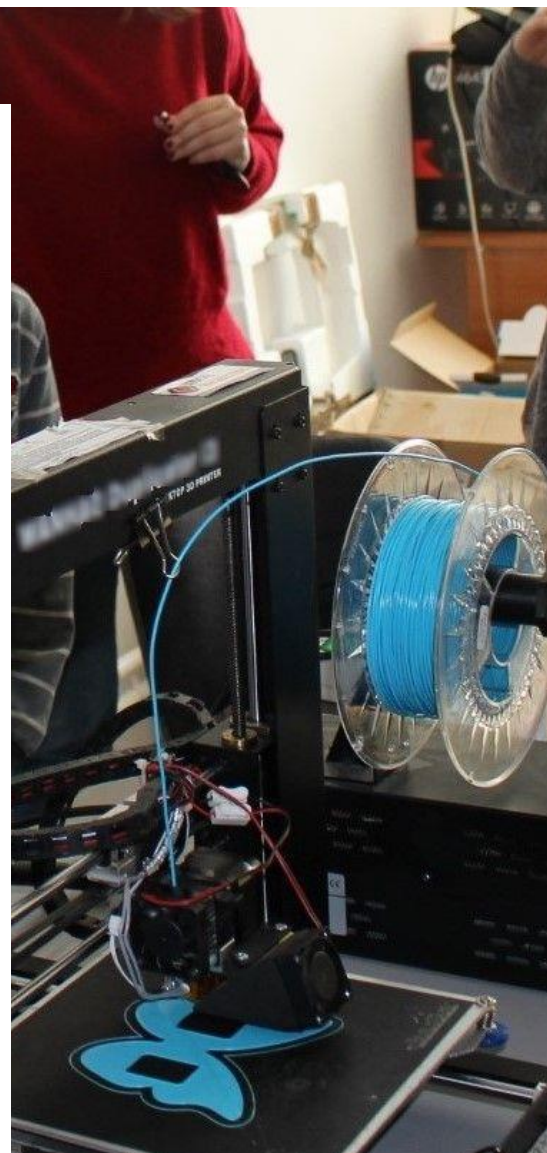


3DP Teacher- Przewodnik



3DP TEACHER – implementacja druku 3D w przyszłej edukacji

Numer projektu: 2019-1-PT01-KA201-060833

Ten projekt został sfinansowany przy wsparciu Komisji Europejskiej. Niniejsza publikacja odzwierciedla jedynie poglądy autora, a Komisja nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie zawartych w niej informacji.



Projekt współfinansowany w
ramach programu Unii Europejskiej
„Erasmus+”

Spis treści

Wstęp	1
Czym jest druk 3D?.....	2
Technologia Fused Deposition Modelling	2
Proces druku 3D	4
Uzyskiwanie modelu 3D.....	5
Modelowanie 3D	5
Repozytoria modeli 3D.....	6
Konwersja do pliku do druku 3D.....	7
Przygotowanie modelu do druku 3D	7
Drukowanie obiektu 3D	8
Wykańczanie części.....	9
Aplikacje 3D	12
Edukacja.....	12
Prototypowanie i wytwarzanie	14
Medycyna	15
Budownictwo i architektura	15
Sztuka, biżuteria i moda.....	16
Wpływ druku 3D na rynek.....	18
Demokratyzacja technologii.....	18
Wspieranie innowacji	18
Masowa automatyzacja	18
Wpływ 3DP na rynek pracy	19
Zalety druku 3D dla edukacji	21
Poprawa uczestnictwa studentów	21
Promocja aktywnego uczenia się.....	21
Zachęcanie do kreatywnego myślenia	21
Zwiększanie zainteresowania uczniów edukacją STEM.....	22
Zapewnienie możliwości praktykowania różnych stylów uczenia się	22
Trendy w druku 3D.....	23
Wnioski	25

Techniczne aspekty stosowania 3DP	27
Wstęp	27
Główne elementy składowe drukarki 3D.....	27
Wybór drukarki 3D.....	32
Długopis do drukowania 3D	32
Drukarki 3D dla szkół.....	33
Oprogramowanie do modelowania 3D	34
Oprogramowanie do cięcia w 3D	36
Specyfikacja techniczna niektórych popularnych drukarek 3D	40
Zalecenia dotyczące drukarek 3D do zastosowań szkolnych	41
Techniczny aspekt korzystania z drukarki 3D.....	43
Środki bezpieczeństwa.....	45
Dodatkowe zasoby oprogramowania.....	47
Zbiór studiów przypadku	48
Plany lekcji i zalecenia dotyczące przyszłego wdrożenia	67
Dodatkowe zasoby.....	87

Wstęp

3D Druk 3D (3DP) może mieć znaczący wpływ na wiele aspektów naszego życia i pracy w najbliższej przyszłości. Niektóre skutki dla rynku i społeczeństwa są już widoczne i oczekuje się wielu innych zmian. Rynek 3DP rozwija się szybko, ponieważ 3DP jest wdrażany w wielu aplikacjach w coraz większej liczbie różnych obszarów. 3DP ma również znaczący wpływ na rynek pracy i spodziewany jest wzrost liczby związanych z nim miejsc pracy.

3DP jest coraz częściej wykorzystywany w szkołach na całym świecie, a jego potencjał jest coraz bardziej rozpoznawalny. Wielu nauczycieli uważa tę innowację w sektorze za pożądaną i konieczną, ale bardzo często brakuje im konkretnej wiedzy niezbędnej do opanowania tej technologii. Niniejszy materiał ma na celu dostarczenie podstawowych informacji na temat 3DP tak, aby pomóc nauczycielom zrozumieć, czym jest i jak działa 3DP, jego zastosowania w różnych sektorach, jego wpływ na rynek, przyszłe trendy i korzyści jakie może przynieść edukacji.

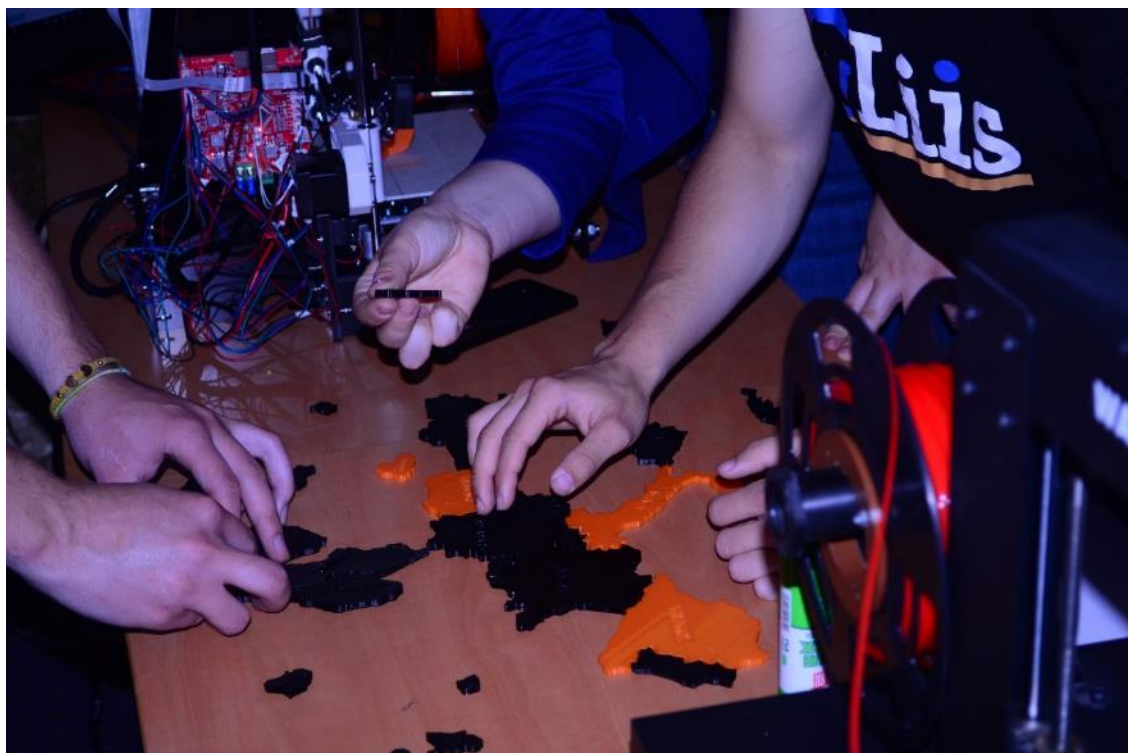


Figure 1 – Students and 3DP

Czym jest druk 3D?

Druk 3D to ogólny termin określający zbiór technologii, które mogą budować trójwymiarowe obiekty z pliku cyfrowego poprzez dodawanie warstwy materiału po warstwie. Obecnie dostępnych jest wiele technologii 3DP opartych na różnych podejściach i wykorzystujących różne materiały (plastik, metal, beton, czekolada, itp.) w kilku formach (płynna, stała (blacha, włókno i granulaty), proszek i zawiesina).

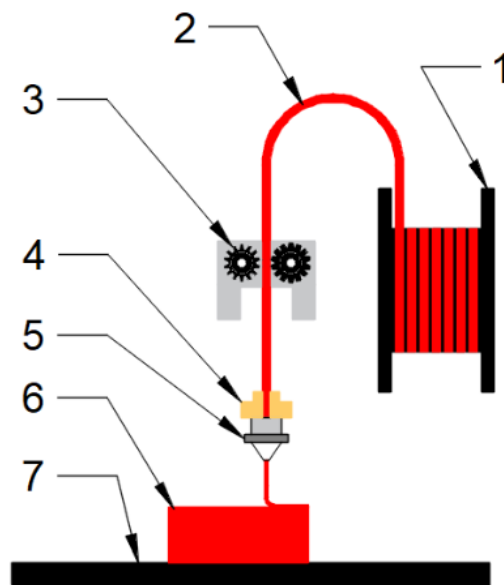
Na przykład, technologie zwane stereolitografią (SLA) i cyfrowym przetwarzaniem światła (DLP) tworzą obiekty poprzez selektywne utwardzanie ciekłej żywicy fotopolimerowej za pomocą źródła światła (laser lub projektor), podczas gdy Selektowne Spiekanie Laserowe (SLS) wykorzystuje laser, który selektywnie indukuje fuzję pomiędzy cząstkami proszku w obszarze zabudowanym w celu utworzenia ciała stałego. Inne technologie kładą roztopioną czekoladę, osadzają krople materiałów, które następnie są selektywnie utwardzane, wiążą dysze na proszku, itp.

Większość z tych technologii nie może być stosowana w klasie, ponieważ są zbyt skomplikowane, zbyt drogie lub wymagają specjalnych urządzeń. Najbardziej odpowiednia do zastosowania w środowisku szkolnym jest technologia Fused Deposition Modelling (FDM) tłumaczona jako Osadzanie Topionego Materiału, która jest również najpopularniejszą i najbardziej przystępną cenowo technologią 3DP.

Technologia Fused Deposition Modelling

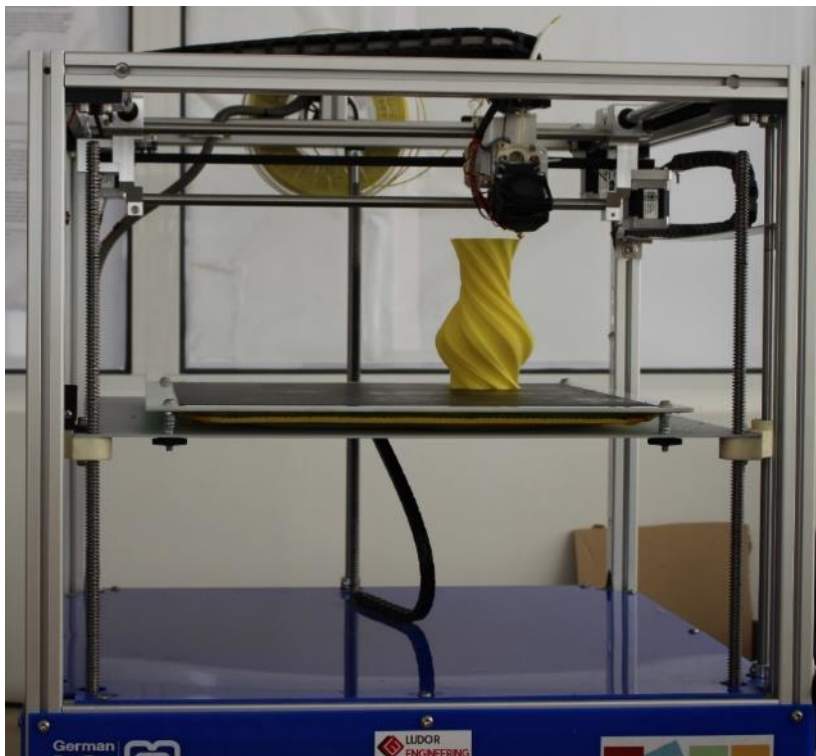
Technologia Fused Deposition Modelling tworzy obiekty poprzez stopienie plastikowego drutu (zwanego włóknem) i nałożenie go warstwa po warstwie przez podgrzaną dyszę.

Proces ten jest schematycznie przedstawiony na rysunku 2. Włókno (2), zwykle nawinięte na szpulę (1) trzymaną po bokach lub z tyłu drukarki, podawane jest przez mechanizm przekładni wytłaczarki (3), który wypycha je w kierunku podgrzewacza (4), gdzie włókno stałe podgrzewane jest do temperatury topnienia. Na koniec, roztopione włókno wyrzucane jest z dyszy (5) na tzw. łożu drukowym (7) w pożądanej geometrii. Po każdej warstwie łożo drukowe (lub dysza) przesuwa się na osi pionowej i dodaje się kolejną warstwę. Po zakończeniu drukowania obiekt można wyjąć ręcznie lub za pomocą prostego skrobaka. W razie potrzeby można je dalej obrabiać przez szlifowanie, polerowanie, malowanie itp.



Rysunek 2 – Proces FDM

1-szpula; 2-włóknot; 3-wyftacczarka; 4-podgrzewacz; 5-dysza; 6-drukowany obiekt 3d; 7- łożo drukowe

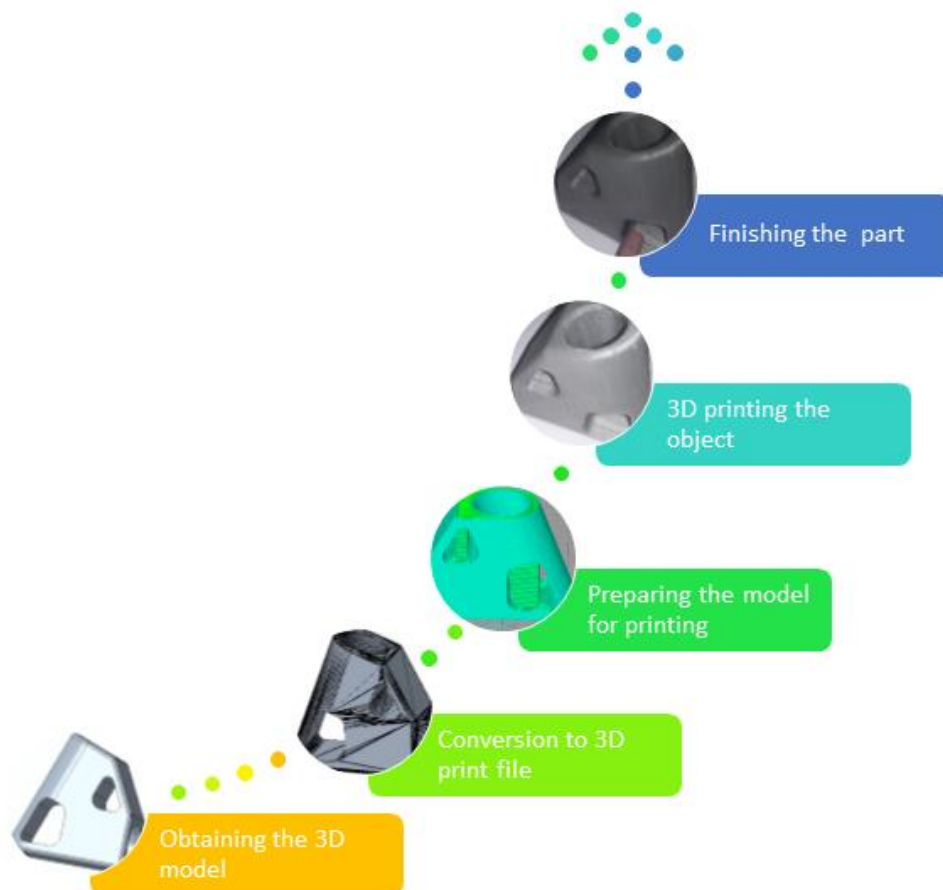


Rysunek 3 – Technologia FDM

Proces druku 3D

Ogólnie rzecz biorąc, niezależnie od konkretnej technologii, 3DP obejmuje użycie komputera, cyfrowego modelu 3D, programu do krojenia wydruków 3D, drukarki 3D i surowców. Zazwyczaj, schematycznie przedstawiony na rysunku 4, proces 3DP składa się z następujących etapów:

1. Model 3D obiektu, który ma być wydrukowany w 3D otrzymuje się za pomocą jednej z metod omówionych poniżej.
2. W razie potrzeby, model 3D jest tłumaczony na plik do druku 3D, zwykle typu STL.
3. Plik do druku 3D jest przygotowywany do druku, proces kończy się wygenerowaniem pliku z kodem G, który zawiera ścieżkę narzędzia warstwa po warstwie z określonymi ustawieniami i preferencjami maszyny.
4. Plik z kodem G jest uruchamiany na drukarce 3D i model jest drukowany.
5. Jeśli to konieczne, część jest wykańczana (czyszczona, polerowana, malowana, itp.).



Rysunek 4 – kroki 3DP

Uzyskiwanie modelu 3D

3DP rozpoczyna się od modelu 3D obiektu, który ma zostać wydrukowany. Można to uzyskać poprzez modelowanie komputerowe, skanowanie 3D lub pobranie z repozytorium modelu 3D. Główną zaletą tworzenia modelu poprzez modelowanie 3D jest możliwość zaprojektowania dokładnie tego, co jest pożądane jako przeciwieństwo skanowania 3D (skanowane mogą być tylko istniejące już obiekty) lub repozytoria.

Modelowanie 3D

Dostępnych jest wiele różnych narzędzi do modelowania 3D, od bardzo drogiego oprogramowania przemysłowego po darmowe oprogramowanie typu open source. Kilka przykładów podano w poniższej tabeli. Bardzo dobrą opcją dla początkujących jest rozpoczęcie od programu TinkerCAD, który jest darmowy i nie wymaga instalacji na komputerze.

Tabela 1 – narzędzia softwerowe 3D

Nazwa	Link	Poziom	Darmowy /płatny
TinkerCAD	www.tinkercad.com/	początkujący	darmowy
Blender	www.blender.org/	średniozaawansowany	darmowy
FreeCAD	www.freecadweb.org/	średniozaawansowany	darmowy
OpenSCAD	www.openscad.org/	średniozaawansowany	darmowy
Autodesk Fusion 360	www.autodesk.com/products/fusion-360	przemysłowy	płatny*
SolidWorks	www.3ds.com/	przemysłowy	płatny*
Creo	www.ptc.com/en/products/cad/creo	przemysłowy	płatny
SketchUp	https://www.sketchup.com/	początkujący	darmowy /płatny

*Studenci i nauczyciele mogą ubiegać się o bezpłatną trzyletnią licencję Fusion 360.

Skanowanie 3D

Skanowanie 3D rejestruje kształt obiektu za pomocą skanera 3D lub smartphona z zainstalowaną odpowiednią aplikacją. Taka aplikacja do skanowania 3D tworzy modele 3D na podstawie zdjęć 2D wykonanych telefonem pod różnymi kątami przy użyciu techniki zwanej fotogrametrią. Kilka przykładów aplikacji do skanowania 3D podano w poniższej tabeli.

