

Wprowadzenie do tworzenia modeli 3D w programie SketchUp

1. Opis programu SketchUp
2. Tworzymy prosty model 3D – sześcian
3. Wykonujemy wgłębienia i otwory w modelu 3D
 - 3.1. Projektujemy model 3D z otworami
 - 3.2. Tworzymy wgłębienia w modelu 3D – rysujemy wielokąt
 - 3.3. Projektujemy pojemnik na długopisy
4. Stosujemy różne operacje na modelu 3D – budujemy wieżę
 - 4.1. Kopiujemy model 3D i wklejamy w inne miejsce
 - 4.2. Zmieniamy rozmiar modelu 3D – skalujemy model 3D

Dodatek – wykaz i opis narzędzi programu SketchUp

1. Opis programu SketchUp

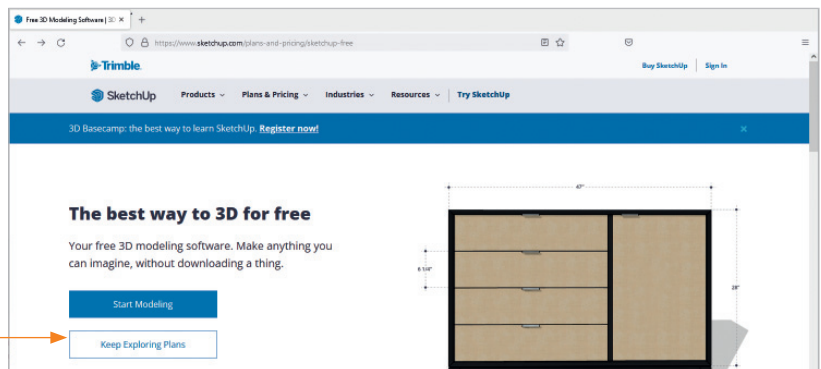
Trójwymiarowe modele możemy projektować w programach do tworzenia grafiki trójwymiarowej. Możemy skorzystać np. z programu graficznego SketchUp, dostępnego online poprzez przeglądarkę internetową (<https://www.sketchup.com/products/sketchup-free>) po założeniu bezpłatnego konta użytkownika. Program jest w języku angielskim.



Przykład 1. Zakładanie konta użytkownika

Wejdź na stronę: <https://www.sketchup.com/products/sketchup-free>.

Kliknij przycisk Start modeling.



Kliknij link **Utwórz identyfikator Trimble ID**.

Trimble

Zaloguj się

Nowy użytkownik? [Utwórz identyfikator Trimble ID](#)

Nazwa użytkownika

[Dalej](#)

Wpisz imię, nazwisko i adres e-mail.

Kliknij przycisk **Wyślij kod** – kod zostanie przesłany na podany adres e-mail.

Utwórz identyfikator Trimble ID

Masz już konto? [Zaloguj się](#)

Imię

Nazwisko

E-mail

[Wyślij kod](#)

Wpisz otrzymany kod. Kliknij przycisk **Wyślij**.

Kod weryfikacyjny

[Wyślij kod ponownie](#)

[Użyj innego adresu e-mail](#)

[Wyślij](#)

Utwórz własne hasło.

Wpisz własne hasło jeszcze raz.

Kliknij przycisk **Wyślij**.

Utwórz niepowtarzalne, silne hasło. Powinno ono składać się z liter, cyfr i innych znaków.

Nowe hasło

Hasło musi zawierać:

- × 8 znaków
- × cyfrę (0-9)
- × litery małe i wielkie
- × Znaki specjalne !@#\$%^&*_*+=

Potwierdź hasło

[Wyślij](#)

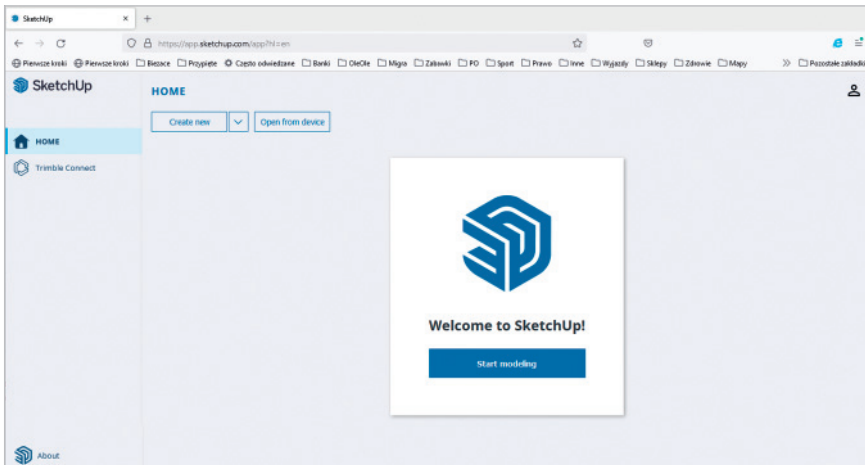


Ćwiczenie 1. Zakładamy konto użytkownika

Założ bezpłatne konto użytkownika programu SketchUp.

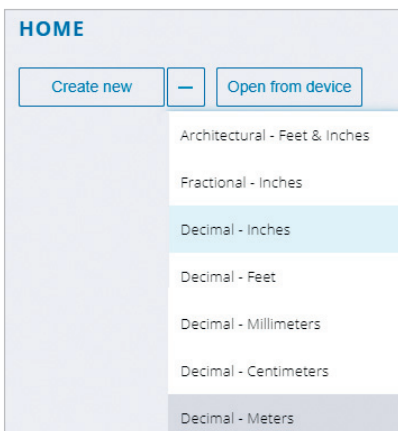
Po założeniu konta zobaczymy ekran powitalny programu SketchUp (rys. 1). W oknie możemy wybrać:

- tworzenie nowego modelu (**Create new**)
lub
- otwieranie modelu zapisanego w pliku (**Open from device**).



