

1. Tworzenie modelu 3D w programie Tinkercad
2. Dodawanie napisów i innych elementów 3D w programie Tinkercad
3. Drukowanie modelu 3D

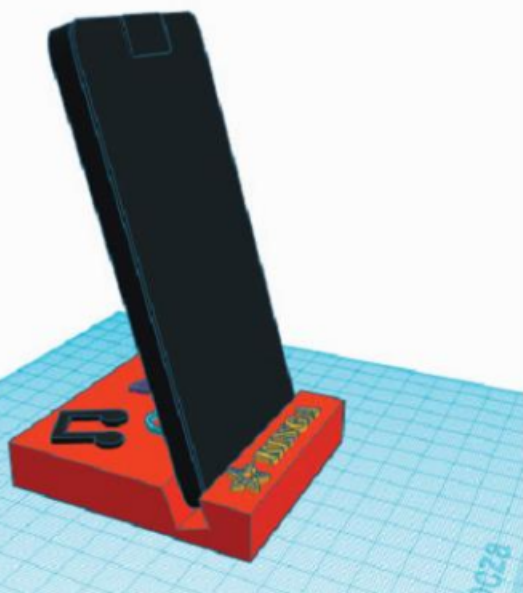


Warto powtórzyć

1. Do czego służą edytory grafiki?
2. Jak możemy podzielić grafikę ze względu na sposób prezentowania obrazu?
3. Jakie znasz możliwości przekształcania obrazu w programach Paint i GIMP?
4. W jaki sposób umieszczaliśmy napisy na rysunku w programach Paint i GIMP?

1. Tworzenie modelu 3D w programie Tinkercad

{ Chcemy zaprojektować podstawkę pod smartfon lub tablet.
Jak przygotować model 3D podstawki, by można go było wydrukować na drukarce 3D? }



Projektowanie 3D **P**

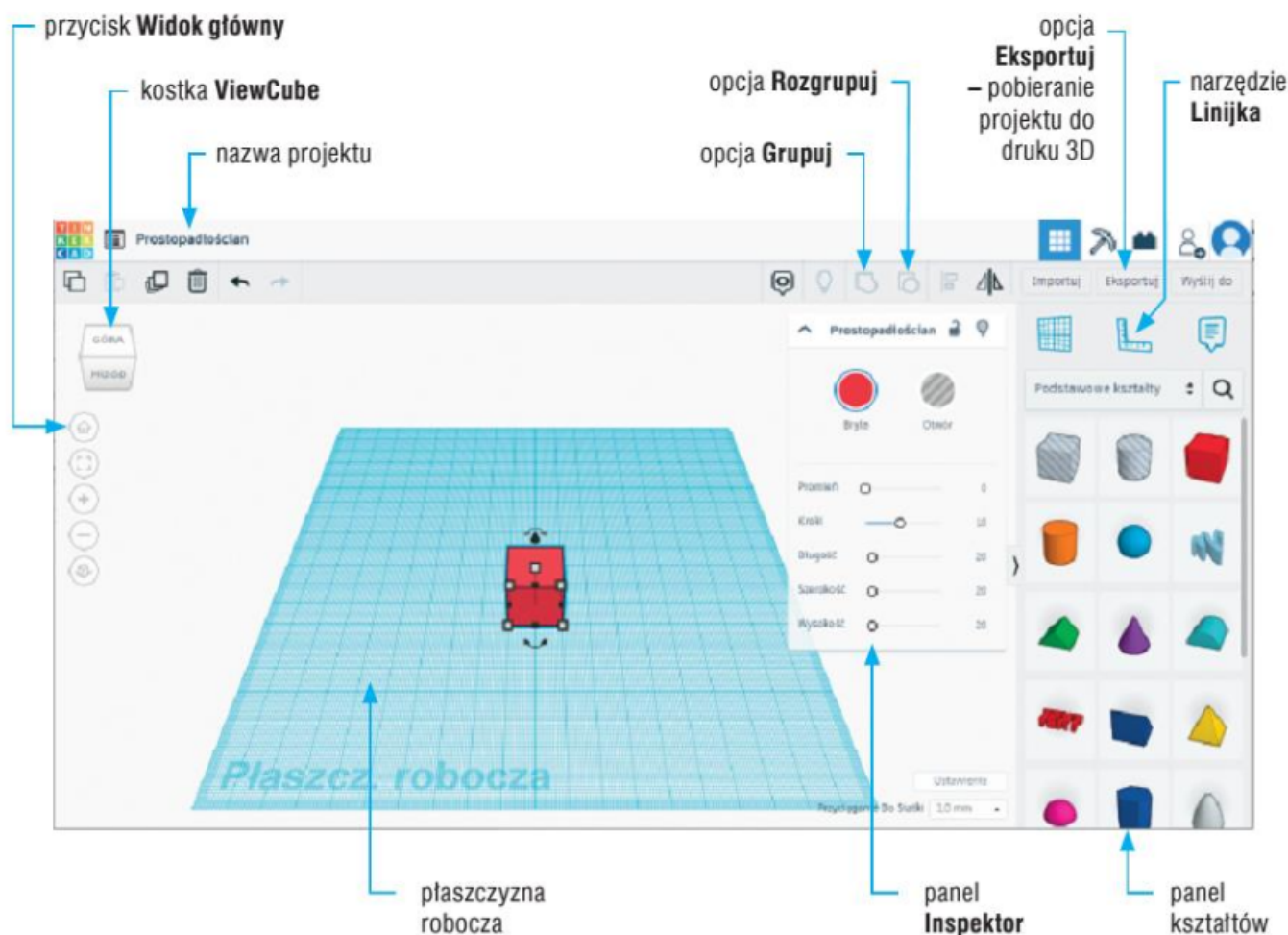
Tworzenie obiektów trójwymiarowych w specjalnych programach.

Trójwymiarowy model podstawki pod smartfon wykonamy w edytorze grafiki przeznaczonym do **projektowania 3D**. Aby wydrukować model na drukarce 3D, przygotujemy go do druku w specjalnym programie. Dzięki coraz większej dostępności drukarek 3D możemy nie tylko obejrzeć podstawkę na ekranie w oknie programu, ale także utworzyć ją fizycznie poprzez wydrukowanie modelu.

Do profesjonalnego projektowania 3D (budynków, mieszkań, mebli, maszyn czy gier komputerowych) wykorzystuje się zaawansowane edytory grafiki 3D. Architekci, inżynierowie czy projektanci gier komputerowych mogą wizualizować swoje projekty, co ułatwia m.in. ich późniejszą realizację.

Do utworzenia naszego modelu 3D wykorzystamy darmowy program graficzny **Tinkercad**. Jest on dostępny online poprzez przeglądarkę internetową na stronie <https://www.tinkercad.com> po założeniu bezpłatnego konta użytkownika.

Program Tinkercad jest prostym środowiskiem do projektowania 3D z biblioteką gotowych przedmiotów, które można samodzielnie edytować, tworząc w ten sposób własne projekty. Przedmioty te są dostępne w **panelu kształtów**, który znajduje się po prawej stronie okna programu. Program umożliwia również rysowanie własnych kształtów.



Rys. 1. Okno programu Tinkercad – widoczna płaszczyzna robocza z narzędziami do projektowania

Po otwarciu okna programu Tinkercad pojawi się w nim płaszczyzna robocza, na której będziemy tworzyć projekty 3D (rys. 1.). Gdy umieścimy wybrany kształt na płaszczyźnie roboczej, otworzy się panel **Inspektor** z parametrami tego kształtu (m.in. kolor, wymiary, liczba boków), które można zmieniać.

Po lewej stronie okna programu umieszczono narzędzia nawigacyjne, służące do zmiany widoku płaszczyzny roboczej wraz z umieszczonym na niej projektem, m.in. obracania, powiększania, pomniejszania. Znajduje się tam m.in. kostka **ViewCube**, służąca do oglądania projektu z różnych stron (góra/dół, przód/tył, lewo/prawo).



Aby zmienić widok projektu, można:

- kliknąć kostkę **ViewCube** i, trzymając wciśnięty lewy przycisk myszy, obracać kostkę, a wraz z nią płaszczyznę roboczą z projektem lub
- kliknąć płaszczyznę roboczą prawym przyciskiem myszy i, trzymając wciśnięty ten przycisk, obracać płaszczyznę roboczą z projektem.

Aby wrócić do widoku początkowego, należy kliknąć przycisk

Widok główny  .



Ćwiczenie 1. Tworzymy prostopadłościan w programie Tinkercad

1. Zaloguj się na stronie programu Tinkercad zgodnie z instrukcją nauczyciela.
2. Na płaszczyźnie roboczej umieść kształt **Prostopadłościan** (rys. 1.). Obejrzyj model z każdej strony.
3. Przejrzyj inne kształty dostępne w programie.
4. Zmień nazwę pliku, w którym zapisano projekt, z domyślnej na *Podstawka*.

Wskazówka: Aby zmienić nazwę projektu, należy kliknąć pole tekstowe z jego nazwą, znajdujące się w górnej części okna programu po lewej stronie (rys. 1.).

