

3Wymiary matematyki

Autorzy: Sebastian Pontus, Joanna Świercz

Lekcja 3:

Warstwa po warstwie, czyli wstęp do druku 3D

Podczas zajęć uczniowie dowiedzą się, w jaki sposób zaprojektowane obiekty trójwymiarowe są przygotowywane do wydruku oraz jak w praktyce przebiega proces druku 3D.

Cele zajęć:

Uczeń powinien:

- Wiedzieć, czym jest drukarka 3D, wskazać jej najważniejsze elementy,
- Wyjaśnić, w jaki sposób przebiega proces drukowania obiektów trójwymiarowych,
- Wskazać najważniejsze parametry dobierane podczas procesu druku 3D.

Materiały pomocnicze:

- komputery stacjonarne lub laptopy,
- bezpłatny program do drukarki 3D skonfigurowany z drukarką, np. CURA,
- drukarka 3D Creality CR6 – SE,
- Filament PLA Starter Rosa 3D w dowolnym kolorze,
- Karta pracy wydrukowana na papierze o gramaturze co najmniej 120 g lub grubszej.

Pojęcia kluczowe:

→ FDM → ekstruder → slicer

Czas na realizację zajęć:

45 minut (1 godzina lekcyjna)

Metody pracy:

- prezentacja,
- praca zespołowa,
- ćwiczenia praktyczne.

Treści programowe (związek z podstawą programową)

Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla szkół podstawowych – II etap edukacyjny – klasy IV-VIII, informatyka:

- I. Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów. Uczeń:
 - 1) formułuje i zapisuje w postaci algorytmów polecenia składające się na:
 - a) sterowanie robotem lub obiektem na ekranie;
 - 2) w algorytmicznym rozwiązywaniu problemu wyróżnia podstawowe kroki: określenie problemu i celu do osiągnięcia, analiza sytuacji problemowej, opracowanie rozwiązania,

sprawdzenie rozwiązania problemu dla przykładowych danych, zapisanie rozwiązania w postaci schematu lub programu.

- II. Programowanie i rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem komputera i innych urządzeń cyfrowych. Uczeń:
 - 1) gromadzi, porządkuje i selekcjonuje efekty swojej pracy oraz potrzebne zasoby w komputerze lub w innych urządzeniach, a także w środowiskach wirtualnych (w chmurze).
- III. Posługiwanie się komputerem, urządzeniami cyfrowymi i sieciami komputerowymi. Uczeń:
 - 1) opisuje funkcje podstawowych elementów komputera i urządzeń zewnętrznych
 - 2) wykorzystuje sieć komputerową (szkolną, sieć internet):
 - a) do wyszukiwania potrzebnych informacji i zasobów edukacyjnych, nawigując między stronami,
 - 3) organizuje swoje pliki w folderach umieszczonych lokalnie lub w sieci.
- IV. Rozwijanie kompetencji społecznych. Uczeń:
 - 1) respektuje zasadę równości w dostępie do technologii i do informacji, w tym w dostępie do komputerów w społeczności szkolnej;

- I. Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów. Uczeń:
 - 1) prezentuje przykłady zastosowań informatyki w innych dziedzinach, w zakresie pojęć, obiektów oraz algorytmów. Programowanie i rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem komputera i innych urządzeń cyfrowych. Uczeń:
 - a) poddaje je podstawowej obróbce cyfrowej,
- II. Programowanie i rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem komputera i innych urządzeń cyfrowych. Uczeń:
 - 1) projektuje, tworzy i testuje oprogramowanie sterujące robotem lub innym obiektem na ekranie lub w rzeczywistości;
 - 2) korzystając z aplikacji komputerowych, przygotowuje dokumenty i prezentacje, także w chmurze, na użytek rozwiązywanych problemów i własnych prac z różnych



dziedzin (przedmiotów), dostosowuje format i wygląd opracowań do ich treści i przeznaczenia, wykazując się przy tym umiejętnościami:

- a) tworzenia estetycznych kompozycji graficznych: tworzy kolaże, wykonuje zdjęcia i poddaje je obróbce zgodnie z przeznaczeniem, nagrywa krótkie filmy oraz poddaje je podstawowej obróbce cyfrowej,
 - 3) zapisuje efekty swojej pracy w różnych formatach i przygotowuje wydruki;
 - 4) wyszukuje w sieci informacje potrzebne do realizacji wykonywanego zadania, stosując złożone postaci zapytań i korzysta z zaawansowanych możliwości wyszukiwarek.
- III. Posługiwanie się komputerem, urządzeniami cyfrowymi i sieciami komputerowymi. Uczeń:
- 1) poprawnie posługuje się terminologią związaną z informatyką i technologią.
- IV. Rozwijanie kompetencji społecznych. Uczeń:
- 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;
- V. Przestrzeganie prawa i zasad bezpieczeństwa. Uczeń:
- 1) rozróżnia typy licencji na oprogramowanie oraz na zasoby w sieci.

Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla szkół podstawowych – II etap edukacyjny – klasy IV-VIII; matematyka:

Treści nauczania – wymagania szczegółowe Klasy IV-VI

- I. Bryły. Uczeń:
- 1) rozpoznaje graniastosłupy proste, ostrosłupy, walce, stożki i kule w sytuacjach praktycznych i wskazuje te bryły wśród innych modeli brył;
 - 2) wskazuje wśród graniastosłupów prostopadłością i sześciany i uzasadnia swój wybór;

Treści nauczania – wymagania szczegółowe Klasy VII-VIII

- II. Wielokąty. Uczeń:
- 1) zna pojęcie wielokąta foremnego;
- III. Geometria przestrzenna. Uczeń:
- 1) 1) rozpoznaje graniastosłupy i ostrosłupy – w tym proste i prawidłowe;

Technika

- I. Kultura pracy. Uczeń:
- 1) dba o powierzone narzędzia i przybory;
 - 2) posługuje się nazewnictwem technicznym;
 - 3) jest świadomym i odpowiedzialnym użytkownikiem wytworów techniki;
 - 4) śledzi postęp techniczny oraz dostrzega i poznaje zmiany zachodzące w technice wokół niego;
- II. Inżynieria materiałowa:
- 1) rozpoznaje materiały konstrukcyjne (papier, drewno i materiały drewnopochodne, metale, tworzywa sztuczne, materiały włókiennicze, materiały kompozytowe, materiały elektrotechniczne) oraz elementy elektroniczne (rezystory, diody, tranzystory, kondensatory, cewki itp.);
 - 2) określa właściwości materiałów konstrukcyjnych i elementów elektronicznych;
 - 3) dokonuje wyboru materiału w zależności od charakteru pracy;
 - 4) racjonalnie gospodaruje różnorodnymi materiałami;
- III. Dokumentacja techniczna. Uczeń:
- 1) odczytuje i interpretuje informacje zamieszczone w instrukcjach obsługi urządzeń, na tabliczce znamionowej, opakowaniach żywności, metkach odzieżowych, elementach elektronicznych itp.;
- IV. Mechatronika. Uczeń:
- 1) wyjaśnia na przykładach prostych urządzeń zasady współdziałania elementów mechanicznych, elektrycznych i elektronicznych;
- V. Technologia wytwarzania:
- 1) bezpiecznie posługuje się narzędziami, przyborami i urządzeniami;
 - 2) reguluje urządzenia techniczne;

Przebieg zajęć

1. Wprowadzenie w tematykę i integracja grupy

Po rozpoczęciu zajęć nauczyciel prosi, by uczniowie wycięli z karty pracy (załącznik 1) dwa obiekty i położyli przed sobą (będą one potrzebne w dalszej części zadania):

- koło o promieniu 5 cm,
- prostokąt o wymiarze 10 cm × 15 cm.

Dalej nauczyciel pyta uczniów, czy spotkali się z drukarkami 3D oraz czy wiedzą, jak praktycznie wygląda druk 3D? Czym różni się od druku na zwykłej kartce – w kontekście technicznym.

Następnie, po wysłuchaniu propozycji, nauczyciel prosi uczniów, by podnieśli wycięte elementy. Tłumaczy, że każdy z tych elementów został wydrukowany za pomocą drukarki i specjalnego materiału. Ze względu na swoje ograniczenia drukarka atramentowa drukuje na 1 kartce – jednej warstwie papieru. Do tego została zaprojektowana. Drukarka 3D działa na podobnej zasadzie. Drukuje za pomocą innego materiału (tworzywa sztucznego) warstwę, a następnie podnosząc głowicę drukującą nieco wyżej, nakłada kolejną warstwę. Nauczyciel prosi, by wszyscy uczniowie położyli swoje wycięte koła jedno na drugim. W ten sposób drukarka 3D drukuje warstwa po warstwie.

