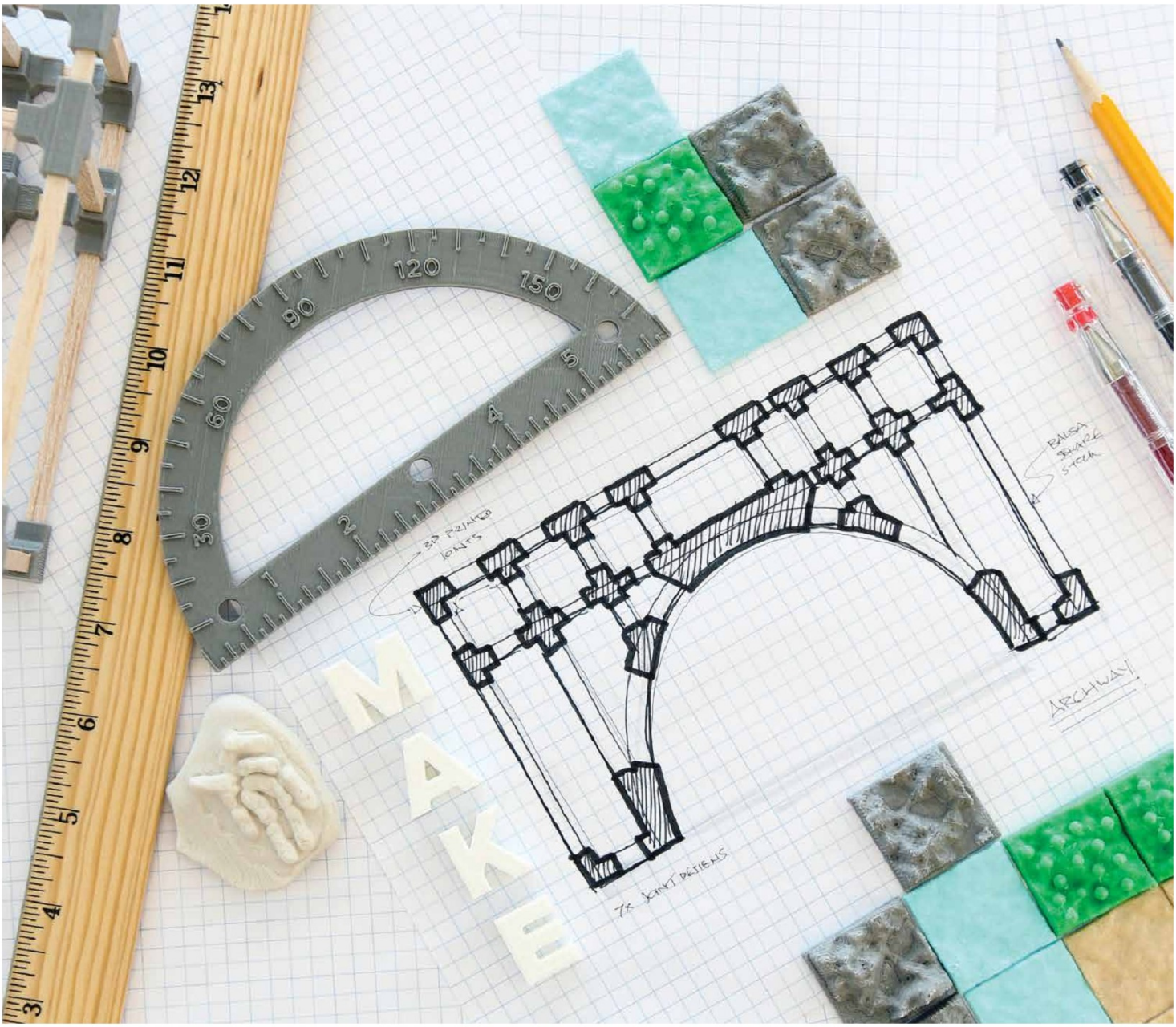
„MAKERBOT“ KLASĖJE

Įžanga į 3D spausdinimą ir projektavimą



SUDARĖ „MAKERBOT EDUCATION“

„MAKERBOT“ KLASĖJE

Įžanga į 3D spausdinimą ir projektavimą

Autorių teisės © 2015 m. „MakerBot®“

www.makerbot.com

Visos teisės saugomos. Jokios šio leidinio dalies negalima atgaminti, platinti arba perduoti bet kokioje formoje ir bet kokiomis priemonėmis, įskaitant kopijavimo, įrašymo ar kitais elektroniniais arba mechaniniais būdais, be raštiško leidėjo sutikimo; pagal autorių teisių įstatymus leidžiama naudoti trumpas citatas apžvalgoms ir kitoms konkrečioms nekomercinėms reikmėms.

Šiame dokumente pateikta ne „MakerBot“ gaminių arba paslaugų informacija buvo gauta iš šių gaminių tiekėjų arba paslaugų teikėjų, arba iš jų publikuotų pranešimų. Konkretūs klausimai apie ne „MakerBot“ gaminių ir paslaugų galimybes turi būti pateikiamos šių gaminių tiekėjams arba paslaugų teikėjams.

ISBN: 978-1-4951-6175-9

Atspausdinta Jungtinėse Amerikos Valstijose

Pirmasis leidimas

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

„MAKERBOT“ KLASĖJE

Įžanga į 3D spausdinimą ir projektavimą

Sudarė „MakerBot Education“

„MakerBot Publishing“ • Bruklinas, Niujorkas

TURINYS

6 3D SPAUSDINIMO KLASĖJE PRISTATYMAS

8 **1 PAMOKA: ĮŽANGA Į 3D SPAUSDINIMĄ**

11 „MakerBot“ istorijos: švietimas

12 „MakerBot“ istorijos: medicina

13 „MakerBot“ istorijos: verslas

14 „MakerBot“ istorijos: tolimesnis apdirbimas

15 „MakerBot“ istorijos: dizainas

16 **2 PAMOKA: 3D SPAUSDINTUVO NAUDOJIMAS**

24 **3 PAMOKA: FAILŲ PARUOŠIMAS SPAUSDINIMUI**

35 TRYS ATLIKIMO BŪDAI

36 **ATSISIUNTIMO BŪDAI**

40 **NUSKAITYMO BŪDAI**

46 **PROJEKTAVIMO BŪDAI**

51 PROJEKTO IR PROJEKTAVIMO PROGRAMINĖ ĮRANGA

52 **PROJEKTAS: PIRMINIŲ FIGŪRŲ MODELIAVIMAS NAUDOJANT „TINKERCAD“**

53 Sukurkite savo šalį

55 Tyrinėkite: pirminių figūrų modeliavimas naudojant „Tinkercad“

59 Tyrinėkite: geografija ir klimatas

60 Kurkite: suprojektuokite vandens plytelę

62 Kurkite: suprojektuokite miško plytelę

66 Kurkite: suprojektuokite kalnų plytelę

69 Kurkite: suprojektuokite sausumos plytelę

71 Tolimesnės veiklos: tyrinėkite savo naująjį pasaulį

74 **PROJEKTAS: PARAMETRINIS MODELIAVIMAS NAUDOJANT „OPENSCAD“**

75 Išmokite programuoti 3D objektus spausdinimui: sukurkite vardo kortelę

77 Tyrinėkite: parametriniai ir redaguojami modeliai

78 Tyrinėkite: modeliavimas naudojant „OpenSCAD“ kodą

83 Kurkite: redaguokite vardo kortelę naudodami „OpenSCAD“ kodą

88 Kurkite: parašykite naują „OpenSCAD“ kodą, kad suprojektuotumėte modelį

90 Tolimesnė veikla: „OpenSCAD“ ir „Thingiverse Customizer“

92 **PROJEKTAS: SKAITMENINIS FORMAVIMAS NAUDOJANT „SCULPTRIS“**

93 3D atspausdintų fosilijų kūrimas

95 Tyrinėkite: fosilijos ir geologiniai periodai

96 Tyrinėkite: projektavimas naudojant „Sculptris“

100 Kurkite: kriauklės fosilijos projektavimas

103 Kurkite: dantų fosilijos projektavimas

106 Kurkite: kurkite savo fosilijas

108 Tolimesnė veikla: gipso liejimo formos ir fosilijos, iš pasirinkto laikotarpio, iškasimas

110 **PROJEKTAS: KIETŲ KŪNŲ MODELIAVIMAS NAUDOJANT „123D DESIGN“**

111 Eksperimentinis projektavimas: tilto statyba

113 Tyrinėkite: tiltai ir kitos laikančiosios konstrukcijos

114 Tyrinėkite: modeliavimas naudojant „123D Design“

118 Kurkite: stiprumo bandymo bandinių modeliavimas

123 Kurkite: keturių taškų jungties modeliavimas

127 Kurkite: šešiakampės jungties modeliavimas

130 Kurkite: arkinės jungties modeliavimas

133 Kurkite: papildomų jungčių projektavimas

134 Tolimesnė veikla: tilto bandymas, iš atliekų suformuotos konstrukcijos

136 **SUDĖTINGESNI 3D SPAUSDINIMO BŪDAI IR TRIKČIŲ NUSTATYMAS, BEI ŠALINIMAS**

137 „Autodesk Meshmixer“ naudojimas 3D spausdinimui

142 **APIBENDRINIMAS IR TOLIMESNI ŽINGSNIAI**

144 **OFICIALUS PAREIŠKIMAS**

3D SPAUSDINIMO KLASĖJE PRISTATYMAS

„MakerBot“ tiki, kad 3D spausdinimas ir modeliavimas praturtina ir sustiprina klasėje dėstomų dalyko, technologijų, projektavimo, meno, matematikos ir dizaino dalykų įgūdžius. Pateikdami moksleiviams realaus pasaulio iššūkius, suteikiame galimybę jiems įsitraukti į problemų sprendimą.

Kiekvienas priėjimas prie 3D spausdintuvo yra visada kitoks. Nesvarbu koks yra jūsų išsilavinimas; kiekvienas naudodamasis projektais paremtais mokymais ir eksperimentuodamas gali išmokti kurti naudodamas 3D spausdinimą.

3D spausdinimas yra įrankis, suteikiantis galimybę žmonėms sukurti naujus dalykus, kuriuos riboja tik vaizduotė. 3D spausdinimas ir projektų modeliavimas suteikia galimybę jūsų moksleiviams bandyti ir daryti klaidas. Nors tai gali skambėti neįprastai, bet pradžioje mes skatiname moksleivius dažnai daryti klaidas, kad jie įgytų problemų sprendimo įgūdžius ir pasitikėjimą, skatinantį juos nenustoti bandyti iki jiems pasiseks.

Šią knygą naudokite kaip atskaitos tašką, padėsiantį jums integruoti 3D spausdinimą į savo dienotvarkę ir mokyti mokinius 3D spausdinimo pagrindų. Kol tai sužinosite, jūsų mokiniai jau kurs įspūdingus daiktus, apie kuriuos niekuomet nebūtumėte pagalvoję, kad tai padaryti įmanoma.

Įkvėpimas jus supa visur. Nekantraujame pamatyti ką galite sukurti!

„MakerBot Education“ komanda

MOKYMOSI TIKSLAI

Mūsų tikslas yra jums pateikti:

- Išsamius pagrindus, kad galėtumėte mokytis ir mokyti 3D spausdinimo;
- Idėjas kaip pateikti 3D spausdinimą klasėje;
- Žinias apie skirtingus 3D modeliavimo programinės įrangos tipus ir jų stipriąsias puses;
- Pagrindinius projektus, kurie padės lengvai integruoti 3D spausdinimą į savo dienotvarkę;
- Pasitikėjimą imtis tolimesnių projektų ir pritaikyti juos mokinių poreikiams.

Mūsų tikslai padėti mokiniams:

- Padidinti planavimą, kritinį mąstymą, argumentavimą ir kūrybinius įgūdžius;
- Sukurti stiprius ryšius ir bendravimo įgūdžius;
- Praktikuotis vizualizavimą ir sprendimų priėmimą;
- Žinoti kaip ir kada naudoti technologiją, bei kaip pasirinkti atitinkamus įrankius;
- Suprasti pakartojimo svarbą projektavimo cikle;
- Suprasti kaip naudotis 3D spausdintuvu.

3D SPAUSDINTUVAS KAIP ĮRANKIS

Atsiminkite, kad 3D spausdintuvas yra dar vienas įrankis jūsų įrankių dėžėje, kuris yra nepaprastai naudingas kuriant įvairiausius objektus: paprastus ir sudėtingus. Mokydamiesi naujosios technologijos ypatybes, galite atrasti įdomias, naujas ir dar neatrastas spausdintuvo naudojimo galimybes.

KAIP NAUDOTIS ŠIA KNYGA

Šią knygą naudokite pradiniam susipažinimui su 3D spausdinimu. Tolimesniuose skyriuose pasidalinsime savo žiniomis ir pademonstruosime kelis projektus, kurie gali būti įtraukti į jūsų pamokas. Tačiau tai, kam galite panaudoti 3D spausdintuvą, nesibaigia čia pateikiama informacija. 3D spausdintuvas gali būti bet kokio dalyko dalis, jeigu suprantate pagrindus ir mąstote plačiau.