Uwaga



Program Tinkercad zapisuje projekt automatycznie w pliku pod domyślną nazwą. Gdy zmienimy nazwę pliku, program będzie zapisywał projekt automatycznie w pliku pod zmienioną nazwą.

Po wstawieniu kształtu 3D na płaszczyznę roboczą i jego uaktywnieniu (kliknięciu), możemy go edytować – podobnie jak w przypadku kształtu dwuwymiarowego (2D) wstawionego do dokumentu tekstowego lub na slajd prezentacji multimedialnej. Gdy klikniemy kształt, pojawią się uchwyty (rys. 2a), za pomocą których można wykonywać różne operacje, m.in. zmieniać rozmiary, obracać.

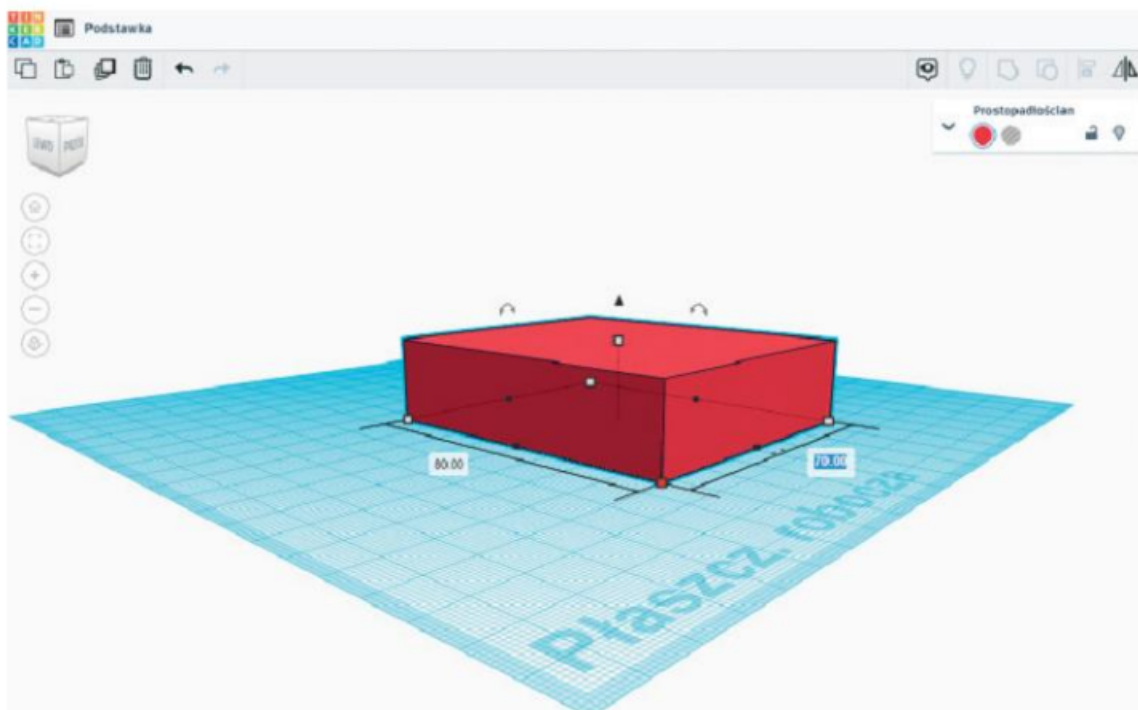
Wymiary modelu 3D można wyświetlić, wskazując kursorem myszy wybrany **uchwyt skalowania** (widoczny na rysunku 3a w postaci małych kwadracików – białych i czarnych).

W programie Tinkercad domyślną jednostką miary są milimetry.

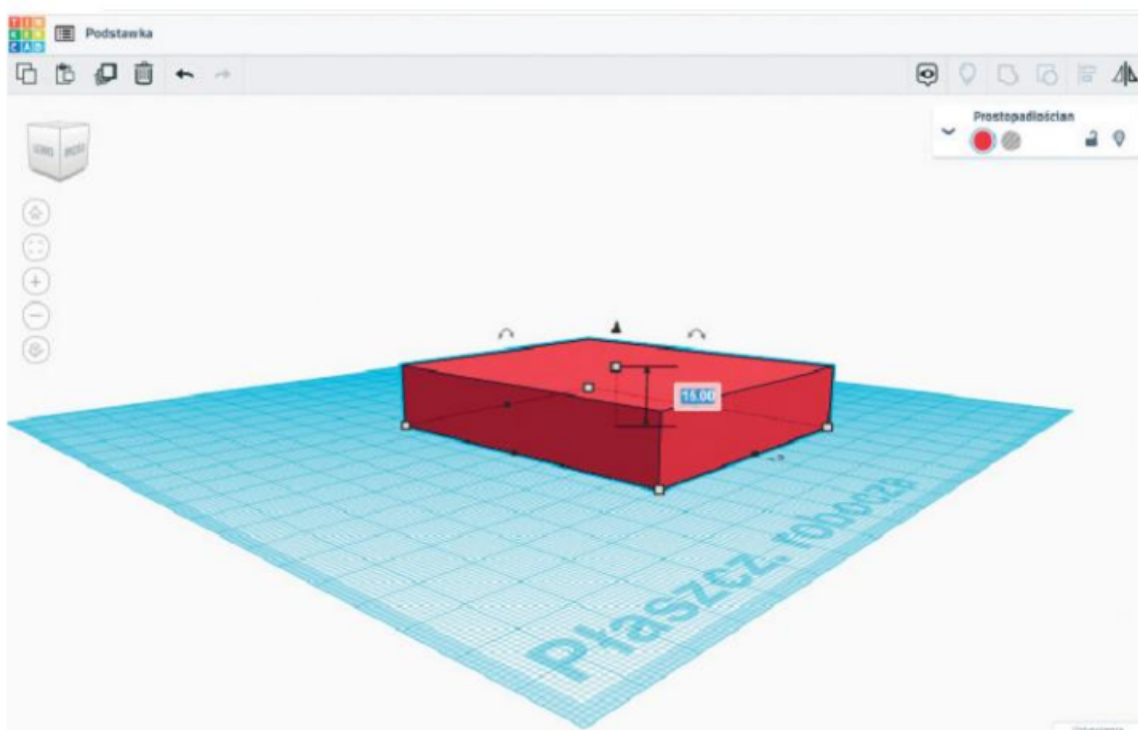


Aby zmienić wymiary kształtu, można:

- kliknąć wybrany uchwyt skalowania i w polu tekstowym z wymiarem wpisać inną wartość (rys. 2a i 2b) lub
- przeciągnąć kształt, chwytając wybrany uchwyt skalowania (w polu tekstowym z wymiarem możemy obserwować zmianę wartości wymiaru).



Rys. 2a. Kształt 3D – zmiana długości boków podstawki



Rys. 2b. Kształt 3D – zmiana wysokości podstawki




Ćwiczenie 2. Zmieniamy wymiary prostopadłościanu

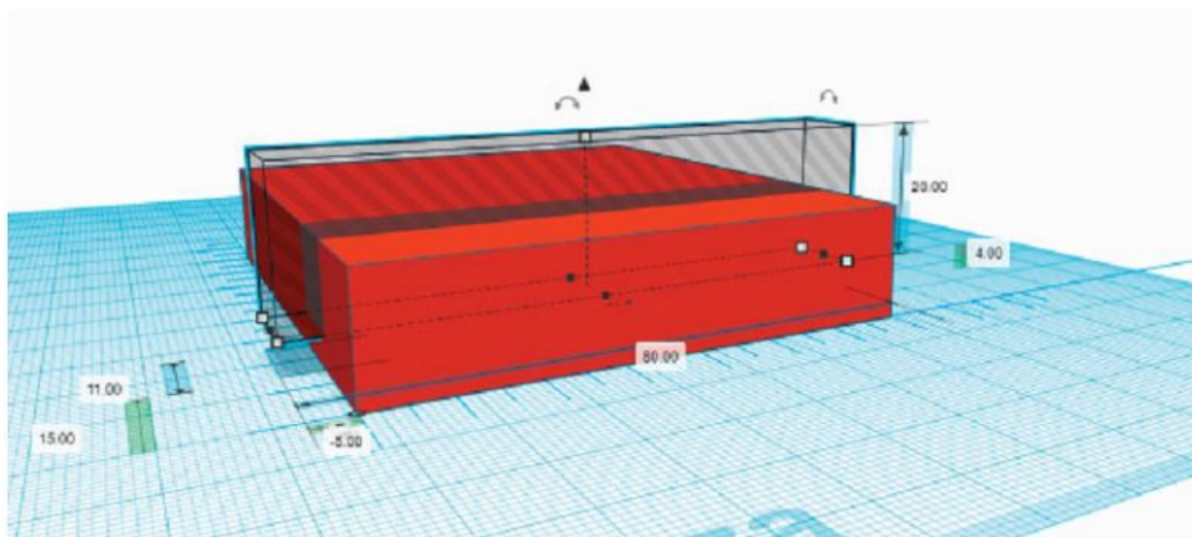
Zmień rozmiar prostopadłościanu zapisanego w ćwiczeniu 1., nadając mu wymiary: długość – 80 mm, szerokość – 70 mm i wysokość – 15 mm.