Rys. 1. Ekran powitalny programu SketchUp

Zanim zaczniemy projektować model 3D, warto zmienić jednostki miary na metry lub centymetry (domyślnie są ustawione cale).



Rys. 2. Zmianie jednostek systemu mierniczego na metry



Uwaga

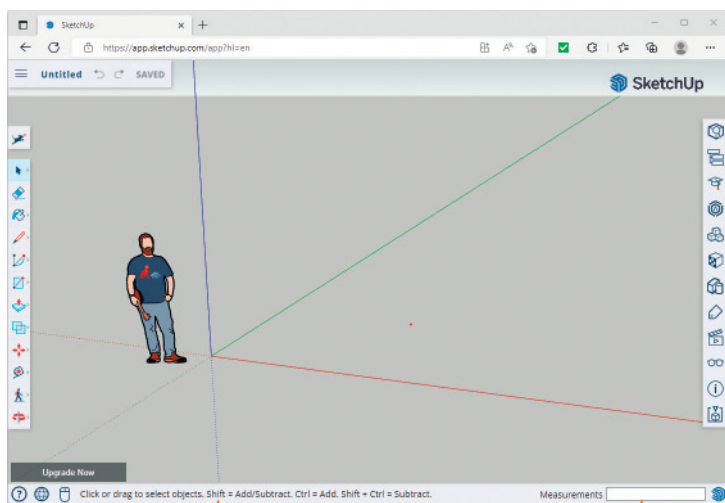
Programy, które służą do przygotowania modelu 3D do druku, mają możliwość przeskalowania modelu (np. zmniejszenia, powiększenia).

Po rozpoczęciu pracy w programie SketchUp (**Start modeling**) zobaczymy w oknie programu trójwymiarową przestrzeń, wskazywaną przez odpowiednie osie, oraz postać człowieka, która ułatwia użytkownikowi orientację przestrzenną (rys. 3a).

W programie SketchUp występują podobne narzędzia i metody pracy jak w innych programach graficznych (np. Paint i GIMP):

- rysowanie linii, prostokąta, okręgu, rysowanie odręczne ołówkiem,
- wypełnianie obszaru kolorem,
- używanie gumki i narzędzi zaznaczania.

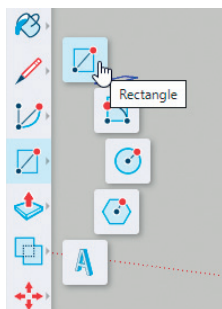
W programie SketchUp możemy rysować figury dwuwymiarowe i modele trójwymiarowe. Po lewej stronie okna programu umieszczono narzędzia do rysowania figur i tworzenia modeli 3D. Po kliknięciu narzędzi uzyskamy dodatkowe opcje (rys. 3b i 3c). Po wybraniu danego narzędzia w dolnej części okna programu (na pasku stanu) pojawiają się podpowiedzi dotyczące tego narzędzia. Po prawej stronie okna umieszczono narzędzia, umożliwiające m.in. zmianę widoku, kolorystyki, dodawanie gotowych obiektów pobranych z Internetu. Szczegółowy opis wszystkich narzędzi umieszczono w „Dodatku” (na końcu tego tematu).



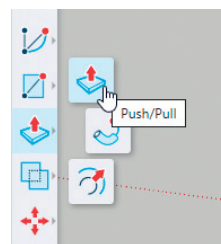
podpowiedzi

Pole tekstowe, w którym wyświetlają się wymiary figury; możemy tu również wpisać wymiary.

Rys. 3a. Okno programu SketchUp



Rys. 3b. Wybrano narzędzie rysowania prostokąta **Rectangle**



Rys. 3c. Wybrano narzędzie wytlaczania **Push/Pull**



Ćwiczenie 2. Rozpoczynamy pracę w programie SketchUp

1. Zmień jednostkę miary na metry (rys. 2.).
2. Rozpocznij pracę w programie SketchUp. Odszukaj narzędzie do rysowania prostokąta, okręgu i wielokąta oraz narzędzie wytlaczania **Push/Pull**.

2. Tworzymy prosty model 3D – sześcian

W programie SketchUp możemy łatwo przekształcić figurę płaską w bryłę, czyli model dwuwymiarowy (2D) w model trójwymiarowy (3D). W tym celu można:

- narysować dowolny dwuwymiarowy kształt, np. prostokąt (rys. 3b),
- wybrać narzędzie wytlaczania **Push/Pull** (rys. 3c), umieścić kursor na powierzchni figury i „wyciągnąć” trzeci wymiar figury w górę lub w dół (przykład 3.).



Aby utworzyć nowy model w programie SketchUp, należy wybrać opcję **Start modeling/Create new**.

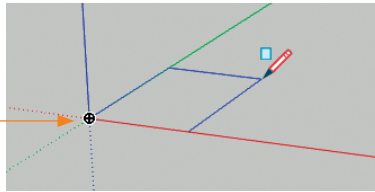


Przykład 2. Rysowanie kwadratu

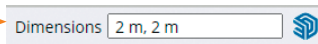
Wybierz narzędzie rysowania prostokąta **Rectangle** (rys. 3b).



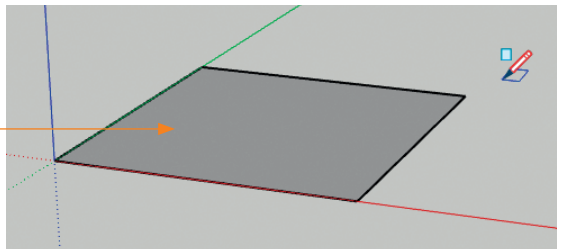
Kliknij kursorem myszy w wybranym miejscu obszaru do rysowania, np. w punkcie przecięcia osi współrzędnych, i przesuвай kursor, rysując figurę.