Tabela 2 – aplikacje do skanowania 3D

Nazwa	System operacyjny	Darmowa/płatna
Qlone	iOS/Android	darmowa
Trnio	iOS	płatna
Scann3D	Android	darmowa
Cappy	iOS	darmowa
Heges	iOS	darmowa
Sony 3D Creator	Android	darmowa
Capture	iOS	darmowa
Scandy Pro	iOS	darmowa
display.land	iOS/Android	darmowa

Repozytoria modeli 3D

Najprostszym sposobem na uzyskanie modelu 3D jest pobranie go z jednego z wielu dostępnych repozytoriów online (patrz poniższa tabela). Wiele z tych modeli jest darmowych, a niektóre repozytoria oferują możliwość personalizacji modeli.

Tabela 3 – repozytoria modeli 3D

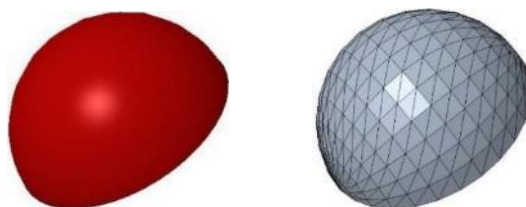
Nazwa	Link	Darmowe/płatne
Thingiverse	www.thingiverse.com	darmowe
MyMiniFactory	www.myminifactory.com	darmowe, płatne
YouMagine	www.youmagine.com	darmowe
Cults	https://cults3d.com	darmowe, płatne
STL Finder	www.stlfinder.com	darmowe, płatne
Pinshape	https://pinshape.com/	darmowe, płatne
SetkchFab	https://sketchfab.com/	darmowe
CGTrader	www.cgtrader.com	darmowe, płatne
Yeggi	www.yeggi.com	darmowe, płatne

Konwersja do pliku do druku 3D

W zależności od sposobu, w jaki został on uzyskany, model 3D może wymagać konwersji w formacie pliku drukarki 3D. Jeśli został on pobrany z repozytorium modelu 3D specjalizującego się w druku 3D, model powinien być już dostępny jako plik drukarki 3D. Modele 3D uzyskane w wyniku modelowania lub skanowania mogą być bezpośrednio wyeksportowane jako pliki do drukarki 3D z oprogramowania, w którym zostały stworzone. W przeciwnym razie, istnieje wiele programów konwertujących, które są w stanie przekonwertować każdy rodzaj cyfrowego modelu 3D do pliku do druku 3D, jak na przykład www.meshconvert.com lub www.nchsoftware.com/3dconverter.

Najpopularniejsze formaty plików drukarki 3D to STL, OBJ, AMF i 3MF, ale STL jest używany przez większość systemów i oprogramowania 3DP. Dla aplikacji FDM w szkole, STL jest najbardziej praktycznym i zalecanym typem pliku do druku 3D.

Plik STL przechowuje informacje o modelu 3D, opisując jedynie jego geometrię powierzchni bez odwzorowania koloru, tekstury czy innych atrybutów. Jak widać na Rysunek 5, plik STL reprezentuje model 3D jako siatkę opisującą, w przybliżeniu, jego kształt.



Rysunek 5 – model 3D i jego reprezentacja STL

Przygotowanie modelu do druku 3D

Następnym krokiem jest przygotowanie modelu 3D dla drukarki i wygenerowanie pliku z kodem G, który zawiera wszystkie informacje potrzebne do zbudowania obiektu przez drukarkę 3D. Proces ten obejmuje szereg działań:

- Sprawdzenie pliku z drukarką 3D i naprawa, jeśli to konieczne
- Pozycjonowanie i orientacja modelu 3D na łożu drukującym
- Ustawienie parametrów 3DP, takich jak materiał, temperatura, chłodzenie, prędkość, grubość warstwy, itp.
- Dodanie konstrukcji wsporczych, jeśli to konieczne
- Plastowanie, czyli dzielenie modelu w zestawie cienkich warstw

- Generowanie pliku z kodem G
- Zapisywanie i wysyłanie pliku z kodem G do drukarki 3D

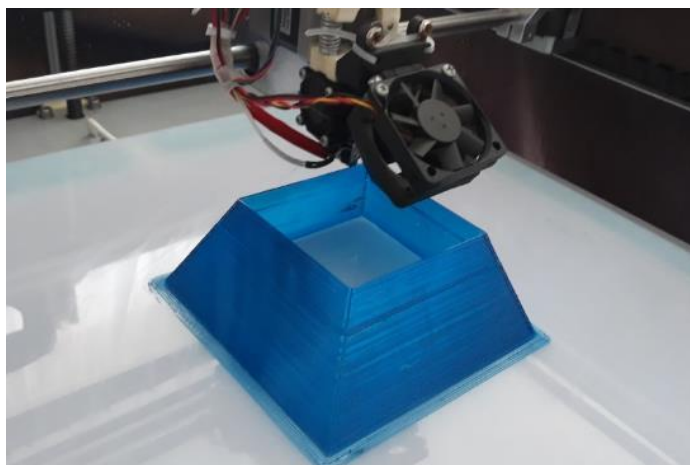
Przygotowanie modelu odbywa się za pomocą programu do cięcia wydruków 3D. Dostępnych jest wiele takich programów i większość z nich jest darmowa. Najpopularniejsze z nich są podane w poniższej tabeli.

Tabela 4 – Programy do cięcia 3D

Nazwa	Link	Użytkownicy	Darmowy/ płatny
Ultimaker Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura	początkujący, zaawansowani	darmowy
Simplify3D	www.simplify3d.com	początkujący, zaawansowani	płatny
PrusaSlicer	www.prusa3d.com/prusaslicer	początkujący, zaawansowani	darmowy
Slic3r	https://slic3r.org	zaawansowani, profesjonalni	darmowy
OctoPrint	https://octoprint.org	średniozaawansowani, zaawansowani	darmowy
AstroPrint	www.astroprint.com	początkujący, zaawansowani	darmowy/płatny
3DPrinterOS	www.3dprinter-os.com	początkujący, zaawansowani	darmowy/płatny
Repetier	www.repetier.com	średniozaawansowani, zaawansowani	darmowy

Drukowanie obiektu 3D

Plik z kodem G jest następnie podawany do drukarki 3D, która układa kolejne warstwy materiału, w sposób warstwowy, w celu wytworzenia pożądanego obiektu 3D.

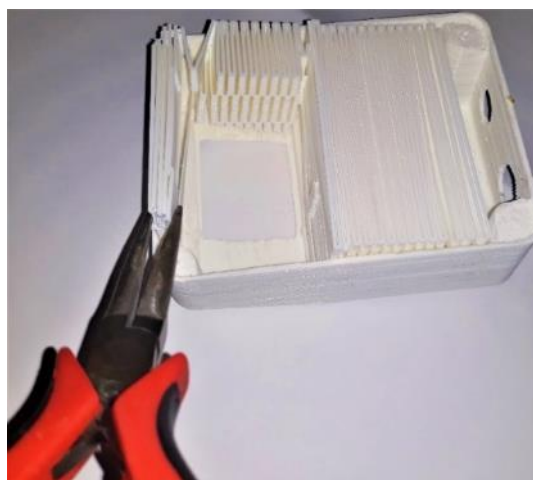


Rysunek 6 – drukowanie obiektu 3D

Wykańczanie części

Drukowane obiekty 3D mogą wymagać pewnych dodatkowych operacji po zakończeniu drukowania, w celu ich dalszego udoskonalenia. Operacje te mogą obejmować:

- usuwanie konstrukcji nośnych przy użyciu narzędzi takich jak noże lub szczypce



Rysunek 7 – Usuwanie konstrukcji nośnych

- usuwanie brzegów (jednowarstwowa płaska powierzchnia wokół podstawy części, służąca do zapobiegania wypaczeniom - patrz zdjęcie poniżej) za pomocą szczypiec do cięcia lub frezu.
- wypełnianie szczelin w nadruku materiałami takimi jak żywica epoksydowa, wypełniacz karoserii, ABS i związek acetonowy
- polerowanie powierzchni części poprzez piaskowanie lub szlifowanie



Figure 8 - Removal of the brims

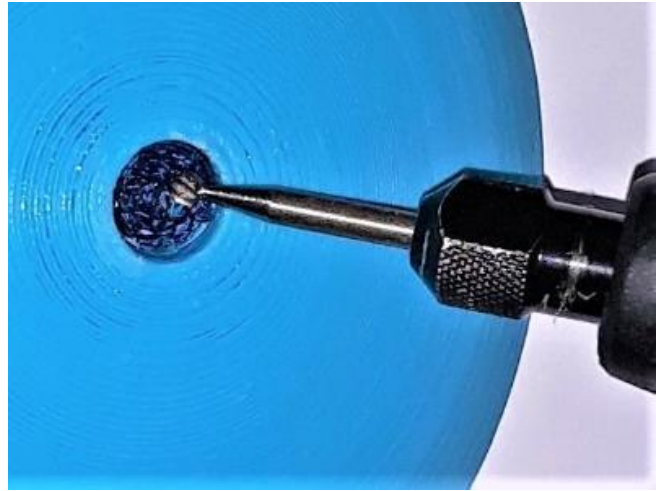


Figure 9 – Surface finishing

- odparowanie lub wygładzanie chemiczne w celu stopienia linii warstw i nadania błyszczącego wyglądu wydrukowanym obiektom 3D. Aceton jest często używany do obiektów z nadrukiem PLA i ABS.



Rysunek 10 – A 3D printed object, before and after vapour smoothing. Source: www.geeetech.com

- malowanie pędzlem, aerografem lub natryskiem



Rysunek 11 – FDM parts painting

- powłoka epoksydowa, metalowa, itp.



Figure 12 – Gold plated 3D printed part. Source: <https://i.materialise.com/>

Aplikacje 3D

3DP ma wiele zastosowań w różnych sektorach, od edukacji po przemysł, a także w całym łańcuchu wartości, od prototypów po zarządzanie częściami zamiennymi. Technologia FDM jest preferowana w zastosowaniach hobbystycznych i edukacyjnych, ale jest również wykorzystywana w niektórych obszarach zawodowych.

W tej sekcji omówimy tylko kilka z aplikacji 3DP, z naciskiem na technologię FDM i edukację.

Edukacja

3DP jest coraz częściej używany w programach edukacyjnych realizowanych przez szkoły, uczelnie, biblioteki, placówki kształcenia dorosłych, placówki kształcenia specjalnego, przestrzenie maklerskie itp. Głównymi zastosowaniami są:

1. **Nauczanie edukatorów o druku 3D.** Jest to bardzo ważne, ponieważ postawy i przekonania nauczycieli oraz ich wiedza i umiejętności mogą stanowić barierę w integracji 3DP z systemem edukacji.
2. **Nauczanie uczniów o druku 3D i rozwijanie ich umiejętności w zakresie 3DP.** Zazwyczaj uczniowie uczą się o procesie projektowania 3D, oprogramowaniu do modelowania 3D i podstawowej obsłudze 3DP. Ponadto, uczniowie są zachęceni do zaangażowania się w rozwiązywanie problemów, do ćwiczenia swoich umiejętności komunikacyjnych podczas pracy w zespołach projektowych.

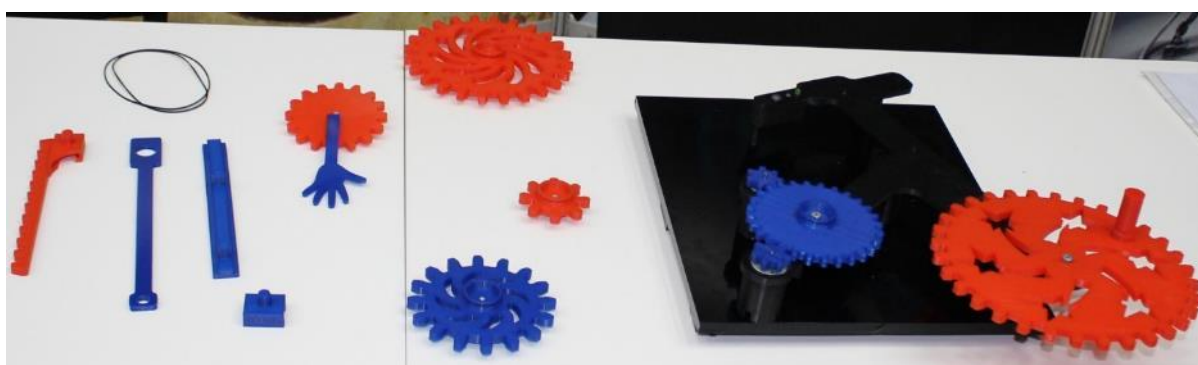


Rysunek 13 – Nauczanie 3DP

3. **Wykorzystanie 3DP jako technologii wspomagającej podczas nauczania.** 3DP pomaga uczniom w lepszym zrozumieniu różnych tematów: struktury atomowej, cząsteczek biologicznych, geometrii, właściwości materiałów, itp.
4. **Wykorzystanie 3DP do tworzenia artefaktów wspomagających naukę.** Artefakty drukowane w 3D są obecnie wykorzystywane do wspomagania nauczania anatomii, chemii, matematyki, geonauki, fizyki, zoologii i wielu innych. Drukowane w 3D repliki i modele dziedzictwa kulturowego pozwalają uczniom na badanie ich bez uszkodzenia oryginałów. Modele 3D drukowane w anatomii i chemii są również znacznie tańsze niż dostępne na rynku modele.



Rysunek 14 – Drukowane artefakty 3D do nauczania anatomii



Rysunek 15 – Drukowane artefakty 3D do nauczania fizyki

5. **Tworzenie technologii wspomagających.** 3DP jest bardzo pomocny w tworzeniu artefaktów dla uczniów o specjalnych potrzebach edukacyjnych, takich jak artefakty dotykowe, w tym grafiki wspomagające nauczanie programowania, matematyki, alfabetyzacji, map geonaukowych, map astronomicznych i podręczników do historii.

Coraz więcej szkół włącza 3DP do swoich programów edukacyjnych, ponieważ pomaga to lepiej przygotować uczniów na przyszłość. Jest to doskonałe narzędzie do wyjaśniania abstrakcyjnych koncepcji za pomocą materialnych przedmiotów, zwiększania motywacji uczniów do studiowania przedmiotów STEM oraz zwiększania ich kreatywności poprzez ułatwianie prototypowania pomysłów. 3DP promuje rozwój krytycznego i kreatywnego myślenia uczniów, a także ich umiejętności wspólnego rozwiązywania problemów.

Nauczyciele mają do dyspozycji liczne modele edukacyjne do wykorzystania w swoich klasach. Na przykład, wśród ponad 1,7 miliona modeli 3D zamieszczonych na stronie Thingiverse znajduje się wiele modeli edukacyjnych. Ponadto, na stronie <https://www.thingiverse.com/education> znajduje się ponad sto darmowych lekcji 3DP dla różnych poziomów klas i przedmiotów.

Prototypowanie i wytwarzanie

Elastyczność i wszechstronność technologii 3DP sprawia, że jest ona idealna do produkcji na małą skalę i prototypowania. Ponadto, ponieważ nie wymaga początkowych kosztów form, przyrządów lub innych specyficznych narzędzi dla tradycyjnej produkcji, 3DP jest bardzo wygodny do produkcji prototypów, unikalnych części lub małych serii. Branże takie jak przemysł motoryzacyjny, medyczny i lotniczy w szerokim zakresie wykorzystują 3DP zarówno do prototypowania, jak i produkcji części funkcjonalnych.



Rysunek 16 – Prototyp stworzony z użyciem 3DP



Rysunek 17 – Części stworzone z użyciem 3DP

Medycyna

Medycyna jest jednym z sektorów, który odnosi największe korzyści z 3DP. Wśród zastosowań możemy zaliczyć protezy, implanty na miarę, części ortodontyczne, leki na miarę czy też organy z nadrukiem biologicznym. Lekarze wykorzystują trójwymiarowe wydruki części ciała lub narządów pacjentów do planowania leczenia oraz wizualizacji, planowania i wykonywania zabiegów chirurgicznych. Obecnie 3DP jest rutynowo stosowane w produkcji urządzeń medycznych, takich jak protezy dłoni, sztuczne stawy biodrowe czy korony i mosty protetyczne.



Rysunek 18 – 3DP używany w medycynie

Budownictwo i architektura

3DP oferuje architektom ogromne możliwości twórcze i całkowicie zmienia sposób tworzenia modeli architektonicznych. Modele drukowane 3D są znacznie mniej czasochłonne i pracochłonne niż tradycyjne, co pozwala na niedrogi zmiany i iteracje.



Rysunek 19 – Model architektoniczny stworzony z wykorzystaniem 3DP

3DP został również wykorzystany do budowy różnych budynków i mostów. W tych przypadkach w drukarkach 3D stosowane są materiały takie jak beton, wosk, pianka i polimery.

Główne zalety związane są ze złożonością projektu, szybszą budową, niższymi kosztami robocizny i mniejszą ilością odpadów.



Rysunek 20 – Wydruk budynku w 3D

Sztuka, biżuteria i moda

Ze względu na zdolność do tworzenia złożonych kształtów i geometrii, 3DP pozwala na dużą swobodę twórczą i jest coraz częściej adoptowany przez projektantów, biżuterię i artystów. Dzięki 3DP można z łatwością eksperymentować z różnymi projektami i produkować indywidualne, niepowtarzalne i dostosowane do potrzeb klienta wyroby znacznie taniej niż przy użyciu tradycyjnych metod. Materiały takie jak tworzywa sztuczne, ceramika, złoto czy platyna mogą być drukowane w 3D w celu uzyskania niesamowitych obiektów.



Rysunek 21 – Bransoleta wydrukowana z wykorzystaniem 3DP



Rysunek 22 – Moda drukowana 3D. Źródło: Przegląd finansowy



Rysunek 23 – Bizuteria z nadrukiem 3D. Źródło: sculpteo.com

Wpływ druku 3D na rynek

3DP wpływa na strukturę rynku i ma znaczący wpływ na różne obszary, w tym na sektor przemysłowy, opiekę zdrowotną, edukację, usługi itp. Ma on nie tylko bezpośredni wpływ na procesy produkcyjne firm, ale również umożliwił stworzenie rosnącej społeczności twórców, którzy opracowują i udostępniają modele 3D, sprzedają wydrukowane produkty 3D, opracowują i dostarczają własne drukarki 3D do użytku domowego.

Demokratyzacja technologii

3DP został wynaleziony w latach 80., ale był zbyt drogi, miał bardzo ograniczone możliwości produkcyjne i mogły z niego korzystać tylko duże przedsiębiorstwa. Od tego czasu nastąpił ogromny postęp zarówno pod względem możliwości, jak i złożoności i kosztów, a 3DP szybko staje się dostępny dla mas i jest szeroko stosowany we wszystkich gałęziach przemysłu.

Obecnie technologia 3DP, a zwłaszcza FDM, jest powszechnie dostępna cenowo i ma potencjał do demokratyzacji produkcji niektórych towarów. W niektórych przypadkach, sami konsumenci mogą wykonać niektóre obiekty za pomocą własnej drukarki 3D lub usługi drukowania 3D, takie jak 3D Hubs, Shapeways, Sculpteo, itp.

Ponadto, małe firmy i przedsiębiorstwa rozpoczynające działalność są teraz w stanie wprowadzić swoje produkty na rynek szybciej niż kiedykolwiek, bez konieczności budowania zakładu produkcyjnego i zmniejszania ryzyka poprzez niskonakładową produkcję i tanie, szybkie prototypowanie.

Wspieranie innowacji

3DP jest w stanie zmienić funkcjonowanie wielu branż, otworzyć nowe możliwości rynkowe i przekształcić łańcuchy dostaw. Zdolność do szybszego i tańszego prototypowania pozwala firmom i osobom prywatnym zwiększyć swoją kreatywność i wprowadzać innowacje, dzięki czemu nowe produkty i rozwiązania mogą być wprowadzane na rynek w szybkim tempie. Niektóre dziedziny, w których 3DP umożliwia obniżenie kosztów i uzyskanie lepszych wyników, zostały już przekształcone: sposób wykonywania modeli stomatologicznych, koron lub wyrównań, produkcja modeli anatomicznych, architektonicznych i edukacyjnych, proces wykonywania biżuterii lub rekwizytów filmowych.