Żeby z modelu prostopadłościanu powstała podstawka, musimy w nim umieścić otwór na smartfon. W programie Tinkercad otwór w modelu wykonujemy za pomocą odpowiedniego kształtu wybranego z panelu kształtów, zmieniając w panelu **Inspektor** tryb kształtu na **Otwór**. W naszym przypadku wybierzemy kształt **Prostopadłościan**.

Po zaprojektowaniu otworu można go umieścić w bryle, przesuując w odpowiednie miejsce bryły.

Kształty można przenosić nad oraz pod płaszczyznę roboczą, klikając i przesuując odpowiednio **uchwyt podnoszenia/opuszczania**, czyli czarną strzałkę (▲) umieszczoną nad lub pod kształtem (rys. 3).

Do precyzyjnego umieszczania kształtów i sprawdzania odległości warto korzystać z narzędzia **Linijka** .



Rys. 3. Projektowanie otworu – widok z zastosowanym narzędziem Linijka




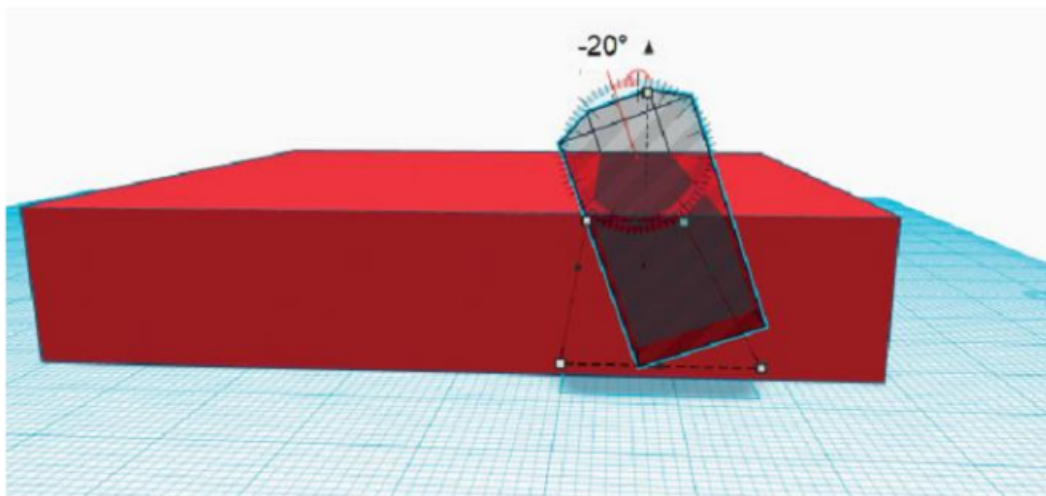
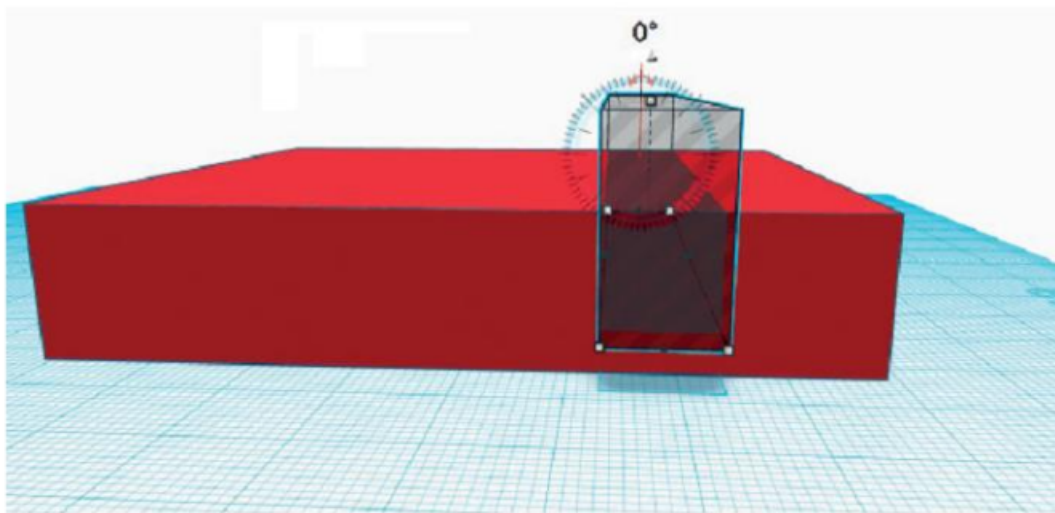
Ćwiczenie 3. Projektujemy otwór pojemnika i umieszczamy go w bryle

1. Do modelu utworzonego w ćwiczeniu 2. dodaj prostopadłościan w trybie **Otwór** o wymiarach: długość – 80 mm, szerokość – 11 mm, wysokość – 20 mm (rys. 3).
2. Umieść otwór w odległości 15 mm od krótszej ściany bocznej prostopadłościanu.
3. Podnieś otwór o 4 mm nad płaszczyznę roboczą.

Wskazówka:

- Szerokość otworu możesz dopasować do swojego urządzenia: zmierz jego grubość i dodaj 2 mm.
- W ćwiczeniu przyjęliśmy standardową szerokość otworu równą 11 mm, która powinna pasować do większości smartfonów i tabletów.


Aby smartfon stał na podstawce pod kątem, należy otwór obrócić. W tym celu należy skorzystać z **uchwyty obracania** (zaokrąglonej strzałki z podwójnym grotem ) umieszczonego nad kształtem i przesunąć go odpowiednio lub wpisać właściwy kąt nachylenia (rys. 4).



Rys. 4. Obracanie kształtu

Po upewnieniu się, że kształty (tu: podstawka i otwór) są dobrze umieszczone, można je **zgrupować**.



Aby zgrupować kształty, należy, trzymając wciśnięty klawisz **Shift**, zaznaczyć je, a następnie wybrać opcję **Grupuj** .

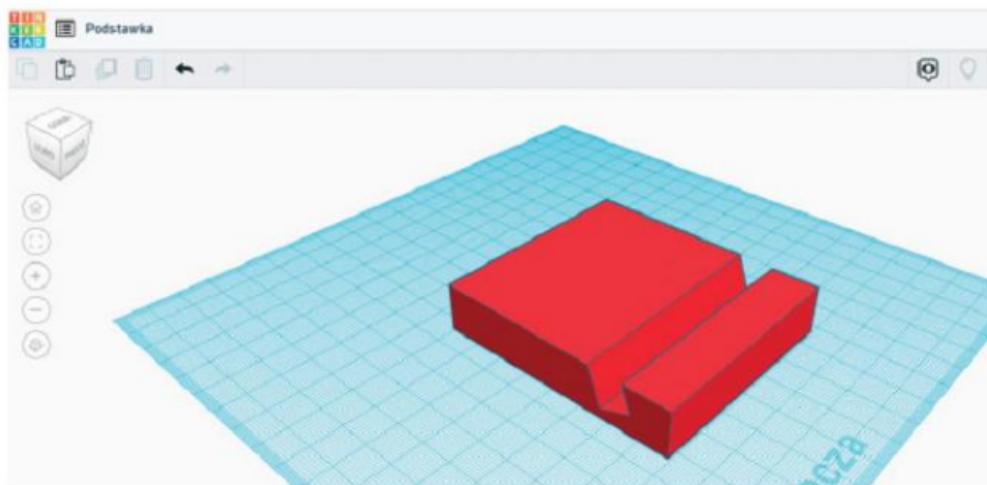
Podobną metodę grupowania kształtów stosowaliśmy w edytorze tekstu Microsoft Word lub do grupowania kształtów 2D.



Ćwiczenie 4. Obracamy otwór i grupujemy kształty

1. W modelu utworzonym w ćwiczeniu 3. obróć otwór o 20° (rys. 4.).
2. Zaznacz wszystkie elementy projektu i zgrupuj je.

Wskazówka: W programie Tinkercad elementy zaznaczamy podobnie, jak jak przy użyciu narzędzia zaznaczania prostokątnego w programie Paint (nie klikamy jednak wcześniej żadnego narzędzia).