Pirmoje šios knygos dalyje pateikiamas “MakerBot Replicator®“ 3D spausdintuvo veikimas ir supažindinama su pačiomis spausdintuvų technologijomis. Kiekvienoje dalyje pateikiamos pagrindinės žinios, mokymosi tikslai, terminologija, veiklos pavyzdžiai ir diskusijų medžiaga.

Antroje dalyje pateikiami trys būdai, trys pagrindiniai požiūriai kaip sukurti modelius 3D spausdinimui. Apžvelgsime atsisiuntimą iš internetinės bendruomenės, 3D skaitytuvo naudojimą ir modelių projektavimą nuo pradžios naudojant įvairias 3D projektavimo programas.

Trečioje šios knygos dalyje pateikiami konkrečiais projektais pateikti mokymo pavyzdžiai, skirti įtraukti 3D spausdinimą į savo mokymo programą. Jūs ir jūsų mokiniai tirs tiriamąjį objektą, susipažins su įvairiais 3D modeliavimo įrankiais, vėliau sukurs ir atspausdins originalius projektus. Skatiname jus peržiūrėti kiekvieno projekto tolimesnių tyrimų dalį, kad pasisemtumėte idėjų apie projekto įtraukimą į savo mokymų planą.

1 PAMOKA:
ĮŽANGA Į 3D SPAUSDINIMĄ

Nors 3D spausdinimas tik paskutiniais metais tapo plačiai prieinamas klientams, technologija komerciniais tikslais jau naudojama nuo dešimtojo dešimtmečio. Buvo sukurti keli 3D spausdintuvų tipai, tačiau šioje knygoje dėmesys yra skirtas „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuve naudojamai technologijai. Pradėkime ir išmokime pagrindinę informaciją.

TEORIJA: KAS TAI YRA 3D SPAUSDINIMAS?

3D spausdinimas yra procesas, kuris naudodamas skaitmeninį modelį sukuria fizinį objektą. Kai savo kompiuteryje įrašote dokumentą, sukuriate skaitmeninę versiją, tada nuspausdami „Print“ (spausdinti), sukuriate fizinę kopiją. 3D spausdintuvas veikia tokiu pačiu principu, tik su dar vienu matmeniu.

Skirtingai nuo tradicinių gamybos metodų, kai medžiaga yra šalinama nuo ruošinio ir tikslas yra objekto gavimas iš medžiagos gabalo, 3D spausdintuvas yra pridedantis medžiagą gamybos procesas, kuriame objektas yra kuriamas dengiant medžiagos sluoksnius vieną ant kito. Šie sluoksniai susilydo tarpusavyje ir sukuria atspausdintus 3D objektus.

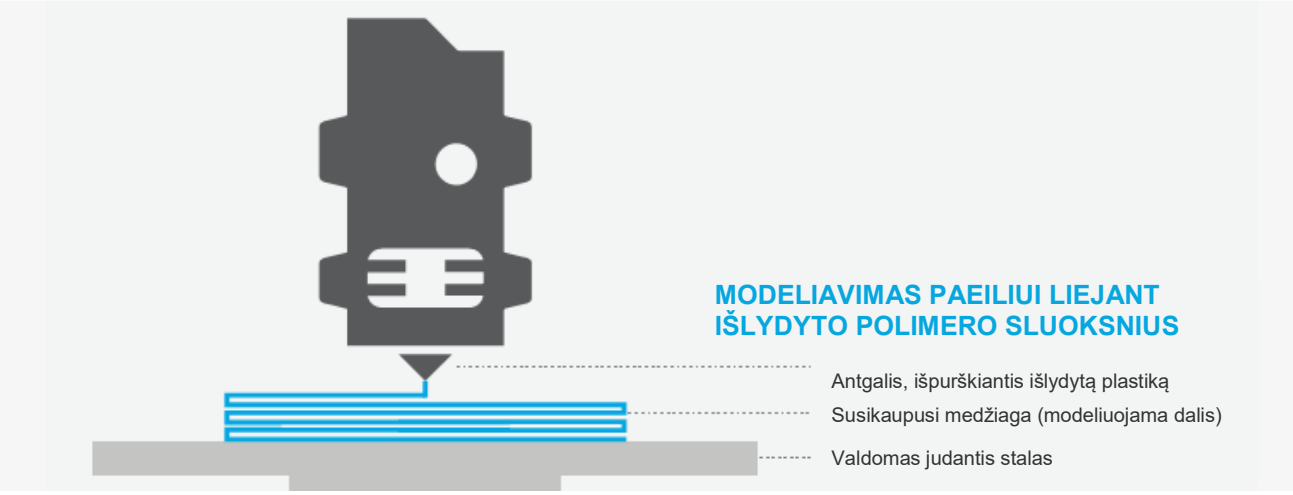
Diskusija: Ar galite pateikti daugiau daiktų pavyzdžių, kurie gaunami jungiant sluoksnius? (kaladėlės, tortas, akmenys ir pan.)

MOKYMOSI TIKSLAI

- Suprasti kas tai yra 3D spausdinimas ir žinoti kaip jis veikia;
- Žinoti technologijos istoriją ir kokią technologiją naudoja „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvas.

TERMINOLOGIJA

- **FDM:** modeliavimas paeiliui liejant išlydyto polimero sluoksnius, 3D spausdinimo technologija, naudojama „MakerBot“.
- **Dalinimas plonais sluoksniais:** skaitmeninio 3D modelio keitimas plonais sluoksniais, naudojamais 3D spausdinimui.
- **Užpildas:** medžiaga, naudojama 3D spausdinamiesiems objektams kurti
- **Ekstruderis:** 3D spausdintuvo „karštų klijų pistoletas“; naudoja spausdinamąją medžiagą formuoti jūsų 3D spausdinamųjų objektų sluoksnius
- **Formavimo plokštė:** paviršius, ant kurio formuojami spausdinamieji objektai



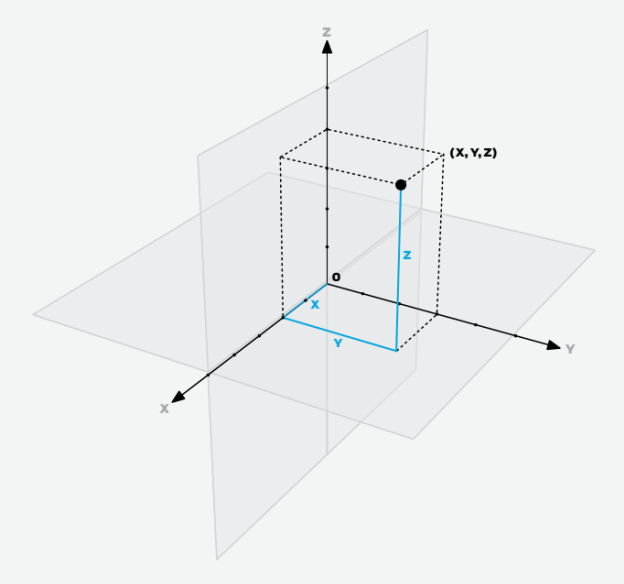
„MAKERBOT“ TECHNOLOGIJA

Modeliavimas paeiliui liejant išlydyto polimero sluoksnius (FDM) yra pridėtinė gamybos technologija, kurią „MakerBot Replicator “ 3D spausdintuvas naudoja 3D modelių kūrimui.

Diskusija: Kokios yra kitos 3D spausdinimo technologijos? (SLA, SLS, „PolyJet“ ir pan.)

Kaip tai veikia? FDM spausdinimas prasideda nuo skaitmeninio 3D modelio, kuris yra padalinamas plonais sluoksniais. Spausdintuve užpildas yra paduodamas į ekstruderį, kuris sluoksnis po sluoksnio formuoja kiekvieną dalį. Šie ploni sluoksniai yra dengiami vienas ant kito, kol objektas yra baigtas.

Istorija: Scott Crump išrado FDM technologiją devintojo dešimtmečio pabaigoje sukurdamas sistemą, formuojančią sluoksnius x-y-z matricoje. Nors 3D spausdinimas nuo to laiko pradėtas taikyti, technologija tapo plačiau prieinama tik per paskutinius penkerius metus. Kaip ir kompiuterių atsiradimas, 3D spausdinimo revoliucija prasidėjo tik nuo kelių išrinktųjų. 2009 metais „MakerBot“ pateikė rinkai stalinį 3D spausdintuvą ir sukėlė naują prieinamų 3D spausdintuvų bangą.



Kartezinių koordinačių sistema

Veikla: naudodami karštų klijų pistoletą suformuokite kvadratą. Leiskite jam atvėsti ir pakartokite procesą, dengdami tiesiai ant pirmojo kvadrato. Taip pademonstruosite originalų FDM 3D spausdinimo principą. Taip pat galite dengti sluoksnius naudodami sušalusią arba plaktą grietinėlę.

Kartezinių koordinačių sistema tai metodas, skirtas nustatyti taškų vietas 2D arba 3D tinklelyje. Kiekvienas 3D modelis turi savo unikalių koordinačių rinkinį, kuris apibrėžia formą. Mūsų spausdintuvai naudoja šiuos taškus kaip instrukcijas objekto sukūrimui.

Kai sluoksnis yra padengtas, formavimo plokštė pasislenka išilgai z ašies. Tada ant viršaus yra dengiamas kitas sluoksnis. Per laiką sluoksniai sukimba, kaip gimtadienio torto sluoksniai, sudarydami 3D objektą.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kokią technologiją naudoja „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvas?
- Kaip veikia technologija?

KAIP ŽMONĖS NAUDOJA 3D SPAUSDINTUVUS?

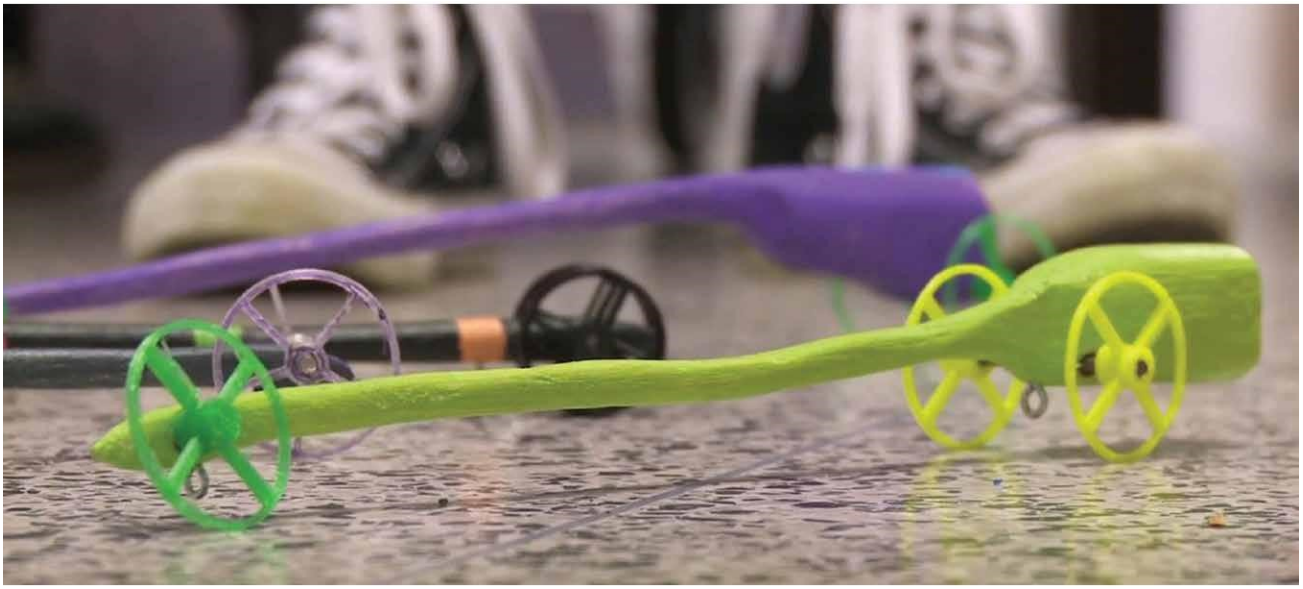
Dabar, kai jau įgijote pradines 3D spausdintuvo veikimo žinias, patyrinėkime skirtingus būdus, kuriais 3D spausdinimo bendruomenė naudoja šią įdomią technologiją!

Vienas iš labiausiai žavinčių 3D spausdinimo aspektų yra tai, kad kuo daugiau susipažįstate su šia technologija, tuo labiau koncentruojatės į tai, ką galima padaryti naudojanti 3D spausdintuvus, bet ne į tai, kaip jie veikia. Jūsų klasėje naudojamas 3D spausdintuvas yra tarsi orkaitė: juo lengva naudotis ir jūs, bei jūsų moksleiviai gali išmokti kaip reikia „gaminti“.

Kitoje dalyje pateikiami pavyzdžiai, kaip žmonės naudoja savo „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvus. Tikimės, kad šis istorijos įkvėps jus sugalvoti būdus, kaip galite „gaminti“ naudodami savo 3D spausdintuvą. Perskaitydami kiekvieną istoriją patikrinkite susijusius pavyzdžius, kurie naudoja kitokį požiūrį.