Masowa automatyzacja

Ponieważ 3DP zapewnia bardzo niskie koszty produkcji seryjnej, w znacznym stopniu promuje masową produkcję - proces produkcyjny, który zapewnia klientom spersonalizowane produkty po cenach zbliżonych do cen produkcji seryjnej. Ponadto, stwarza możliwości współtworzenia,

procesu projektowania, w którym wkład klientów i innych zainteresowanych stron odgrywa główną rolę w rozwoju produktu. Na przykład, firma o nazwie Local Motors opracowała kilka samochodów z wykorzystaniem współtworzenia i 3DP.



Rysunek 24 – Olli, współtworzony elektryczny wahadłowiec. Źródło: <https://localmotors.com>

Umożliwiając szybką i taną produkcję spersonalizowanych przedmiotów, 3DP zrewolucjonizowało wiele dziedzin, w tym rynek protetyki.



Rysunek 25 – Protetyczna ręka wydrukowana w 3D. Źródło: <http://enablingthefuture.org>

Wpływ 3DP na rynek pracy

3DP jest również potężnym motorem zmian w zatrudnieniu i na różne sposoby wpływa na globalny rynek pracy. Nowe miejsca pracy związane z 3DP są często ogłaszane, dla inżynierów przemysłowych i mechanicznych, programistów z doświadczeniem 3DP, inżynierów oprogramowania specjalizujących się w 3DP, projektantów z doświadczeniem 3DP, techników

drukarek 3D, specjalistów ds. materiałów 3DP, specjalistów ds. post-processingu, konsultantów 3DP itp.

Liczba nowych miejsc pracy stworzonych dzięki 3DP będzie wzrastać w następnych latach, ponieważ będzie zapotrzebowanie na ludzi, którzy będą produkować, sprzedawać, obsługiwać, konserwować i naprawiać sprzęt 3DP oraz zarządzać łańcuchami dostaw, produkcją i firmami, które to wszystko robią.

Oprogramowanie do modelowania 3D, oprogramowanie symulacyjne dedykowane dla 3DP oraz inne specyficzne aplikacje tworzą również nowe miejsca pracy dla programistów, twórców oprogramowania, specjalistów IT&C itp. Ponadto, dzięki nowej fali innowacji wprowadzonej przez 3DP, tworzone są zupełnie nowe kategorie stanowisk pracy, takie jak modelarze biologiczni i naukowcy, eksperci prawni z doświadczeniem 3DP, itp.

Niektóre istniejące miejsca pracy zostaną przekształcone przez 3DP, co wymaga nowych umiejętności i różnych sposobów pracy. Na przykład projektowanie części, które mają być wytwarzane w ramach 3DP, wymaga szczególnej wiedzy i umiejętności związanych z procesem i materiałami 3DP.

Niewątpliwie duża liczba miejsc pracy, zwłaszcza w sektorze produkcyjnym, zniknie. Ponieważ 3DP upraszcza proces produkcyjny, na liniach produkcyjnych będzie mniej pracowników potrzebnych do operacji obróbki, spawania i montażu. Ponadto wiele miejsc pracy w sektorze jubilerskim i rzemieślniczym jest zagrożonych ze względu na duże możliwości 3DP.

3DP jest w stanie efektywnie wytwarzać produkty na rynkach lokalnych, dlatego też oczekuje się, że wiele miejsc pracy przy produkcji, które obecnie zlecane są na zewnątrz w Chinach lub innych krajach o niskich kosztach, powróci do Europy.

Zalety druku 3D dla edukacji

3DP może ułatwić uczenie się, rozwijać umiejętności, inspirować kreatywność, poprawić nastawienie do przedmiotów i karier związanych z STEM oraz zwiększyć zaangażowanie uczniów. Jednocześnie może zwiększyć zainteresowanie i zaangażowanie nauczycieli.

Uczenie się z 3DP jest również bardzo ekscytujące, ponieważ uczniowie mogą zdobyć doświadczenie z pierwszej ręki z danego przedmiotu, szczególnie w zakresie przedmiotów STEM.

Poprawa uczestnictwa studentów

3DP pozwala nauczycielom na zilustrowanie trudnych koncepcji i zwiększenie zaangażowania uczniów poprzez aktywne uczenie się. Poprzez zwiększenie zaangażowania w obrębie klasy, można poprawić uczestnictwo uczniów i stworzyć satysfakcjonujące środowisko do nauki dla wszystkich.

Uczniowie są szczególnie zaangażowani, kiedy używają rąk i tworzą coś, co mogą zobaczyć, dotknąć, pokazać, wyjaśnić i kiedy mogą wykorzystać fizyczne rezultaty swoich wysiłków. Wszystko to jest możliwe dzięki wdrożeniu 3DP w klasie.

Promocja aktywnego uczenia się

Aktywne uczenie się ma na celu zaangażowanie uczniów i zachęcenie ich do interakcji z procesem uczenia się, w przeciwieństwie do pasywnego przyswajania informacji. 3DP promuje praktyki aktywnego uczenia się poprzez umożliwienie uczniom badania, odkrywania, projektowania lub budowania różnych rzeczy oraz doświadczania przedmiotów poprzez dotyk i dotyk. Kiedy są zaangażowani, uczniowie mogą odkrywać swoje talenty i rozwijać umiejętności krytycznego myślenia i rozwiązywania problemów. Ponadto, 3DP pomaga uczniom zrozumieć, że porażka jest w porządku i postrzegać ją jako szansę na wytrwałość i poprawę.

Używanie obiektów drukowanych 3D w procesie uczenia się pomaga uczniom zrozumieć temat i zachować informacje na dłużej.

Zachęcanie do kreatywnego myślenia

Dzięki 3DP uczniowie mogą eksperymentować z pomysłem poprzez próby i błędy, a to zachęca ich do innowacyjności i kreatywności. Dzięki temu mają większe szanse na zapamiętanie faktów i wyciągnięcie wniosków. Uczenie się jest wzmocnione, ponieważ w trakcie procesu próbują nowych rzeczy, testują teorie i myślą bardziej kreatywnie.

Zwiększanie zainteresowania uczniów edukacją STEM

3DP zapewnia wyjątkowe możliwości kształcenia w zakresie nauk ścisłych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki, umożliwiając uczniom łatwiejszą naukę złożonych koncepcji i dostarczając nauczycielom nowych narzędzi.

Uczniowie często są znudzeni lub sfrustrowani zajęciami STEM prowadzonymi z podręczników i nie rozumieją związku pomiędzy tymi przedmiotami a rzeczywistymi zastosowaniami. 3DP daje uczniom możliwość doświadczenia przedmiotów STEM w sposób angażujący, ekscytujący i praktyczny oraz dostrzeżenia związków pomiędzy tymi przedmiotami a rzeczywistym życiem. 3DP może wzbudzić ciekawość w przedmiotach STEM i zachęcić ich do doświadczenia i zbadania kariery w dziedzinie nauki lub inżynierii.

Zapewnienie możliwości praktykowania różnych stylów uczenia się

3DP ułatwia realizację takich koncepcji jak "uczenie się przez działanie", "uczenie się przez doświadczenie i porażkę" oraz "cieszenie się podczas nauki". Zachęca do twórczego eksperymentowania, umożliwia innowacje produktowe i przedsiębiorczość, wspiera integrację wiedzy technicznej z innych kursów oraz ułatwia podejście multi- i interdyscyplinarne.

3DP to nie tylko sposób na eksperymentowanie dla studentów, ale może być inspiracją dla następnego pokolenia inżynierów, architektów i projektantów. Może również pomóc studentom, którzy mogą zmagać się z tradycyjnymi teoriami i tematami nauczania z podręcznika, ale są znacznie bardziej zdolni i odnoszą większe sukcesy w pracy z obiektami fizycznymi. Drukarki 3D są w stanie wypełnić lukę pomiędzy sektorem naukowym i artystycznym, zwiększając tym samym możliwości uczenia się i wydajność studentów.

3DP otwiera nowe możliwości uczenia się, pozwalając uczniom widzieć jak ich pomysły ożywają i wchodzić w interakcję z tworzonymi przez nich obiektami w sposób, który wcześniej nie był możliwy. Ponadto nauczyciele i uczniowie mogą powielać przedmioty muzealne, takie jak skamieliny i artefakty historyczne, aby studiować je w klasie, projektować i wykonywać modele 3D, które pomagają lepiej zrozumieć pojęcia z matematyki, chemii, biologii, geografii itp.

Ponieważ technologia 3DP będzie częścią przyszłości, zarówno zawodowej jak i osobistej, bardzo ważne jest, aby wprowadzić ją do edukacji szkolnej.

Trendy w druku 3D

3DP jest bardzo dynamiczną branżą z szybkim rozwojem w wielu różnych dziedzinach: sprzętu, oprogramowania, materiałów, aplikacji, prawodawstwa, miejsc pracy itp. Będzie miał znaczący wpływ na przyszłość ludzi i przedsiębiorstw. W związku z tym istnieje wiele prawdopodobnych trendów 3DP i możliwych kierunków jego rozwoju. W tej części omówimy tylko niektóre z nich, które są istotne dla naszej grupy docelowej: dyrektorów szkół średnich, nauczycieli i uczniów.

Pierwszym trendem jest ciągła redukcja kosztów drukarek 3D i materiałów 3DP w połączeniu z poprawą oferowanych możliwości, dzięki czemu 3DP staje się coraz bardziej dostępne. Ponadto, dzięki udoskonaleniom oprogramowania i sprzętu, drukarki 3D i proces 3DP będą łatwiejsze w zarządzaniu, modele 3D łatwiejsze do uzyskania (łatwiejsze modelowanie 3D i skanowanie 3D), a jakość końcowych części znacznie się poprawi. Przyczyni się to do dalszego upowszechnienia 3DP w domach, szkołach i firmach, co będzie miało duży wpływ na gospodarkę i społeczeństwo.

3DP promuje demokratyzację produkcji i coraz więcej osób będzie mogło wytwarzać różne produkty, tworząc nowe możliwości dla innowacji i przedsiębiorczości. Artyści, rzemieślnicy i projektanci będą w coraz większym stopniu wykorzystywać 3DP do tworzenia dzieł sztuki, artykułów mody, unikatowych dzieł sztuki. Producenci będą mogli budować coraz więcej rzeczy, ponieważ możliwości 3DP są coraz większe.

W najbliższych latach spodziewany jest znaczny wzrost globalnego rynku 3DP. 3DP będzie w coraz większym stopniu wykorzystywany w różnych branżach, jego ekspansja doprowadzi do wzrostu sprzedaży produktów i usług 3DP, a także do wzrostu liczby nowych miejsc pracy dostępnych dla osób posiadających odpowiednie umiejętności i wiedzę związaną z 3DP. W konsekwencji uczniowie, którzy mieli szanse na zapoznanie się z 3DP w szkole będą mieli dużą przewagę konkurencyjną na rynku pracy.

W najbliższych latach 3DP stanie się w wielu przypadkach alternatywą dla obecnych technologii produkcyjnych. O ile obecnie 3DP wykorzystywane jest głównie do prototypów i produkcji małych serii, o tyle w ciągu najbliższych kilku lat ma stać się szeroko stosowane we wszystkich rodzajach produkcji.

Technologie 3DP będą nadal rozwijały się w szybkim tempie, pozwalając na uzyskanie mocniejszych, lepszej jakości części, większych prędkości drukowania, niższych kosztów, szerszego zakresu materiałów i nowych zastosowań. Oczekuje się, że oprócz szerszego wykorzystania takich materiałów jak metale, ceramika, materiały biologiczne, żywność itp. opracowane zostaną nowe materiały. Oczekuje się również, że wielomateriałowy druk 3D stanie się rzeczywistością.



Rysunek 26 - Koncepcja dla dużej drukarki 3D. Źródło: modix3d.com

3DP umożliwia produkcję towarów w czasie i miejscu, w którym są one potrzebne. Na przykład, różne komponenty i części zamienne mogą być przechowywane w postaci plików cyfrowych, które mogą być drukowane w 3D na żądanie, co zmniejsza stan zapasów fizycznych i względną powierzchnię magazynową, koszty i ryzyko. Ponadto, w przyszłości prawdopodobnie zamiast dużych, scentralizowanych fabryk będą istniały małe, lokalne sklepy 3DP. Wyeliminuje to konieczność transportowania wyprodukowanych towarów, oszczędzając paliwo, czas i pracę oraz ograniczając zanieczyszczenie środowiska.

Dzięki 3DP, różne produkty i części mogą być wytwarzane nie tylko w każdym zakątku Ziemi, ale nawet poza nią. Istnieje już drukarka 3D na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i są pomysły, aby budować bazy na Księżycu, Marsie lub poza nim przy użyciu drukarek 3D i lokalnych materiałów. Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) bada możliwość zastosowania druku 3D na księżycowej ziemi, podczas gdy NASA zorganizowała "3D-Printed Habitat Challenge", konkurs mający na celu stworzenie odpowiednich schronień z wykorzystaniem zasobów dostępnych na miejscu na Księżycu, Marsie lub innych takich miejscach.



Rysunek 27 – Drukarka 3D na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Źródło: <https://madeinspace.us>



Rysunek 28 - Koncepcja konstrukcji drukowanej 3D na Marsie. Źródło: NASA

Jednakże, aby uniknąć przeszkód w szerszym przyjęciu 3DP, wszystkim tym postępowi technicznemu musi towarzyszyć edukacja i rozwój umiejętności. Można tego dokonać poprzez wdrożenie 3DP do edukacji na szeroką skalę, co jest możliwe dzięki odpowiednim wyszkolonym nauczycielom oraz odpowiedniemu wyposażeniu, materiałom i programom.

Wnioski

3DP zaczął wywierać wpływ na wiele aspektów życia gospodarczego i społecznego, a w przyszłości wpływ ten będzie jeszcze większy, jeśli chodzi o zastosowania, miejsca pracy,

zakłócenia w przemyśle, przedsiębiorczość itp. W związku z tym, aby skorzystać z pojawiających się możliwości i dostosować się do zmian, potrzebne będą odpowiednie umiejętności i wiedza związane z 3PR. Sektor edukacji może wesprzeć zarówno rozwój rynku 3DP, jak i osób zaznajomionych z technologią poprzez wdrożenie 3DP w szkole, przygotowując w ten sposób uczniów do przyszłości. Jednym z wymogów, aby było to możliwe, jest posiadanie odpowiednich, przeszkolonych nauczycieli.



Rysunek 29 – Nauczyciele i 3DP

Techniczne aspekty stosowania 3DP

Wstęp

Wybór odpowiedniej drukarki 3D może być sporym wyzwaniem. Zwłaszcza, jeśli chodzi o zakup drukarki do szkoły. Wtedy musimy zwrócić uwagę zarówno na bezpieczeństwo i możliwości oferowane przez drukarkę, jak i wziąć pod uwagę możliwości finansowe szkoły i koszty użytkowania drukarki. Dlatego poniższy tekst zapozna Państwa z niektórymi specyfikacjami i właściwościami drukarek, na które warto zwrócić uwagę, aby dokonać świadomego zakupu i upewnić się, że drukarka będzie pomocna w procesie edukacyjnym.

Poniższy tekst dostarczy Państwu wiedzy na temat podstawowych komponentów, z których składa się drukarka 3D oraz pokaże oprogramowanie do modelowania 3D i oprogramowanie do krojenia modelu do formatu, który można wydrukować. W tym rozdziale znajdą Państwo również przegląd kroków, które należy podjąć w celu przygotowania pierwszego modelu i wydrukowania go.

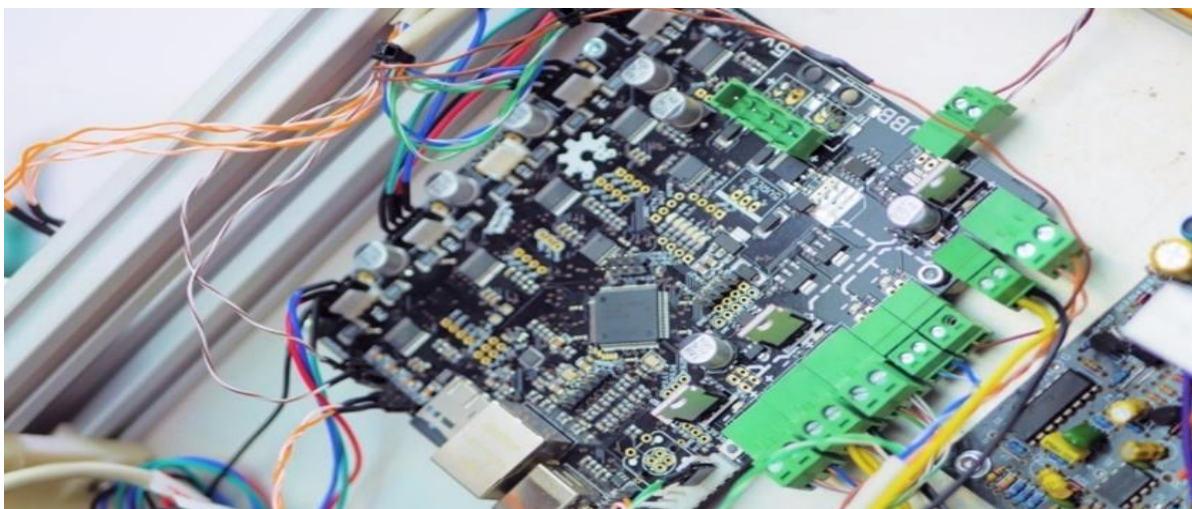
Tekst przedstawia również przykłady drukarek, ich specyfikacje, a także długopisy 3D, które mogą być ciekawą alternatywą i pierwszym krokiem w procesie nauczania uczniów o drukowaniu 3D. Tekst kończy się krótką instrukcją, jak być świadomym zagrożeń związanych z drukiem 3D, szczególnie w szkole.

Na samym końcu znajdziecie Państwo przydatne adresy, które pomogą Wam w pracy.

Główne elementy składowe drukarki 3D

Pierwszym krokiem do zrozumienia, jak działa drukarka 3D, jest poznanie jej głównych komponentów. Ten rozdział przedstawia ważne części drukarki, które należy znać.

Płytki sterownika



Rysunek 30 – Płytkę sterownika. Źródło: <https://all3dp.com/2/5-fantastic-3d-printer-controller-boards/>

Płyta sterownika (czasami nazywana płytą główną lub płytą główną) jest główną częścią drukarki 3D. Ta część jest odpowiedzialna za zarządzanie drukarką i odczytywanie kodu G*.

Ma znaczny wpływ na jakość drukowania 3D. Słusznie jest ona często nazywana "mózgiem" drukarki.

*Kod G to po prostu zestaw prostych poleceń, które są rodzajem zbioru instrukcji dla drukarki.

Ramka

Ramka stanowi podstawę dla wszystkich pozostałych części drukarki 3D. Jednym z jej głównych celów jest zapewnienie stabilności, tak aby proces drukowania przebiegał w najlepszych możliwych warunkach. Oczywiście przy zakupie dobrze jest skupić się na trwałości ramki. Zasadniczo można teraz znaleźć ramki wykonane z metalu lub akrylu. Ze względu na właściwości metalu, będzie to dobry wybór, szczególnie biorąc pod uwagę fakt, że drukarki 3D w niskim przedziale cenowym są już coraz częściej dostępne z ramami metalowymi. Kolejną rzeczą, na którą warto zwrócić uwagę jest to, jaki rodzaj ramki wybierzemy. Istnieją konstrukcje otwarte i zamknięte (można również spotkać ramy półzamknięte, ale jest to raczej rzadkość). Ramka zamknięta będzie lepszym wyborem (praktycznie niezbędnym) przy pracy z materiałem ABS, ponieważ taka konstrukcja pozwala na utrzymanie wysokiej temperatury (co nie jest możliwe w konstrukcji otwartej) wymaganej przez tego typu włókna.