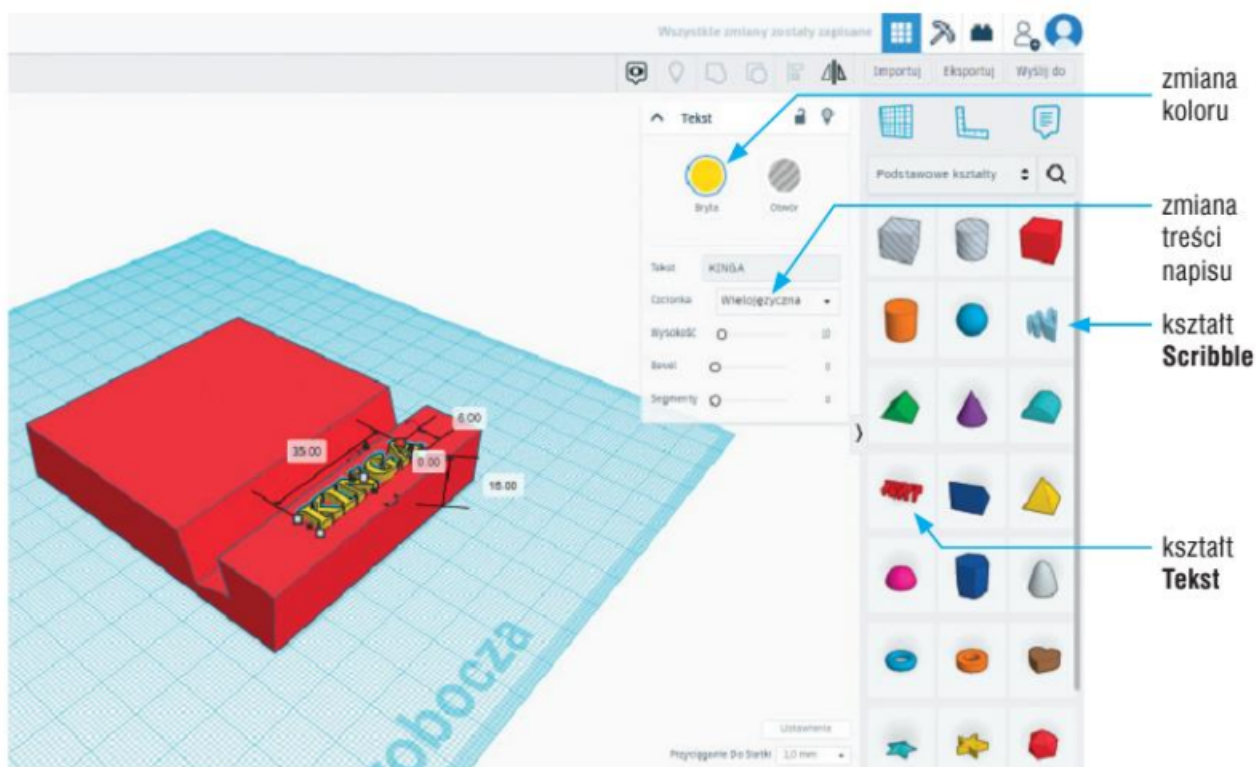


Rys. 5. Zaprojektowana podstawka pod smartfon – widok po zastosowaniu opcji *Grupuj*

2. Dodawanie napisów i innych elementów 3D w programie Tinkercad

{ Chcemy, aby podstawka pod smartfon miała dodatkowe ozdoby.
Jak umieścić na niej swoje imię i inne elementy? }

W panelu kształtów znajduje się szeroki wybór elementów, które można dodać do własnego projektu. Aby dodać swoje imię, należy wybrać kształt **Tekst**. W panelu **Inspektor** można zmienić treść napisu, a także jego kolor. Innym ciekawym kształtem jest **Scribble**, dzięki któremu można samemu odręcznie narysować kształt (rys. 6).



Rys. 6. Okno programu Tinkercad z zaprojektowanym napisem – ćwiczenie 5.



Ćwiczenie 5. Dodajemy napis do modelu 3D podstawki

1. Wybierz kształt **Tekst** i umieść go na płaszczyźnie roboczej obok podstawki zaprojektowanej w ćwiczeniu 4. W panelu **Inspektor** zmień tekst, np. na swoje imię.
2. Dopasuj wielkość napisu oraz umieść go na odpowiedniej wysokości nad płaszczyzną roboczą (15 mm). Możesz też zmienić kolor napisu.
3. Ustaw wysokość napisu na 2 mm.
4. Zapisz projekt w pliku pod tą samą nazwą.

Wskazówka: Aby zmienić kolor kształtu (w tym kształtu **Tekst**) umieszczonego w projekcie, kliknij w panelu **Inspektor** ikonę trybu **Bryła** (rys. 6.) i w otwartej **Paletce barw** wybierz inny kolor.



Ćwiczenie 6. Dodajemy inne kształty 3D według własnego pomysłu

1. Dodaj inne kształty na górną powierzchnię podstawki według własnego pomysłu. Możesz wykorzystać gotowe kształty, np. z galerii *Początki projektowania*, lub samemu narysować ozdoby, wykorzystując kształt **Scribble**.
2. Ustaw umieszczenie kształtu nad płaszczyzną roboczą na 15 mm, a wysokość kształtu – na 2 mm.

Jeśli model ma być wydrukowany na drukarce 3D, zalecamy, by dodatkowe elementy były projektowane tylko na górnej płaszczyźnie podstawki. Drukarka 3D nie drukuje w powietrzu, więc elementy zaprojektowane po bokach mogą nie wydrukować się poprawnie albo do ich wydrukowania będą potrzebne **podpory**, co wydłuży czas drukowania i zwiększy zużycie materiału.



Uwaga

Zmiana koloru w projekcie nie wpłynie na wygląd wydruku 3D. O kolorze wydruku na drukarce 3D decyduje kolor użytego materiału do druku (np. **filamentu**).



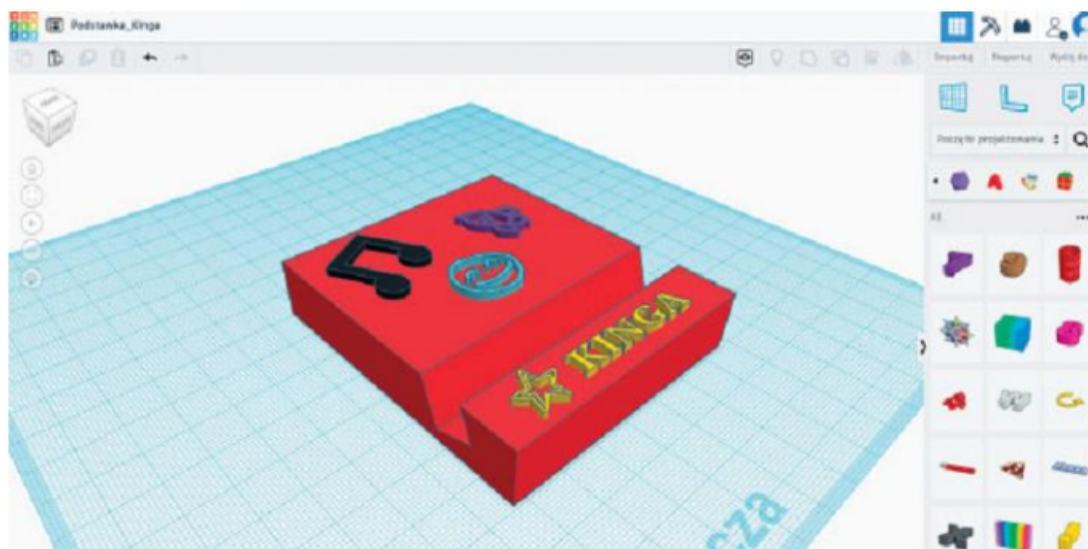
Filament

Tworzywo w postaci żyłki o różnych średnicach: 1,75 mm, 2,85 mm lub 3,0 mm, wykorzystywane do druku w drukarkach 3D pracujących w technologii FDM.



Podpory

Rusztowania (tworzone w czasie procesu drukowania) podtrzymujące powierzchnie drukowane pod kątem lub pozbawione własnej podpory.



Rys. 7. Przykładowy projekt 3D podstawki – ćwiczenie 6.

3. Drukowanie modelu 3D

Utworzyliśmy własny model 3D – podstawkę pod smartfon. Jak ją wydrukować?