Tolimesni veiksmai: tyrinėkite „MakerBot Thingiverse(R)**“** ir „GrabCAD“. Tai puikios vietos rasti įkvėpimą jūsų kitam projektui. Abejose internetinėse bibliotekose yra šimtai tūkstančių 3D modelių, kuriuos galima atsisiųsti ir atsispausdinti.

„MAKERBOT“ ISTORIJOS: ŠVIETIMAS



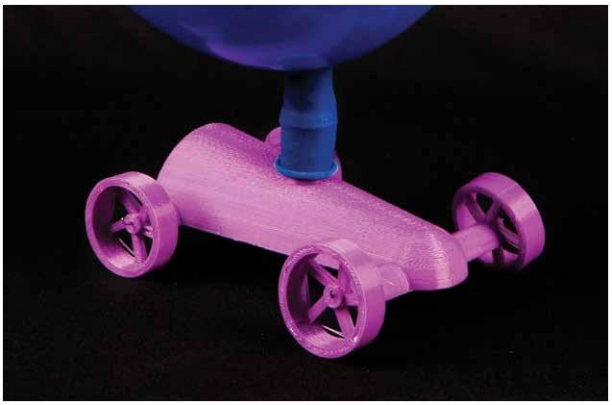
Moksleivio CO_2 automobilis su 3D spausdintais ratais.

A. MACARTHUR BARR VIDURINĖ MOKYKLA – CO_2 TRAUKOS LENKTYNĖS

Tema: mokymas projektuoti naudojant CO_2 traukos lenktynių automobilius

Susijusios temos: mokslas, matematika, projektavimas

Istorija: Vinny Garrison yra technologijos mokytojas ir lenktynių komisijos narys A. MacArthur Barr vidurinėje mokykloje, Nanuete, Niujorke. Per septynių savaičių kursą, kiekvienas aštuntokas iš pėdos ilgio medienos ruošinio formuoja automobilį, o ratus daro „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvu. Moksleiviai siekia pasiekti visų laikų rekordą sukurdami ratus, sveriančius mažiau kaip gramą.

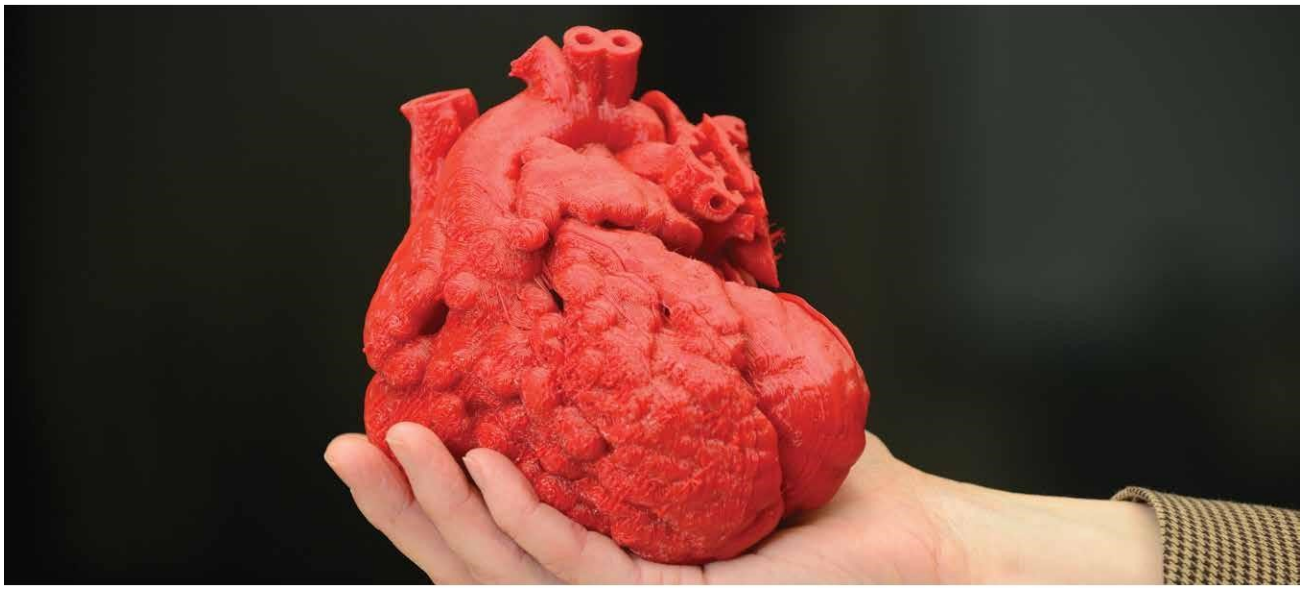


Balionėlio varomi automobiliai

„Thingiverse“ ieškokite balionėliais varomų automobilių. Balionėliais varomus automobilius naudokite energijos taupymo idėjų tyrinėjimams.

Balionėliu varomas reaktyvinis automobilis, sukūrė thehans, daiktas: 16987

„MAKERBOT“ ISTORIJOS: MEDICINA



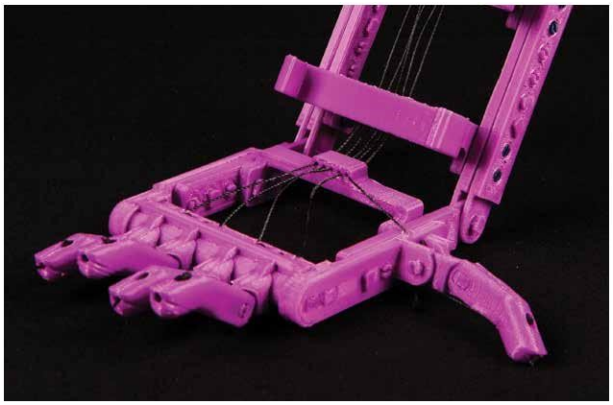
Vaiko širdis buvo skaitmeniniu būdu padidinta lyginant su jos originaliu dydžiu ir atspausdinta 3D būdu.

KOSAIRO VAIKŲ LIGONINĖ

Tema: 3D spausdinimo pritaikymų medicinos reikmėms tyrinėjimas

Susijusios temos: mokslas, sveikata, medicina, anatomija

Istorija: Kosairo vaikų ligoninės gydytojai, Luisvilyje, Kentukio valstijoje, naudojo „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvą sukurti 14 mėnesių amžiaus berniuko širdies kopiją. CT nuskaitymo duomenis jie konvertavo į 3D spausdintinį formatą, kad sukurtų padidintą modelį. Modelis buvo naudojamas nustatyti ir praktikuotis geriausius veiksmus atliekant procedūrą, taupančią brangų laiką operacijos metu.



Sujungiama roboto ranka

Roboto ranka yra nebrangus 3D atspausdintas rankos protezas, kurį galima pritaikyti prie kiekvieno naudotojo dydžio ir poreikių. Atviro kodo projektas sukūrė nuostabią žmonių bendruomenę, siūlančią atspausdinti roboto ranką bet kuriam norinčiam.

Surenkama roboto ranka, sukurta naudojant „MakerBot“, daiktas: 92937

„MAKERBOT“ ISTORIJOS: VERSLAS

Visa elektronika, užtikrinanti „Kisi“ veikimą, yra patalpinta 3D atspausdinto kiauto viduje.

„KISI“

Tema: produkto vystymas

Susiję temos: verslo veikla, gaminio projektavimas, verslas

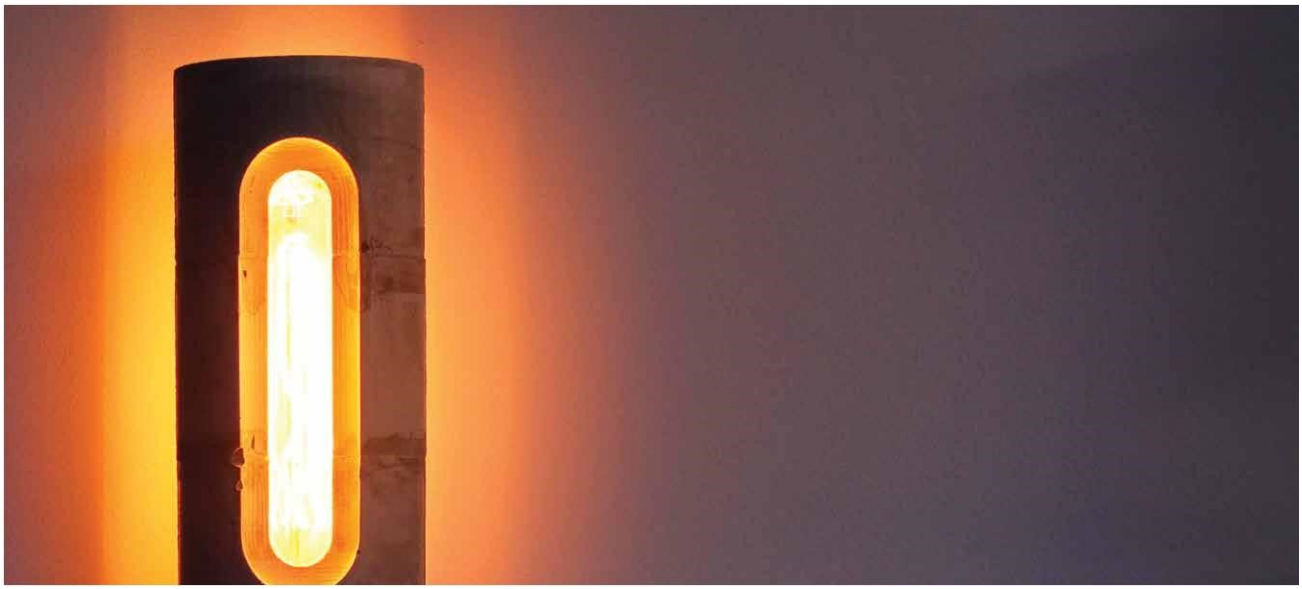
Istorija: „Kisi“ tai elektroninis užraktas, atpažįstantis mobiliųjį telefoną kaip raktą. „Kisi“ darbuotojai naudoja „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvą prototipo kūrimui bei užraktų gamybai. Atspausdinus užraktą, į prietaisą yra sumontuojami elektroniniai komponentai. Kadangi prietaisai yra gaminami pagal užsakymą, kiekvienas jų gali būti pritaikytas pagal individualius kliento poreikius.

„Hoover“ akumuliatorinio dulkių siurblio papildomo ličio jonų akumuliatoriaus laikiklis

„Hoover“, reaguodama į klientų norą tvirtinti papildomą akumuliatorių ant savo akumuliatorinio dulkių siurblio, suprojektavo 3D būdu atspausdinamą užspaudžiamą tvirtinimą. Jie leido šį failą nemokamai atsisiųsti iš „Thingiverse“.

„Hoover“ akumuliatorinio dulkių siurblio papildomo ličio jonų akumuliatoriaus laikiklis, sukūrė „Hoover“, daiktas: 605278

„MAKERBOT“ ISTORIJOS: TOLIMESNIS APDIRBIMAS



Ši cemento lempa yra pagaminta naudojant 3D spausdintą formą. Nuotrauka © Shane Blomberg.

BETONINĖS LEMPOS LIEJIMO FORMA

Tema: tolimesnis apdirbimas

Susiję temos: liejimo formų formavimas, menas, kitos medijos

Istorija: Apimta įkvėpimo Shane Blomberg sukūrė lempą, imituojančią karšto metalo krosnyje išvaizdą. Naudodama 3D būdu atspausdintą liejimo formą, jis sukūrė lempos formą greitai stingstančiam betonui. Kai betonas sustingo, naudodamas karšto oro orapūtę ištirpdė plastiką. Tai yra puikus būdas įlieti medžiagos pridėjimo ir nuėmimo technologiją į savo kūrimo procesą.

Ledinukų liejimas

Jeigu kuriate tinkamo liestis su maistu silikoninę formą naudodami 3D spausdinimą, galite sukurti kiek tik norite valgomų dalykų.

Ledinukų gaminimas naudojant 3D atspausdintą objektą, sukūrė mrtial, daiktas: 661482

„MAKERBOT“ ISTORIJOS: DIZAINAS

Kas anksčiau buvo daroma rankomis, dabar gali būti sukurta suformuojant 3D modelį kompiuteryje ir atspausdinant 3D būdu.

PALIKIMO EFEKTAI

Tema: 3D spausdinimas ir projektavimas

Susiję temos: medija menas, pramogos, animacija, kompiuterinė grafika

Istorija: palikimo efektai yra specialūs efektai, kuriuos kuria studija, besispecializuojanti būtybių kūrimo dizainu, protezų gamyba, animatronika ir specialiųjų kostiumų Holivudo kuriamiems filmams gamyba. Nuvedimo sistemos inžinierius Jason Lopes naudojo „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvą greitai sukurti nebrangų prototipą prieš pradedant gaminti paruoštus kompiuterinės animacijos personažų modelius.

Kurkite savo būtybes

Sukurkite ir pritaikykite sau fantastines 3D skulptūras ir veikėjus kaip profesionalai, naudodami „Autodesk 123D Sculpt+“ arba „Autodesk Tinkerplay“; abi yra nemokamos dizaino programėlės.