Materiały do druku



Rysunek 31 - Filamenty. Źródło: <https://www.allthat3d.com/3d.com/3d>

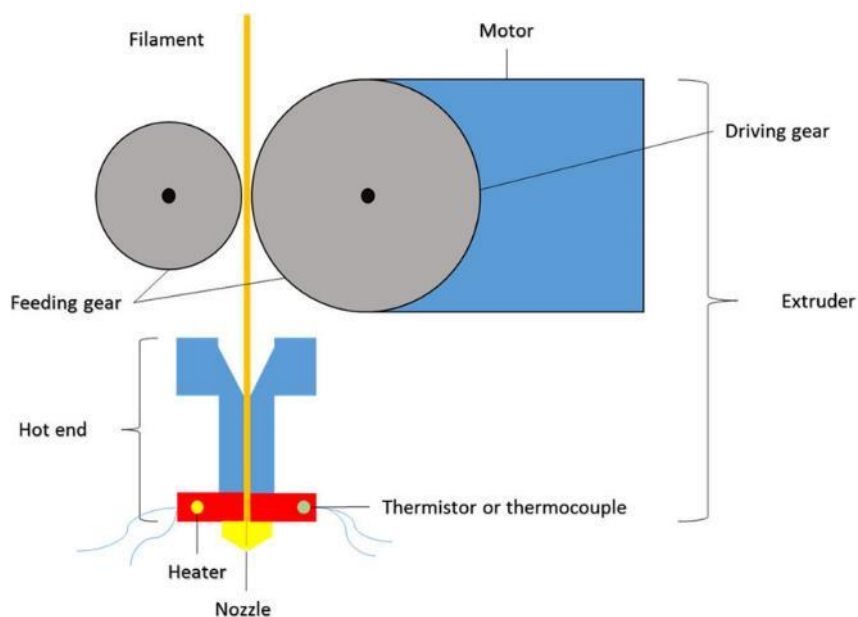
PSU

Zasilacz (PSU – power supply unit) jest często już wbudowany w ramkę drukarki. Może być również oddzielnym produktem. Jego celem jest zasilenie drukarki 3D. Upewnij się, że zasilacz jest kompatybilny z Twoją drukarką. Zamawiając drukarkę z innego kraju (na przykład z Chin), upewnij się również, że zasilacz jest zgodny z napięciem używanym w kraju, w którym mieszkasz¹.

Wyłaczarka / Głowica drukująca

Wyłaczarka jest urządzeniem, którego zadaniem jest wyłaczanie żarnika. Składa się z kilku ważnych części, które przedstawione są na poniższym rysunku.

¹ <https://3dinsider.com/3d-printer-parts/>



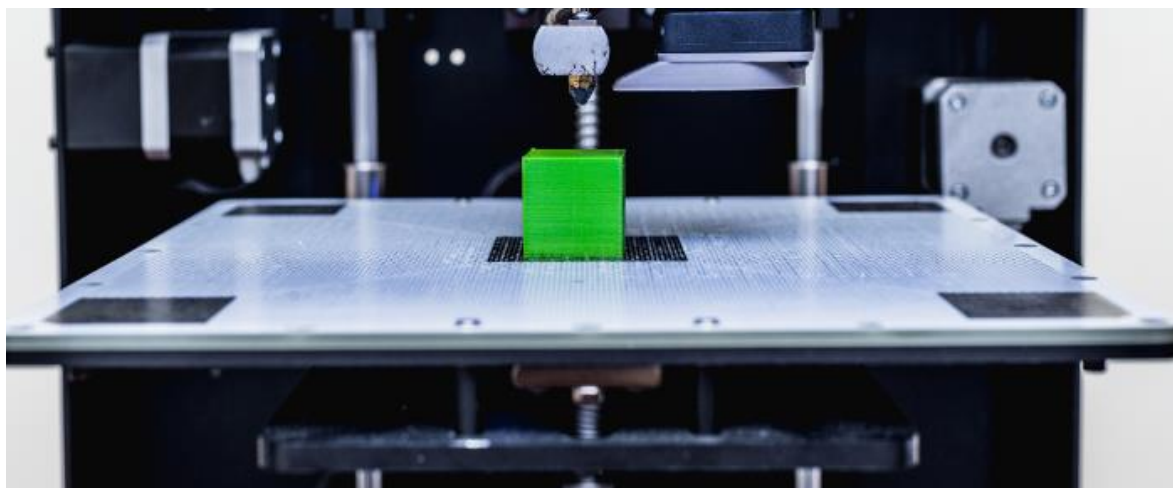
Rysunek 32 - Wytłaczarka. Źródło: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-picture-of-3D-printer-extruder_fig4_311883713

Najważniejsze jest to, że wytłaczarka jest zasadniczo podzielona na dwie części: gorącą i zimną.

Część zimna składa się z silnika i przekładni podającej, których zadaniem jest po prostu przesunięcie żarnika w kierunku dyszy. Część gorąca składa się z grzałki, dyszy i czujnika temperatury. W tej części, filar jest podgrzewany i wytłaczany przez dyszę w odpowiedniej temperaturze. Warto wiedzieć, że istnieje wiele różnych możliwości, jeśli chodzi o dyszę. Można znaleźć różne rozmiary dyszy: większą (>0,4mm) i mniejszą (0,4mm). Można zauważyć, że są one wykonane z różnych materiałów i przeznaczone do różnych włókien².

Łóżko druku 3D

² <https://all3dp.com/2/3d-printer-nozzle-size-material-what-to-know-which-to-buy/>



Rysunek 33 – Łóżko druku 3D. Źródło: <https://www.sculpteo.com/en/glossary/printer-bed-definition/>

Krótko mówiąc, to właśnie tutaj powstaje produkt końcowy. Niektóre drukarki używają podgrzewanego łóżka do drukowania, a niektóre nie. Zasadniczo, przy użyciu materiału PLA nie ma potrzeby stosowania podgrzewanego łóżka do drukowania. Inaczej jest z ABS i innymi bardziej zaawansowanymi włóknami, gdzie jest to faktycznie konieczne. Samo łóżko wykonane jest z różnych materiałów (np. szkło/aluminium). Warto zwrócić uwagę na to, czy kalibrują się one automatycznie do nadruku, czy też użytkownik musi to zrobić ręcznie³.

³ <https://www.sculpteo.com/en/glossary/printer-bed-definition/>

Wybór drukarki 3D

Aby móc wybrać właściwą drukarkę dla szkoły, trzeba najpierw zrozumieć, co oznaczają poszczególne specyfikacje wymienione w opisie produktu. Ponadto, należy mieć wizję tego, jak uczniowie będą pracować w klasie, aby móc lepiej spełniać ich oczekiwania. W dalszej części tekstu znajdują się przykłady drukarek i ich specyfikacje.

Kupując drukarkę do szkoły, bierzemy pod uwagę raczej sprzęt amatorski niż bardzo profesjonalny. Przecież drukarka jest zaprojektowana tak, aby uczyć podstaw druku 3D i przekazywać pomysły oraz wiedzę niezbędną do zrozumienia procesu drukowania. Nie jest możliwe, aby stać się ekspertem uczestnicząc tylko w kilku lekcjach i mieć potrzebę korzystania z bardzo profesjonalnego sprzętu.

Przyjrzyjmy się więc kilku wyborom i ich specyfikacjom:

Długopis do drukowania 3D

Opis: Pierwszy produkt to nie tyle drukarka, co długopis, który pozwoli nam na tworzenie rzeczy w 3D. Jego główną zaletą jest cena. Długopis jest tani, ale wykonany w taki sposób, aby uczniowie mogli zrozumieć jak działa drukowanie w 3D. W długopisie znajduje się specjalne włókno (najczęściej będzie to ABS, czyli styren akrylonitrylowo-butadienowy). Jest on następnie podgrzewany i "wychodzi" przez długopis w postaci płynu, który prawie natychmiast zamarza w powietrzu.



Rysunek 34 – Przykład długopisu 3D. Źródło: <https://3dprint.com/119065/colido-3d-printing-pen/>

Jak używać go w klasie?

Długopis może być używany podczas nauki najmłodszych, ponieważ jest całkowicie bezpieczny. Dzięki niemu zrozumieją jak działa druk 3D i będą mogli ćwiczyć swoje umiejętności artystyczne. Ponieważ rezultaty pracy z długopisem są widoczne natychmiast i nie trzeba na nie czekać, może być bardzo skutecznym narzędziem w nauczaniu. Włókna są stosunkowo tanie i łatwo dostępne. Poza tym można dokupić dodatkowe szablony pozwalające na tworzenie interesujących projektów⁴. Co ciekawe, niektóre firmy, jak **3Doodler**, oferują gotowe scenariusze lekcji i pakiety edukacyjne, z których mogą korzystać szkoły.

Przykłady produktów:

- **3Doodler**

Sklep: <https://intl.the3doodler.com/pages/pricing>

- **3Dsimo MultiPro**

Sklep: <https://3dsimo.com/multipro>

Drukarki 3D dla szkół

Opis: Wśród drukarek 3D, które mogą być używane do celów amatorskich lub do nauczania druku 3D, najlepiej jest używać modeli, które są stosunkowo tanie, ponieważ nie powinniśmy dbać o wysoką jakość druku, ale bardziej o nauczanie funkcjonowania tej technologii.

Jeśli chodzi o produkty amatorskie, warto skupić się na kilku ich elementach, takich jak **ramka** - *upewnić się, że konstrukcja jest mocna i jak najbardziej sztywna*, czy też **filament** - *upewnić się, że filament można szybko i łatwo zamontować na uchwycie*.

Jak używać je w klasie?

Korzystanie z druku 3D w klasie może odbywać się na wielu poziomach. Od nauki teoretycznego procesu drukowania do tworzenia i drukowania modeli.

Jeśli chodzi o drukowanie modeli, mogą być one zazwyczaj uzyskane z pięciu miejsc:

- Zrobione samodzielnie;
- Pobrane za darmo z Internetu;
- Kupione z Internetu;
- Przygotowane przez kogoś innego;
- Zeskanowane skanerem 3D.

Kilka przykładów stron z darmowymi i płatnymi projektami:

⁴ <https://3dpenhub.com/3d-pens-how-do-they-work/>

- <https://www.thingiverse.com/>
- <https://www.myminifactory.com/store>
- <https://www.instructables.com/>
- <https://www.prusaprinters.org/>
- <https://cults3d.com/en>

Jak widać, wiele modeli jest dostępnych do pobrania za darmo. Są to oczywiście zazwyczaj bardzo proste projekty, ale świetnie nadają się do prezentacji druku w klasie.

Oprogramowanie do modelowania 3D

Jeśli chcesz stworzyć swój własny model 3D, możesz użyć darmowego oprogramowania do modelowania. Oto kilka programów, które możesz wykorzystać do tego celu. Masz do dyspozycji zarówno bezpłatne jak i płatne opcje. W zależności od Twoich umiejętności możesz również używać mniej lub bardziej profesjonalnych narzędzi. Warunkiem wstępnym jest zapisanie gotowego modelu w formacie STL.

Format STL - jest to format stworzony do drukowania 3D przez 3D Systems. Jest to produkt końcowy modelowania CAD (zwykle). Koduje on geometrię obiektu 3D⁵.

1. FreeCAD

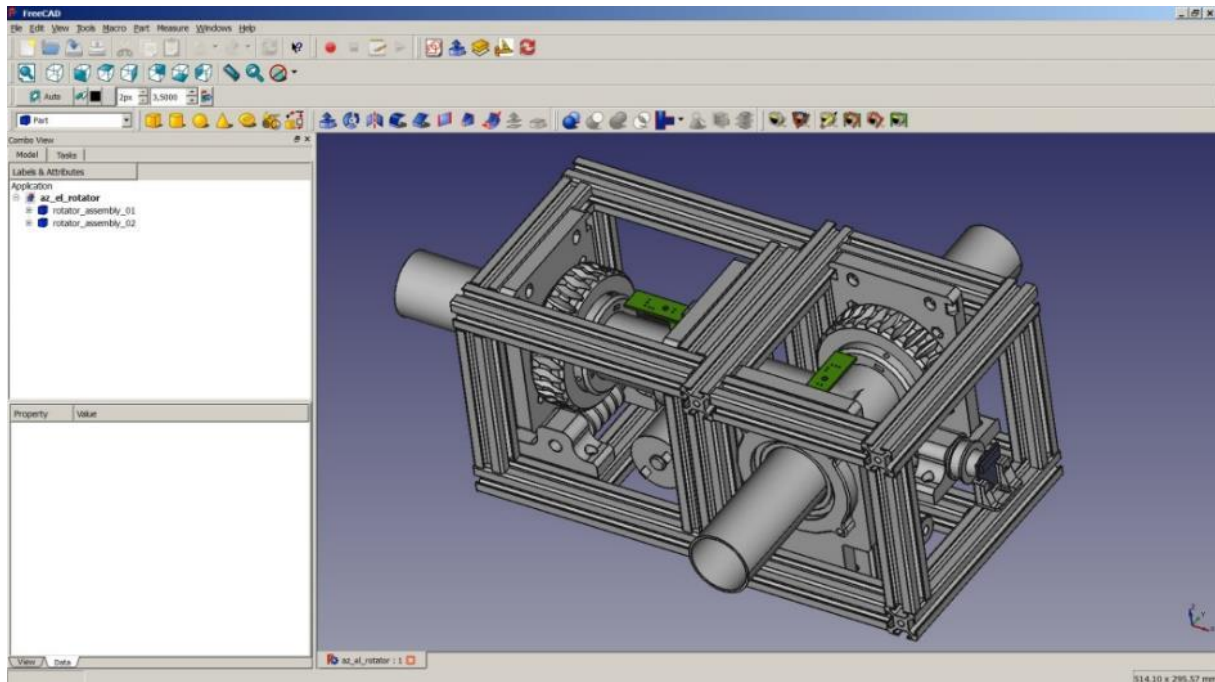
Jest to program open-source i jest w pełni darmowy.

Aby z niego korzystać, musisz znać wymagania dla aktualnej wersji programu. W chwili obecnej można go pobrać na Windows (minimum Win 7); Mac (minimum Mac OS X 10.11 El Capitan) i Linux. Wystarczy go pobrać i zainstalować i można zacząć tworzyć swoje modele.

Price: Darmowy

Formaty plików: STEP, IGES, OBJ, STL, DXF, SVG, DAE, inne

⁵ <https://all3dp.com/what-is-stl-file-format-extension-3d-printing/>



Rysunek 35 - FreeCAD. Źródło: https://wiki.freecadweb.org/Release_notes_0.16

2. SketchUp

SketchUp to kolejny program oferujący możliwość tworzenia modeli 3D. Może on być używany za darmo, ale w tym przypadku jest on ograniczony. Istnieją różne plany i ceny w zależności od tego, jakim typem klienta jesteś. Każdy może być uruchomiony w przeglądarce.

- Dla osób prywatnych;
- Dla Profesjonalistów;
- Dla wyższych uczelni
- Dla szkół podstawowych i średnich

Jeśli wybierzesz opcję bezpłatną, jedyne co musisz zrobić, to zarejestrować się na platformie.

Cena: Opcja darmowa jest dostępna ale posiada ograniczenia.

Formaty plików: SKP, STL, PNG

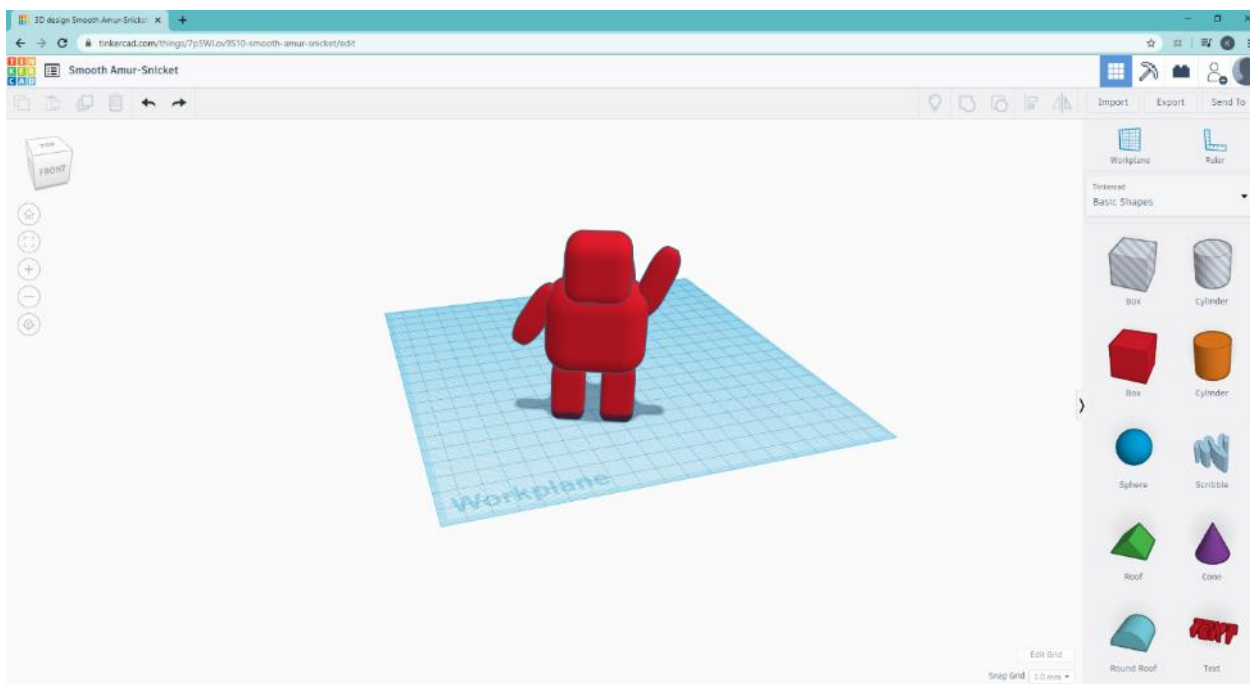
3. TinkerCAD

TinkerCAD jest interesujący, ponieważ można w nim projektować w przeglądarce, więc nie trzeba niczego instalować. Jest to naprawdę łatwe i proste narzędzie, dobre dla początkujących. Wszystko co musisz zrobić, to założyć konto na platformie.

Jest możliwość wykorzystania gotowych lekcji 3D, dzięki którym łatwo jest nauczyć się, jak projektować różne modele.

Cena: Darmowy

Formaty plików: OBJ, SVG, STL, PART



Rysunek 36 – TinkerCAD

Istnieje znacznie więcej programów / platform do tworzenia takich modeli. Wybór powinien zazwyczaj zależeć od Twojego doświadczenia i tego, jak skomplikowane modele chcesz stworzyć. Dla ogółu nowicjuszy, najlepszą opcją jest prawdopodobnie TinkerCAD.

Oprogramowanie do cięcia w 3D

Kiedy model jest już gotowy, kolejną rzeczą, którą musisz zrobić, to przekonwertować go za pomocą oprogramowania do cięcia do druku 3D. Możesz znaleźć wielu dostawców wolnego oprogramowania takich usług.

Celem tego oprogramowania jest konwersja przygotowanego modelu w formacie STL (najczęściej będzie to STL, ale mogą to być inne formaty, takie jak AMF lub OBJ) na polecenia drukarki (kod G), następną rzeczą jest przeniesienie kodu G⁶, (np. przez USB) do drukarki i wydrukowanie samego modelu.

Oprogramowanie do cięcia ma za zadanie podzielenie modelu na warstwy, ale jest również odpowiedzialne, na przykład, za tworzenie struktur wsparcia. Podpory są niezbędne, jeśli wymaga tego kształt drukowanego obiektu. Zapewniają one stabilność podczas procesu drukowania i zapobiegają wysypywaniu się włókna. Nie musisz umieszczać podpór podczas

⁶ Evans, Brian. Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing. apress. ISBN 978-1-4302-4393-9.

procesu modelowania w swoim programie, oprogramowanie zrobi to za Ciebie, aby wskazać, gdzie będą one potrzebne. Oczywiście, po wydrukowaniu podpór tych trzeba się pozbyć.

Ponadto, oprogramowanie pozwoli Ci na zarządzanie kilkoma zmiennymi, które wpływają na jakość Twojego produktu końcowego. Należą do nich: wysokość warstwy, grubość ścianki, gęstość wypełnienia, prędkość drukowania. Po ustawieniu tych kryteriów, proces krojenia jest automatyczny. Wynikiem pracy oprogramowania jest kod G.

Na rynku istnieje duża liczba oprogramowań. Przykładami są:

Cura



Rysunek 8 – Cura. Źródło: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_(software))

Cura jest wolnym oprogramowaniem i jest przeznaczona dla wszystkich typów użytkowników, od początkujących do zaawansowanych. Zdecydowanie jest to jedna z najpopularniejszych oprogramowań do cięcia. Cura obsługuje takie formaty jak: STL, 3MF i OBJ. Ciekawym rozwiązaniem oferowanym przez firmę Cure jest np. możliwość podglądu czasu wydruku lub oszacowania, ile materiału zostanie zużytego⁷.