Technika drukowania wykorzystywana w drukarkach 3D to **FDM – Fused Deposition Modeling**. Polega ona na mechanicznym wtlaczaniu do rozgrzanej głowicy drukującej tworzywa sztucznego, które następnie pod wpływem temperatury topnieje i przywiera do stołu roboczego drukarki w miejscach określonych przez kod specjalnie przygotowany dla drukarki.

2. Część zasadnicza

Dalej nauczyciel zaprasza uczniów do drukarki 3D i tłumaczy uczniom, w jaki sposób przebiega proces druku 3D, tłumacząc jednocześnie podstawowe pojęcia związane z drukiem:

- Filament,
- Głowica drukująca,
- Ekstruder, ekstruzja,
- Stół roboczy.

Tworzywo sztuczne (materiał termoplastyczny – topliwym pod wpływem temperatury) wykorzystywane w procesie druku nazywane jest **filamentem**. Jest on podawany do głowicy drukującej, wewnątrz której znajduje się układ grzewczy topiący filament. Stopiony filament jest „wypychany” z głowicy mechanicznie, poprzez wtlaczanie kolejnej partii materiału do stopienia. Za mechaniczne wtlaczanie filamentu odpowiada specjalny układ podający połączony z silnikiem. Układ ten nazywany jest **ekstruderem**, a proces topienia i wypychania filamentu na zewnątrz nazywany jest **ekstruzją**.

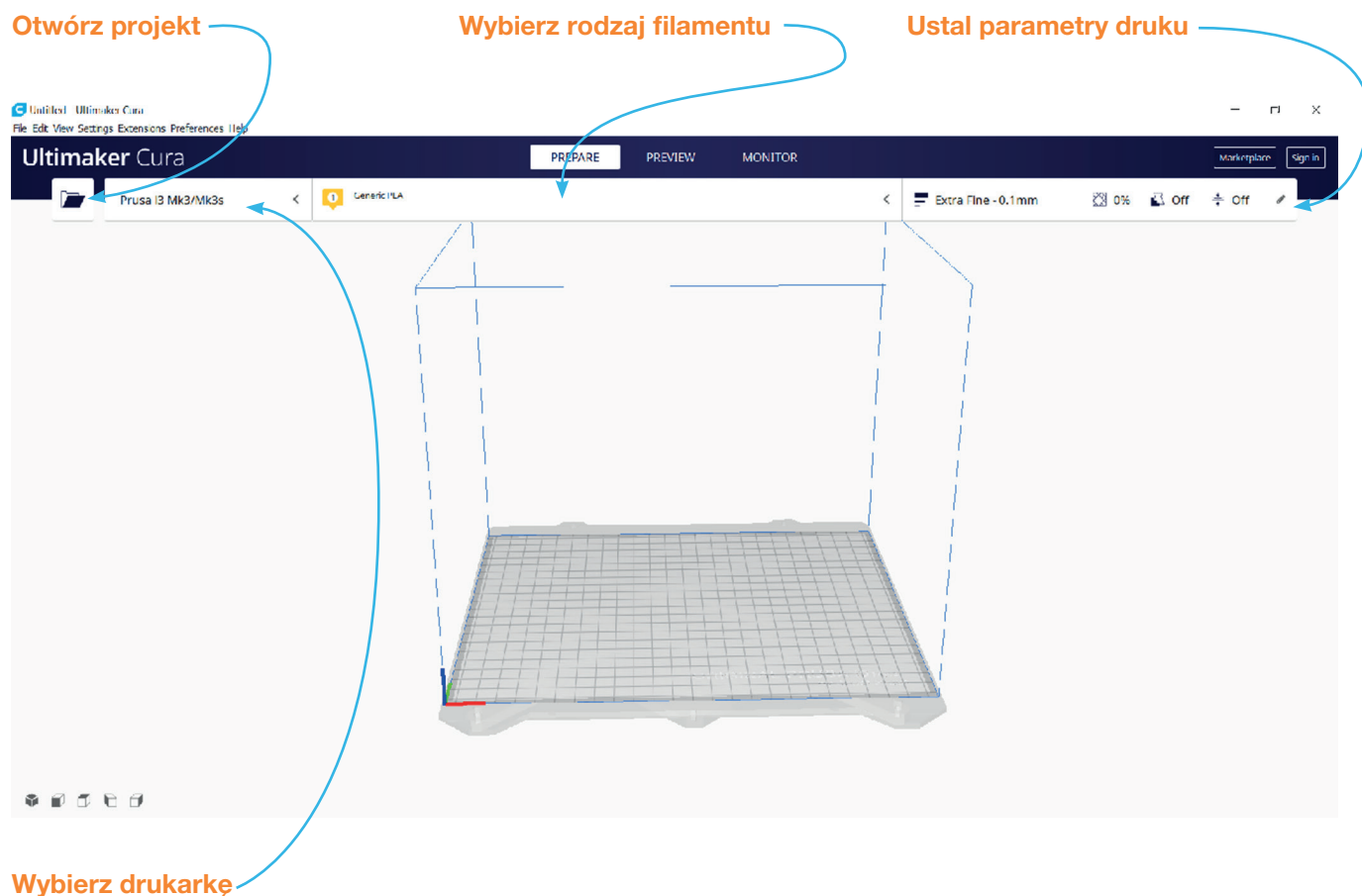
Filamenty mają różne **parametry topnienia**, **elastyczności** i **przywieralności do podłoża**, w przypadku drukarki 3D tym podłożem jest **stół roboczy**. Aby zwiększyć przywieralność materiału do stołu, musi być on specjalnie przygotowany, tj. czysty, odtłuszczone, suchy. Materiał, ze względu na właściwości plastyczne, zdecydowanie lepiej przylega do stołu **podgrzanego** do odpowiedniej temperatury, np. 60 – 80 stopni. Dzięki temu drukowany obiekt nie odklei się podczas procesu druku. Po zakończeniu druku i ochłodzeniu stołu wydrukowany obiekt samodzielnie się odklei.