2 PAMOKA:
3D SPAUSDINTUVO NAUDOJIMAS

Dabar, kai jau susipažinote, kaip kiti naudoja savo 3D spausdintuvus, būtų pats laikas pradėti. Pradėdami mokytis remkitės šia knyga ir savo naudotojo vadovu. Šioje knygoje koncentruojamasi į „MakerBot Replicator Desktop“ 3D spausdintuvą, tačiau pateikiama informacija ir apie kitus „MakerBot“ 3D spausdintuvus. Visa čia pateikiama medžiaga yra pritaikoma, nepaisant nuo to, kurį 3D spausdintuvą naudojate.

MOKYMOSI TIKSLAI

- Suprasti kaip paruošti „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvą;
- Sugebėti identifikuoti ir apibūdinti pagrindinius spausdintuvo komponentus;
- Apibūdinti lygiavimą ir jo svarbą.

TERMINOLOGIJA

- **Judantis portalas:** skriemulio ir diržo sistema, perstumianti vežimėlį.
- **Vežimėlis:** spausdintuvo dalis, kuri perstumia ekstruderį x ir y ašimis.
- **Formavimo plokštė:** paviršius, ant kurio formuojami spausdinamieji objektai.
- **Užpildas:** Medžiaga, naudojama 3D spausdinamiesiems objektams kurti.
- **„MakerBot Replicator Smart Extruder“:** 3D spausdintuvo „karštų klijų pistoletas“; naudoja užpildą formuoti jūsų 3D spausdinamųjų objektų sluoksnius.
- **Lygiavimas:** procesas, užtikrinantis tinkamą atstumą tarp „Smart Extruder“ antgalio ir formavimo plokštelės.
- **Valymo linija:** tiesi linija, formuojama išilgai formavimo plokštės priekinės dalies kiekvieno spausdinimo pradžioje.
- **Programinė aparatinė įranga:** kodas, įdiegtas spausdintuvo aparatinėje įrangoje, suteikiantis galimybę jai veikti.
- **„MakerBot Desktop“:** nemokama 3D spausdinimo programinė įranga, skirta jūsų 3D spausdinamųjų objektų radimui, valdymui, paruošimui ir bendrinimui.

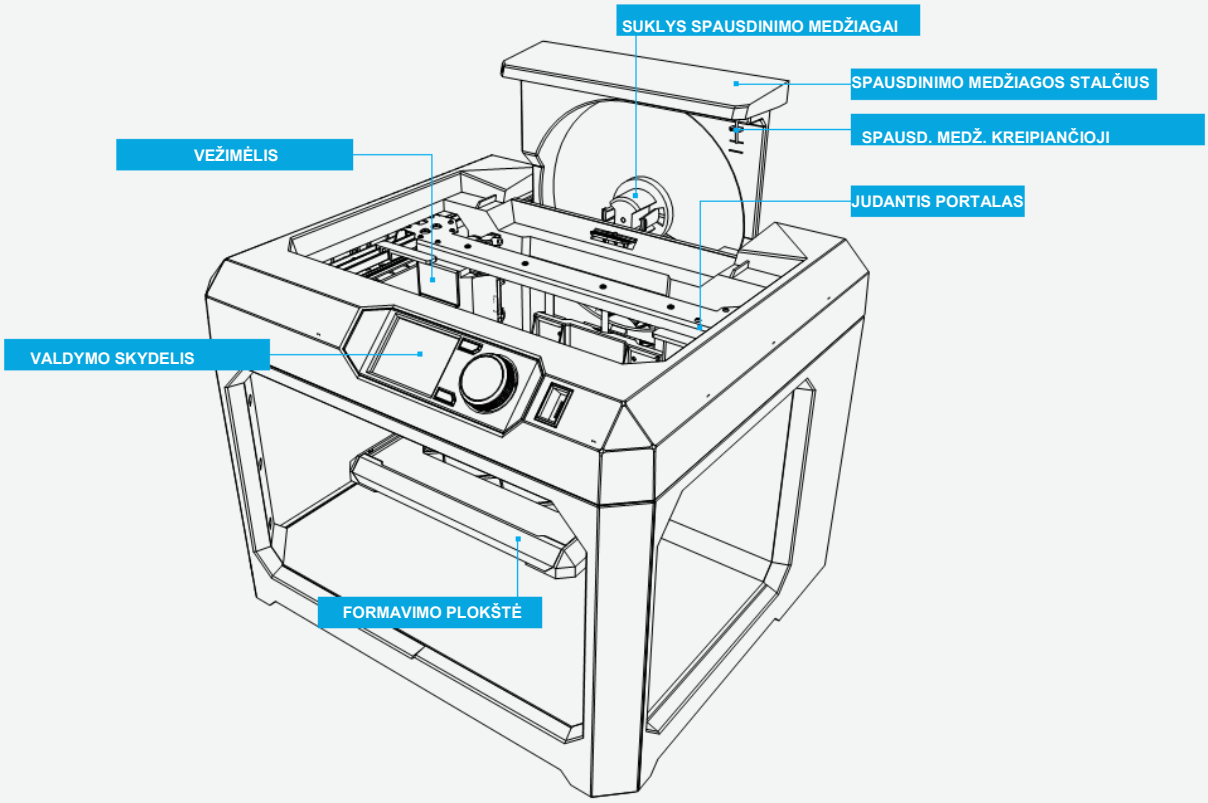
IŠPAKAVIMAS IR PARUOŠIMAS NAUDOJIMUI

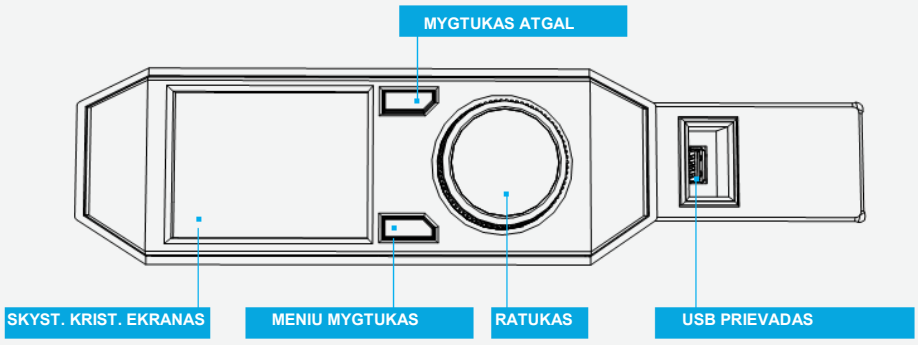
Žr. savo naudotojo vadove pateikiamas išpakavimo ir paruošimo naudojimui instrukcijas. Prieš pradėdami spausdinti įsitikinkite, kad naudojate naujausią „MakerBot Desktop“ ir programinę aparatinę įrangą. Daugiau informacijos galite rasti „MakerBot Replicator“ naudotojo vadovo 53 psl.

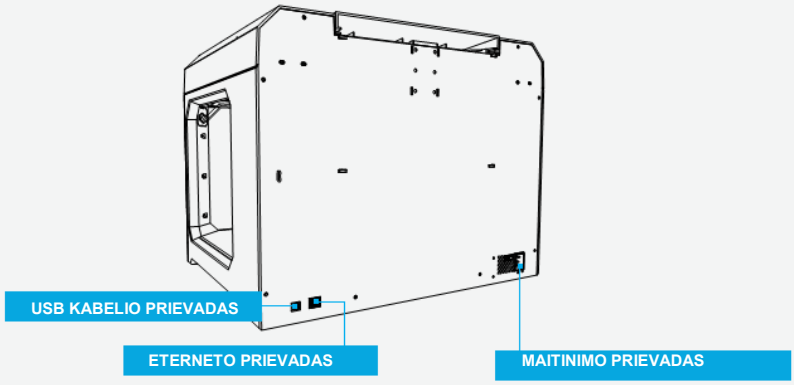
Toliau pateiktoje schemoje nurodyti pagrindiniai kiekvieno spausdintuvo komponentai.

Veikla: išstudijuokite toliau pateikiamas schemas ir visų spausdintuvų terminologiją. Peržiūrėję, teisingai identifikuokite ir apibūdinkite pagrindinius komponentus.

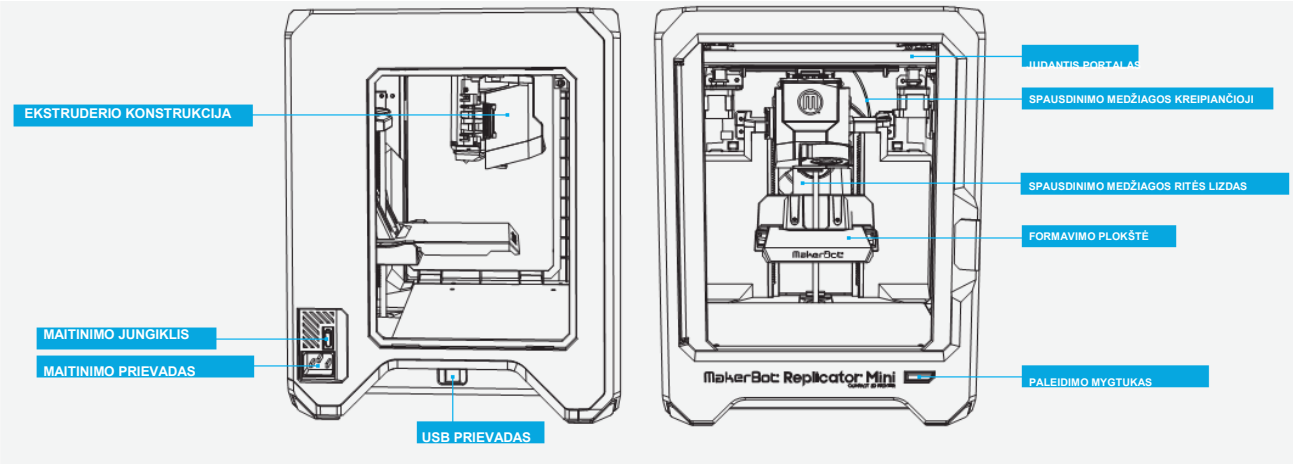
„MAKERBOT REPLICATOR DESKTOP“ 3D SPAUSDINTUVAS



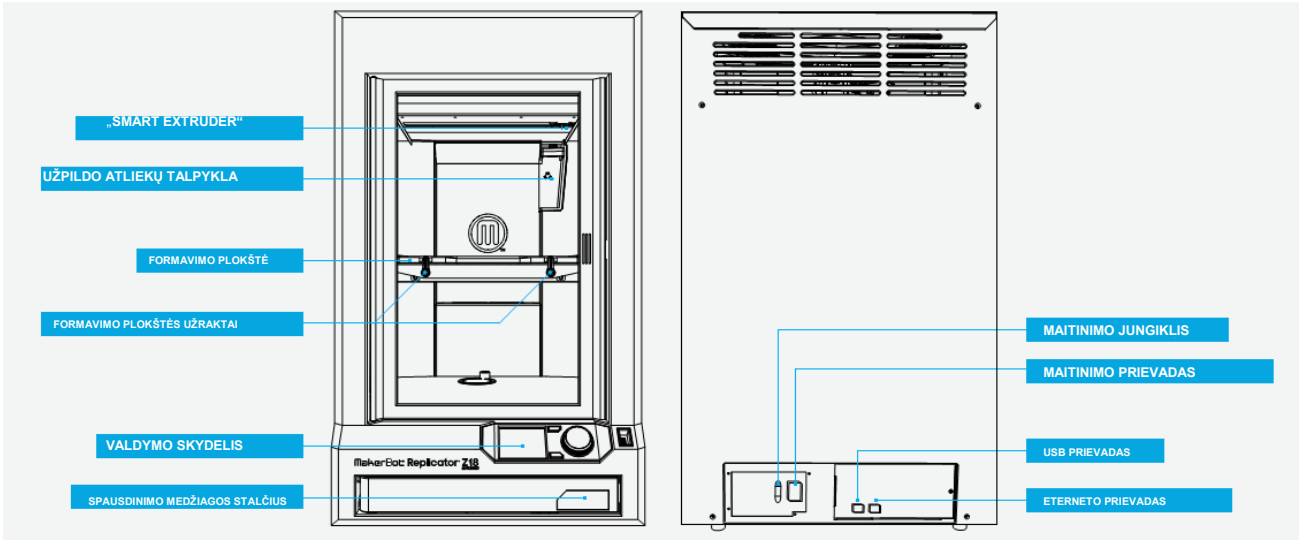




„MAKERBOT REPLICATOR MINI COMPACT “ 3D SPAUSDINTUVAS



„MAKERBOT REPLICATOR Z18“ 3D SPAUSDINTUVAS



SPAUSDINTUVO SĄRANKOS STRATEGIJA

Spausdintuvo ir spausdinimo medžiagos laikymas

Spausdintuvo (-ų) pastatymo vieta gali įtakoti jo (-ų) naudojimą, bei našumą:

- Spausdintuvą pastatykite stabilioje vietoje, kurioje visos paros metu nėra per didelių temperatūros svyravimų (pvz., nestatykite šalia oro kondicionieriaus angos).
- Verta palikti tarpą aplink spausdintuvą, kad galėtumėte nuvalyti spausdinimo metu susidariusias atliekas. Taip pat jums reikės vietos spausdinimo įrankiams (žr. toliau pateikiamus rekomenduojamus įrankius).
- Spausdinimo medžiagą laikykite vėsioje, sausoje vietoje, pageidautina originalioje pakuotėje, kad apsaugotumėte nuo drėgmės.