SLic3r

⁷ <https://all3dp.com/1/best-3d-slicer-software-3d-printer/>



Rysunek 37 – Slic3r. Źródło: <https://amtech3d.com/software/slic3r-logo-with-text/>

Slic3r to kolejne bardzo popularne darmowe oprogramowanie dedykowane do cięcia modeli 3D. Slic3r charakteryzuje się mnogością ustawień i opcji. Wiele z ustawień, które dziś uważamy za standardowe, ma swoje źródła w tym konkretnym oprogramowaniu.

Inne cechy tego oprogramowania to to, że jest ono bardzo szybkie i łatwe w użyciu. Obsługuje formaty STL, AMF i OBJ. W przypadku Slic3ra nie ma pokazywanego czasu wydruku i nie można zobaczyć szacunkowej ilości materiału (jak to było w Cura).

Netfabb Standard



Rysunek 38 – Netfabb. Źródło: <https://cimquest-inc.com/netfabb/>

Jest to kolejne rozwiązanie przygotowujące modele do druku 3D. Jest to rozwiązanie bardzo złożone, ale płatne. Kosztuje 30 dolarów miesięcznie (można również wybrać dłuższy termin na przykład roczny, w takim przypadku cena miesięczna będzie niższa). Netfabb oferuje kilka innych produktów, takich jak Netfabb premium / ultimate. Oprogramowanie to jest własnością Autodesk (nabyte w 2015 roku). Program pozwala na zarządzanie plikiem STL, na przykład

poprzez jego analizę oraz edycję i naprawę. Jest to zaawansowane narzędzie, więc nadaje się raczej dla profesjonalnych użytkowników.

Jednak bez względu na to, jakiego oprogramowania zdecydujesz się użyć, liczy się efekt końcowy, czyli produkt końcowy.

Podsumujmy wiedzę, którą już posiadamy i prześledźmy cały proces drukowania

Kroki prowadzące do wydrukowania modelu 3D.

Krok 1. Pomyśl o tym, co chcesz stworzyć. Musimy również pamiętać o ograniczeniach technologii druku 3D i naszej drukarki (np. powierzchnia budynków o określonych rozmiarach itp.).

Krok 2. Przygotuj model w programie do tworzenia modeli 3D, takich jak FreeCAD, SketchUp, TinkerCAD lub inny model, który Ci się podoba i do którego masz dostęp. Idealnym rezultatem końcowym modelowania powinien być plik .stl / .obj.

Krok 3. Użyj programu do krojenia, takiego jak Cure, który konwertuje model na kod G, który może być "odczytany" przez drukarkę 3D. Tutaj możesz ustawić wiele zmiennych, które mają wpływ na produkt końcowy (np. temperatura druku / prędkość).

Krok 4. Wydrukuj produkt końcowy.

Krok 5. Po wydrukowaniu może się okazać, że produkt nie jest idealny. Będziesz wtedy musiał znaleźć niedoskonałe miejsce i skorygować ustawienia. Istnieją dwie ścieżki. Pierwsza polega na sprawdzeniu, czy nie ma błędów i skorygowaniu ich, a druga na tym, że otrzymujesz produkt końcowy (projekt, który chciałeś) i możesz go ponownie drukować wiele razy, wiedząc, że zawsze będzie tej samej jakości.

Specyfikacja techniczna niektórych popularnych drukarek 3D

Drukarka Monoprice MP Select Mini 3D Printer V2



Figure 39 - Monoprice MP Źródło: https://www.monoprice.com/product?p_id=21711

Powyższa drukarka kosztuje około 200 euro. Jest stosunkowo tania, a jej producent zapewnia, że jest najlepsza w swojej klasie cenowej. Drukarka ma podgrzewaną platformę roboczą i umożliwia pracę na różnych filamentach. Można się z nią połączyć również przez WI-FI. Producent zapewnia również, że drukarka jest już skalibrowana i gotowa do użycia, więc nie ma potrzeby jej montażu itp. To z pewnością pozwoli zaoszczędzić czas. Drukarka jest kompatybilna z systemami operacyjnymi Windows i Mac, posiada slot na kartę microSD oraz wejście USB. Producent zapewnia również, że jest kompatybilna z Cura, Repetier i wieloma innymi. Oprócz drukarki w zestawie znajdują się różne inne akcesoria, takie jak kabel micro USB, karta micro SD, skrobak i wiele innych. Zespół wsparcia pomaga przed i po zakupie, zapewniając wsparcie techniczne, a także umożliwiając zwrot produktu¹⁴.

Technika: FDM

Obszar budowy: 120x120x120mm

Średnica dyszy: 0,4 mm

Materiał żarnika: PLA / PLA+

Creality Ender 3 Pro



Figure 40 - Creality Ender 3 Pro. Źródło: https://pl.gearbest.com/3d-printers-3d-printer-kits/pp_009869130016.html

Kolejną prezentowaną drukarką jest Creality Ender-3 Pro. Jej koszt to około 300 euro. Ma większą przestrzeń do zabudowy niż poprzednia drukarka i większe możliwości w zakresie rodzaju filamentu, którego możemy użyć. Drukarkę należy złożyć, chociaż jest już częściowo złożona, więc nie powinno to być bardzo czasochłonne. Producent zapewnia, że nagrzewanie zajmie tylko 5 minut i po wyłączeniu można wznowić drukowanie (automatycznie). Producent dołącza również różne akcesoria w zestawie¹⁵.

Technika: FDM

Obszar budowy: 220x220x250

Średnica dyszy: 0,4 mm

Materiał żarnika: PLA, ABS, drewno, TPU, Kolor gradientu, węgiel , włókno, etc⁸.

Zalecenia dotyczące drukarek 3D do zastosowań szkolnych

Jakie kroki należy podjąć przed zakupem drukarki 3D?

1. Określ budżet

⁸ <https://www.drukarki3d.seb-comp.pl/drukarki-3d/273-creality-ender-3-pro.html>

Pierwszym krokiem przy wyborze drukarki powinno być określenie budżetu. Pozwoli to mniej więcej określić, na którym segmencie drukarki należy się skupić. Możemy znaleźć drukarki za kilkanaście euro (np. 3D pence) oraz takie, które kosztują kilka tysięcy euro (do użytku przemysłowego). Cena będzie jednym z głównych kryteriów dla wielu szkół.

2. Wsparcie klienta.

Przed zakupem drukarki warto sprawdzić, czy firma sprzedająca produkt posiada wsparcie techniczne dla klientów, jak wygląda polityka zwrotów i czy np. jest łatwy dostęp do części zamiennych. Może to być bardzo ważne; biorąc pod uwagę, że uszkodzenie wydruku w klasie nie jest trudne. Inną kwestią jest to, że wsparcie techniczne może być przydatne już na etapie montażu i instalacji oprogramowania. Zwłaszcza jeśli nauczyciele nie mieli wcześniej możliwości korzystania z druku 3D i nie mają wiedzy na temat elektroniki i automatyzacji.

3. Bezpieczeństwo

Biorąc pod uwagę, że drukarka będzie stosowana do nauki w klasie i będzie używana przez wiele osób, musi być bezpieczna w obsłudze. Zobacz rozdział 4, aby uzyskać więcej informacji na temat bezpieczeństwa i na co zwrócić uwagę podczas pracy z urządzeniem.

4. Rozmiar obszaru budowy

Dzięki temu dowiemy się, jaki rozmiar obiektów możemy wydrukować. Warto jednak zdać sobie sprawę, że nie będziemy potrzebować dużego obszaru roboczego, aby w jakikolwiek sposób nauczyć się drukowania 3D. Duże wydruki generują dużo czasu (nawet kilka dni), a ich koszt (prąd, materiały) jest również bardzo wysoki. Poza tym przy większych wydrukach istnieje ryzyko uszkodzenia modelu przez niedoświadczoną osobę⁹.

5. Technologia druku

Poprzedni rozdział, **Wprowadzenie do 3DP**, przedstawia różne technologie drukowania, sprawdź je i przemyśl swój wybór. Najtańszą opcją będzie prawdopodobnie technologia FDM.

6. Produkt gotowy do użycia lub wymagający montażu

Kupując drukarkę z niższego przedziału cenowego, często spotykamy się z tym, że będziemy musieli sami ją złożyć. Oprócz montażu trzeba też dopracować jego ustawienia, co może być czasochłonne. Dlatego warto zwrócić uwagę na formę, w jakiej przyjdzie do nas drukarka 3D.¹⁰

⁹ <https://www.tomsguide.com/us/3d-printer-buyers-guide,news-17651.html>

¹⁰ <https://3dinsider.com/guide-buying-3d-printer/>

Techniczny aspekt korzystania z drukarki 3D

Nadal najpopularniejszą i najczęściej stosowaną technologią do amatorskiego wytwarzania produktów 3D jest FDM / FFF. Dlatego ta część skupi się na tym produkcie jako dobrym wyborze dla szkół. Warto zacząć od wyjaśnienia, że technologia FDM (Fused Deposition Modeling) to nie to samo co FFF (Fused Filament Fabrication), ale jest tu tak wiele podobieństw, że często możemy znaleźć obie formy wspomniane przez sprzedawcę. Ale żeby to wyjaśnić, powinno się wiedzieć, że technologia FDM pojawiła się w 1989 roku i została stworzona przez parę (Scott i Lisa Crump), którzy również założyli Stratasys w tym samym roku. W 2005 roku tę samą technologię badał Adrian Bowyer (wykładowca na brytyjskiej uczelni), który stworzył słynny projekt drukarki „RepRap”. Patent FDM wygaś w 2008 roku, co otworzyło Bowyerowi drzwi do promowania jego rozwiązania. Ponieważ nie mógł używać nazwy FDM (było to zastrzeżone), opisał swoją technologię jako FFF¹¹.

Druk w tej technologii polega na tym, że najpierw materiał (np. ABS) nagrzewa się w głowicy do wymaganej temperatury (zwykle 180 - 260 stopni Celsjusza), który następnie nakładany jest warstwa po warstwie na budowaną powierzchnię. Praca z technologią FDM często wymaga użycia dodatkowych podpór. Jeśli chodzi o druk 3D w szkole, ta technologia sprawdzi się bardzo dobrze. Choć wytwarzane produkty nie będą najwyższej jakości, świetnie sprawdzą się w celach edukacyjnych.

Przyjrzyjmy się teraz niektórym czynnikom, które wpłyną na jakość i czas produkcji modeli. Pozwoli nam to poznać kilka specyficznych cech tej technologii.

Obszar budowy

Wielkość obszaru budowy podana jest w 3 wymiarach: X, Y i Z.

¹¹ <https://3dprinterpower.com/fff-vs-fdm/>



Rysunek 41 – Obszar budowy. Źródło: Na podstawie: <https://shop.prusa3d.com/pl/drukarki-3d/181-drukarka-3d-original-prusa-i3-mk3s.html>

Rozmiar obszaru budowy będzie bezpośrednio związany z wielkością obiektów, które można wydrukować. Kolejnym czynnikiem będzie wysokość nałożonej warstwy materiału. Zależy to również od materiału. Powinno się wiedzieć, że ustawienie mniejszej wysokości spowoduje dłuższy czas drukowania, ale większą dokładność. Ustawienie go odwrotnie spowoduje szybszy gotowy produkt, ale będzie on miał niższą jakość¹².

Wśród materiałów, które możemy wykorzystać w druku FDM możemy wymienić:

- **ABS (Acrylonitryle Butadiene Styrene)**

Jest to jeden z najczęściej używanych materiałów. Charakteryzuje się dużą wytrzymałością i twardością. Jednak podczas pracy z nim wytwarzane są niebezpieczne opary. Pomieszczenie powinno być dobrze wentylowane. Kolejną cechą jest duży skurcz materiału. Dlatego należy stosować wysoką temperaturę (240-260 stopni) i podgrzewany stół roboczy¹³. Wśród jego wad należy wymienić również charakterystyczny nieprzyjemny zapach.

- **PLA**

PLA (kwas polimlekowy) to drugi (obok ABS) najpopularniejszy materiał wykorzystywany w druku 3D FDM. Charakteryzuje się biodegradowalnością i niskim skurczem przetwórczym. Często jest używany jako materiał do przygotowania części demonstracyjnych. Warto zaznaczyć, że PLA nie potrzebuje podgrzewanego stołu, a drukowanie jest dość szybkie¹⁴.

¹² <https://3dprinterpower.com/fff-vs-fdm/>

¹³ <https://centrumdruku3d.pl/krok-10-abs-pla-nylon-i-inne-czyli-przegląd-filamentow-do-drukarek-3d/>

¹⁴ <https://3dreaktor.pl/Filament-PLA-wlasciwosci-i-drukowanie>



Rysunek 42 - Porównanie ABS z PLA. Źródło: 3DHubs.com

Inne ciekawe i zyskujące popularność materiały to:

- Nylon (PA);
- PC (Poliwęglan);
- PETG;
- HIPS;
- Titan HT;
- Flex Filament.

W zdecydowanej większości przypadków producent każdego z filamentów podaje specyfikę użytkowania (dobór temperatury itp.).

Środki bezpieczeństwa

Chociaż drukowanie 3D jest stosunkowo bezpieczne, podobnie jak w przypadku każdego z narzędzi, może jednak spowodować uszkodzenia, zwłaszcza jeśli nie jest używane prawidłowo. W tym rozdziale wymienimy kilka rodzajów zagrożeń dla użytkowników drukarek 3D, o których należy wiedzieć, aby świadomie i bezpiecznie korzystać z tych urządzeń. Skoncentrujemy się tutaj również na niebezpieczeństwach związanych z używaniem amatorskich, a nie przemysłowych drukarek 3D.

Pierwszym z tych zagrożeń są urazy mechaniczne. Specyficzna, otwarta konstrukcja tańszych modeli drukarek 3D ma wspólną cechę - możemy sięgnąć ręką do niemal każdej części drukarki. Jednak wynikające z tego niebezpieczeństwa są raczej niewielkie (trzask, drobne skaleczenia).

Niemniej jednak nie powinniśmy wkładać rąk do ruchomych części podczas drukowania. Jednak wyciągnięcie gotowego wydruku może być bardziej niebezpieczne. Dzieje się tak, ponieważ zwykle wykonuje się to szpachelką, ponieważ pierwsza warstwa zwykle przylega dość mocno do obszaru budowy. Tutaj można odnieść kontuzję podczas odrywania, gdy zbyt mocno nacisniemy szpatułką i uderzymy drugą ręką¹⁵.

Wskazówka na zajęciach: należy zastanowić się nad ewentualnymi urazami i nie pozwolić dzieciom wkładać rąk do pracującej drukarki 3D. Dobrą praktyką może być to, że to nauczyciel jest jedyną osobą, która wyciągnie gotowy produkt.

Oparzenia to kolejne zagrożenie, które może wystąpić podczas pracy z drukarkami 3D. Dwa główne elementy, które mogą być najbardziej niebezpieczne w drukarce, to głowica drukująca i obszar roboczy¹⁶.

Wskazówka podczas zajęć: upewnij się, że uczniowie nie dotykają tych części podczas pracy.

Awaria sprzętu

Jednym z najbardziej niebezpiecznych uszkodzeń może być awaria sprzętu. Oprócz aspektu dodatkowych wydatków na naprawę i straconego czasu lekcji, niektóre awarie mogą mieć poważne konsekwencje, które mogą nawet doprowadzić do zapalenia się drukarki.

Wskazówka na zajęciach: Pamiętaj, aby mieć sprzęt do gaszenia ewentualnego pożaru. Pamiętaj o monitorowaniu pracy drukarki.

Dość dużym ryzykiem, szczególnie podczas pracy z drukarką w klasie, są cząsteczki i opary powstające podczas drukowania. Powstają głównie podczas stosowania technologii FDM. Badania pokazują, że użycie kilku 3DP w gabinecie może zwiększyć UFP (ultradrobne cząsteczki) z ~ 2500 do ~ 25000, co może wpłynąć na pogorszenie stanu układu oddechowego¹⁷.

Wskazówka na zajęciach: przeanalizuj rozmieszczenie drukarek i wybierz odpowiedni filament o niskiej emisji. Pamiętaj o zachowaniu bezpiecznej odległości podczas drukowania i korzystaj z drukarek tylko w dobrze wentylowanych pomieszczeniach.¹⁸

¹⁵ <https://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/18295-d-printing-and-worker-safety>

¹⁶ [Ibidem](#)

¹⁷ Patryk Szyndler, Selected aspects of 3D print technology, Zeszyty Naukowe WSP nr 3/2017 Technologie. Procesy. Bezpieczeństwo. (Red. tomu) M. Chrzęścik, Wyższa Szkoła Promocji, Mediów i Show Businessu, Warszawa 2018

¹⁸ https://www.concordia.ca/content/dam/concordia/services/safety/docs/EHS-DOC-148_3DPrinterSafety.pdf

Dodatkowe zasoby oprogramowania

Dodatkowe zasoby potrzebne do przygotowania produktów 3D.

Oprogramowanie do tworzenia modeli 3D

FreeCAD	https://www.freecadweb.org/
SketchUp	https://www.sketchup.com/
TinkercAD	https://www.tinkercad.com/
Meshmixer	http://www.meshmixer.com/

Oprogramowanie do przekrojowych modeli 3D

Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura
Slic3r	https://slic3r.org/
Z-Suite	https://support.zortrax.com/downloads/
IceSL	https://icesl.loria.fr/

Darmowe modele 3D

Thingiverse	https://www.thingiverse.com/
CGTrader	https://www.cgtrader.com/
PrusaPrinters	https://www.prusaprinters.org/prints
Zortrax library	https://library.zortrax.com/
Repables	https://repables.com/
NASA	https://nasa3d.arc.nasa.gov/models/printable

Dobre źródła wiedzy o druku 3D

https://3dprinting.com/
https://3dinsider.com/
https://all3dp.com/

Zbiór studiów przypadku

Studium przypadku#1

Tytuł studium przypadku	Nauczanie techniki z wykorzystaniem druku 3D
Temat lekcji	Modelowanie pionków do gier planszowych.
Cele edukacyjne	Uczeń rozpoznaje i wykorzystuje materiały kompozytowe, tworzywa sztuczne. Rozwijanie myślenia i umiejętności technologicznych.
Opis	Nauczyciel techniki wykorzystuje drukowanie 3D do tworzenia modeli pionków, które można wykorzystać w grach planszowych.
- Miejsce	Szkoła Podstawowa im. Jana Twardowskiego, Nowa Wieś
- Czas	2020
- Metody	Model 3D tworzony jest na podstawie równania matematycznego przy użyciu oprogramowania Wolfram Mathematica, a następnie eksportowany jako plik .STL. Następnie plik .STL jest przygotowywany za pomocą programu do krojenia i wysyłany do drukarki 3D.
- Oczekiwane efekty	Uczniowie znacznie lepiej i łatwiej rozumieją koncepcję druku D3, potrafią tworzyć własne modele pionków.
- Utrudnienia	
Oprogramowanie używane do modelowania	TinkerCAD - https://www.tinkercad.com
Innowacyjne podejście	Studenci mogą dowolnie rozbudowywać podstawową bazę bloków. Rozwijają wyobraźnię realizując własne projekty.
Opinie uczniów	Możliwość drukowania nowych form geometrycznych.
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	

Studium przypadku #2

Tytuł studium przypadku	Kompatybilne klocki Lego - rozwój zasobów.
Temat lekcji	Projektowanie i drukowanie kompatybilnych klocków Lego.
Cele edukacyjne	Rozwijanie myślenia i umiejętności technologicznych. Nieograniczony rozwój wyobraźni poprzez realizację własnych projektów.
Opis	<ul style="list-style-type: none"> - Nauczyciel informatyki wykorzystuje drukowanie 3D do tworzenia kompatybilnych bloków, które zostaną wykorzystane do rozszerzenia istniejących zasobów. Wydrukujemy brakującą część naszej konstrukcji. - Miejsce - Szkoła Podstawowa im. Ks. Jana Twardowskiego, Nowa Wieś - Czas - 2020 - Metody - Model 3D tworzony jest na podstawie równania matematycznego przy użyciu oprogramowania Wolfram Mathematica, a następnie eksportowany jako plik STL. Następnie plik .STL jest przygotowywany za pomocą programu do krojenia i wysyłany do drukarki 3D. - Oczekiwane efekty - Studenci znacznie lepiej i łatwiej rozumieją koncepcję drukowania 3D. - Utrudnienia
Oprogramowanie używane do modelowania	- TinkerCAD - https://www.tinkercad.com
Innowacyjne podejście	Studenci mogą dowolnie rozbudowywać podstawową bazę bloków. Rozwijają wyobraźnię realizując własne projekty.
Opinie uczniów	Możliwość drukowania nieistniejących bloków np. bardzo duże koła lub specjalne koła zębate.