Wpisz z klawiatury długości boków, np. 2 m, 2 m (wymiary pojawią się w dolnej części okna po prawej stronie, w polu tekstowym).



Naciśnij **Enter** – figura przyjmie podany rozmiar.



Uwagi:

- Nie musisz wskazywać kursorem pola tekstowego **Dimensions**, aby wpisać wymiary figury.
- Jeśli nie wpiszesz wymiarów, wyświetlą się one automatycznie podczas rysowania figury.

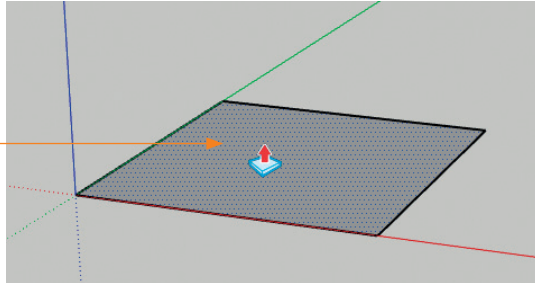


Przykład 3. Przekształcanie figury płaskiej w bryłę

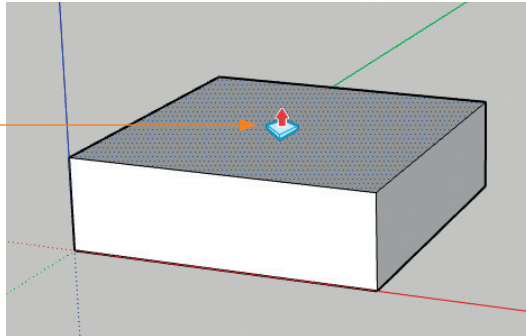
Wybierz narzędzie wytłaczania
(rys. 3c).



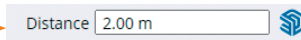
Przenieś kursor myszy
na powierzchnię figury.



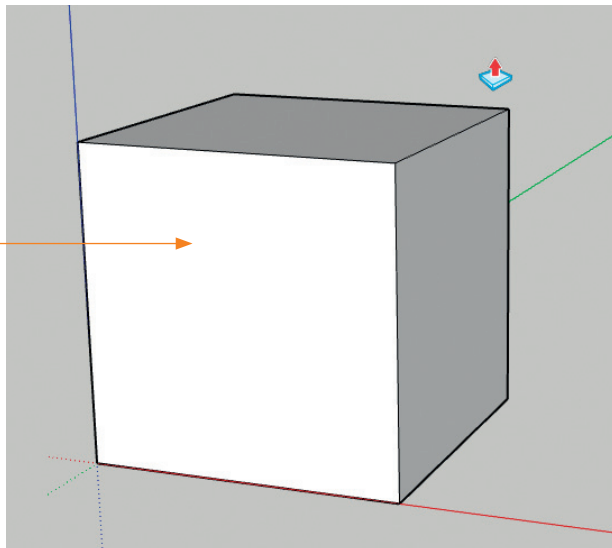
Kliknij i, trzymając wciśnięty
lewy przycisk myszy,
„wyciągnij” trzeci wymiar,
np. w górę.



Wpisz z klawiatury długość
trzeciego wymiaru (boku),
np. 2 m.




Naciśnij **Enter** – bryła przyjmie
podany rozmiar.



Utworzony model 3D można zapisać w pliku w formacie SKP (z rozszerzeniem *skp*) w chmurze producenta. Możemy również pobrać plik zapisany w formacie SKP na swój komputer. Model 3D można też wyeksportować do pliku w formacie StL (z rozszerzeniem *stl*). Zapis pliku w tym formacie umożliwia przygotowanie modelu do druku na drukarce 3D.



Aby zapisać model 3D w pliku, z menu  należy wybrać opcję **Save as** i wpisać w odpowiednim polu tekstowym nazwę pliku – plik zostanie zapisany na koncie utworzonym w chmurze producenta.

Aby zapisać model 3D na swoim komputerze w formacie SKP, z menu  należy wybrać opcję **Download** i format SKP.

Aby wyeksportować model 3D do pliku z rozszerzeniem *stl*, z menu  należy wybrać opcję **Download** i format StL.







Ćwiczenie 3. Tworzymy pierwszy model 3D – sześcian


1. Korzystając z przykładów 2. i 3., utwórz w programie SketchUp sześcian o boku 2 m.
2. Zapisz model w chmurze producenta, w pliku pod nazwą *sześcian.skp*.

W programie SketchUp do projektu modelu możemy dodać linie wymiarowe. Model możemy też obracać, aby zobaczyć go z różnych stron, możemy go pokolorować lub pokryć jego powierzchnię różnymi materiałami.



Aby dodać linie wymiarowe, należy wybrać narzędzie **Dimension** , kliknąć pierwszy wierzchołek, potem drugi – linia i wymiar zostaną wyświetlone. Aby linia i wymiar były lepiej widoczne, można (nie trzymając wciśniętego przycisku myszy) „wysunąć” linię.

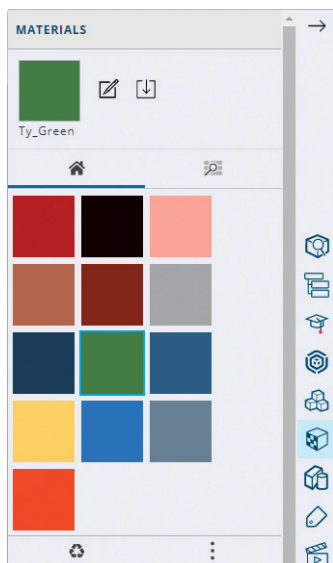
Do obracania modelu służy narzędzie **Orbit** , a do kolorowania – narzędzie **Paint** . Gdy wybierzemy narzędzie **Paint**, otworzy się panel **Materials** z paletą kolorów (rys. 4a). Panel ten otworzy się również, gdy klikniemy przycisk **Materials**  w narzędziach po prawej stronie okna

programu. Gdy klikniemy ikonę lupy , będziemy mieli dostęp do różnych materiałów, które można stosować w projektach, np. imitujących drewno, szybę, wodę, asfalt, trawę (rys. 4b).