Kiti svarbūs aspektai

- Statydami 3D spausdintuvą (-us) savo klasėje taip, kad jūsų moksleiviai galėtų dirbti su juo, laiku jį naudoti ir spausdinti pamokų metu, tačiau būtų mažiau matomas ir prieinamas mokyklos bendruomenei.
- Statydami 3D spausdintuvą (-us) bendrojo naudojimo vietose (bibliotekoje, biure ir pan.) užtikrina matomumą ir skatina naudoti moksleivius, fakulteto mokomąjį personalą ir kitą personalą, tačiau apsunkina mokymo strategiją spausdinant pamokų metu.
- Jeigu spausdintuvas yra laisvai prieinamoje vietoje, spausdinimo medžiagą ir „Smart Extruder“ laikykite savo stale arba spintoje, kad išvengtumėte nepageidaujamo naudojimo.

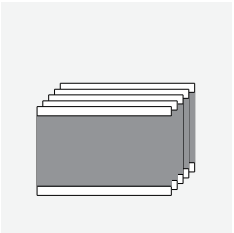
Siūlomi įrankiai

Toliau pateikiamus įrankius verta turėti šalia spausdintuvo ir naudoti spaudinių valymui ir tolimesniam apdirbimui:

- **Plona metalinė amatininko mentelė** – skirta spausdinamųjų objektų nuėmimui nuo formavimo plokštės nesuplėšant plėvelės.
- **Plonos žnyplės** – skirtos atraminės medžiagos šalinimui.
- **Mažos laidams karpyti skirtos replės** – šalinti atraminę medžiagą ir valyti spausdinamosios medžiagos perteklių.
- **Pincetas** – skirtas atraminės medžiagos šalinimui.
- **Rankinis aplikatorius** – plėvelės ant formavimo plokštės dengimui ir oro burbuliukų šalinimui.

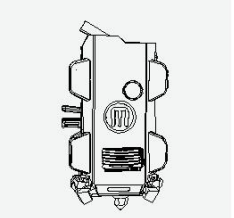
„Thingiverse“ (žr. 36 psl.) pateikta didelė įrankių laikiklių kolekcija. Savo įrankių išdėstymas taip pat yra gera galimybė moksleiviams suprojektuoti ir atspausdinti savo įrankių laikiklius.

PRIEDŲ RINKINYJE PATIEKIAMOS DALYS



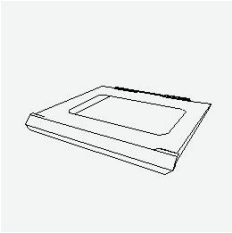
Formavimo plokštės plėvelė

Penki reikiamo dydžio lakštai, skirti klijuoti ant formavimo plokštės. Jeigu turite „MakerBot Replicator Z18“ 3D spausdintuvą, turite vieną lakštą.



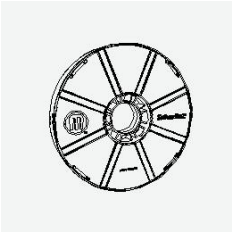
„Smart Extruder“

„MakerBot Replicator Smart Extruder“ tai ekstruderis su sumontuotais jutikliais. Jutikliai padeda aptikti spausdinamosios medžiagos trūkumą ir užstrigimus. Ekstruderis prie vežimėlio tvirtinamas magnetais ir kaiščiais.



Formavimo plokštė

„MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvų formavimo plokštė, priklausomai nuo modelio skiriasi tipu ir dydžiu. Nerekomenduojame spausdinti tiesiogiai ant formavimo plokštės be apsauginės plėvelės.



Spausdinamosios medžiagos ritė

2 svarų „MakerBot“ PLA spausdinamosios medžiagos ritė. PLA yra polilakidinė rūgštis. „MakerBot“ PLA spausdinamoji medžiaga yra netoksiška derva, pagaminta iš cukraus, gaunamo iš kukurūzų ir pakaitinus skleidžianti pusiau saldų kvapą (kaip vaflių).

USB laidas

USB laidas yra naudojamas vietiniam spausdinimui arba belaidžio tinklo nustatymui.

Maitinimo laidas

Spausdintuvas turi būti jungiamas prie 100–240 V KS maitinimo šaltinio.

Pakavimo medžiagų šalinimas

Gabenimo tikslais yra įstatyti plastikiniai įdėklai po formavimo plokšte, bei putos atrama ant judančio portalo. Prieš įjungdami spausdintuvą pašalinkite šiuos tris komponentus. Išsaugokite šias medžiagas, ypač jeigu ketinate keliauti pasiėmę spausdintuvą.

PIRMOJI SĄRANKA

Spausdintuvo apmokymas

Kai spausdintuvas yra įjungtas, bus pateikiamas pradžios skriptas. Apmokymas paruoš spausdintuvą pirmajam spausdinimui. **„Print Menu“ (spausdinimo meniu) > „Internal Storage“ (vidinė atmintinė)** yra saugomi visi demonstraciniai spausdintini objektai, jeigu jums reikia juos surasti pakartotinai.

3D SPAUSDINTUVO PRIJUNGIMAS

Baigus pirmąjį spaudinį, „MakerBot“ rekomenduoja spausdintuvą prijungti naudojantis USB kabeliu arba prie eterneto ir atsisiųsti naujausią programinę aparatinę įrangą. Jeigu norite prisijungti prie belaidžio tinklo, pirmiausiai turite prisijungti naudodamiesi toliau pateikiamais metodais. Dukart paspauskite ryšių parinktį **„Devices“** (prietaisai) išskleidžiama „MakerBot Desktop“. Jeigu prisijungėte, turėtumėte matyti užrašą **[jūsų spausdintuvo pavadinimas] (USB)**.

Programinės aparatinės įrangos naujinimas

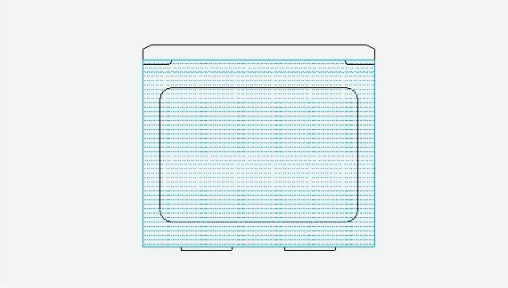
Jeigu prijungto spausdintuvo programinė aparatinė įranga yra pasenusi, turėtumėte būti paraginti atsisiųsti naują programinę aparatinę įrangą. Dukart patikrinkite **„Devices“ (prietaisai) > „Update Firmware“ (naujinti programinę aparatinę įrangą)**.

Prisijungimas per belaidį ryšį

Norėdami prisijungti naudojant belaidį ryšį, prijunkite naudodami eternetą arba USB laidą, prijungtą prie spausdintuvo. **„Devices“ (prietaisai) > „Device Preference“ (prietaiso nuostata) > „Network“ (tinklas)** leis jums prisijungti naudojantis belaidžiu ryšiu.

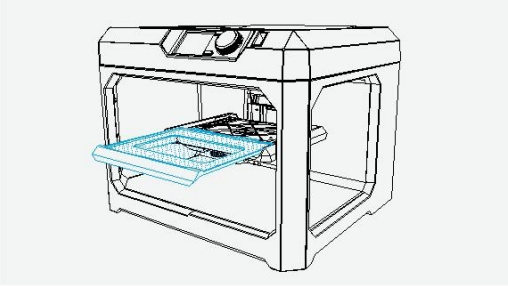
KONTROLINIS SĄRAŠAS PRIEŠ PRADEDANT SPAUSDINIMĄ

Prieš kiekvieną spausdinimą patikrinkite



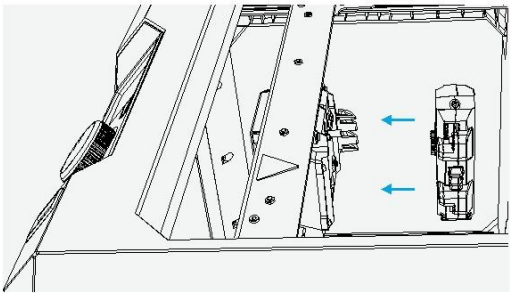
Ar uždėta formavimo plokštės plėvelė

Formavimo plokštės plėvelė yra užklijuota ant formavimo plokštės ir (beveik) joje nėra įplėšimų. Jeigu yra daugiau kaip keli maži įplėšimai, nuimkite formavimo plokštės plėvelę ir prieš spausdinimą užklijuokite naują.



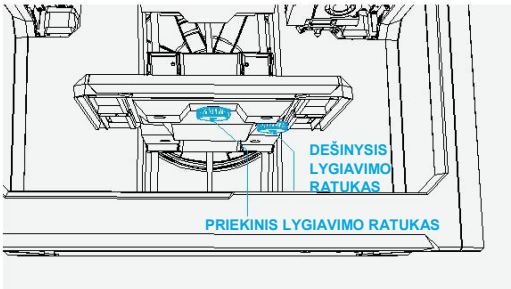
Ar sumontuota formavimo plokštė

Formavimo plokštė buvo tinkamai įstatyta į Z platformą.



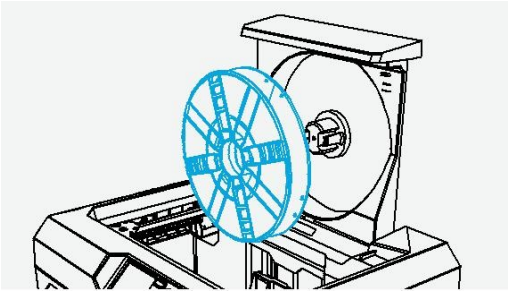
Ar pritvirtintas „MakerBot Replicator Smart Extruder“

„Smart Extruder“ yra pritvirtintas prie vežimėlio. Dukart patikrinkite, ar „Smart Extruder“ yra pritvirtintas sukant ratuką **„Utilities“ (paslaugų programos) > „Attach Smart Extruder“ (pritvirtinti „Smart Extruder“)**.



Ar lygi formavimo plokštė

Jeigu jus nesate paskutinis asmuo, kuris naudos spausdintuvą, prieš spausdinimą turite sulygiuoti formavimo. Ratuką pasukite į **„Utilities“ (paslaugų programos) > „Level Build Plate“ (lygiuoti formavimo plokštę)** ir vadovaukitės ekrane pateikiamomis instrukcijomis, kol bus atliktas lygiavimas.



Ar tinkamai įstatyta spausdinamoji medžiaga

Įsitikinkite, kad spausdinamoji medžiaga yra tinkamai įstatyta į spausdinamosios medžiagos stalčių. Spausdinamąją medžiagą keiskite naudodami **„Filament“ (spausdinamoji medžiaga)** meniu. Įstatydami naują spausdinamąją medžiagą, atkabinkite galą, užtikrinkite, kad galas būtų smailus ir neįstrigtų ekstruderyje.

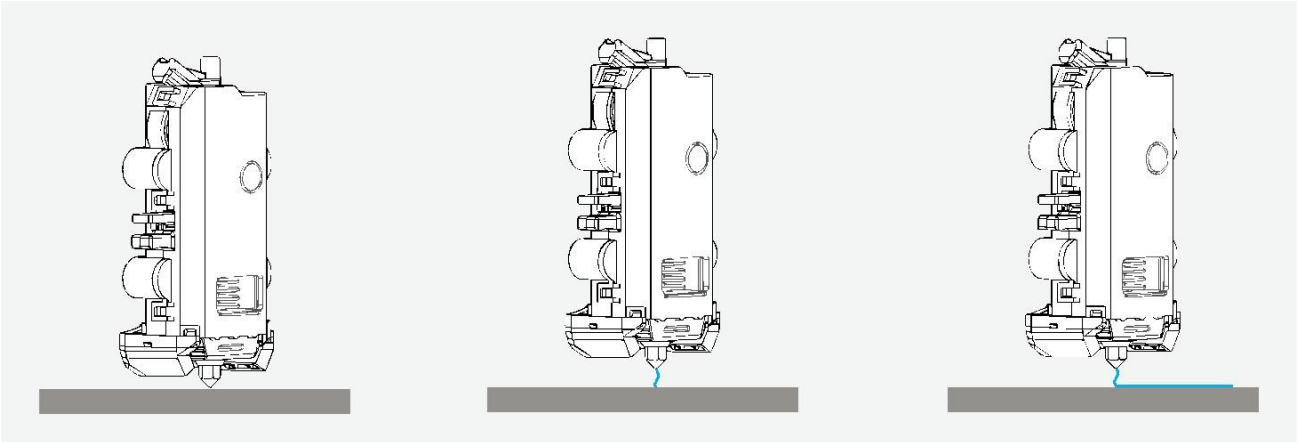
KAS YRA LYGIAVIMAS? KODĖL TAI YRA SVARBU?

