methodology, CNC machines.

Data wpływu artykułu: 7.07.2025

Data akceptacji artykułu: 29.07.2025