- Po upewnieniu się, że uczniowie zrozumieli pojęcia związane z drukarką 3D nauczyciel prosi, by uczniowie zastanowili się (wyszukali w internecie) informacje na temat tego, jak przygotować obiekt do druku 3D.

Nauczyciel może też poprosić uczniów, by wyszukali informacje nt. programów dla drukarek 3D typu **Slicer**.

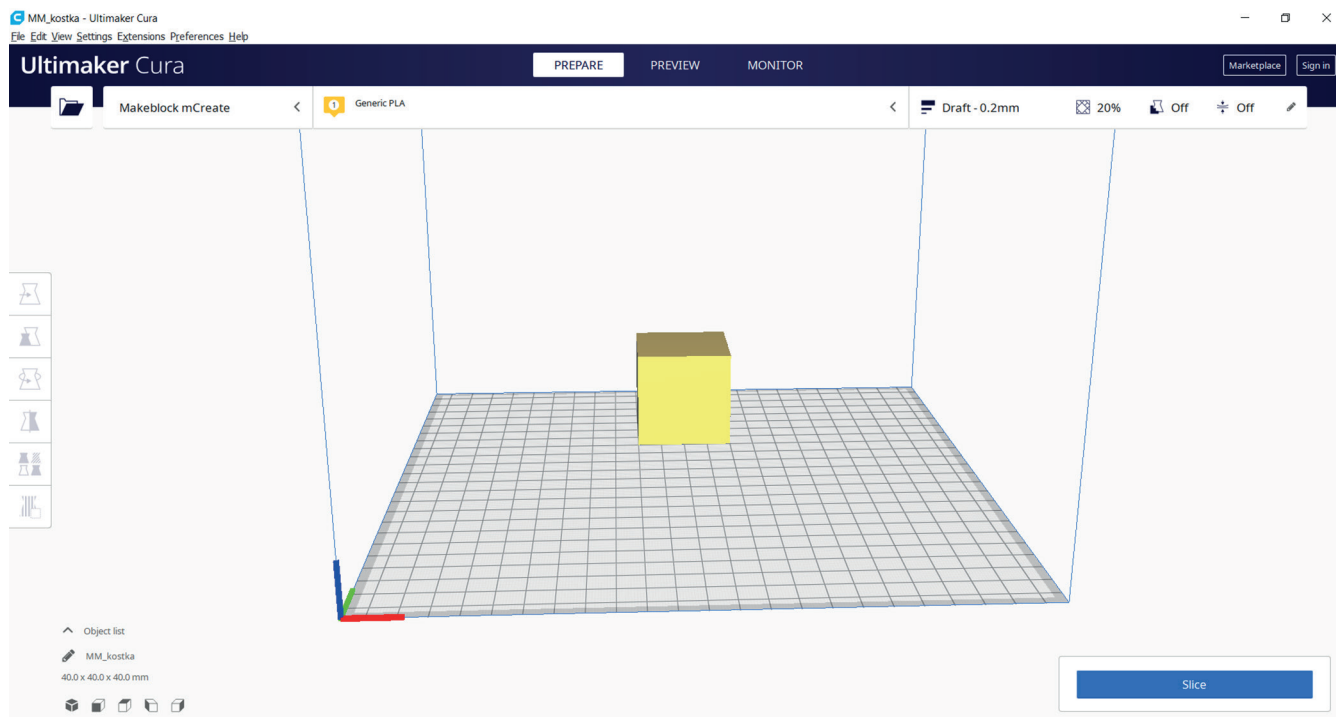
Aby drukarka mogła wydrukować obiekt trójwymiarowy, **najpierw musi go pociąć (z j. ang. slice) na płaszczyzny XY** – dwuwymiarowe – warstwa po warstwie (podobnie jak ułożone były kartki w ćwiczeniu pierwszym). Do wykonania tej operacji służą właśnie **programy typu Slicer**, które są łącznikiem pomiędzy zaprojektowanymi obiektami trójwymiarowymi i drukarkami. Zamieniają one obiekt graficzny na program – **kod, który następnie odczytuje drukarka**. Kod ten dla jednej warstwy możemy porównać do współrzędnych kartezjańskich, ograniczonych oczywiście powierzchnią stołu roboczego. Po dotarciu do wszystkich wskazanych punktów na danej warstwie (jednocześnie wypuszczając, bądź zatrzymując filament) głowica podnosi się wyżej (np. o 0,2 mm) i po raz kolejny, na nowej płaszczyźnie porusza się według wskazanych punktów.