Lygiai stovinti formavimo plokštė užtikrina, kad atstumas tarp ekstruderio antgalio ir formavimo plokštės yra tame pačiame taške. Dėl netinkamai lygiuotos formavimo plokštės suprastėja spausdinimas. Pavyzdžiui, jeigu formavimo plokštė yra šiek tiek paversta aukštyn į dešinę pusę, dešinėje pusėje sluoksnis bus išsiliejęs, o kairėje nesukibęs. Pirmasis spaudinio sluoksnis yra pats svarbiausias; tai tarsi namo pamatas. Jeigu jis nėra tinkamai suformuojamas, tai turi įtakos likusiai namo konstrukcijai.

„MakerBot Replicator Smart Extruder“ automatiškai patikrina atstumą. Jums tereikia tik suderinti formavimo plokštę taip, kad ji nebūtų per arti arba per toli. Jeigu spausdintuvas neseniai buvo perkeliamas arba nesate tikri kada buvo atliktas paskutinis lygiavimas, saugiau yra lygiuoti formavimo plokštę prieš spausdinimą. Ratuką pasukite į **„Utilities“ (paslaugų programos) > „Level Build Plate“ (lygiuoti formavimo plokštę)** ir vadovaukitės ekrane pateikiamomis instrukcijomis, kol bus atliktas lygiavimas.
Formavimo plokštės lygiavimas tikriausiai yra pati svarbiausia nustatymo ir 3D spausdintuvo techninės priežiūros dalis. Jeigu jūsų spausdinamieji objektai tinkamai nesulimpa, greičiausiai jums reikia pakartotinai sulygiuoti formavimo plokštę.

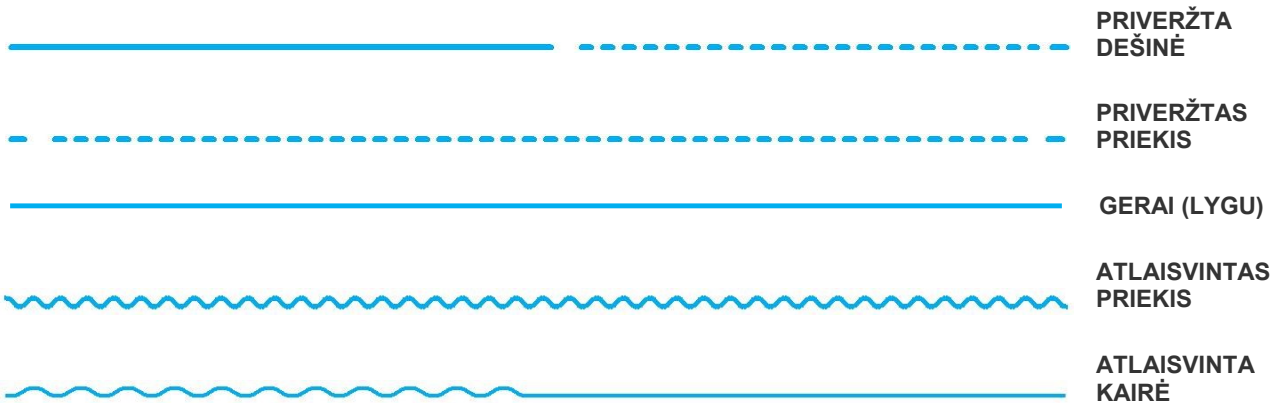
Kada lygiuojama

- Pirmą kartą išpakavus naują spausdintuvą arba pritvirtinus naują „Smart Extruder“.
- Pakeitę spausdintuvo statymo vietą.
- Jeigu spausdinamoji medžiaga susiraičiusi pirmame spausdinamosios medžiagos sluoksnyje.
- Jeigu pirmajame spaudinio sluoksnyje girdite spragsėjimą.
- Jeigu antgalis įsirėžia į formavimo plokštę arba spausdinamoji medžiaga užstringa ekstruderyje.
- Atnaujinus programinę aparatinę įrangą.
- Kai neatsimenate kada paskutinį kartą buvo lygiuota formavimo plokštė.



Veikla: „MakerBot Replicator“ formuojama liniją išilgai formavimo plokštės priekinės dalies kiekvieno spausdinimo pradžioje. „Valymo linija“ gali pateikti daug svarbios informacijos apie spausdintuvą.

1. Pradėkite bandomąjį spausdinimą. Ypač atkreipkite dėmesį į „valymo liniją“.
   a. Kaip atrodo „valymo linija“?
   b. Kokią informaciją galite pateikti žiūrėdami į „valymo liniją“?
2. Žr. toliau pateikiamus išleidimo linijos pavyzdžius. Paaiškinkite ką kiekviena jų pasako apie spausdintuvą.



3. Išsaugokite jas! Leiskite moksleiviams jas surinkti, priklijuoti ir sužymėti ant lapo ir naudoti kaip mokymo iliustraciją.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kokie yra pagrindiniai „MakerBot Replicator“ komponentai?
- Kodėl yra svarbu sulygiuoti spausdintuvo formavimo plokštę?
- Ką turite patikrinti prieš pradėdami kiekvieną spausdinimą?

PARUOŠIAU SPAUSDINTUVĄ. KĄ DARYTI TOLIAU?

Atliekant 3D spausdinimą naudojant „MakerBot Replicator“ yra naudojami du pagrindiniai komponentai. Vienas jų yra aparatinė įranga, t. y. pats 3D spausdintuvas. Kita yra programinė įranga, „MakerBot Desktop“, paruošianti 3D projektus spausdinimui. Toliau mokysimės kaip paruošti failą spausdinimui ir kokius nustatymus galima keisti savo 3D spaudinyje.

3 PAMOKA:
FAILŲ PARUOŠIMAS SPAUSDINIMUI

Kai spausdintuvas jau yra paruoštas, atsisiųskite, įdiekite ir atidarykite „MakerBot Desktop“ programinę įrangą, kurią rasite www.makerbot.com/desktop. Pagrindinė „MakerBot Desktop“ funkcija - paversti 3D modelius į 3D spausdinamus failus. „MakerBot Desktop“ sudaro penkios dalys: **„Explore“** (naršyti), **„Library“** (biblioteka), **„Prepare“** (paruošti), **„Store“** (saugoti) ir **„Learn“** (mokytis). **„Prepare“** (paruošti) kortelė padeda jums skaitmeninį pavidalą perversti fiziniu.

MOKYMOSI TIKSLAI

- Tyrinėti „MakerBot Desktop“ ir jos funkcijas;
- Išmokti pagrindinius, kai modeliai yra ruošiami 3D spausdinimui;
- Naudoti „MakerBot Desktop“ tinkamam failų paruošimui;
- Suprasti spausdinimo nustatymų svarbą (skiriamoji geba, užpildymas, kiautas);
- Atskirti pagrindinių su „MakerBot Desktop“ susietų failų tipus.

TERMINOLOGIJA

- **STL:** stereolitografijos failo formatas, dažniausiai naudojamas 3D spausdinimui.
- **OBJ:** objekto failo formatas, dažniausiai naudojamas vizualizavimui ekrane ir 3D spausdinimui.
- **Suformuojamas tūris:** maksimalus fizinis dydis, kurį galite atspausdinti spausdintuvu.
- **Išdėstymas:** STL ir (arba) OBJ failų išdėstymas „MakerBot Desktop“.
- **Thing:** failo tipas, skirtas įrašytiems „MakerBot Desktop“ išdėstymams.
- **Padalintas sluoksnis:** a .makerbot arba .x3g failo eksportavimo procesas.
- **.makerbot:** failo tipas, kurį „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvas naudoja spausdinimui; nuskaitomas tik šių spausdintuvų.
- **.x3g**: failo tipas naudojamas ankstesnės kartos, įskaitant „MakerBot Replicator 2“ ir „MakerBot Replicator 2X“.
- **„Resolution“ (skiriamoji geba):** 3D spaudinio paviršiaus kokybė, priklausanti nuo kiekvieno sluoksnio.
- **„Raft“ (atraminė plokštė):** plokščias paviršius, suteikiantis didelį pagrindą spaudinio sukibimui.
- **„Overhang“ (išsikišimas):** kai sluoksnis ilgėja į išorę, galimai neprilaikomas, ankstesnio sluoksnio atžvilgiu.
- **Atramos:** nuimama atramų konstrukcija, suformuojama prilaikyti objektui, kai po juo nėra jokios medžiagos (žr. **išsikišimas**).
- **Tiltelis:** kai sluoksnis yra spausdinamas ore tarp dviejų atramų.
- **Užpildymas:** šešiakampė atraminė konstrukcija suformuojama modelio viduje.
- **Kiautai:** išorinės sienos, sudarančio jūsų objekto perimetrą.
- **Spausdintos surinktos dalys:** projektavimas dalių, kurios gali judėti iš karto po spausdinimo.
- **„MakerBot Cloud Library“ („MakerBot“ biblioteka debesyje):** suteikia galimybę pasiekti failus debesyje, spausdintuve arba „MakerBot Desktop“.

„MAKERBOARD DESKTOP“ NAUDOJIMAS FAILŲ PARUOŠIMUI

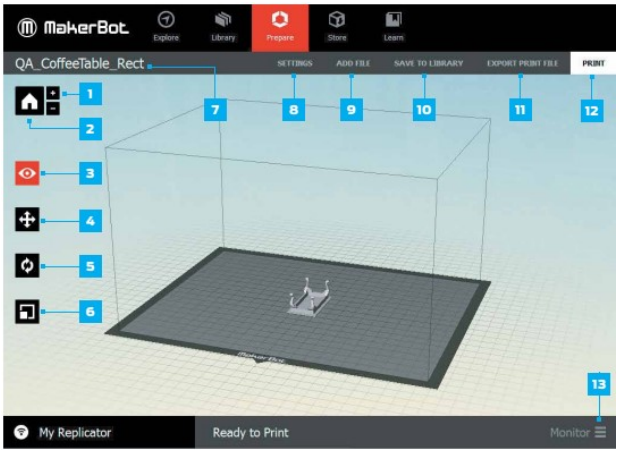
Pagrindinio ekrano viršuje yra penkios parinktys.

- **„Explore“ (naršyti)** – suteikia prieigą prie „Thingiverse“ ir šimtų tūkstančių 3D spausdintinų objektų, suprojektuotų „Thingiverse“ bendruomenės. Naudokite „Explore“ ieškoti „Thingiverse“ įkvėpimo arba naujų objektų spausdinimui, tada įrašykite juos į savo „Collections“ (kolekcijos) arba paruoškite spausdinimui.
- **„Library“ (biblioteka)** – suteikia prieigą prie savo „MakerBot Cloud Library“ („MakerBot“ biblioteka debesyje) ir padeda išdėstyti jūsų 3D modelių failus. Naudokite ją, kad pasiektumėte sukauptus iš „Thingiverse“ arba įsigytus iš „MakerBot Digital Store“ („MakerBot“ skaitmeninė parduotuvė) daiktus, bei savo originalius modelius.
- **„Prepare“ (paruošti)** – vieta, kurioje savo 3D modelius paversite spausdinimui skirtais failais. Perkelkite 3D modelius į paruošimo ekraną, kad galėtumėte atlikti manipuliacijas su jais ant virtualios formavimo plokštės. Tada nurodykite spausdinimo parinktis ir nusiųskite spausdinimo failus į „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvą.
- **„Store“** (**parduotuvė)** – suteikia jums galimybę įsigyti spausdinimui skirtų failų, kad galėtumėte spausdinti aukščiausios kokybės 3D modelius. „MakerBot Digital Store“ („MakerBot“ skaitmeninė parduotuvė) parduoda originalius, smagius ir kolekcionuojamus skaitmeniniu objektus, sukurtus naudoti su „MakerBot Replicator“ 3D spausdintuvais. Kai perkate modelį „MakerBot Digital Store“ („MakerBot“ skaitmeninė parduotuvė), spausdinimo failas jūsų „MakerBot Replicator“ bus įtrauktas į jūsų „MakerBot Cloud Library“ („MakerBot“ biblioteka debesyje).
- **„Learn“ (išmokti)** – pateikia mokomuosius vaizdo įrašus apie standartinius procesus, pvz., failų eksportavimas, paruošimas spausdinimui ir „Thingiverse“ naršymas. Kiekvieną kartą atnaujinę „MakerBot Desktop“ ieškokite naujos pagalbinės informacijos. Taip pat galite pakartotinai peržiūrėti „MakerBot Desktop“ paruošimą naudojimui, pateikiamą „Learn“ (mokyti) kortelėje.

Apžvalgai: naudokite **„Store“** (parduotuvė) ir **„Explore“** (naršyti), kad rastumėte 3D modelius, **„Library“** (biblioteka) jų saugojimui ir tvarkymui, o **„Prepare“** (paruošti) siųsti juos į „MakerBot Replicator“ spausdinimui. Naudokite **„Learn“** (mokytis) kad peržiūrėtumėte pagalbinę informaciją.