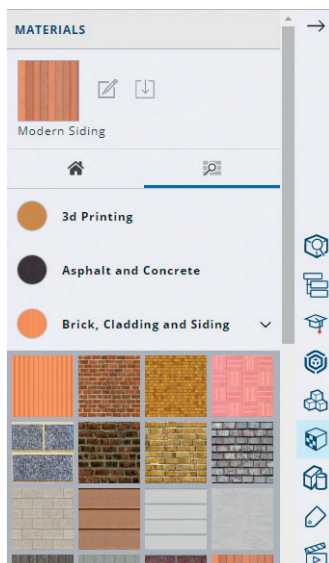
! Uwaga

Postać człowieka widoczną w oknie programu można usunąć, zaznaczając ją za pomocą narzędzia

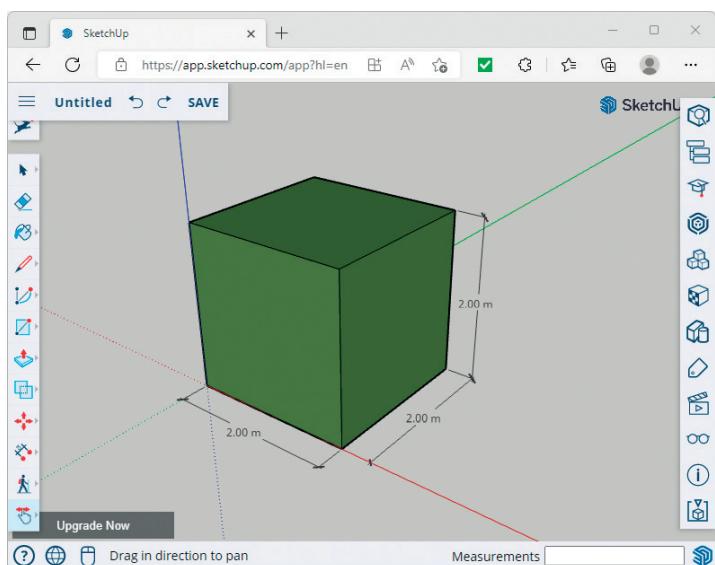
Select  i naciskając klawisz **Delete**.



Rys. 4a. Paleta kolorów



Rys. 4b. Różne materiały




Rys. 5. Przykładowy projekt 3D sześcianu



Ćwiczenie 4. Dodajemy do modelu linie wymiarowe i go kolorujemy

1. Dodaj linie wymiarowe do trzech boków utworzonego sześcianu.
2. Zastosuj do wszystkich ścian modelu wybrany kolor (kolory) lub materiał (materiały).
3. Zapisz model w pliku pod nazwą *sześcian kolorowy*.

Wskazówka: Aby zmienić wygląd powierzchni wszystkich ścian sześcianu, użyj narzędzia

Orbit  i obracaj odpowiednio model. W razie problemów sprawdź w „Dodatku”, jak korzystać z tego narzędzia.

3. Wykonujemy wgłębienia i otwory w modelu 3D

3.1. Projektujemy model 3D z otworami

Korzystając z poznanych narzędzi, możemy zaprojektować model z otworem (z otworami). Wystarczy w utworzonym modelu (np. sześcianu, prostopadłościanu) narysować na jednej ze ścian prostokąt, a następnie „wepchnąć” go za pomocą narzędzia **Push/Pull** do środka. Jeśli chcemy, by otwór znajdował się dokładnie na środku modelu, możemy wykorzystać dodatkowo narzędzie **Offset**.

możemy wykorzystać dodatkowo narzędzie **Offset** .



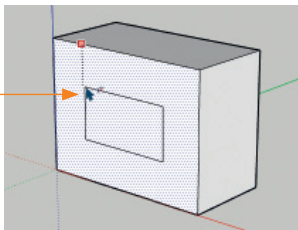
Przykład 4. Wycinamy otwór w modelu 3D

W programie SketchUp utwórz prostopadłościan.

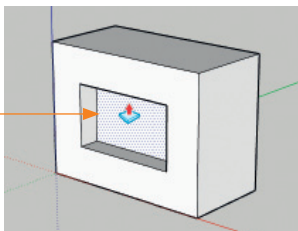
Wybierz narzędzie **Offset**.



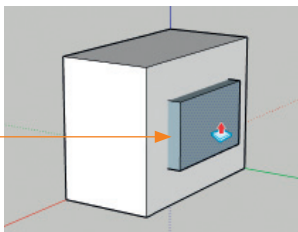
Za pomocą narzędzia **Offset** utwórz prostokąt wewnątrz jednej ze ścian.



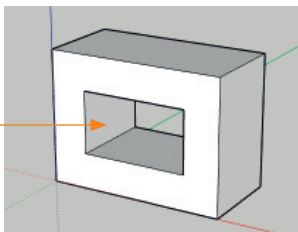
Wybierz narzędzie **Push/Pull** i „wepchnij” narysowany prostokąt do wnętrza prostopadłościanu.



Za pomocą narzędzia **Orbit** obróć prostopadłościan, aby zobaczyć przeciwległą ścianę i ewentualnie wepchnij wystającą część (Push/Pull) tak, aby wyrównać ją z powierzchnią ściany.



Sprawdź, czy otwór został wykonany na wylot.






Ćwiczenie 5. Projektujemy model 3D z otworem


1. W programie SketchUp utwórz prostopadłościan o wymiarach 2 m x 0,5 m x 1,5 m.
2. Wytnij w bryle otwór, jak pokazano w przykładzie 4. Pokryj powierzchnię figury materiałem przypominającym drewno.
3. Zapisz model w pliku pod nazwą *prostopadłościan z otworem*.