<p>Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)</p>	<p>http://www.swiatdruku3d.pl/wydrukuj-wlasne-klocki-mybuild-pasujace-do-lego/</p> <p>https://www.thingiverse.com/thing:2503065</p>
	<div style="text-align: center;">  <p>Źródło zdj: http://www.swiatdruku3d.pl</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p>Źródło zdj: https://www.thingiverse.com/</p> </div>

Studium przypadku #3

Tytuł studium przypadku	Zrozumienie związku między abstrakcją a konkretyzacją
Temat lekcji	Filozofia Wsparcie dla wysoko funkcjonujących uczniów z autyzmem
Cele edukacyjne	Ułatwienie zrozumienie związku między abstrakcyjną myślą a przedmiotem. Pomoc w zrozumieniu związku między projektem a realizacją
Opis	Działalność multidyscyplinarna (modelowanie-rysunek-sztuka) i filozofia
- Miejsce	Miejsce Liceum artystyczne - liceum
- Czas	
- Metody	Metody Lekcja z przewodnikiem, podczas której uczniowie poznają w jaki sposób model 3D można przekształcić w obiekt fizyczny.

- Oczekiwane efekty	Oczekiwane efekty zwiększyć abstrakcyjne myślenie i umiejętności rozwiązywania problemów
- Utrudnienia	Trudności <ul style="list-style-type: none"> - kilka drukarek 3D dostępnych w szkołach - niewystarczające przeszkolenie techniczne nauczycieli w zakresie obsługi drukarek 3D
Oprogramowanie używane do modelowania	nieistotne przydatny może być zestaw szablonów gotowych do wydrukowania
Innowacyjne podejście	Studenci mający trudności ze zrozumieniem myślenia abstrakcyjnego ponoszą ryzyko dekoncentracji, jeśli zostaną poproszeni o zbudowanie modeli w skali, użycie drukowania 3D, eliminuje to wówczas ręczną fazę budowy obiektu i podkreśla bezpośrednie powiązanie między modelem a obiektem
Opinie uczniów	Nie zarejestrowano
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	

Studium przypadku #4

Tytuł studium przypadku	Znajomość funkcjonowania drukarek 3d jako podstawowa wymagana kompetencja zawodowa
Temat lekcji	Modelowanie i rysunek techniczny
Cele edukacyjne	Nabywanie kompetencji zawodowych
Opis	Warsztat techniczny
- Miejsce	- liceum - technikum
- Czas	
- Metody	- Metody: warsztat
- Oczekiwane efekty	- Oczekiwane efekty: Nabycie kompetencji zawodowych, doświadczenie w budowaniu zespołu
- Utrudnienia	- Trudności - kilka drukarek 3D dostępnych w szkołach

	<ul style="list-style-type: none"> – niewystarczające przeszkolenie techniczne nauczycieli w zakresie drukarek 3D – Nie zarejestrowany
Oprogramowanie używane do modelowania	– nieistotne
Innowacyjne podejście	– Kompetencje w zakresie drukarek 3D nie są uwzględnione w oficjalnym programie szkoły. Kompetencja ta będzie stanowić konkurencyjną przewagę dla studenta poszukującego pracy po uzyskaniu dyplomu
Opinie uczniów	Nie zarejestrowano
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	

Studium przypadku #5

Tytuł studium przypadku	Z mapy do miasta
Temat lekcji	Wsparcie dla wysoko funkcjonujących uczniów z autyzmem Wsparcie dla uczniów znajdujących się w niekorzystnej sytuacji
Cele edukacyjne	Zwiększenie zdolności zrozumienia mapy, sprzyjanie rozwijania autonomii ucznia
Opis	Zaczynając od planu miasta, tworzenia modelu 3D i wydruku. Analiza symboli narysowanych na mapie i ich znaczenia w świecie fizycznym.
- Miejsce	Miejsce: szkoła
- Czas	
- Metody	Metody :warsztaty
- Oczekiwane efekty	Oczekiwane efekty zwiększyć zdolność uczniów do orientacji w przestrzeni i ich autonomię w miastach
- Utrudnienia	Trudności <ul style="list-style-type: none"> – kilka drukarek 3D dostępnych w szkołach

	– niewystarczające przeszkolenie techniczne nauczycieli w zakresie drukarek 3D
Oprogramowanie używane do modelowania	nieistotne
Innowacyjne podejście	uczenie się przez doświadczenie
Opinie uczniów	Nie zarejestrowano
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	

Studium przypadku #6

Tytuł studium przypadku	Fizyczna postać równania matematycznego uczenie się przez doświadczenie
Temat lekcji	Pomoc uczniom w zrozumieniu znaczenia równania matematycznego.
Cele edukacyjne	Zaangażowanie uczniów i zainteresowanie ich tematem uważanym za abstrakcyjny i odległy od prawdziwego życia
Opis	Zaczynając od równania matematycznego, stworzenia modelu 3D i wydruku.
- Miejsce	Wszystkie typy szkół
- Czas	
- Metody	Warsztat
- Oczekiwane efekty	Wzbudzanie u uczniów matematycznego podejścia
- Utrudnienia	kilka drukarek 3D dostępnych w szkołach, niewystarczające przeszkolenie techniczne nauczycieli w zakresie drukarek 3D
Oprogramowanie używane do modelowania	nieistotne
Innowacyjne podejście	
Opinie uczniów	Nie zarejestrowano
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	

Studium przypadku #7

Tytuł studium przypadku	Dotykowa matematyka - nauczanie matematyki z drukiem 3D
Temat lekcji	Zaawansowana matematyka
Cele edukacyjne	Wyjaśnienie zaawansowanych koncepcji matematycznych za pomocą wizualnych i dotykowych materiałów dydaktycznych
Opis	Nauczyciel matematyki wykorzystuje drukowanie 3D do tworzenia złożonych powierzchni, które służą jako pomoc wizualna dla lepszego zrozumienia abstrakcyjnych pojęć matematycznych.
- Miejsce	
- Czas	Torrey Pines High School, San Diego, USA 2019
- Metody	Model 3D tworzony jest na podstawie równania matematycznego przy użyciu oprogramowania Wolfram Mathematica, a następnie eksportowany jako plik STL. Następnie plik STL jest przygotowywany za pomocą programu do krojenia i wysyłany do drukarki 3D.
- Oczekiwane efekty	Uczniowie uzyskują zupełnie nowe, dotykowe zilustrowanie pojęć matematycznych. Aby model matematyczny można było wydrukować, mogą być potrzebne pewne prace związane z modelowaniem 3D; Konieczne jest posiadanie umiejętności modelowania i technologii 3D (można je jednak zlecić do wykonania zewnętrznym firmom).
- Utrudnienia	
Oprogramowanie używane do modelowania	Wolfram Mathematica
Innowacyjne podejście	To nowy sposób, aby umożliwić uczniom interakcję z zaawansowanymi problemami matematycznymi. W konwencjonalny sposób (pisanie równań) uczniowie teoretycznie zapoznają się z problemami, podczas gdy drukowanie 3D pozwala na włączenie do planu lekcji uczenia się wizualnego i dotykowego. Studenci znacznie lepiej i łatwiej rozumieją pojęcia matematyczne
Opinie uczniów	Uczniowie uzyskują zupełnie nowe, dotykowe wyjaśnienie przedstawionych pojęć matematycznych.

Zdjęcia, przydatne linki
(jeśli są dostępne)

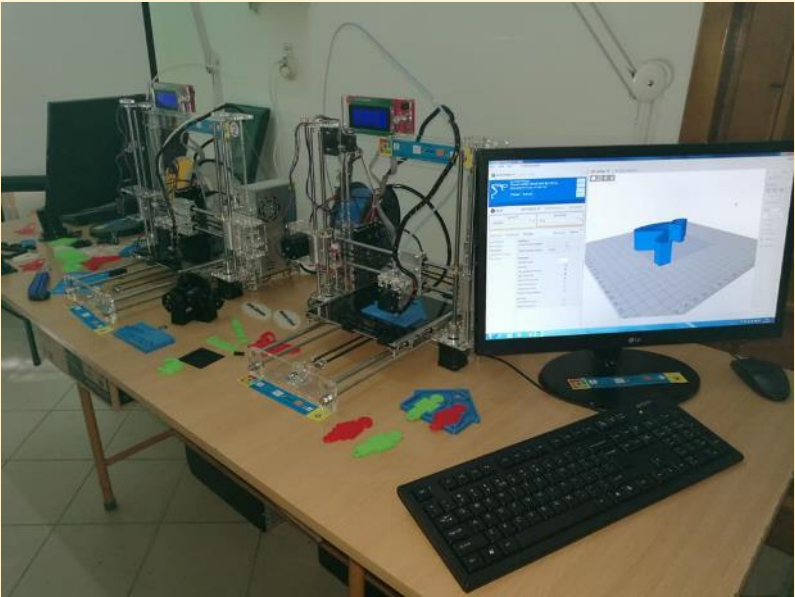
<https://www.simplify3d.com/tactile-math-teaching-advanced-mathematics-with-3d-printing/>



Źródło zdjęcia: www.simplify3d.com

Studium przypadku #8

Tytuł studium przypadku	Warsztat technologiczny
Temat lekcji	Drukowanie 3D
Cele edukacyjne	Zapoznanie studentów z technologią druku 3D
Opis	W rumuńskiej szkole zorganizowano warsztaty technologiczne. Pomagają one studentom w eksperymentowaniu z pełnym procesem technologicznym, począwszy od surowca (filamentu) do produktu końcowego, w tym recykling nieudanych wydruków.
- Miejsce	Technical College of Communication „Nicolae Vasilescu Karpen”, Bacău, Rumunia
- Czas	2019
- Metody	W szkole powstał warsztat technologii druku 3D. Zawiera kilka drukarek 3D, komputery, wyciągarkę filamentu.
- Oczekiwane efekty	Studenci poznają technologię druku 3D i jej zastosowania. Ponadto tworzą powiązania między różnymi dziedzinami

<p>- Utrudnienia</p>	<p>wiedzy i lepiej rozumieją, dlatego muszą się uczyć, zyskując większą motywację do edukacji i rozwoju zawodowego. Sprzęt był dla szkoły dość drogi. Problem został rozwiązany poprzez zgłoszenie się i wygranie konkursu oferowanego przez „Științescu”, rumuński fundusz wspierający edukację STEM.</p>
<p>Oprogramowanie używane do modelowania</p>	<p>AutoCAD</p>
<p>Innowacyjne podejście</p>	<p>Laboratorium technologiczne, którego celem jest nie tylko nauczanie technologii druku 3D, ale także zwiększenie motywacji do studiowania STEM, inspirowanie przyszłych karier i przedsiębiorczości.</p>
<p>Opinie uczniów</p>	<p>Studentów zafascynowała technologia druku 3D</p>
<p>Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)</p>	<p>https://stiintescu.ro/mentori/dana-andronic-atelierul-de-tehnologii/</p>  <p>Źródło zdjęcia: www.stiintescu.ro</p>

Studium przypadku #9


<p>Tytuł studium przypadku</p>	<p>Druk 3D / projektowanie 3D w szkole podstawowej</p>
<p>Temat lekcji</p>	<p>Drukowanie projektów 3D, projektowanie 3D, opracowanie logo 3D</p>

Cele edukacyjne	Nauka obsługi oprogramowania 3D i sprzętu technologicznego - drukarki 3D; Stworzenie innowacyjnego środowiska uczenia się, dostosowującego się do ucznia, dynamicznego i interaktywnego, które stymuluje i wzmacnia proces nauczania-uczenia się;
Opis	Zajęcia lekcyjne zostały przeprowadzone w szkole podstawowej Ribeira de Neiva, School Centre of Moure, Basic School of Freiriz, School Centre of Lage i Basic School of Parada Gatim. Brali w niej udział uczniowie klas III i IV. Lekcja trwała 2 godziny.
- Miejsce	Podczas zajęć uczniowie zostali zapoznani ze sposobami drukowania 3D z ogólnodostępnych projektów. Zrozumieli funkcjonowanie i wyjaśnili różne możliwości ich zastosowania.
- Czas	Następnie zaprezentowano program Happy 3D, w którym uczniowie mieli za zadanie stworzyć logo identyfikacyjne dla każdej grupy roboczej.
- Metody	W szkole podstawowej uczniowie mogli eksperymentować z drukarką 3D i prezentować wyniki swojej pracy innym klasom.
- Oczekiwane efekty	Nauczyciele dostrzegli w uczniach ogromny apetyt i chęć na posługiwanie się narzędziami do rysowania 3D i wskazali im liczne sposoby na ulepszanie ich zasobów .
- Utrudnienia	
Oprogramowanie używane do modelowania	Happy 3D
Innowacyjne podejście	Nauczanie oparte na projekcie
Opinie uczniów	Uczniowie wykazywali duże zainteresowanie projektowaniem 3D, wykazując ogromny entuzjazm, aby odpowiedzieć na wyzwanie jakim było tworzenie logo.
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	Link: https://www.flashforge.com.br/happy-3d




Studium przypadku #10

Tytuł studium przypadku	Druk 3D / projektowanie 3D w szkole podstawowej II
Temat lekcji	Drukowanie projektów 3D, projektowanie 3D, opracowanie liter 3D.
Cele edukacyjne	Nauka obsługi oprogramowania 3D i sprzętu technologicznego - drukarki 3D;
Opis	Stworzenie innowacyjnego środowiska uczenia się, dostosowującego się do ucznia, dynamicznego i interaktywnego, które stymuluje i wzmacnia proces nauczania-uczenia się;
- Miejsce	Ta lekcja odbyła się w szkole podstawowej Ribeira de Neiva, School Centre of Moure, Basic School of Freiriz, School Centre of Lage i Basic School of Parada Gatim. Brali w niej udział uczniowie z klasy III i IV. Lekcja trwała 2 godziny.
- Czas	
- Metody	Zajęcia zainspirowały uczniów do drukowania 3D za pomocą nowego narzędzia online. Następnie zaprezentowano program TinkerCAD, w którym uczniowie mieli za zadanie stworzyć pierwszą literę swojego imienia. Nauczyciele dostrzegli u uczniów ogromną chęć do posługiwania się narzędziami rysowania 3D i wskazali im nowe techniki pracy.
- Oczekiwane efekty	

- Utrudnienia	
Oprogramowanie używane do modelowania	TinkerCAD
Innowacyjne podejście	Nauczanie oparte na projekcie
Opinie uczniów	Uczniowie wykazywali duże zainteresowanie projektowaniem 3D, wykazując ogromny entuzjazm, aby odpowiedzieć na wyzwanie związane z tworzeniem / kształtowaniem liter.
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	Link: https://www.tinkercad.com/ 

Studium przypadku# 11

Tytuł studium przypadku	Nauczanie Biologii poprzez druk 3D - Bioprinting 3D
Temat lekcji	Biologia i praktyki laboratoryjne
- Cele edukacyjne	– Angażowanie i motywowanie uczniów do udziału w zajęciach praktycznych i uczenia się metodą dynamiczną.
Opis	<p>Biodrukowanie służy do tworzenia super miękkich struktur biologicznych wykorzystywanych do celów medycznych.</p> <p>Drukowanie 3D za pomocą prostych drukarek może być wykorzystywane do stworzenia części ciała ludzkiego lub zwierzęcego, w celu właściwego zilustrowania narządów, których nie można łatwo przedstawić ani wyjaśnić. Na przykład tworzenie modeli anatomicznych, aby uczyć uczniów o ludzkim ciele (tworzenie szkieletu).</p>
- Miejsce	Wszystkie typy szkół.
- Czas	
-	Ćwiczenia, warsztaty, eksperymenty laboratoryjne.

<p>- Metody</p> <p>- Oczekiwane efekty</p> <p>Utrudnienia</p>	<p>Uczniowie rozróżniają i poznają części ciała ludzkiego i żywych istot. Kojarzenie narządów z układami ludzkiego ciała.</p> <p>Cena i przystępność 3D dla szkół. Niewystarczające przeszkolenie techniczne nauczycieli w zakresie drukarek 3D.</p>
Oprogramowanie używane do modelowania	Nieistotne
Innowacyjne podejście	Nauczanie poprzez współpracę
Opinie uczniów	Nie zarejestrowano
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	<p>Link: https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/news/71599/3d-printing-biological-structures/</p> 

Studium przypadku #12

Tytuł studium przypadku	Drukarki 3D do celów zrównoważonego rozwoju
Temat lekcji	Zrównoważona technologia.
Cele edukacyjne	Zwiększenie kreatywności uczniów i pokazanie im praktycznych celów, w których druk 3D może być wykorzystywany do zrównoważonego rozwoju i poprawy życia.

Opis	Ujawnianie teorii i problemów w trosce o potrzebę zrównoważonego rozwoju. Ponadto, druk 3D jako rozwiązanie problemów i klucz do zrównoważonego rozwoju i redukcji odpadów.
- Miejsce	Szkoły średnie i uniwersytety.
- Czas	
- Metody	Warsztaty, zajęcia, wizyty w firmach korzystających z drukarek 3D. Dyskusja i budowanie świadomości globalnych problemów.
- Oczekiwane efekty	Empatia i budowanie poczucia filantropii. Poszerzenie kreatywności i wyobraźni, aby znaleźć rozwiązania wykrytych problemów. Właściwe użytkowanie drukarki 3D.
- Utrudnienia	Cena i przystępność drukarek 3D. Niewystarczające przeszkolenie techniczne.
Oprogramowanie używane do modelowania	Małe drukarki 3D i drukarki wielkoformatowe używane przez organizacje (wizyta).
Innowacyjne podejście	Nauczanie poprzez współpracę i konstrukcje.
Opinie uczniów	Nie zarejestrowano
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainability-220420194/ https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-sustainable-manufacturing-method-211120185/

Studium przypadku #13

Tytuł studium przypadku	Nauczanie geografii przy użyciu drukarki 3D.
Temat lekcji	Działalność gospodarcza Europejczyków: rolnictwo i leśnictwo w Europie.
Cele edukacyjne	Angażowanie i motywowanie uczniów do przedmiotu, który jest uważany za niepotrzebny i odległy od prawdziwego życia.
Opis	Lekcję należy rozpocząć od przypisania grupom uczniów stref vegetacyjnych, następnie rozpowszechniane są odpowiednie informacje w celu zbadania i określenia cech przypisanej im strefy. Od studentów oczekuje się drukowania obiektów 3D w celu stworzenia modelu środowiska fizycznego.