"Prepare“ (paruošti)

„Prepare“ programoje „MakerBot Desktop“ yra skirta nuspręsti kaip 3D spausdintuvas formuos jūsų modelį. Panašiai kaip atliekant 2D spausdinimą, „Prepare“ (paruošti) yra naudojama kaip pagalbinė priemonė, kurioje galite pasirinkti nustatymus. Kai nusprendėte kaip norite spausdinti savo objektus, 3D modeliai bus perversti į spausdintuvui suprantamą kalbą. Tai yra vadinama kaip failo **dalinimas plonais sluoksniais**. **.makerbot** failas nurodo kelią, kurį spausdintuvas naudoja jūsų modelio suformavimui.



Pažinkite savo sąsają

„Prepare“ (paruošti) įvairūs metukai padeda nustatyti išdėstymą.

Viršutinė dalis (7–12)

- Šie mygtukai suteikia galimybę pridėti failus, nustatyti spausdinimo nuostatas ir eksportuoti failus.

Šoninė dalis (1–6)

- Šie mygtukai leidžia jums kontroliuoti spausdinamųjų objektų išdėstymą ant formavimo plokštės.

Apatinė dalis (13)

- Šis mygtukas leidžia stebėti ir valdyti bet kurį prijungtą spausdintuvą.

(Daugiau informacijos apie kiekvieną mygtuką galite rasti „MakerBot Replicator“ naudotojo vadovo 31–32 psl.)

Kokius failų tipus gali nuskaityti „Makerbot Desktop“?

„MakerBot Desktop“ gali atidaryti **STL** ir **OBJ** formatų 3D modelius. Šie du formatai tapo pramoniniais standartais beveik visoms 3D modeliavimo programoms. Ji taip pat gali atidaryti **Thing** failus, kurie yra standartiniai „MakerBot Desktop“.

Kuriuos failų tipus galima spausdinti?

„Prepare“ (paruošti) kortelėje pasirinktas spausdintuvas nustato kokiu failo tipu jūsų modelis bus įrašytas eksportavimui. Kai failas yra padalinamas į šiuos formatus, juos gali perskaityti tik spausdintuvas.

„MakerBot Replicator Desktop“ 3D spausdintuvas, „MakerBot Replicator Z18“ 3D spausdintuvas ir „MakerBot Replicator Mini Compact“ 3D spausdintuvas: **.makerbot**
„MakerBot Replicator 2 Desktop 3D“ spausdintuvas, „MakerBot Replicator 2X Experimental“ 3D spausdintuvas ir „MakerBot Thing-O-Matic“: **.x3g**

Kokio dydžio objektą galiu atspausdinti?

Kiekvienas spausdintuvas turi skirtingą **formavimo tūrį**. Kai pasirenkate tinkamą prietaisą „Device“ (prietaisas) išskleidžiamame meniu, formavimo tūris bus rodomas virtualiai, kad galėtumėte pamatyti galimą spausdinamojo objekto dydį.

- „MakerBot Replicator Mini“: 3,9 I x 3,9 P x 4,9 A col.
- „MakerBot Replicator“: 9,9 I x 7,8 P x 5,9 A col.
- „MakerBot Replicator Z18“: 11,8 I x 12,0 P x 18,0 A col.
- „MakerBot Replicator 2X“: 9,7 I x 6,0 P x 6,1 A col.

SUPAŽINDINIMAS SU „MAKERBOT DESKTOP“

Failo įkėlimas

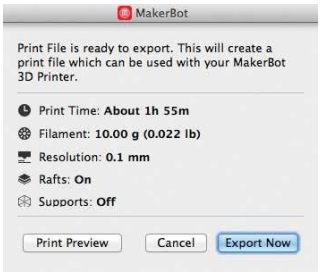
Pasirinkite **„Add File“** (įkelti failą) iš **„Prepare“** (paruošti) kortelės viršutinės juostos, kad atvertumėte savo **STL** ir **OBJ** failus „MakerBot Desktop“.

Išdėstymo sukūrimas

Išdėstymas yra tvarka, kuria išdėstote failą (-us) savo kūrimo aplanke. Vienu metu galite spausdinti vieną arba pridėti kelis objektus. Galite kopijuoti objektus tiesiog kopijuodami ir įterpdami.

Į ką turiu atsižvelgti?

Su kiekvienu failu turite atsižvelgti į tai, kur norite jį padėti ir kaip norite jį orientuoti ant formavimo plokštės. Jeigu reikia, taip pat galite pakoreguoti savo objekto dydį. Čia pateikiami keli naudingi patarimai kaip išdėstyti savo spausdinamą objektą:



- Padėkite didžiausią plokščią savo objekto paviršių ant formavimo plokštės.
- Jeigu jūsų objektas neturi plokščio paviršiaus, pasirinkite dalį su didžiausiu paviršiaus plotu.
- Spausdinamą (-us) objektą (-us) dėkite kaip galima arčiau formavimo plokštės centro.
- **„Export Print File“** (eksportuoti spausdinamą failą) ir visada patikrinkite **„Print Preview“** (spausdinimo peržiūra), kad pamatytumėte kaip skirtingi sluoksniai bus formuojami prieš siunčiant juos į spausdintuvą.

Kaip reguliuoti išdėstymą?

„Move“ (perkelti): valdo objekto (-ų) padėtį formavimo plokštės atžvilgiu. Spustelėkite jį dar kartą, kad atidarytumėte submeniu. **„On Platform“** (ant platformos) ir **„Center“** (centras) yra naudingi įrankiai greitam objekto (-ų) pozicionavimui.

PATARIMAS: PATI LYGIAUSIA FORMAVIMO PLOKŠTĖS DALIS YRA CENTRAS.

„Turn“ (pasukti): pasuka objektą spausdinimo kameros atžvilgiu. Spustelėkite jį dar kartą, kad atidarytumėte submeniu. Naudokite **„90˚ snaps“** (90˚ pritraukimai) ir **„Lay Flat“** (padėti lygiai), kad apversti objektą.

PATARIMAS: SPAUSDINAMOJO OBJEKTO ORIENTAVIMO KEITIMAS GALI TURĖTI ĮTAKOS DAUGELIUI JŪSŲ MODELIO SPECIFIKACIJŲ. SKATINAME JUS EKSPERIMENTUOTI SU ĮVAIRIOMIS OBJEKTŲ ORIENTACIJOMIS, KAD GALĖTUMĖTE PAMATYTI KAIP KIEKVIENA JŲ DARO ĮTAKĄ OBJEKTUI.

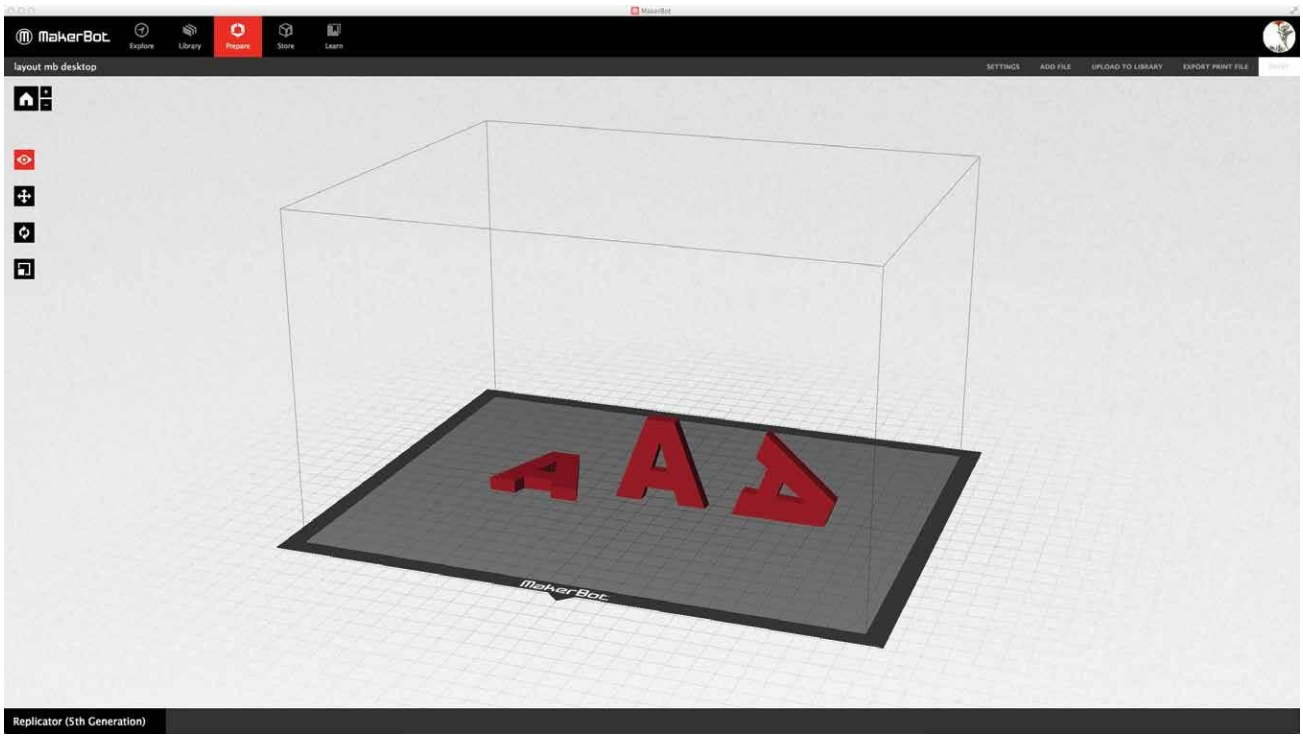
„Scale“ (mastelis): pakoreguokite savo objekto mastelį. Spustelėkite jį dar kartą, kad atidarytumėte submeniu. **„Maximum Size“** (maks. dydis) yra greitas būdas gauti didžiausią galimą spausdinamą tūrį.

> PATARIMAS: JEIGU PROJEKTUOJATE COLIAIS, **„INCHES » MM“** (coliai » MM) ĮRANKIS GREITAI PAKEIS JŪSŲ OBJEKTO MASTELĮ Į TINKAMĄ DYDĮ.

Ar galiu išsaugoti išdėstymą?

Taip, galite! Įkelkite į „Library“ (biblioteka) ir įrašykite išdėstymą į „Library“ (biblioteka) kortelę. Taip pat galite naudoti **„Upload to Library“ (įkelti į biblioteką) > „Save Local File“ (įrašyti vietos failą)**, kuri įrašys jūsų išdėstymą kaip Thing failą.

Veikla: atsisiųskite failą „A MakerBot Desktop Example“ (daiktas: 814499) iš „Thingiverse“. Orientuokite, pakeiskite mastelį ir nukopijuokite, kad atitiktumėte tokį išdėstymą“

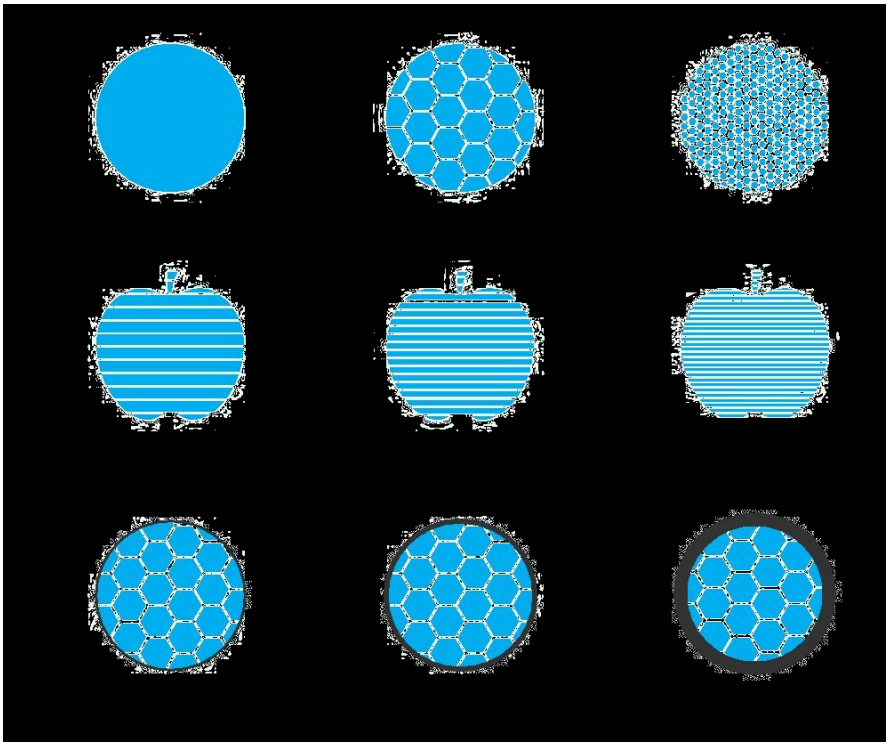


Kiekviena A raidė gali būti spausdinama be atramos.

Kokius spausdinimo nustatymus galiu pasirinkti?

Spausdinimo nustatymai suteikia galimybę nustatyti kaip bus atspausdintas jūsų objektas. Spausdinimo nustatymai Turės įtakos spausdinimo savybėms tokioms, kaip stiprumas, paviršiaus kokybė, svoris ir spausdinimo laikas. Eksperimentuokite su nustatymais ir pasižymėkite kuo skiriasi atspausdinti objektai.