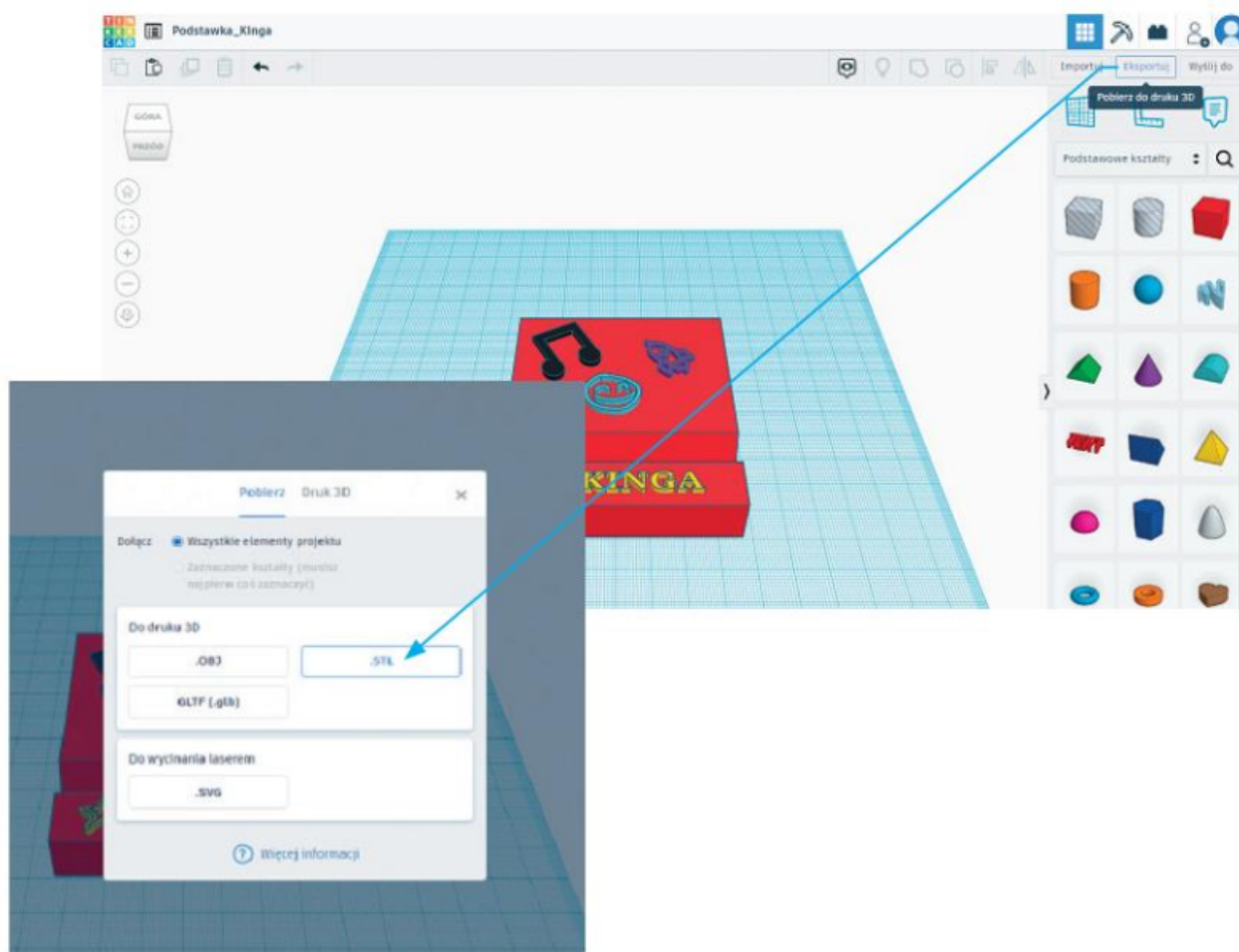
Aby wydrukować model 3D, potrzebny jest:

- plik z zaprojektowanym modelem 3D zapisanym z rozszerzeniem *stl* lub *obj*,
- program do obróbki modelu, tzw. slicer,
- drukarka 3D,
- materiał do druku, np. plastikowa żyłka, żywica lub proszek – zależnie od technologii druku.

Druk 3D

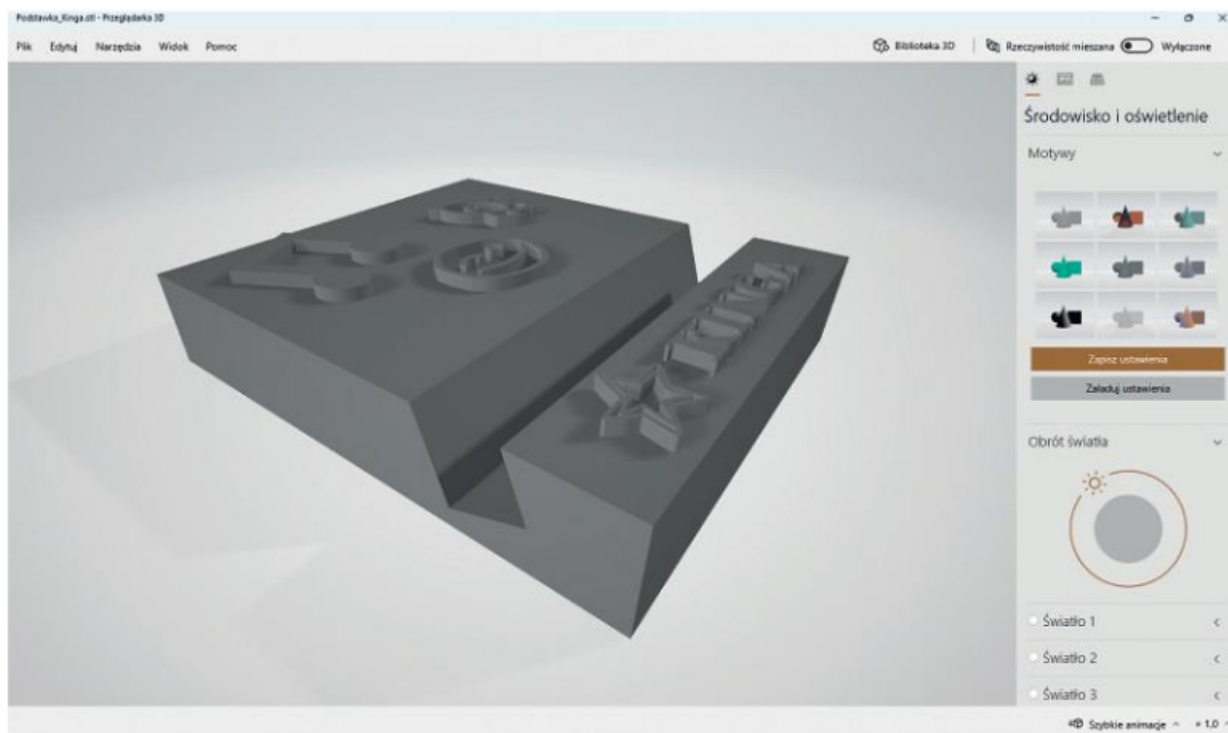
Drukowanie przestrzenne, które polega na wytwarzaniu fizycznego obiektu poprzez nanoszenie kolejnych warstw materiału (tzw. metoda przyrostowa lub technologia addytywna).

Przygotujemy się do drukowania zaprojektowanego przez nas modelu 3D, zapisując go z odpowiednim rozszerzeniem. W programie Tinkercad można to zrobić, pobierając model do **druku 3D** (opcja **Eksportuj** – rys. 9.) z rozszerzeniem *stl*, *obj* lub *gltf*. Najczęściej wybierane rozszerzenie to *stl*.



Rys. 8. Pobieranie pliku do druku 3D w programie Tinkercad

Zanim otworzymy plik z zapisanym modelem 3D w programie do obróbki modeli 3D (slicerze), możemy go podejrzeć w dowolnym (domyślnym) programie otwierającym pliki z rozszerzeniem *stl*, np. w aplikacji Windows Przeglądarka 3D (rys. 9.) czy w programie Paint 3D. Zobaczymy wówczas m.in., że z modelu „zniknęły” kolory (rys. 9.).



Rys. 9. Podgląd pliku z rozszerzeniem *stl* w aplikacji Przeglądarka 3D

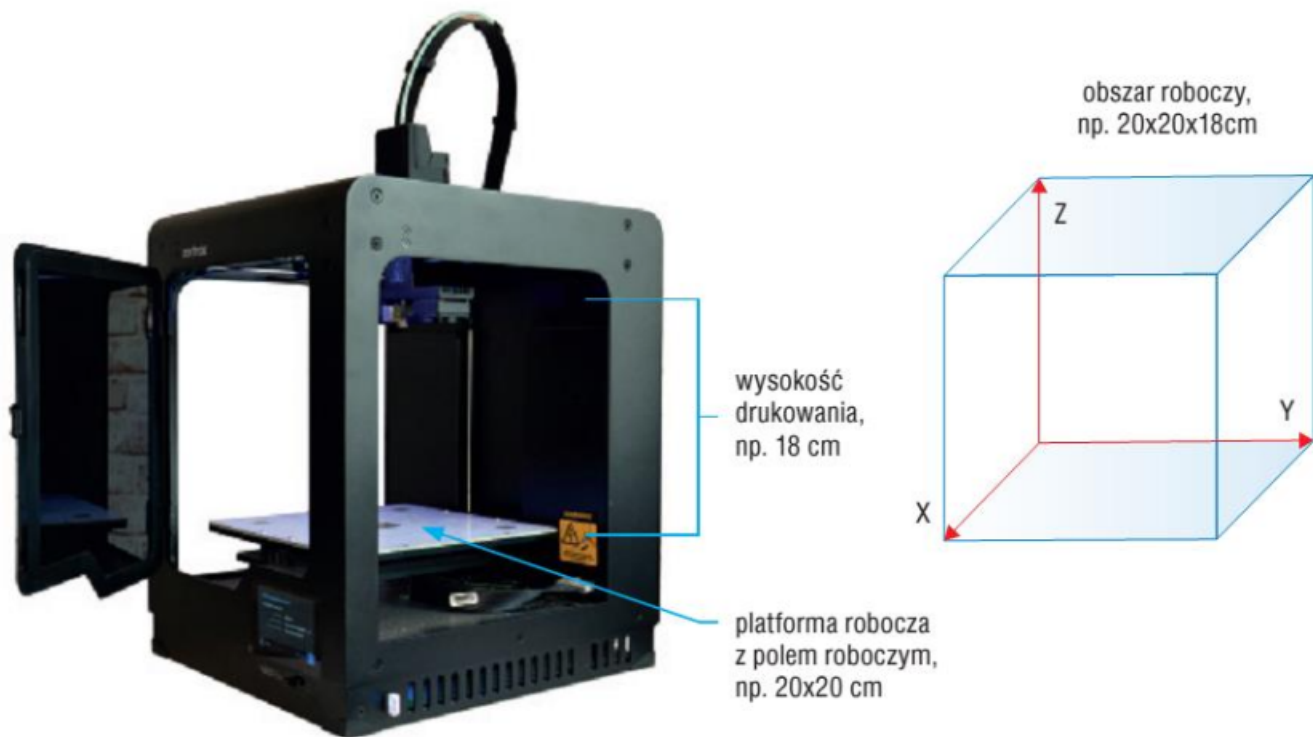


Ćwiczenie 7. Pobieramy plik z modelem 3D do druku i otwieramy podgląd modelu w domyślnym programie