- Miejsce	Wszystkie typy szkół
- Czas	
- Metody	warsztat
- Oczekiwane efekty	Uczniowie: -wyróżniają główne cechy produkcji rolniczej - kojarzą produkty rolne z czynnikami środowiskowymi - wyróżniają strefy wegetacji, na które podzielony jest kontynent europejski.
- Utrudnienia	Kilka drukarek 3D dostępnych w szkołach, niewystarczające przeszkolenie techniczne nauczycieli w zakresie drukarek 3D
Oprogramowanie używane do modelowania	Nieistotne
Innowacyjne podejście	Nauczanie poprzez współpracę. Odwrócona klasa.
Opinie uczniów	Nie zarejestrowano.
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	https://edu.ellak.gr/2019/01/18/axiopiisi-tou-3d-ektipoti-sto-gimnasio-krokou-kozanis-didaskontas-geografia-sto-gimnasio-me-tin-chrisi-trisdiastatou-ektipoti/

Studium przypadku #14

Tytuł studium przypadku	Wykorzystanie drukarki 3D w procesie nauczania
Temat lekcji	Nauczyciele różnych specjalności w szkole wprowadzają obsługę drukarki 3D do określonych tematów swoich lekcji.
Cele edukacyjne	Aktywne zaangażowanie studentów poprzez budowę obiektów 3D.
Opis	Nauczyciele szkół średnich są informowani o funkcji i możliwościach druku 3D, a następnie każdy nauczyciel projektuje i organizuje projekt, aby wykorzystać 3D w swoim nauczaniu.
- Miejsce	Szkoły Licealne
- Czas	
- Metody	warsztat
- Oczekiwane efekty	Uczniowie : -omawiają i budują zabytki, - robią zegar słoneczny, - konstruują model układu okresowego substancji chemicznych,

- Utrudnienia	-omawiają i tworzą modele i komponenty konstrukcyjne, -wykonują przedmioty codziennego użytku oraz gry logiczne . Kilka drukarek 3D dostępnych w szkołach, niewystarczające przeszkolenie techniczne nauczycieli w zakresie drukarek 3D
Oprogramowanie używane do modelowania	TinkerCAD
Innowacyjne podejście	Nauczanie poprzez współpracę i konstrukcje.
Opinie uczniów	Nie zarejestrowano.
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	https://edu.ellak.gr/wp-content/uploads/sites/11/2017/06/3d_gymnasio-geraki-lakonias.pdf

Studium przypadku #15

Tytuł studium przypadku	Produkuję drukarkę 3D
Temat lekcji	Projektowanie i produkcja drukarek 3D
Cele edukacyjne	Wyprodukowanie nowej drukarki z własnymi projektami, z drukarek 3D używanych w wielu dziedzinach, wziąć udział w procesie produkcyjnym i stworzyć nową drukarkę z własnymi projektami.
Opis	Produkcja drukarek 3D
- Miejsce	Centrum Nauki i Sztuki Sivas
- Czas	2019-2020
- Metody	Badania, współpraca, uczenie się oparte na projektach
- Oczekiwane efekty	Uczniowie angażują się w proces produkcyjny jako twórcy , mający na celu stworzenie nowego produktu.

- Utrudnienia	
Oprogramowanie używane do modelowania	CURA, Repetier i inne oprogramowanie obsługujące oprogramowanie układowe typu open source
Innowacyjne podejście	Ten projekt został stworzony samodzielnie przez uczniów.
Opinie uczniów	W procesie produkcji drukarek 3D zdobyłem wiele umiejętności, takich jak umiejętności projektowania, modelowania, wykonywania produkcji, przekształcania produktu w materiałowy zysk na rynku.
Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)	https://www.eba.gov.tr/videoizle/67074c8cc1e2cd3d8415e8343411074b3b12243204001

Studium przypadku #16

Tytuł studium przypadku	National 3D Game Move (zaprojektowane przez Bilsem-Since and At Centers)
Temat lekcji	Tworzenie zabawnych, zgrywalizowanych materiałów edukacyjnych
Cele edukacyjne	Korzystanie z 3D game engine i narzędzi do modelowania 3D
Opis	Mersin Silifke Yildirim Beyazit GSB Youth Camp
- Miejsce	02.06.2020-06.06.2020
- Czas	W szkoleniach z projektowania gier, modelowania 3D i kodowania gier wzięli udział nauczyciele sztuk wizualnych, projektowania technologii i informatyki z całej Turcji.
- Metody	Nauczyciele biorący udział w szkoleniu zdobyli umiejętności na poziomie podstawowym i osiągnęli poziom wiedzy i umiejętności, umożliwiając im nauczanie uczniów w swoich placówkach.
- Oczekiwane efekty	

<p>- Utrudnienia</p>	<p>Brak czasu.</p>
<p>Oprogramowanie używane do modelowania</p>	<p>Unreal Engine 4.0, Blender 2.8, Adobe Fuse, Mixamo</p>
<p>Innowacyjne podejście</p>	<p>Różnorodność poznawcza grupy docelowej i interaktywne badanie</p>
<p>Opinie uczniów</p>	<p>Kursanci podkreślali w swoich opiniach , że w krótkim czasie przeszli niezbędne szkolenie na poziomie podstawowym i zadeklarowali, że będą prowadzić wykłady w swoich szkołach, a oprogramowanie okazało się być łatwym, funkcjonalnym i przyjemnym.</p>
<p>Zdjęcia, przydatne linki (jeśli są dostępne)</p>	

Plany lekcji i zalecenia dotyczące przyszłego wdrożenia

Plan lekcji #1 TinkerCAD

Tytuł *Szkoła przyszłości w 3D*

Autorzy

Streszczenie: *Uczniowie poznają podstawowe funkcje programu Tinker CAD i zaprojektują dowolny, prosty model 3D.*

Tabela podsumowań

Przedmiot	<i>Informatyka</i>
Temat	<i>Nauka podstawowych funkcji programu TinkerCAD.</i>
Wiek uczniów	<i>9-12</i>
Czas przygotowania do zajęć	<i>120 minut</i>
Czas trwania zajęć	<i>90 minut</i>
Materiały dydaktyczne Online / offline	<i>www.tinkercad.com</i>

Integracja z programem nauczania

Uczniowie:

- posługują się komputerami i aplikacjami komputerowymi rozwijając umiejętność wyrażania swoich myśli i prezentowania ich indywidualnie lub w grupach

Cele lekcji

Poznanie zasad korzystania z programu do modelowania 3D - TinkerCAD.

Działania

Nazwa działania	Czynności	Czas
1. Okreslenie celu i tematu lekcji.	Uczniowie zapisują temat w zeszytach	5 min
2.Rejestracja uczniów w programie TinkerCAD.	Uczniowie zakładają konta i logują się	10min
3. Nauka poruszania się na platformie	Uczniowie obserwują pokaz nauczyciela jak poruszać się po płaszczyźnie roboczej programu tinkercad za pomocą kostki nawigacyjnej i myszki, a następnie ćwiczą tą umiejętność	10 min
4.Nauka dodawanie obiektów na płaszczyznę roboczą, nadawania koloru, wymiaru oraz zmiany kształtu.	Uczniowie obserwują jak wykonać te zadania, a następnie ćwiczą te umiejętności	20min
5.Nauka obracania, podnoszenia, przesuwania, Kopiowania, usuwania brył.	Uczniowie śledzą pokaz nauczyciela i ćwiczą pokazane umiejętności	20min
6.Tworzenie dowolnego modelu.	Uczniowie wykonują dowolny model 3 D.	20 min
7.Zadanie pracy domowej	Uczniowie zapisują treść pracy domowej : Zaprojektuj model złożony z 4 elementów	5 min

Podsumowanie

Powieś na tablicy trzy flipcharty z niedokończonymi zdaniami i poproś uczniów o dokończenie ich na karteczkach samoprzylepnych, a następnie przyklejenie na odpowiednim plakacie:

1. Z dzisiejszej lekcji zapamiętam, że
2. Najbardziej podobało mi się.....
3. Najtrudniejsze było

Rekomendacje / opinie nauczycieli o możliwościach realizacji, korzyściach, pomysłach wykorzystania 3DP w różnych przedmiotach

Licencje

Wskaż poniżej, z którą licencją przypisujesz swoją pracę, wybierając jedną z poniższych opcji. NIE zalecamy ostatniej opcji - jeśli wybierzesz tę, Twoja praca nie będzie możliwa do przetłumaczenia ani edycji. Jeśli uwzględniasz obrazy w scenariuszu nauki, pamiętaj, aby dodać źródło i licencje pod samymi obrazkami.

- Uznanie autorstwa CC BY.** Ta licencja umożliwia innym dystrybucję, remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet komercyjnej, pod warunkiem, że praca ta będzie uznana za oryginalne dzieło. Jest to najbardziej przydatna z oferowanych licencji. Zalecane w celu maksymalnego rozpowszechniania i wykorzystywania licencjonowanych materiałów.
- Uznanie autorstwa ShareAlike CC BY-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet w celach komercyjnych, o ile ta licencja zostanie nam przyznana i udzielona zostanie nowe dzieła na identycznych warunkach. Jest to licencja używana przez Wikipedię i jest zalecana dla materiałów, które skorzystałyby na włączeniu treści z Wikipedii i podobnie licencjonowanych projektów.
- Uznanie autorstwa -NoDerivs CC BY-ND.** Ta licencja zezwala na redystrybucję, komercyjną i niekomercyjną, o ile jest przekazywana w niezmienionej postaci i w całości, za uznaniem.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial CC BY-NC.** Licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy w sposób niekomercyjny i chociaż nowe prace muszą również zawierać uznanie dla autora i muszą mieć charakter niekomercyjny, nie muszą licencjonować swoich dzieł pochodnych na tych samych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie prac autora w sposób niekomercyjny, o ile przyznany zostanie kredyt i udzielona będzie licencja na nowe dzieła na identycznych warunkach.

- **Uznanie autorstwa-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Ta licencja jest najbardziej restrykcyjną z sześciu głównych licencji, zezwalając innym na pobieranie twoich dzieł i udostępnianie ich innym, , ale nie można ich w żaden sposób zmieniać ani wykorzystywać komercyjnie.

Plan lekcji#2

Tytuł: Szkoła przyszłości w 3D

Autorzy

Streszczenie

Zainteresownie uczniów informatyką I projektowaniem 3D za pomocą aplikacji <https://www.tinkercad.com> Nauczyciel wraz z uczniami przeprowadzi lekcje drukowania klocków kompatybilnych z Lego Mindstorms. Uczniowie pod kierunkiem nauczyciela wyszukają odpowiednich projektów klocków, następnie zajmiemy się przygotowaniem do jego wydruku i sprawdzimy jego kompatybilność z posiadanymi przez szkołę klockami.

Tabela podsumowań

Przedmiot	<i>Informatyka</i>
Temat	<i>Nasz pierwszy klocek lego</i>
Wiek uczniów	<i>9-14</i>
Czas przygotowania do zajęć	<i>90 minut</i>
Czas trwania zajęć	<i>140 minut</i>
Materiały dydaktyczne Online / offline	Aplikacja: https://www.tinkercad.com

	<p>Drukarka 3D</p> <p>Klocek lego, który wydrukujemy lub jego zdjęcie</p> <p>Suwmiarka – potrzebna do porównania wydrukowanego klocka z oryginalnym</p>
--	---

Integracja z programem nauczania

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-II.4 zapisuje efekty swojej pracy w różnych formatach i przygotowuje wydruki;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-II.2 testuje na komputerze swoje programy pod względem zgodności z przyjętymi założeniami i ewentualnie je poprawia, objaśnia przebieg działania programów;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-II.4 gromadzi, porządkuje i selekcjonuje efekty swojej pracy oraz potrzebne zasoby w komputerze lub w innych urządzeniach, a także w środowiskach wirtualnych (w chmurze).

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-V.1 posługuje się technologią zgodnie z przyjętymi zasadami i prawem; przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy;

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-III.2.a do wyszukiwania potrzebnych informacji i zasobów edukacyjnych, nawigując między stronami

E2-PODST-INF-2.0-KLIVVI-IV.2 identyfikuje i docenia korzyści płynące ze współpracy nad wspólnym rozwiązywaniem problemów;

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-III.3 poprawnie posługuje się terminologią związaną z informatyką i technologią.

E2-PODST-INF-2.0-KLVIII-IV.1 bierze udział w różnych formach współpracy, jak: programowanie w parach lub w zespole, realizacja projektów, uczestnictwo w zorganizowanej grupie uczących się, projektuje, tworzy i prezentuje efekty wspólnej pracy

Cel lekcji

Uczeń potrafi posługiwać się tabletem, laptopem w celu zdobycia wiedzy

Uczeń zna aplikację <https://www.tinkercad.com> i potrafi ją wykorzystać w celach związanych ze zdobywaniem wiedzy i rozwijaniem umiejętności,

Uczeń potrafi indywidualnie i w zespole rozwiązywać zadania

Uczeń zna terminy : wydruk 3D, drukarka 3 D, plik .stl, projekt wydruku,

Uczeń potrafi wyszukać projekt na stronie <https://www.tinkercad.com> i go pobrać

Uczeń wie do czego służy plik .stl,

Uczeń potrafi wyeksportować plik .stl do zewnętrznej drukarki

Uczeń umie posługiwać się suwmiarką

Uczeń potrafi pracować w zespole przy wspólnym projekcie

Wydrukowanie kompatybilnego klocka z Lego Mindstorms przy pomocy programu <https://www.tinkercad.com>

Działania

Nazwa działania	Czynności	Czas
Przypomnienie podstawowych zasad bezpieczeństwa przy korzystaniu z drukarki 3D	Uczniowie słuchają	10 minut
Wprowadzenie uczniów w tematykę zajęć	Nauczyciel informuje uczniów iż an dzaiejszych zajęciach zajmą się wydrukiem kompatybilnego klocka do zestawu lego Mindstorms przy pomocy strony https://www.tinkercad.com	10 minut
Uruchomienie aplikacji na stonie https://www.tinkercad.com	Uczniowie na tabletach lub laptopach uruchamiają aplikację https://www.tinkercad.com Nauczyciel za pomocą projektora wyświetla ją i przypomina podstawowe jej funkcje. Uczniowie wykonują polecenia nauczyciela.	10 minut
Wyszukanie projektów wydruku klocków kompatybilnych z zestawem Lego Minsdstorms.	Nauczyciel dzieli klasę na grupy i poleca każdej wyszukanie odpowiedniego projektu klocka kompatybilnego z zestawem Lego Mindstorms na stronie https://www.tinkercad.com Uczniowie wykonują polecenia nauczyciela	20 minut
Wybór najlepszego projektu	Uczniowie prezentują wyszukanie projekty i wyjaśniają dlaczego je wybrali – następnie wraz z nauczycielem wybierają najlepszy project.	20 minut
Zimportowanie projektu do edytora	Nauczyciel prosi uczniów o import wybranego projektu do edytora Tincercad Uczniowie wykonują polecenie nauczyciela a następnie edytują project	10 minut
Sprawdzenie wymiarów klocka – porównanie z oryginalnym przy użyciu narzędzi suwmiarka elektroniczna	Przy pomocy suwmiarki uczniowie mierzą oryginalny klocek i zapisują wszystkie wymiary, następnie w edytorze Tincercad przy pomocy linijki sprawdzają czy wszystkie wymiary się zgadzają. Nauczyciel kontroluje pracę uczniów – udziela ewentualnie pomocy przy pomiarach	20 minut

Zapisanie gotowego pliku .stl i wysłanie go do drukarki 3D	Uczniowie zapisują project .stl a następnie wysyłają go do wydruku Nauczyciel nadzoruje ich działania	5 minut
Wydruk projektu w drukarce 3D	Nauczyciel uruchamia drukarkę Uczniowie obserwują początkową fazę drukowania Po wydrukowaniu uczniowie sprawdzają kompatybilność klocka z zestawem	80 minut
Podsumowanie lekcji	Nauczyciel wraz z uczniami podsumowują wynik pracy i oceniają wydruk	20 minut

Oceny

Test wiedzy: <https://quizizz.com/admin/quiz/5f1d56106ed34c001b9e725e/wydruk-d>

Recommendacje/ opinie nauczycieli na temat możliwości wdrożenia, korzyści, pomysłów na wykorzystanie 3DP na różnych przedmiotach

Licencje

Wskaż poniżej, z którą licencją przypisujesz swoją pracę, wybierając jedną z poniższych opcji. **NIE zalecamy ostatniej opcji - jeśli wybierzesz tę, Twoja praca nie będzie możliwa do przetłumaczenia ani edycji. Jeśli uwzględniasz obrazy w scenariuszu nauki, pamiętaj, aby dodać źródło i licencje pod samymi obrazkami.**

- Uznanie autorstwa CC BY.** Ta licencja umożliwia innym dystrybucję, remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet komercyjnej, pod warunkiem, że praca ta będzie uznana za oryginalne dzieło. Jest to najbardziej przydatna z oferowanych licencji. Zalecane w celu maksymalnego rozpowszechniania i wykorzystywania licencjonowanych materiałów.
- Uznanie autorstwa ShareAlike CC BY-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet w celach komercyjnych, o ile ta licencja zostanie nam przyznana i udzielona zostanie nowe dzieła na identycznych warunkach. Jest to licencja używana przez Wikipedię i jest zalecana dla materiałów, które skorzystałyby na włączeniu treści z Wikipedii i podobnie licencjonowanych projektów.
- Uznanie autorstwa -NoDerivs CC BY-ND.** Ta licencja zezwala na redystrybucję, komercyjną i niekomercyjną, o ile jest przekazywana w niezmienionej postaci i w całości, za uznaniem.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial CC BY-NC.** Licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy w sposób niekomercyjny i chociaż nowe prace muszą również zawierać uznanie dla autora i muszą mieć charakter niekomercyjny, nie muszą licencjonować swoich dzieł pochodnych na tych samych warunkach.

- Uznanie autorstwa-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.**Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie prac autora w sposób niekomercyjny, o ile przyznany zostanie kredyt i udzielona będzie licencja na nowe dzieła na identycznych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.**Ta licencja jest najbardziej restrykcyjną z sześciu głównych licencji, zezwalając innym na pobieranie twoich dzieł i udostępnianie ich innym, , ale nie można ich w żaden sposób zmieniać ani wykorzystywać komercyjnie.

Plan lekcji #3

Tytuł

BILSEMs projektują

Autorzy

Streszczenie

Podstawowe szkolenie jest prowadzone dla nauczycieli pracujących w centrach nauki i sztuki w zakresie technologii informacyjnych, projektowania wizualnego i projektowania technologii, projektowania gier 3D, projektowania muzeów 3D i opracowywania materiałów edukacyjnych. To szkolenie obejmuje szkolenia dotyczące silników Unreal Engine 4.0 i Blender 2.8. Programy są przedstawiane uczestnikom na poziomie podstawowym, a następnie przechodzą na szkolenie praktyczne.

Tabela podsumowań

Przedmiot	Projektowanie 3D i opracowywanie materiałów edukacyjnych za pomocą Unreal Engine i Blendera
Temat	Projektowanie 3D i opracowywanie materiałów edukacyjnych za pomocą Unreal Engine i Blendera
Wiek uczniów	<i>Do 22 lat</i>
Czas przygotowania do zajęć	Posiadanie podstawowej wiedzy i umiejętności w zakresie ICT
Czas trwania zajęć	<i>30 godzin lekcyjnych</i>

Materiały dydaktyczne Online / offline	<i>Unreal Engine 4.0</i> <i>Blender 2.8</i>

Integracja z programem nauczania

Proces nauczania będzie ułatwiony poprzez opracowanie trójwymiarowych materiałów odpowiednich do podstawowych kursów i warsztatów prowadzonych w centrach nauki i sztuki. Ponadto zostaną opracowane trójwymiarowe projekty gier i gry, które będą dostosowane do efektów programu nauczania, aby uczynić procesy nauczania bardziej trwałymi. Muzea, które są trudne do zwiedzania z projektami muzeów 3D, zostaną zaoferowane studentom.

Cel lekcji

Zapewnienie, że nauczyciele z centrów nauki i sztuki będą w stanie tworzyć projekty materiałów 3D, posiadać podstawową wiedzę i umiejętności w zakresie projektowania gier 3D oraz posiadać kompetencje do projektowania muzeum 3D.