- Po wyjaśnieniu zasady działania programu typu Slicer, nauczyciel prosi, by uczniowie uruchomili **program CURA**, wewnątrz którego przygotują gotową grafikę trójwymiarową pod druk 3D.
- Po uruchomieniu programu nauczyciel wyjaśnia podstawowe **ustawienia programu**.



Ćwiczenie:

Nauczyciel prosi, by uczniowie uruchomili program TinkerCAD i stworzyli w nim model sześcianu o krawędzi 4 cm (można wykorzystać i dostosować projekt stworzony podczas lekcji 1). Następnie prosi, by wyeksportowali go w formacie .stl i zapisali na swoim komputerze. Dalej prosi, by otworzyli ten model w **programie CURA**.

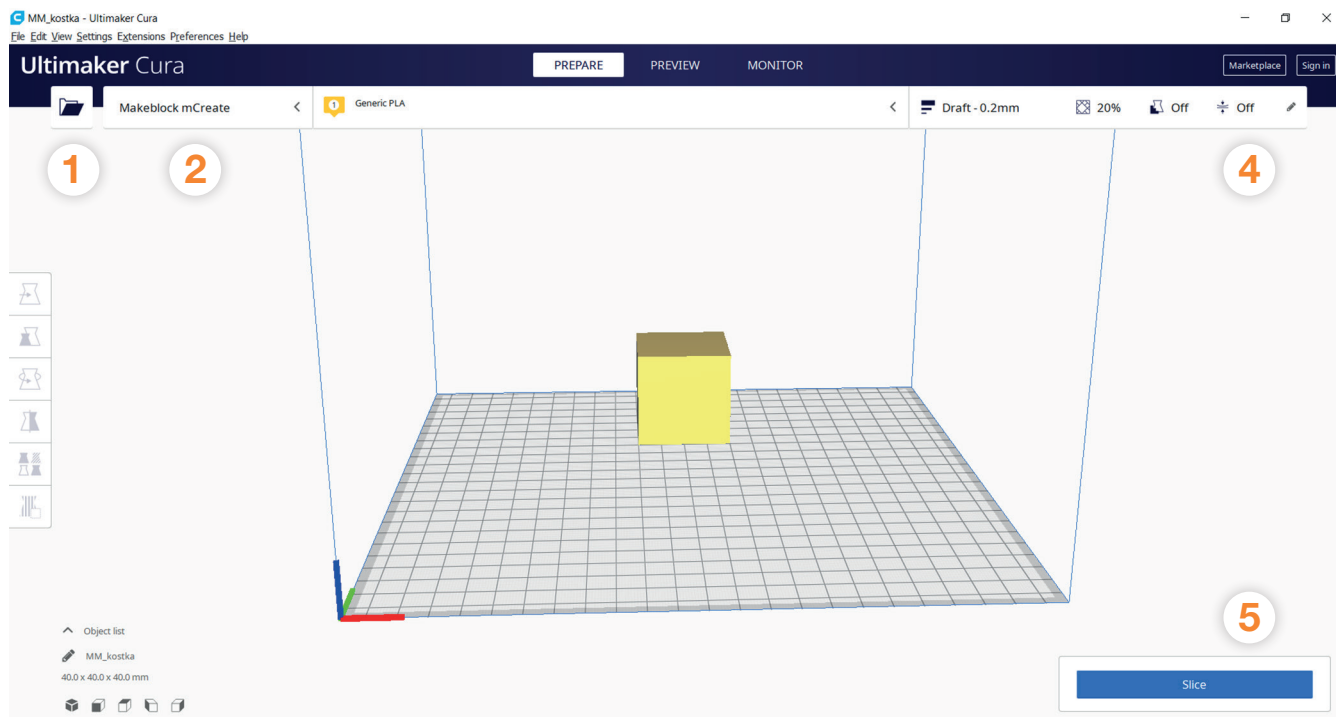


Następnie wskazuje, w jaki sposób uczniowie mogą obracać stół roboczy i przesuwać na nim obiekty.

- Aby obracać stołem, należy przycisnąć i przytrzymać prawy przycisk myszy.
- Aby przesunąć obiekt, należy na obiekcie przycisnąć i przytrzymać lewy przycisk myszy.
- Aby powiększyć obszar, należy obrócić rolką myszy.
- Aby przesunąć widok stołu i obiektów na nim, należy użyć kombinacji klawiszy – wcisnąć i przytrzymać klawisz shift i lewy przycisk myszy.

Następnie wraz z uczniami przechodzi przez proces przygotowania obiektu do druku 3D.

1. Wybór drukarki.
2. Wybór filamentu (Rosa PLA Starter).
3. Dostosowanie ustawień (dla druku kostki wystarczy wybór domyślny).



Ustawienia dla filamentu Rosa PLA Starter:

- Wysokość ścieżki (Layer height): 0,2 mm,
- Temperatura: 220°C,
- Temperatura stołu: 60°C.