1. Pobierz plik *Podstawka* na swój komputer i zapisz go z rozszerzeniem *stl*.
2. Obejrzyj podgląd modelu 3D podstawki, w tym celu otwórz plik *Podstawka.stl* w domyślnym programie służącym do otwierania plików z modelami 3D. Obejrzyj model z każdej strony. Zwróć uwagę na różnice między tym modelem a zapisanym na twoim profilu w Tinkercadzie.

Ogólna zasada działania drukarki 3D polega na nakładaniu kolejnych warstw drukowanego przedmiotu. Każdy przedmiot, który powstał na drukarce 3D, składa się z wielu warstw układanych jedna na drugiej. Materiał ze szpuli trafia do elementu drukarki zwanego ekstruderem, gdzie topi się, a następnie jest przepychany do dyszy, która układa kolejne warstwy. Jakość wydruku 3D zależy od wysokości warstwy (im mniejsza, tym gładziej wydruk) oraz użytego materiału i zastosowanej technologii drukowania.

Każda drukarka ma **obszar roboczy** wyznaczający wielkość bryły, którą możemy wydrukować. Drukarka jest wyposażona w **platformę roboczą (stół roboczy)** o ustalonym **polu roboczym** (najczęściej 20x20 cm) oraz ma ograniczoną **wysokość drukowania** (rys. 10.).



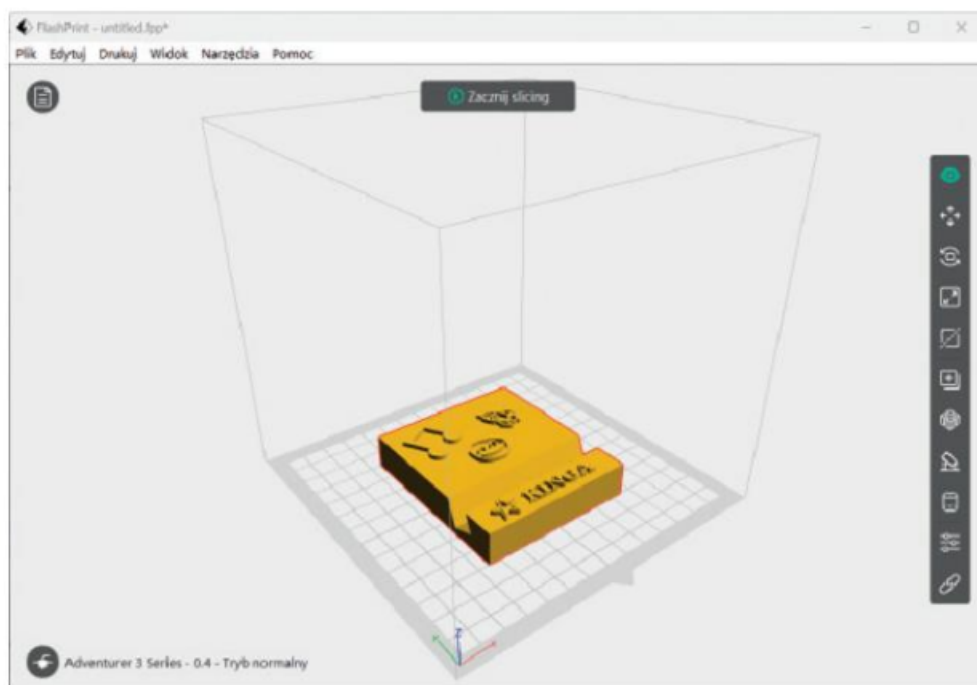
Rys. 10. Przykładowa drukarka 3D

Slicer

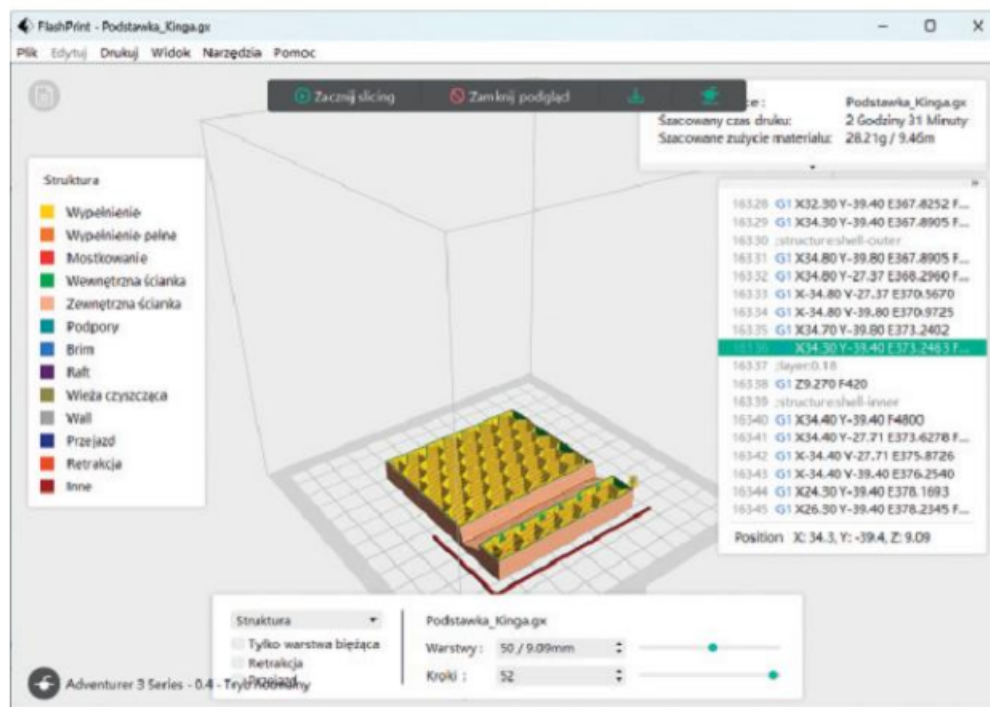
(pol. *krajalnica*)

Program umożliwiający import modelu (np. w postaci pliku *stl*) i przygotowanie go do druku 3D.

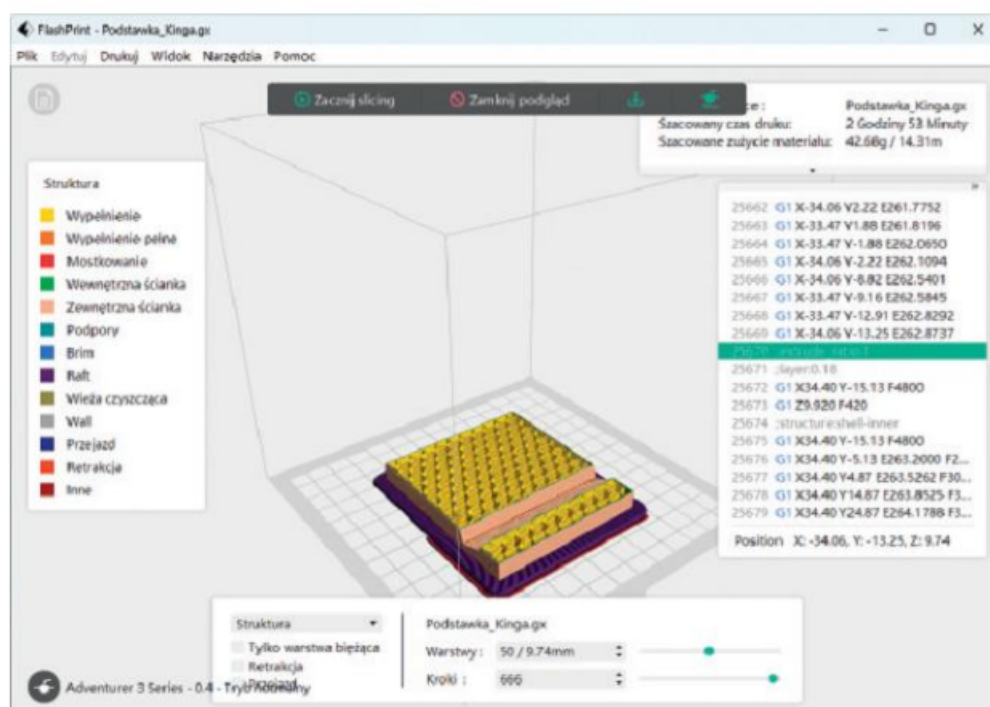
Drukarka 3D nie wydrukuje trójwymiarowego modelu zapisanego w pliku z rozszerzeniem np. *stl* bez użycia specjalnego programu, tzw. **slicera**. Program tego rodzaju (rys. 11.) umożliwia import modelu (np. w postaci pliku *stl*) i przygotowanie go do druku 3D, m.in. „pocięcie” modelu na warstwy. Często producenci oprogramowania dołączają slicer przeznaczony do danej drukarki. W Internecie są dostępne darmowe programy współpracujące z każdą drukarką (np. Cura, KISSlicer, Repetier-Host).