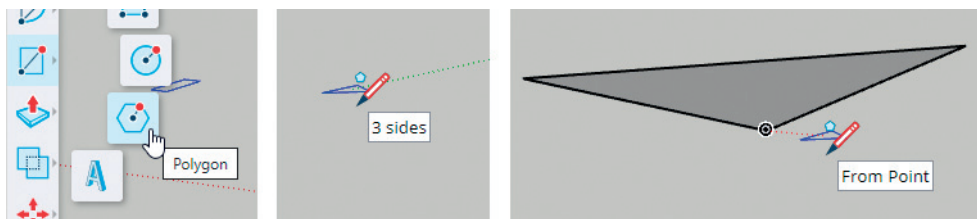
3.2. Tworzymy wgłębienia w modelu 3D – rysujemy wielokąt

W programie SketchUp można rysować wielokąty o dowolnej liczbie boków. Do rysowania wielokątów stosujemy narzędzie **Polygon** . Domyślnie za pomocą tego narzędzia rysuje się sześciokąt.

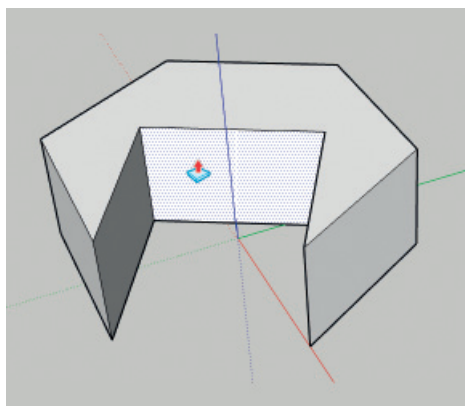


Aby narysować wielokąt o dowolnej liczbie boków, należy wybrać narzędzie

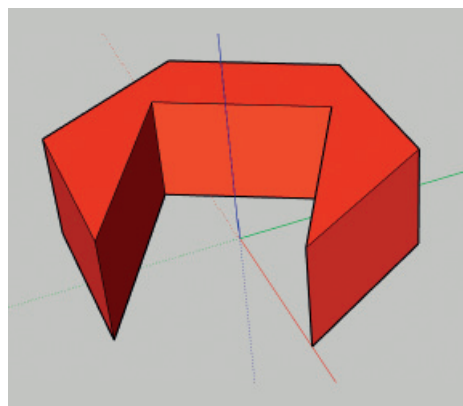
Polygon  i z klawiatury wpisać liczbę boków z literką s. Na przykład gdy wpiszesmy 3s, będziemy mogli narysować trójkąt (rys. 6.).



Rys. 6. Rysowanie trójkąta



Rys. 7a. Wykonywanie wgłębienia w modelu 3D



Rys. 7b. Przykładowy model 3D z wgłębieniem

Bryła pokazana na rysunku 7b powstała po narysowaniu sześciokąta i wyciągnięciu w górę za pomocą narzędzia **Push/Pull**. Następnie narzędziem służącym do wytłaczania wepchnięto jedną ze ścian (rys. 7a).



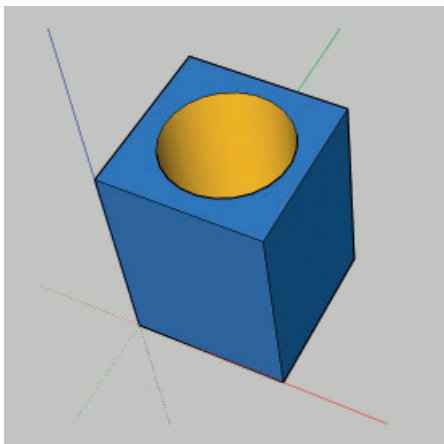
Ćwiczenie 6. Projektujemy model 3D z wgłębieniem

1. W programie SketchUp utwórz model 3D podobny do pokazanego na rysunku 7b. Pokoloruj model.
2. Zapisz model w pliku pod nazwą *bryła z wgłębieniem*.

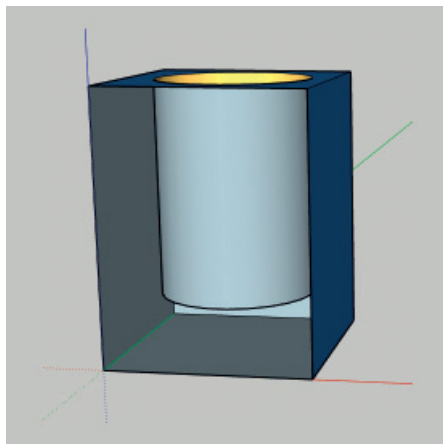
3.3. Projektujemy pojemnik na długopisy

{ Chcemy zaprojektować w programie SketchUp pojemnik na długopisy. }
{ Czy możemy to zrobić, korzystając z poznanych narzędzi? }

Aby zaprojektować pojemnik na długopisy pokazany na rysunkach 8a i 8b, wystarczy utworzyć prostopadłościan, na górnej ścianie narysować koło i „wcisnąć” je w dół.



Rys. 8a. Model pojemnika na długopisy



Rys. 8b. Podgląd wnętrza pojemnika



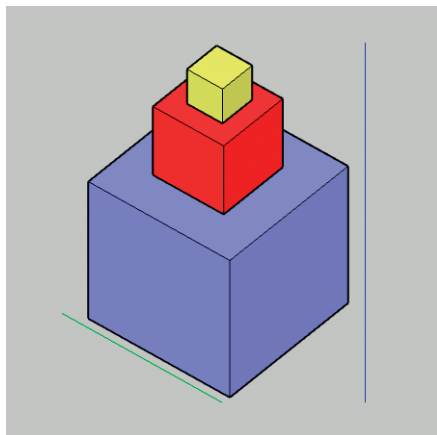
Ćwiczenie 7. Projektujemy pojemnik na długopisy

1. W programie SketchUp utwórz prostopadłościan o dowolnych wymiarach. Dodaj linie wymiarowe.
2. Wytnij w bryle otwór, jak pokazano na rysunkach 8a i 8b.
3. Zapisz model w pliku pod nazwą *pojemnik na długopisy*.