(Więcej na temat ustawień uczniowie dowiedzą się podczas lekcji 5.)

4. Zapis (szatkowanie) pliku i zapis w postaci rozszerzenia gcode (do druku).
5. Transfer pliku do drukarki (np. za pomocą pendrive'a).

Ćwiczenie utrwalające

- Nauczyciel prosi, by uczniowie samodzielnie przeszli przez proces przygotowania kostek do druku raz jeszcze od początku (zamykają i uruchamiają ponownie program CURA).
- Nauczyciel wskazuje uczniom repozytorium gotowych plików do druku 3D dostępne na stronie thingiverse.com. Prosi, by uczniowie wyszukali obiekty przypominające bryły matematyczne, a następnie wybrali jedną, pobrali i przygotowali pod druk 3D.

3. Podsumowanie i ewaluacja

Uczniowie w grupach tworzą własne definicje dla pojęć: ekstruder, slicer, filament. Następnie dzielą się nimi z kolegami i koleżankami. Wspólnie całą klasą tworzą najlepszą definicję.

Nauczyciel informuje uczniów, że podczas kolejnych zajęć dowiedzą się więcej na temat samych ustawień obiektów pod druk 3D oraz możliwości z tym związanych.

Uwagi / alternatywy:

1. Nauczyciel może zaprezentować uczniom szerszej repozytorium Tinkercad, pozwolić na wyszukanie np. obiektów wspierających edukację.
2. W zadaniu dotyczącym układania obiektów na płaszczyźnie, dobrze by nauczyciel zwrócił uwagę na fakt, że jeżeli obiekty będą od siebie za bardzo oddalone, to czas druku się wydłuży ze względu na większe odległości do pokonania w osiach X i Y.
3. Karta pracy – załącznik 1.

Załącznik nr 1

Karta pracy