Rys. 11. Wygląd okna przykładowego programu do obróbki modelu, tzw. slicera – FlashPrint 5 z widocznym (otwartym z pliku) modelem 3D podstawki



Rys. 12a. Podgląd pociętych warstw w slicerze – druk bez raftu, wypełnienie 10%, wzór heksagonalny, czyli sześciokątny – szacowany czas druku: 2 h 31 min, szacowane zużycie materiału: 28,21 g



Rys. 12b. Podgląd pociętych warstw w slicerze – druk z raftem, wypełnienie 15%, wzór heksagonalny – szacowany czas druku: 2 h 53 min, szacowane zużycie materiału: 42,68 g



Ćwiczenie 8. Przygotowujemy model 3D do druku

1. Uruchom wybrany program typu slicer. Otwórz plik *Podstawka 3D.stl* zapisany w ćwiczeniu 7.
2. Zapoznaj się z możliwościami slicera i przygotuj do druku model podstawki.
3. Zapisz pocięty na warstwy model w pliku z odpowiednim rozszerzeniem, np. *gcode* lub innym, jeżeli slicer jest przeznaczony do danego modelu drukarki.

Wydrukowana pozioma siatka, umiejscowiona na powierzchni platformy roboczej.

Aby uniknąć problemów podczas druku – takich jak brak właściwej przyczepności, nierówna powierzchnia, wypaczenie wydruku – stosuje się **raft**. Raft planujemy na etapie przygotowania modelu do druku (rys. 12b). Na rafcie nanoszona jest pierwsza warstwa właściwego wydruku. Jest to sposób na poprawę jakości pierwszej warstwy, a także na przytwierdzenie wydruku do platformy roboczej. Raftu uży-

wamy podczas drukowania z materiału podatnego na odkształcenia. Raft musimy zastosować zawsze wtedy, gdy drukowany element ma bardzo małą powierzchnię styku z platformą roboczą.

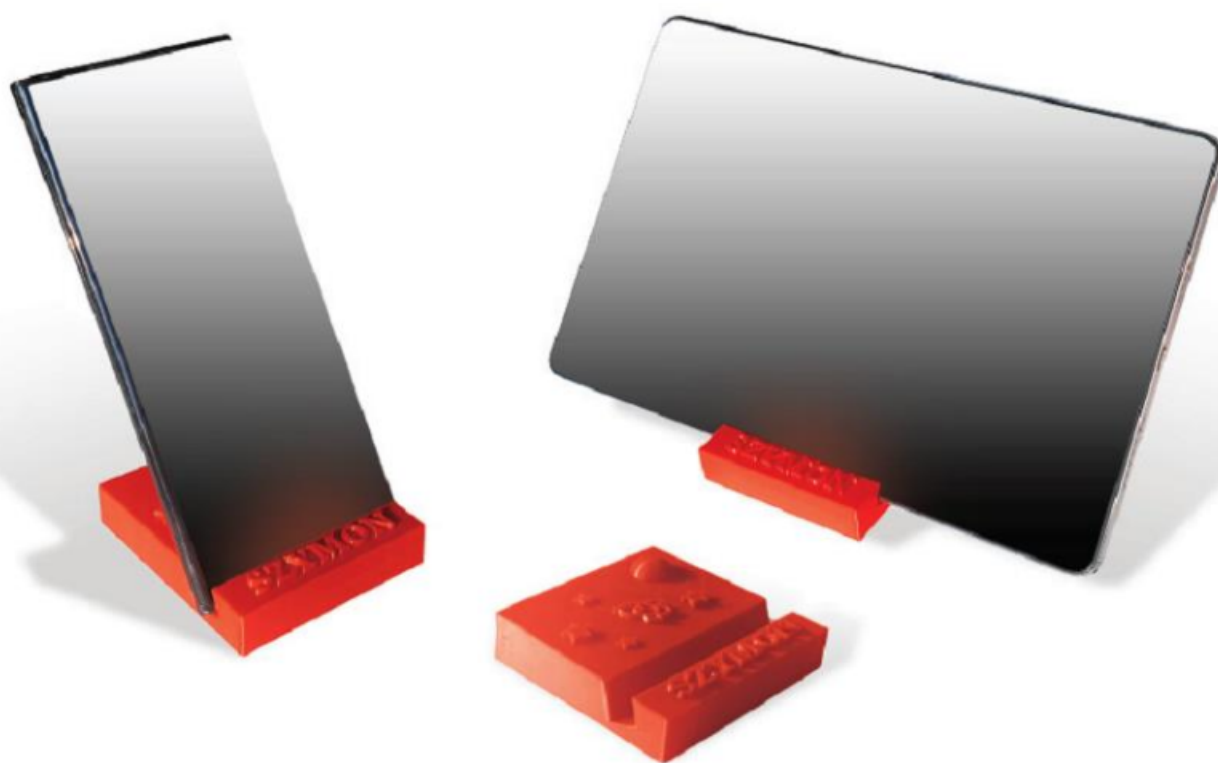
Przygotowując projekt w slicerze, można zmienić ustawienia decydujące o strukturze i gęstości wypełnienia oraz inne elementy wpływające na zużycie materiału i czas drukowania. Im mniejsze wypełnienie, tym lżejszy wydruk i mniejsze zużycie materiału (rys. 12a). Większe wypełnienie oraz użycie raftu to dłuższy czas wydruku i zwiększone zużycie materiału, ale i cięższy oraz trwalszy efekt końcowy wydruku (rys. 12b).

Pocięty na warstwy model zapisujemy w pliku z rozszerzeniem *gcode* lub innym, jeżeli slicer jest przeznaczony do danego modelu drukarki. Następnie plik odczytujemy w drukarce (np. z urządzenia pendrive, karty pamięci, sieci komputerowej – zależnie od wymagań producenta danego typu drukarki).



Ćwiczenie 9. Drukujemy model 3D

Wydrukuj model, jeśli masz taką możliwość.



Rys. 13. Przykładowe podstawki po wydrukowaniu



Warto zapamiętać

- Projekty trójwymiarowe (3D) tworzymy w programach do tworzenia grafiki 3D. Przykładem takiego programu jest program Tinkercad.
- W programie Tinkercad możemy tworzyć projekty 3D z kształtów, które można modyfikować, m.in.: zmieniać ich wymiary, kolor, obracać, wykonywać w nich otwory, grupować. Można również tworzyć własne kształty.
- Drukarki 3D pozwalają drukować modele przestrzenne poprzez nanoszenie kolejnych warstw specjalnego materiału metodą przyrostową.
- Aby wydrukować model 3D, należy zapisać go w pliku z rozszerzeniem np. *stl* i otworzyć plik w programie typu slicer, który umożliwi przygotowanie modelu do druku 3D, m.in. podzielenie go na warstwy, zapisanie z rozszerzeniem *gcode* i odczytanie w drukarce, np. z sieci lub urządzenia pendrive.



Pytania i polecenia

1. W jakich programach projektujemy model 3D?
2. W jaki sposób wykonać otwór w bryle w programie Tinkercad?
3. Jak można zmienić wymiary modelu 3D w programie Tinkercad?
4. Do czego służy program typu slicer?
5. Z jakim rozszerzeniem zapisać model 3D, aby można go otworzyć w slicerze?
6. Na czym polega druk 3D?
7. Co jest niezbędne, aby wydrukować model 3D?