Wskazówka: Aby sprawdzić, w jakiej odległości od dna kończy się walec, można odstąpić na chwilę jedną ścianę (zaznaczyć i usunąć), a następnie ją przywrócić (naciskając klawisze **Ctrl + Z**).

4. Stosujemy różne operacje na modelu 3D – budujemy wieżę

Chcemy w programie SketchUp utworzyć wieżę składającą się z trzech sześcianów, ułożonych od największego do najmniejszego, jak na rysunku 10. Jak to zrobić, wykorzystując utworzony wcześniej sześcian?




Aby wykonać model pokazany na rysunku 9., możemy skopiować model sześcianu do **Schowka**, wkleić go dwukrotnie na tym samym obszarze, odpowiednio każdy z nich zmniejszyć, a następnie umieścić je kolejno – mniejszy na większym sześcianie.

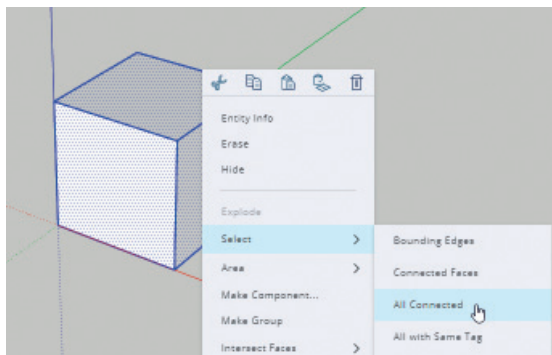
Rys. 9. Przykładowa wieża z sześcianów

4.1. Kopiujemy model 3D i wklejamy w inne miejsce



Aby skopiować model 3D do **Schowka**, należy:


- kliknąć narzędzie do zaznaczania i zaznaczyć cały model, wybierając z menu kontekstowego obiektu polecenie **Select/All Connected** – rys. 10a,
- z tego samego menu wybrać opcję kopiowania **Copy** (kliknąć przycisk ) lub nacisnąć kombinację klawiszy **Ctrl + C**.

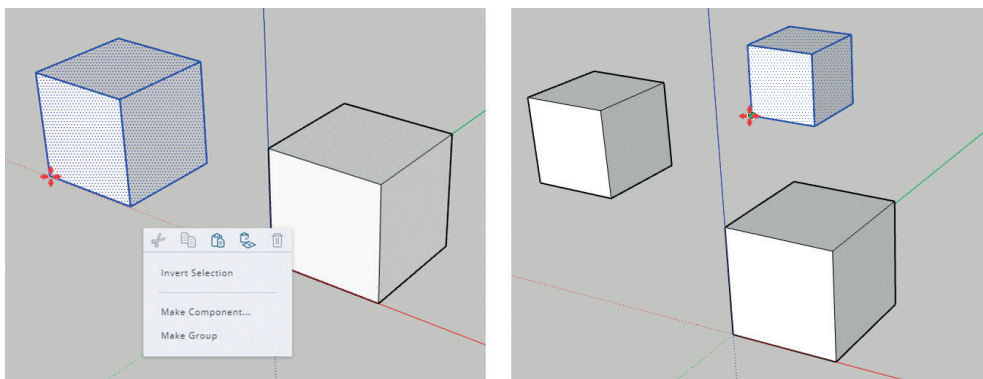


Rys. 10a. Kopowanie modelu 3D do **Schowka**



Aby wkleić model 3D ze Schowka, należy:

- z menu kontekstowego obszaru do rysowania wybrać opcję wklejania **Paste** (kliknąć przycisk ) lub nacisnąć kombinację klawiszy **Ctrl + V**,
- przesunąć kursorem myszy model w wybrane miejsce i kliknąć, aby zakończyć – rys. 10b.




Rys. 10b. Wklejanie modelu 3D ze **Schowka**



Ćwiczenie 8. Kopiujemy i wklejamy modele 3D


1. Otwórz plik sześcian zapisany w ćwiczeniu 3.
2. Skopiuj model sześcianu (rys. 10a) i wklej dwukrotnie w tym samym obszarze do rysowania (rys. 10b).
3. Zapisz model w pliku pod nazwą *sześciany*.

Wskazówka: Aby otworzyć plik zapisany w programie SketchUp, należy z menu  wybrać opcję **Open/Trimble connect** (gdy zapisaliśmy plik w chmurze producenta) lub **Open/My device** (gdy zapisaliśmy plik na własnym komputerze).

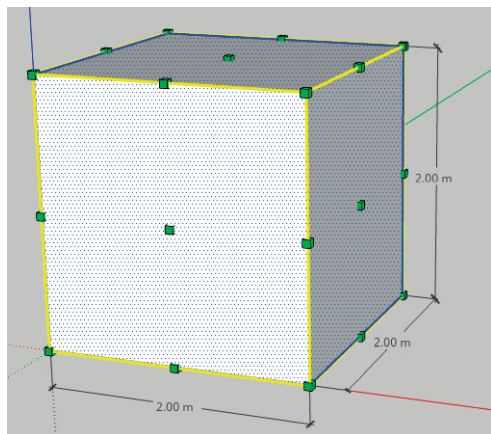
4.2. Zmieniamy rozmiar modelu 3D – skalujemy model 3D



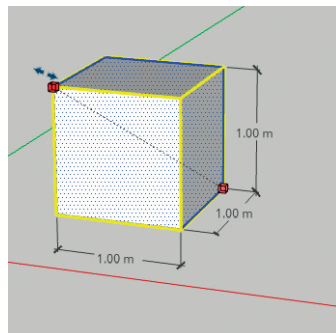
Aby zmienić rozmiar modelu 3D (zmniejszyć go lub zwiększyć), należy zaznaczyć model w całości (polecenie **All Connected** z menu kontekstowego

modelu) i wybrać narzędzie **Scale**  – w wybranym punktach modelu pojawiają się węzły (rys. 11a). Następnie należy uchwycić i przeciągać wybrany węzeł aż uzyskamy potrzebne wymiary (rys. 11b). Aby zakończyć to działanie, należy nacisnąć klawisz **Esc**.