Działania

Nazwa działania	Czynności	Czas
O projektowaniu 3D	Podstawowe informacje o projektowaniu 3D	2 godziny lekcyjne

Projekty, które można wykonać za pomocą programów	Przedstawienie możliwości korzystania z programu poprzez pokazanie projektów, które można wykonać za pomocą programów wraz z przykładami	2 godziny lekcyjne
Przedstawiamy podstawowe projekty interfejsów	Przedstawiamy podstawowy projekt interfejsu programu Blender 2.8	2 godziny lekcyjne
Ogólne polecenia	Wprowadzenie ogólnych poleceń stosowanych w programie Blender 2.8	2 godziny lekcyjne
Dodatkowe polecenia	Wprowadzenie dodatkowych poleceń w programie Blender 2.8	2 godziny lekcyjne
Oświetlenie, renderowanie	Wprowadzenie do oświetlenia, sceny i renderowania w programie Blender 2.8	2 godziny lekcyjne
Modyfikatory	Wprowadzenie modyfikatorów w programie Blender 2.8	2 godziny lekcyjne
Warstwy	Praktyczne wprowadzenie o warstwach w programie Blender 2.8	2 godziny lekcyjne
Olinowanie	Praktyczne wprowadzenie do Rigging w programie Blender 2.8	2 godziny lekcyjne
Przedstawienie podstawowych projektów interfejsu	Przedstawienie podstawowego projektu interfejsu programu Unreal Engine 4.0	2 godziny lekcyjne
Informacje o projekcie i podstawowe funkcje	Informacje o projekcie i wprowadzenie do podstawowych funkcji silnika Unreal Engine 4.0	1 godzina lekcyjna
Światło, kamer i dźwięk	Praktyczna demonstracja światła, kamery i dźwięku z UnrealEngine 4.0	2 godziny lekcyjne
Aktywne funkcje planu	Praktyczna demonstracja aktywnych funkcji planu z Unreal Engine 4.0	2 godziny lekcyjne
Animacje i modele	Praktyczna demonstracja animacji modeli zewnętrznych z Unreal Engine 4.0	2 godziny lekcyjne
Konsolidacje projektów	Konsolidacja projektów z Unreal Engine 4.0	1 godzina lekcyjna
Pakowanie i ocena projektu	Praktyczna demonstracja tworzenia i oceny projektu w Unreal Engine 4.0	2 godziny lekcyjne

Oceny

Zastosowane materiały szkoleniowe zostaną ocenione pod kątem ich zastosowania w edukacji i ich przydatności do poziomu wykształcenia, a uczestnikom szkolenia zostaną udzielone wskazówki.

Licencje

Wskaż poniżej, z którą licencją przypisujesz swoją pracę, wybierając jedną z poniższych opcji. **NIE zalecamy ostatniej opcji - jeśli wybierzesz tę, Twoja praca nie będzie możliwa do przetłumaczenia ani edycji. Jeśli uwzględniasz obrazy w scenariuszu nauki, pamiętaj, aby dodać źródło i licencje pod samymi obrazkami.**

- Uznanie autorstwa CC BY.** Ta licencja umożliwia innym dystrybucję, remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet komercyjnej, pod warunkiem, że praca ta będzie uznana za oryginalne dzieło. Jest to najbardziej przydatna z oferowanych licencji. Zalecane w celu maksymalnego rozpowszechniania i wykorzystywania licencjonowanych materiałów.
- Uznanie autorstwa ShareAlike CC BY-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet w celach komercyjnych, o ile ta licencja zostanie nam przyznana i udzielona zostanie nowe dzieła na identycznych warunkach. Jest to licencja używana przez Wikipedię i jest zalecana dla materiałów, które skorzystałyby na włączeniu treści z Wikipedii i podobnie licencjonowanych projektów.
- Uznanie autorstwa -NoDerivs CC BY-ND.** Ta licencja zezwala na redystrybucję, komercyjną i niekomercyjną, o ile jest przekazywana w niezmienionej postaci i w całości, za uznaniem.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial CC BY-NC.** Licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy w sposób niekomercyjny i chociaż nowe prace muszą również zawierać uznanie dla autora i muszą mieć charakter niekomercyjny, nie muszą licencjonować swoich dzieł pochodnych na tych samych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie prac autora w sposób niekomercyjny, o ile przyznany zostanie kredyt i udzielona będzie licencja na nowe dzieła na identycznych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Ta licencja jest najbardziej restrykcyjną z sześciu głównych licencji, zezwalając innym na pobieranie twoich dzieł i udostępnianie ich innym, , ale nie można ich w żaden sposób zmieniać ani wykorzystywać komercyjnie.

Plan lekcji #4

Tytuł

Produkuję drukarkę 3D

Streszczenie

Organizowane są szkolenia, aby wyprodukować nową drukarkę z własnymi projektami z zastosowaniem drukarek 3D używanych w wielu obszarach, wziąć udział w procesie produkcyjnym i stworzyć nową drukarkę z własnymi projektami.

<i>Tabela podsumowań</i>	
Przedmiot	
Temat	<i>Projektowanie i produkcja własnej drukarki 3D</i>
Wiek uczniów	<i>Do 14 lat</i>

Czas przygotowania do zajęć	Uczniowie powinni osiadać podstawowy poziom wiedzy w zakresie ICT oraz z zakresu projektowania 3D
Czas trwania zajęć	30 godzin lekcyjnych
Materiały dydaktyczne Online / offline	Drukarka 3D

Integracja z programem nauczania

Drukarki 3D, czyli urządzenia przekształcające dane przechowywane w środowisku komputerowym w fizyczne obiekty rzeczywiste, są wykorzystywane w wielu obszarach na etapie edukacji. Zrozumienie logiki tych drukarek, poznanie ich cech technicznych, projektowanie drukarek i bardziej efektywne ich wykorzystanie w edukacji to główne cele szkolenia.

Cel lekcji Cel lekcji Celem kursu jest zrozumienie logiki działania drukarek 3D i poznanie ich cech technicznych do projektowania drukarek i efektywniejszego ich wykorzystania w edukacji.

Działania

Nazwa działania	Czynności	Czas
Logika drukarek 3D	Badanie logiki pracy drukarek 3D	2 godziny lekcyjne
Techniczne aspekty drukarek 3D	Badanie właściwości technicznych drukarek 3D	2 godziny lekcyjne
Części drukarek 3D	Badanie drukarek 3D i części zastosowanych w drukarce	2 godziny lekcyjne
Możliwości rozwoju drukarek 3D	Burza mózgów na temat możliwości rozwoju drukarek 3D	2 godziny lekcyjne
Możliwości rozwoju części do drukarek 3D	Rozwój części do drukarek 3D(pomysły uzyskane w wyniku burzy mózgów)	2 godziny lekcyjne
Możliwości rozwoju części do drukarek 3D	Określenie niezbędnych materiałów i kosztów produkcji drukarki 3D	2 godziny lekcyjne
Możliwości rozwoju części do drukarek 3D	Praktyczne szkolenie z realizacji opracowanych części projektu 3D	4 godziny lekcyjne
Możliwości rozwoju części do drukarek 3D	Praktyczne szkolenie z realizacji opracowanych części projektu 3D	4 godziny lekcyjne

Konstrukcja drukarki 3D	Praktyczne szkolenia z zakresu tworzenia i montażu układów elektronicznych w drukarkach 3D	2 godziny lekcyjne
Konstrukcja drukarki 3D	Praktyczne szkolenia z tworzenia opracowanych drukarek 3D	4 godziny lekcyjne
Wartość rynkowa drukarki 3D	Określenie wartości rynkowej wygenerowanej drukarki 3D i określenie pracy potrzebnej do produkcji serii	2 godziny lekcyjne
Sprzedaż drukarek 3D	Określenie badań potrzebnych do sprzedaży stworzonych drukarek 3D	2 godziny lekcyjne

Oceny

Aplikacje zostaną ocenione pod kątem ich przydatności do projektowania i produkcji drukarek 3D oraz ich przydatności do poziomu wykształcenia, a kursantom zostaną przekazane wskazówki

Licencje

Wskaż poniżej, z którą licencją przypisujesz swoją pracę, wybierając jedną z poniższych opcji. **NIE zalecamy ostatniej opcji - jeśli wybierzesz tę, Twoja praca nie będzie możliwa do przetłumaczenia ani edycji. Jeśli uwzględniasz obrazy w scenariuszu nauki, pamiętaj, aby dodać źródło i licencje pod samymi obrazkami.**

- Uznanie autorstwa CC BY.** Ta licencja umożliwia innym dystrybucję, remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet komercyjnej, pod warunkiem, że praca ta będzie uznana za oryginalne dzieło. Jest to najbardziej przydatna z oferowanych licencji. Zalecane w celu maksymalnego rozpowszechniania i wykorzystywania licencjonowanych materiałów.
- Uznanie autorstwa ShareAlike CC BY-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet w celach komercyjnych, o ile ta licencja zostanie nam przyznana i udzielona zostanie nowe dzieła na identycznych warunkach. Jest to licencja używana przez Wikipedię i jest zalecana dla materiałów, które skorzystałyby na włączeniu treści z Wikipedii i podobnie licencjonowanych projektów.
- Uznanie autorstwa -NoDerivs CC BY-ND.** Ta licencja zezwala na redystrybucję, komercyjną i niekomercyjną, o ile jest przekazywana w niezmienionej postaci i w całości, za uznaniem.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial CC BY-NC.** Licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy w sposób niekomercyjny i chociaż nowe prace muszą również zawierać uznanie dla autora i muszą mieć charakter niekomercyjny, nie muszą licencjonować swoich dzieł pochodnych na tych samych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie prac autora w sposób niekomercyjny, o ile przyznany zostanie kredyt i udzielona będzie licencja na nowe dzieła na identycznych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Ta licencja jest najbardziej restrykcyjną z sześciu głównych licencji, zezwalając innym na pobieranie twoich dzieł i udostępnianie ich innym, , ale nie można ich w żaden sposób zmieniać ani wykorzystywać komercyjnie.

Plan lekcji #5

Tytuł

Drukowanie 3D: co muszę wiedzieć na początek?

Streszczenie

Rodzaje druku 3D na rynkach, materiały i programy wykorzystywane do edycji 3D

Tabela podsumowań	
Przedmiot	<i>Wprowadzenie do druku 3D</i>
Temat	<i>Jak używać drukarek 3D?</i>
Wiek uczniów	<i>>10</i>
Czas przygotowania do zajęć	<i>10 min</i>
Czas trwania zajęć	<i>60 min</i>
Materiały dydaktyczne Online / offline	<i>Online: Google classroom (lub inna platforma edukacyjna) YouTube Google przeglądarka Search form Learning Quiz</i>

Integracja z programem nauczania

Ma na celu pomóc uczniom w przeprowadzeniu badań pod kątem kryteriów dotyczących nabycia drukarki lub wiedzy o produkcie do druku 3D i wykorzystaniu go do tworzenia produktów do innych przedmiotów, takich jak na przykład matematyka lub nauki ścisłe.

Cel lekcji

Zrozumieć zasady działania drukarki 3D, poznać koszty materiałów i sprzętu oraz kryteria ich porównania

Działania

Nazwa działania	Czynności	Czas
Wprowadzenie	Studenci otrzymują przewodnik badawczy dotyczący druku 3D. Przewodnik powinien zawierać pytania, które motywują uczniów do	5m

	szukania informacji o drukarkach 3D.	
Badania	<p>Przewodnik powinien zaczynać się od pomysłu: chcesz kupić drukarkę 3D:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Drukarki 3D wyróżniają się przede wszystkim formą druku, obserwujemy na YouTube wydruk filamentowy oraz cyfrowy jasny wydruk zwany także drukiem żywicznym. - Drukarki wyróżnia również obszar nadruku. Jakie są najczęstsze?- Jak ocenić jakość druku?- Jakie są najczęściej sprzedawane drukarki, opinie i koszty? 	15m
Wyzwanie	<p>Uczniowie otrzymają trzy scenariusze zakładające, że są sprzedawcami drukarek:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Klient chce kupić drukarkę 3D na początek. Nie ma wiedzy, jest osobą, która lubi eksperymentować i na zakup sprzętu może wydać nawet 500 euro. 2 - Klient chce kupić drukarkę do szkoły, w której pracuje. Chce mieć drukarkę, z której uczniowie mogliby korzystać i eksperymentować, i chce często używać sprzętu do różnych przedmiotów. Ważne było, aby System miał zabezpieczenia, sieć, różne programy. Możemy wydać nawet 2000 euro. Nie wykluczamy możliwości zakupu dwóch drukarek w tym samym budżecie. 3 - Klient chce mieć drukarkę z możliwością drukowania rozpuszczalnych filamentów PVA do podpór na częściach. 	30m
Ankieta	<p>Uczniowie wypełniają kwestionariusz online z szybkimi pytaniami ankietowymi.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Czy najczęściej sprzedawane drukarki są wykonane z włókien? V2- Czy większa drukarka jest lepsza niż mniejsza? fa 3- Drukarki 3D używają programów do drukowania? V 	10m

Oceny

Na koniec zajęć zostanie przeprowadzony kwestionariusz ewaluacyjny.

Rekomendacje / opinie nauczycieli o możliwościach realizacji, korzyściach, pomysłach wykorzystania 3DP w różnych przedmiotach

Licencje

Wskaż poniżej, z którą licencją przypisujesz swoją pracę, wybierając jedną z poniższych opcji. **NIE zalecamy ostatniej opcji - jeśli wybierzesz tę, Twoja praca nie będzie możliwa do przetłumaczenia ani edycji. Jeśli uwzględniasz obrazy w scenariuszu nauki, pamiętaj, aby dodać źródło i licencje pod samymi obrazkami.**

- Uznanie autorstwa CC BY.** Ta licencja umożliwia innym dystrybucję, remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet komercyjnej, pod warunkiem, że praca ta będzie uznana za oryginalne dzieło. Jest to najbardziej przydatna z oferowanych licencji. Zalecane w celu maksymalnego rozpowszechniania i wykorzystywania licencjonowanych materiałów.
- Uznanie autorstwa ShareAlike CC BY-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet w celach komercyjnych, o ile ta licencja zostanie nam przyznana i udzielona zostanie nowe dzieła na identycznych warunkach. Jest to licencja używana przez Wikipedię i jest zalecana dla materiałów, które skorzystałyby na włączeniu treści z Wikipedii i podobnie licencjonowanych projektów.
- Uznanie autorstwa -NoDerivs CC BY-ND.** Ta licencja zezwala na redystrybucję, komercyjną i niekomercyjną, o ile jest przekazywana w niezmienionej postaci i w całości, za uznaniem.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial CC BY-NC.** Licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy w sposób niekomercyjny i chociaż nowe prace muszą również zawierać uznanie dla autora i muszą mieć charakter niekomercyjny, nie muszą licencjonować swoich dzieł pochodnych na tych samych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie prac autora w sposób niekomercyjny, o ile przyznany zostanie kredyt i udzielona będzie licencja na nowe dzieła na identycznych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Ta licencja jest najbardziej restrykcyjną z sześciu głównych licencji, zezwalając innym na pobieranie twoich dzieł i udostępnianie ich innym, , ale nie można ich w żaden sposób zmieniać ani wykorzystywać komercyjnie.

Plan lekcji #6

Tytuł

Druk 3D: Jak rysować?

Streszczenie

Programy i platformy do edycji rysunków do druku 3D

Tabela podsumowań	
Przedmiot	<i>Prowadzenie do rysunku 3D</i>
Temat	<i>Nauka korzystania z rysunków 3D</i>
Wiek uczniów	<i>>10</i>
Czas przygotowania do zajęć	<i>10 min</i>

Czas trwania zajęć	60 min
Materiały dydaktyczne	Online: Google classroom (lub inna platforma edukacyjna)
Online / offline	YouTube Darmowe platformy druku 3D Quiz wiedzy

Integracja z programem nauczania

Ma na celu pomóc uczniom w korzystaniu z niektórych narzędzi do rysowania 3D. Umiejętności te mogą być przydatne na przykład w przypadku przedmiotów artystycznych.

Cel lekcji

Zrozumienie zasady działania drukarki 3D i platform lub programów do projektowania 3D

Działania

Nazwa działania	Czynności	Czas
Wprowadzenie	Uczniowie będą obserwować wydruk typu filament 3D i będą mieli za zadanie zaprojektować prosty element	10min
Badania	Poprzez przygotowane w tym celu wideo uczniowie obserwują proces rysowania w 3D, przygotowania do druku i druku. https://www.tinkercad.com/learn/designs https://www.youtube.com/watch?time_continue=141&v=Vx0Z6LplaMU&feature=emb_logo	5min
Wyzwanie	Zaprojektuj breloczek ze swoim imieniem i nazwiskiem - w tym zadaniu uczniowie otrzymują przewodnik krok po kroku, jak narysować obiekt. Powinni skorzystać z bezpłatnego narzędzia do rysowania online www.thinkercad.com lub nawet dowolnego narzędzia, które mogą mieć w systemie operacyjnym (np. Paint 3D)	45min

Ocena	Uczniowie przesyłają swoje prace na stronę internetową w celu symulacji czasu i kosztów drukowania (https://www.omnicalculator.com/other/3d-printing)	10min
-------	---	-------

Oceny

Kwestionariusz poziomu satysfakcji uczniów zostanie uzupełniony pod koniec pracy z kwestionariuszem ewaluacyjnym.

Rekomendacje / opinie nauczycieli o możliwościach realizacji, korzyściach, pomysłach wykorzystania 3DP w różnych przedmiotach

Licencje

Wskaż poniżej, z którą licencją przypisujesz swoją pracę, wybierając jedną z poniższych opcji. NIE zalecamy ostatniej opcji - jeśli wybierzesz tę, Twoja praca nie będzie możliwa do przetłumaczenia ani edycji. Jeśli uwzględniasz obrazy w scenariuszu nauki, pamiętaj, aby dodać źródło i licencje pod samymi obrazkami.

- Uznanie autorstwa CC BY.** Ta licencja umożliwia innym dystrybucję, remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet komercyjnej, pod warunkiem, że praca ta będzie uznana za oryginalne dzieło. Jest to najbardziej przydatna z oferowanych licencji. Zalecane w celu maksymalnego rozpowszechniania i wykorzystywania licencjonowanych materiałów.
- Uznanie autorstwa ShareAlike CC BY-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy, nawet w celach komercyjnych, o ile ta licencja zostanie nam przyznana i udzielona zostanie nowe dzieła na identycznych warunkach. Jest to licencja używana przez Wikipedię i jest zalecana dla materiałów, które skorzystałyby na włączeniu treści z Wikipedii i podobnie licencjonowanych projektów.
- Uznanie autorstwa -NoDerivs CC BY-ND.** Ta licencja zezwala na redystrybucję, komercyjną i niekomercyjną, o ile jest przekazywana w niezmienionej postaci i w całości, za uznaniem.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial CC BY-NC.** Licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie na podstawie Twojej pracy w sposób niekomercyjny i chociaż nowe prace muszą również zawierać uznanie dla autora i muszą mieć charakter niekomercyjny, nie muszą licencjonować swoich dzieł pochodnych na tych samych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-ShareAlike CC BY-NC-SA.** Ta licencja pozwala innym na remiksowanie, ulepszanie i tworzenie prac autora w sposób niekomercyjny, o ile przyznany zostanie kredyt i udzielona będzie licencja na nowe dzieła na identycznych warunkach.
- Uznanie autorstwa-NonCommercial-NoDerivs CC BY-NC-ND.** Ta licencja jest najbardziej restrykcyjną z sześciu głównych licencji, zezwalając innym na pobieranie twoich dzieł i

udostępnianie ich innym, , ale nie można ich w żaden sposób zmieniać ani wykorzystywać komercyjnie.

Dodatkowe zasoby

1. Thingiverse Education, <https://www.thingiverse.com/education>
2. "Training in 3D Printing To Foster EU Innovation & Creativity", Erasmus+ project, <https://3d-p.eu/>
3. Makerbot Educators Guidebook, <https://www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/free-ebook-makerbot-educators-guidebook/>
4. Ford, S. and Minshall, T., Where and how 3D printing is used in teaching and education, Additive Manufacturing, Volume 25, Pages 131-150, 2019
5. Learn how 3D Printing is useful everywhere, www.sculpteo.com/en/applications/
6. 2020 Types of 3D Printing Technology, <https://all3dp.com/1/types-of-3d-printers-3d-printing-technology/>
7. 5 Greatest 3D Printing Applications <https://all3dp.com/2/greatest-3d-printing-applications/>
8. The Future of 3D Printing: Beyond 2020, <https://all3dp.com/2/future-of-3d-printing-a-glimpse-at-next-generation-making/>
9. 14 3D printing applications & examples, <https://builtin.com/hardware/3d-printing-applications-examples>
10. 3D Printing Applications: A New Age, www.jabil.com/insights/blog-main/3d-printing-applications.html
11. The top 5 benefits of 3D printing in education, www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/5-benefits-of-3d-printing/
12. 10 ways teachers are enhancing STEM learning with 3D printing <https://www.makersempire.com/top-10-stem-3dprinting-education/>