Zadania

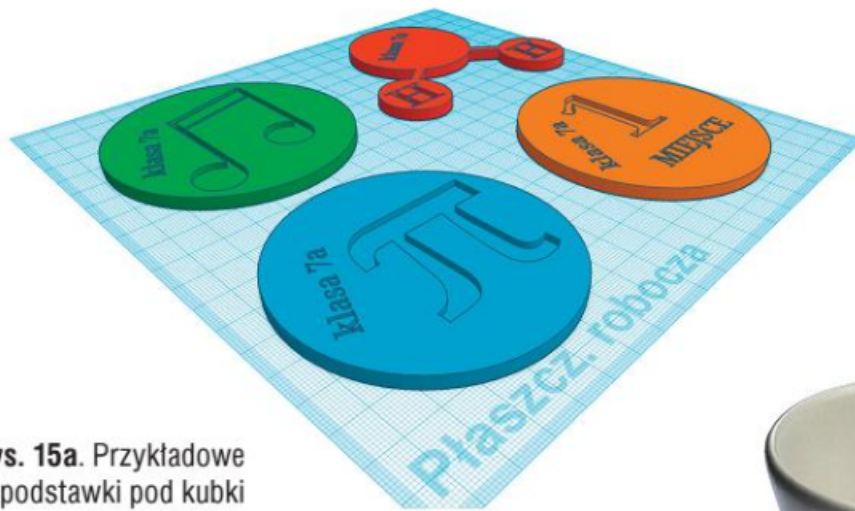
Uwaga: Jeśli to możliwe, wydrukuj zaprojektowane modele 3D na drukarce 3D.

1. Zaprojektuj ostrosłup prawidłowy czworokątny o krawędzi podstawy 4 cm oraz wysokości 6 cm. Zapisz projekt pod nazwą *Ostrosłup*.
Wskazówka: Ostrosłup prawidłowy czworokątny to taki, którego podstawą jest kwadrat.
2. Zaprojektuj wazonik 3D w kształcie walca ze stożkowym otworem. Wymiary dobierz samodzielnie.
3. Zaprojektuj bryły jako pomoce na lekcje matematyki: prostopadłościan, sześcián, ostrosłup prawidłowy czworokątny, walec, stożek, kulę. Dobierz wymiary tak, aby wszystkie figury były podobnej wielkości.
4. W szkolnej szatni brakuje kilku numerków. Zaprojektuj model 3D numerka do szatni.

Rys. 14. Przykładowy numerzek do szatni wydrukowany na drukarce 3D – zadanie 4.



5. Z okazji zakończenia roku szkolnego chcecie razem z klasą dać nauczycielom oryginalne prezenty. Zaprojektuj podstawki pod kubki dla nauczycieli różnych przedmiotów, dodając odpowiednie kształty 3D, np. nuty dla nauczyciela muzyki, wzór chemiczny dla nauczyciela chemii, medal dla nauczyciela wychowania fizycznego. Podstawki na rysunkach 15a i 15b. mogą stanowić inspirację.
Wskazówka: Kształty umieść jako otwór, aby uniknąć wystających elementów.

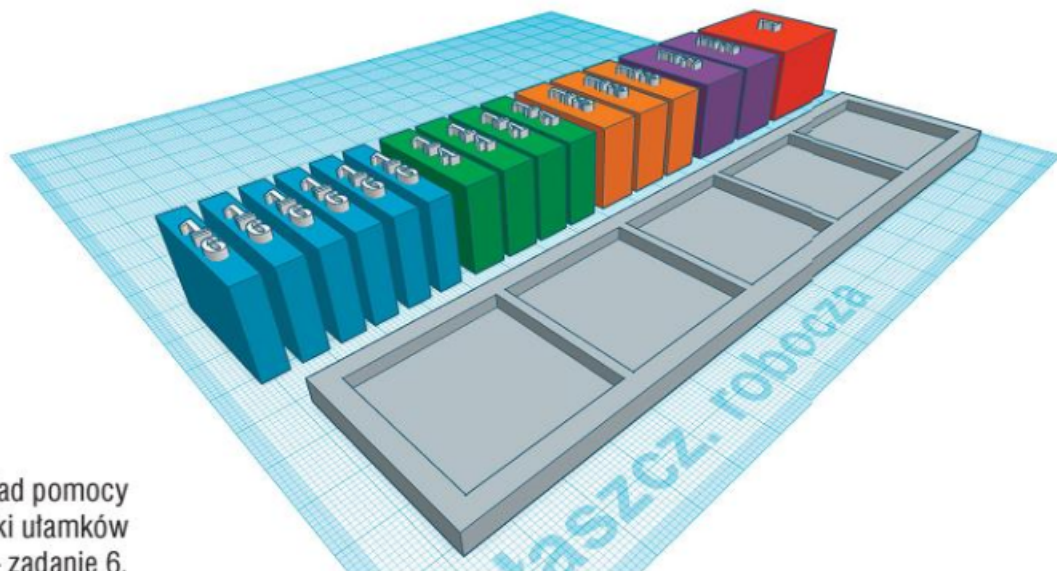


Rys. 15a. Przykładowe podstawki pod kubki – zadanie 5.



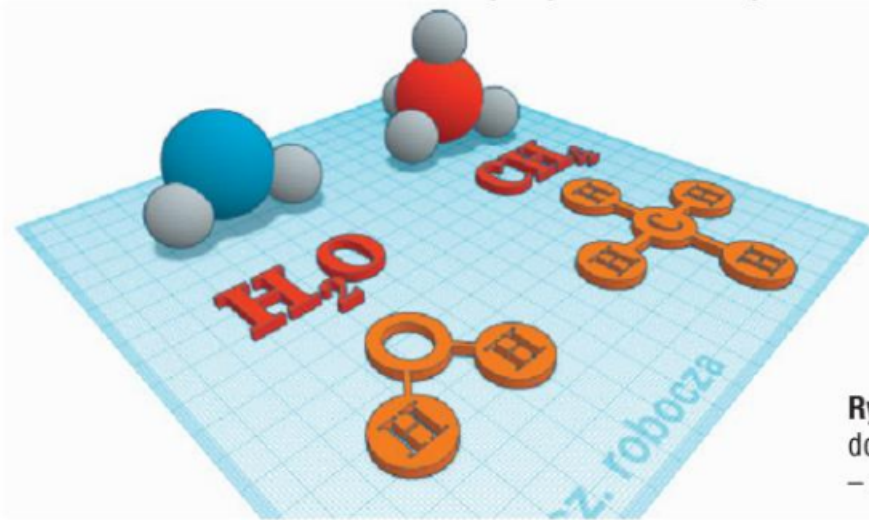
Rys. 15b. Przykładowy wydruk podstawki pod kubek – zadanie 5.

6. Wykorzystując podstawowe kształty, zaprojektuj pomoc do nauki ułamków (rys. 16.). Zapisz projekt pod nazwą *Ułamki 3D*. Przekaż model nauczycielowi matematyki w klasach młodszych.



Rys. 16. Przykład pomocy do nauki ułamków – zadanie 6.

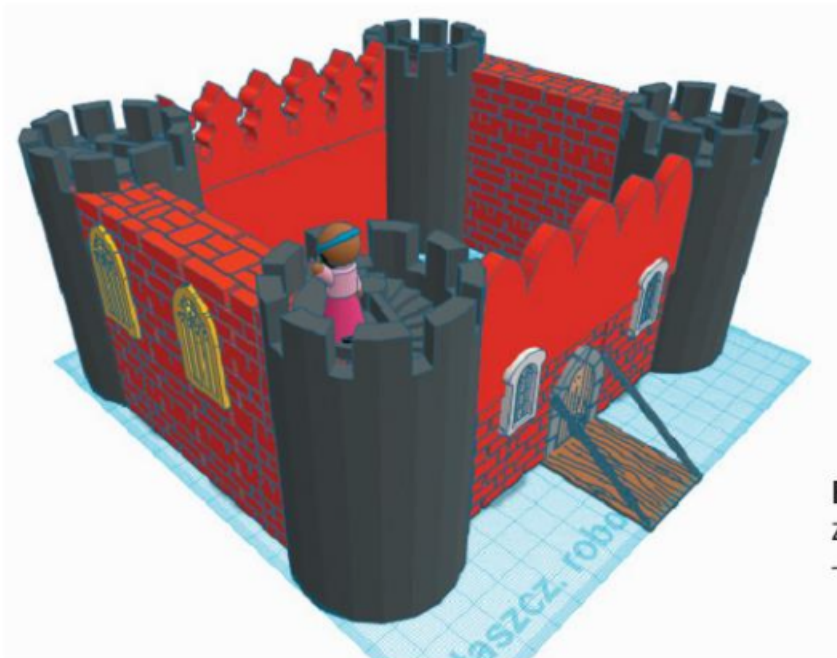
7. Zaprojektuj pomoce do nauki chemii. Mogą to być np. modele wybranych cząsteczek wraz z ich wzorami sumarycznymi i strukturalnymi.



Rys. 17. Przykład pomocy do nauki chemii – zadanie 7.

Dla zainteresowanych

8. Zaprojektuj ramkę na zdjęcia.
9. Zaprojektuj statuetkę 3D dla najlepszego ucznia szkoły.
10. Z kształtów dostępnych w programie Tinkercad zaprojektuj zamek. Możesz skorzystać z biblioteki kształtów **Konstrukcje i scenerie**. Zapisz projekt pod nazwą *Zamek*.



Rys. 18. Przykład zaprojektowanego zamku – zadanie 10.

11. Wykorzystując kształt **Scribble**, utwórz:
a. projekt podstawki pod kubek,
b. model 3D według własnego pomysłu.

Rys. 19. Przykładowy model podstawki pod kubek – zadanie 11a