W przypadku sześcianu warto uchwycić węzeł narożny (rys. 11b), przy czym wcześniej należy dodać linie wymiarowe – dzięki temu podczas skalowania od razu obserwujemy zmianę wymiaru boków sześcianu.




Rys. 11a. Stosowanie narzędzia **Scale**




Rys. 11b. Zmniejszanie sześcianu

Gdy zmniejszymy obydwie sześciany, wystarczy ustawić jeden na drugim, odpowiednio je przesuwając.

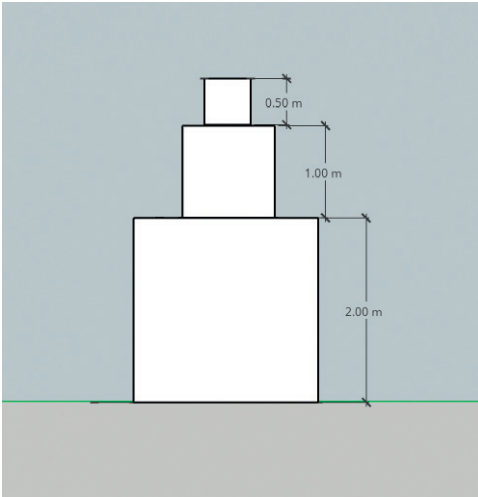


Aby przesunąć model 3D, należy go zaznaczyć w całości (**All Connected**), a następnie użyć narzędzia **Move** .

Aby lepiej widzieć, czy sześciany zostały dobrze umieszczone jeden na drugim (aby przylegały powierzchniami ścian), warto ustawiać je w jednym z widoków dostępnych z prawej strony okna programu pod przyciskiem **Scenes**  (rys. 12).



Rys. 12. Rodzaje widoków (**Scenes**)

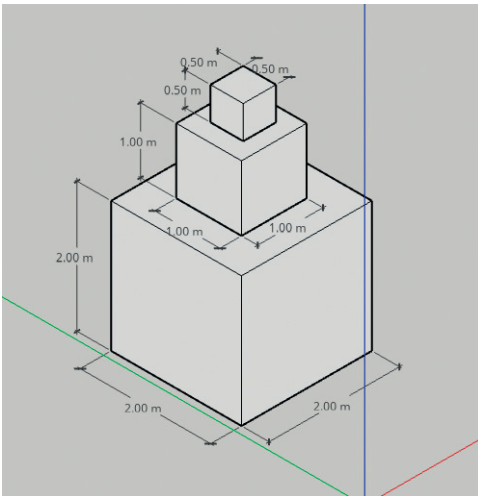


! Uwaga

W programie SketchUp wymiary, które są liczbami dziesiętymi, zapisujemy z kropką, a nie z przecinkiem.

Rys. 13a. Przykład ustawienia wieży

(widok )



Rys. 13b. Przykład ustawienia wieży

(widok )



Ćwiczenie 9. Tworzymy wieżę z sześciątów

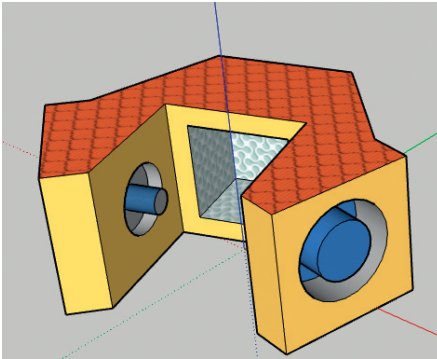
1. Otwórz plik *sześciany* zapisany w ćwiczeniu 8.
2. Zmniejsz długość boku jednego z sześciątów do 1 m, a drugiego – do 0,5 m.
3. Ustaw sześciąty tak, aby utworzyły wieżę (rys. 13a i 13b).
4. Zapisz plik pod tą samą nazwą.



Zadania

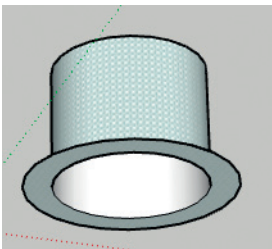
1. Przyjrzyj się modelowi pokazanemu na rysunku 14. Omów, jakich narzędzi użyto do jego wykonania i w jaki sposób wykonano wytłoczenia na poziomych ścianach. Utwórz własny model 3D, stosując podobne rozwiązania. Zapisz model w pliku pod nazwą *nowa bryła*.

Wskazówka: Możesz skorzystać z pliku *bryła z wgłębieniem* zapisanego w ćwiczeniu 6.



Rys. 14. Przykład modelu 3D

2. Utwórz projekt 3D cylindra, podobny do pokazanego na rysunku 15. Zapisz model w pliku pod nazwą *cylinder*.



Rys. 15. Przykład projektu cylindra

3. Wykonaj projekt pojemnika na długopisy według własnego pomysłu. Zapisz model w pliku pod nazwą *mój pojemnik*.
4. Utwórz wieżę podobną do tej z ćwiczenia 9., ale składającą się z walców o różnych średnicach. Zapisz model w pliku pod nazwą *wieża z walców*.

Dla zainteresowanych
















5. Utwórz wieżę z różnych brył według własnego pomysłu. Zapisz model w pliku pod nazwą *moja wieża*.
6. Zaprojektuj model 3D według własnego pomysłu. Dodaj do modelu linie wymiarowe z wymiarami. Zapisz model w pliku pod nazwą *mój model*, ale z rozszerzeniem umożliwiającym wydruk na drukarce 3D.







Dodatek – wykaz i opis narzędzi programu SketchUp

	Search SketchUp – wyszukiwanie funkcji programu	
		Select – zaznaczenie elementu, który chcemy uaktywnić w celu modyfikowania za pomocą innych narzędzi lub poleceń
		Lasso – zaznaczenie fragmentu modelu
	Eraser – usuwanie linii lub innych elementów; kliknięty gumką element zostanie usunięty	
		Paint – nałożenie koloru lub tekstury na powierzchnię elementu
		Sample Material – pobieranie materiału; kliknięty materiał staje się materiałem aktywnym np. kolor lub tekstura
		Line – rysowanie linii prostych
		Freehand – rysowanie dowolnych linii, funkcja naśladuje rysowanie ołówkiem lub długopisem; działa podobnie jak ołówek w programie Paint
		Arc – tworzenie podstawowego łuku; klikając, wskazujemy kolejno środek, początek i kąt łuku
		2 Point Arc – tworzenie łuku na podstawie odcinka prostego; klikając, wskazujemy kolejno dwa punkty podstawy i promień łuku
		3 Point Arc – tworzenie łuku z trzech punktów; drugi punkt jest punktem obrotu (wygięcia)
		Pie – tworzenie zamkniętego łuku, maksymalnie do postaci koła (360°)

		Rectangle – tworzenie podstawowego prostokąta lub kwadratu
		RotatedRectangle – tworzenie prostokąta pod kątem; nie jest on wyrównany z osią
		Circle – rysowanie okręgu; pierwsze kliknięcie wyznacza środek, drugie promień
		Polygon – tworzenie wielokąta o dowolnej liczbie boków; po kliknięciu narzędzia należy przenieść kursor na obszar do rysowania i napisać na klawiaturze liczbę boków z literką s, np. 6s (liczba ta pojawi się w polu tekstowym Sides); przesuając kursor, zmienimy rozmiar boku
		3D Text – tworzenie trójwymiarowego tekstu
		Push/Pull – zmienianie dwuwymiarowego kształtu w trójwymiarowy; możemy „wyciągać” trzeci wymiar w górę lub „pchać” w dół
		Follow Me – tworzenie brył obrotowych; prowadzenie ściany wzdłuż ścieżki, aby utworzyć kształt 3D
		Offset – tworzenie konturu zewnętrznego lub wewnętrznego dowolnego kształtu z zachowaniem takiej samej odległości pomiędzy oryginalnymi krawędziami a nowym konturem; kształt elementu zostaje zachowany
		* Outer Shell – pozostawienie tylko zewnętrznych powierzchni nakładających się brył
		* Union – łączenie dwóch lub więcej brył w jedną formę
		* Subtract – jedna bryła usuwa część drugiej
		* Trim – jedna bryła przycina drugą, ale pozostaje w modelu
		* Intersect – pozostawienie części elementu tylko z przecinającą się geometrią
		* Split – dzielenie bryły wzdłuż przecinającej się geometrii

* Narzędzia nieaktywne w darmowej wersji online.

		Move – przesuwanie elementu (np. całego modelu, jego krawędzi czy wierzchołka); używając tego narzędzia, możemy przesunąć cały model w inne miejsce, ale też zmienić jego kształt
		Rotate – obracanie elementu względem punktu
		Scale – skalowanie (zmienianie rozmiaru) elementu (zmniejszanie, zwiększanie)
		TapeMeasure – mierzenie elementu i pomoc w precyzyjnym modelowaniu (tworzenie linii pomocniczych)
		Dimensions – wymiarowanie elementów; dodawane są linie (miarki)
		Text – dodawanie pola tekstowego
		SectionPlane – przecięcie modelu wzdłuż płaszczyzny, dzięki czemu można zajrzeć do wnętrza modelu
		Protractor – pomiar kątów i ustawienie precyzyjnej linii prowadzącej pod kątem
		Axes – przesunięcie lub ustawienie środka i orientacji układu współrzędnych względem utworzonego modelu
		Walk – symulowanie chodzenia po modelu; po kliknięciu narzędzia należy trzymać wciśnięty lewy przycisk myszy
		PositionCamera – oglądanie modelu na określonej wysokości w stosunku do powierzchni modelu
		LookAround – przesuwanie kamery z boku na bok, podobnie jak obracanie głowy

		Orbit – poruszanie się wokół, nad lub pod modelem (obracanie kamery wokół modelu); po kliknięciu narzędzia należy trzymać wciśnięty lewy przycisk myszy
		Pan – przesuwanie widoku w górę, w dół, w lewo lub w prawo; po kliknięciu narzędzia należy trzymać wciśnięty lewy przycisk myszy
		Zoom – przeglądanie szczegółów lub całego modelu
		Zoom Window – powiększenie określonej prostokątnej części modelu
		Zoom Extens – wyświetlenie całego modelu w obszarze rysunku

Autor: Grażyna Koba

Konsultacja merytoryczno-dydaktyczna: Krzysztof Fortuna, Michał Łętowski, Marta Skąta-Kowalczyk

Redakcja i korekta: dr Halina Kubicka

Projekt graficzny i skład: Studio Grafiki INCOLOR Roman Jankowski

Copyright © by MIGRA Sp. z o.o., Wrocław 2022

MIGRA Sp. z o.o.

ul. Świeradowska 51/57

50-559 Wrocław

tel.: 71 75 06 230

faks: 71 75 06 235

e-mail: biuro@migra.pl