Žr. **Atsisiųsti ir spausdinti spausdinimo rinkinį** dalį, pateiktą 33 psl. ir skirtą nustatyti kaip nustatymai gali daryti įtaką 3D spausdintų objektų išvaizdai.



Skiriamoji geba: nustato kiekvieno spausdinamojo objekto sluoksnį.

- Standartinė skiriamoji geba (0,2 mm) yra dažniausiai naudojama, nes tai yra optimalus santykis tarp kokybės ir greičio.
- Žema rezoliucija (0,3 mm) spausdina pirminį variantą greitai ir turi šiurkštesnį paviršių.
- Aukšta rezoliucija (0,1 mm) suformuoja lygius paviršius, tačiau formavimas trunka ilgiau.

„Raft“ (atraminė plokštė): pasirinkite žymimąjį langelį, kad objektas būtų formuojamas ant atraminės plokštės. Atraminė plokštė yra kaip pagrindas jūsų objektui ir bet kokioms atraminėms konstrukcijoms. Ji užtikrina, kad viskas gerai prilimpa prie formavimo plokštės. Baigus spausdinti, atraminė plokštė pašalinama.

„Supports“ (atramos): pasirinkite žymimąjį langelį, kad objektas būtų spausdinamas su atraminėmis konstrukcijomis. „MakerBot Desktop“ automatiškai suformuoja atramas bet kokioms išsikišančioms jūsų objekto dalims. Baigus spausdinimą atramos yra pašalinamos rankiniu būdu arba naudojant paprastus įrankius. Aktyvuokite atramas, kai išsikišimas yra didesnis kaip 68 laipsniai PLA arba 45 laipsniai ABS. Daugiau informacijos apie šį dalyką rasite Išsikišimai / tilteliai pavyzdyje, pateiktame spausdinimo rinkinio dalyje.

Išplėstinės parinktys

- **„Infill“ (užpildymas)** yra vidinis objekto konstrukcijos užpildymas. Priklausomai nuo jūsų poreikio, jis gali būti užpildytas nedaug arba būti tvirtas. Didesnis procentas suformuos tvirtesnį objektą, o 0 % vidinis užpildymas suformuos visiškai tuščiavidurį objektą.
- **„Shells“ (kiautai)** yra kontūrai, atspausdinti ant kiekvieno objekto sluoksnio; jie formuoja jūsų objekto sienas. Objektui pridedant papildomus kiautus, neįtakojami išoriniai matmenys, tačiau padidėja objekto tvirtumas.

- **„Layer Height“** (sluoksnio aukštis) nustato kiekvieno sluoksnio storį (žr. anksčiau pateiktą skiriamosios gebos apibrėžimą). Kuo mažesnis sluoksnis, tuo didesnė objekto skiriamoji geba. Plonesnis sluoksnis atrodo lygesnis, tačiau spausdinimas trunka ilgiau. Kiekvienam spausdinamam 0,3 mm sluoksniui turite atspausdinti tris 0,1 mm sluoksnius, kad suformuotumėte tokią pačią objekto dalį.

„Custom Profile“ (pritaikytas profilis)

Galima papildomai pasirinkti pritaikomą profilį, suteikiantį išplėstinę prieigą prie kodo, ruošiančio jūsų modelius spausdinimui. Spustelėkite „Create Profile“ (sukurti profilį), suteikite jam pavadinimą, pasirinkite šabloną ir „Edit Profile“ (redaguoti profilį), kad peržiūrėtumėte kodą.

„Export & Print Preview“ (eksportavimo ir spausdinimo peržiūra)

Kai jau suderinote savo objektą (-us) ir įrašėte savo nustatymus, turite eksportuoti arba padalinti failą, kad sugeneruotumėte .makerbot failą, kurį spausdintuvas naudos objekto kūrimui.

„Print Preview“ (spausdinimo peržiūra)

- Prieš pradėdami spausdinti visada peržiūrėkite **„Print Preview“** (spausdinimo peržiūra).
- Perslinkite žemyn iki „Layer 1“ (1 sluoksnis) ir eikite sluoksnis po sluoksnio, kad įsitikintumėte, jog pagrindas yra tinkamai formuojamas.
- Atkreipkite dėmesį į apskaičiuotą medžiagos sunaudojimą ir spausdinimo laiką.

Standartinė nykščio taisyklė: jeigu kas nors atrodo blogai „Print Preview“ (spausdinimo peržiūra), tai sukels problemų spausdinimo metu. Toliau pateikiami keli pagrindiniai problemų nustatymo ir sprendimo patarimai:

PROBLEMA	GALIMOS PRIEŽASTYS	GALIMAS SPRENDIMAS
Importuotas modelis yra ypač mažas „MakerBot Desktop“ peržiūroje.	Jūsų modelis galėjo būti suprojektuotas coliais, o „Desktop“ interpretuoja modelį milimetrais.	Spustelėkite **„Scale“** (mastelis), tada pasirinkite **„Inches » mm“** (coliai » mm) mygtuką vieną Kartą, kad pakeistumėte modelio mastelį.
Modelis tinkamai neprilipo prie formavimo plokštės spausdinimo metu.	Jūsų 3D spausdintuvo formavimo plokštė gali būti nelygi.	Spausdintuve atverkite **„Utilities“ (paslaugų programos) > „Level Build Plate“** (lygiuoti formavimo plokštę) procedūrą.
Formavimo plokštė buvo sulyginta, bet modelis vis tiek tinkamai neprilipo prie plokštės spausdinimo metu.	1. Jūsų modelis turi mažą paviršiaus plotą, besiliečiantį su formavimo plokšte. 2. Jūsų modelio organinė forma ir neturi plokščios apačios. 3. Jūsų modelis turi didelį paviršiaus plotą, tačiau yra sulenktas ant formavimo plokštės.	Naudokite **„Turn“** (pasukti) meniu, kad padidintumėte paviršiaus kontaktą. Taip pat užtikrinkite, kad **„Raft“** (atraminė plokštė) ir **„Supports“** (atramos) yra pažymėtos varnele **„Settings“** (nustatymai) meniu.
Spausdinamo modelio dalys yra ore arba nuo jų kabo plastiko atliekos.	Jūsų modelis galėjo turėti **išsikišimus**, kuriems reikalingos 3D spausdintos **atramų** konstrukcijos.	**„Settings“** (nuostatos) meniu įsitikinkite, kad **„Supports“** (atramos) laukelis yra pažymėtas.

Veikla

1. Atverkite savo ankstesnės veiklos išdėstymą, „A MakerBot Desktop Example“, ir pakeiskite modelio orientavimą, kad jis būtų orientuotas plokščiai ant formavimo plokštės. Tada failą padalinkite plonais sluoksniais naudodami šiuos nustatymus:
   - Standartinė skiriamoji geba
   - Atraminė plokštė įjungta
   - Atramos išjungtos
   - 20 % vidinis užpildymas
   - 3 kiautai

   Kai failas padalintas dalimis, užrašykite numatomą spausdinimo laiką ir sunaudotas medžiagas.
2. Pakeiskite nustatymus taip, kad numatomas spausdinimo laikas būtų trumpesnis kaip 20 minučių. Užrašykite kuriuos nustatymus pakeitėte, kad pasiektumėte tokį laiką.
3. Atstatykite į pradinę būseną numatytuosius nustatymus ir vietoj to, kad pakeistumėte nustatymus, įtakojančius spausdinimo laiką, pakeiskite spausdinamojo objekto mastelį. Sumažinkite objekto mastelį, kad numatomas spausdinimo laikas būtų trumpesnis kaip 15 minučių.

SPAUSDINIMO STRATEGIJA

Spausdinimas pamokų metu

- Daugelio jūsų sukurtų objektų spausdinimo trukmė bus ilgesnė kaip 30 minučių. Pagal tai pasistenkite suplanuoti spausdinimus pamokos metu.
- Pavyzdžio spausdinimą pradėkite pamokos pradžioje, kad papildytumėte tą dieną dėstomą dalyką.
- Pradėkite spausdinti moksleivio failą pamokos pradžioje, kad per likusias 10–15 minučių aptartumėte objekto sėkmės ir nesėkmės priežastis.

Spausdinimas tarp pamokų

- Dideliems projektams turėsite atspausdinti daug moksleivių failų. Nustatykite laiką, reikalingą spausdinimui ir atitinkamai išdėstykite elementus, kad ant formavimo plokštės sudėtumėte kaip galima daugiau spausdinamųjų objektų konkrečiam laikotarpiui.
- Prieš palikdami spausdintuvą be priežiūros ilgesniam laikui visada patikrinkite:
  - „Print Preview“ (spausdinimo peržiūra) – įsitikinkite, kad visi failai yra spausdinami 3D ir tinkamai orientuoti. Jeigu vienas objektas nepavyksta, gali nepavykti ir visi likę objektai.
  - Pirmasis sluoksnis – prieš palikdami spausdintuvą be priežiūros įsitikinkite, kad pirmasis sluoksnis yra spausdinamas tolygiai!

Failų valdymas

- Failų rūšiavimas ir išdėstymas gali būti imlus laikui. Daugelis mokytojų sugalvojo įvairius būdus kaip su tuo kovoti. Perskaitykite toliau pateikiamus patarimus, kad sužinotumėte įvairias idėjas.

Bendruomenės saugykla

- Naudokite „Google Drive“, „Dropbox“ arba net bendrinamą USB atmintinę, kad galėtumėte visus moksleivių failus laikyti vienoje vietoje.
- Paprašykite, kad moksleiviai savo failo pavadinime nurodytų savo vardą, datą ir peržiūrą (jeigu taikoma).
- Moksleiviai turi įkelti STL arba OBJ failą, bei iš anksto padalintą .makerbot failą, jeigu kiekvienas jų turi prieigą prie „MakerBot Desktop“.

Raskite moksleivius ekspertus

- Yra tikimybė, kad vienas arba keli moksleiviai tikrai susidomės 3D spausdinimu. Tai puiki galimybė jiems veikti kaip lyderiams. Jeigu radote moksleivius ekspertus, leiskite, kad jie padėtų su spausdinamųjų objektų eiliškumu. Jie taip pat gali valdyti bendruomenės saugyklą, dalinti failus sluoksniais spausdinimui ir mokyti kitus moksleivius geriausių praktikų.

Taisyklės

• Realizuokite spausdinimo laiko ir (arba) medžiagos limitus spausdinamiesiems objektams, kad sutaupytumėte laiko ir medžiagų.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kas yra „MakerBot Desktop“ ir kodėl turite juo naudotis?
- Kaip veikia spausdinimo nustatymai ir kokias parinktis galite pasirinkti?
- Kuriuos failų tipus galite importuoti ir eksportuoti iš „MakerBot Desktop“?
- Į ką turite atsižvelgti ruošdami modelį 3D spausdinimui?

GAUKITE SPAUSDINAMUOSIUS OBJEKTUS

Kai jau peržvelgėme kaip perkelti failą į 3D spausdintuvą naudojant „MakerBot Desktop“, padiskutuokite apie galimų resursų tipus, kurie padės rasti ir suprojektuoti objektus. Vienas iš labiausiai prieinamų būdų yra prisijungti prie 3D modeliavimo bendruomenės ir atsisiųsti esamus projektus, apie kuriuos pakalbėsime išsamiau kitame skyriuje. Kitoje pamokoje eikite į Thingiverse.com ir prisijunkite prie savo „MakerBot“ paskyros.

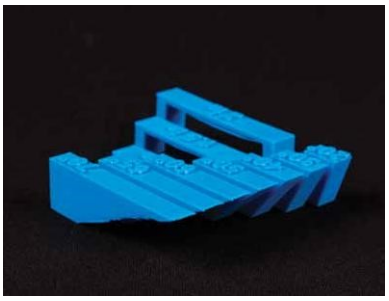
SPAUSDINIMO RINKINIO ATSISIUNTIMAS IR ATSISPAUSDINIMAS

Šį spausdinimo rinkinį naudokite kaip vaizdinę priemonę mokydami savo moksleivius apie 3D spausdinimą. Kiekvienas spausdinamasis objektas apima pagrindines koncepcijas, terminologiją ir (arba) nustatymus, kuriuos galite rasti „MakerBot Desktop“. Šie spausdinamieji objektai apima akivaizdžius pavyzdžius, kurie padės vėliau suprasti šią terminologiją. Šiuos modelius galite rasti **„Thingiverse“ „MakerBot Learning“ paskyroje**. Rekomenduojame atsispausdinti kiekvieną iš toliau nurodytų objektų savo 3D spausdintuvu!

SPAUSDINIMO RINKINIAI

Skiriamoji geba

- Šie trys spausdinamieji objektai buvo paruošti naudojant skirtingas skiriamąsias gebas: aukštą, standartinę ir žemą. Skiriamoji geba apibūdina 3D spaudinio paviršiaus kokybę, priklausančią nuo kiekvieno sluoksnio aukščio.
- **Diskusija:** aukštos skiriamosios gebos spausdinamojo objekto yra ploniausi sluoksniai, tačiau jis ilgiausiai spausdinamas. Kodėl?



Išsikišimai / tilteliai

- Išsikišimas, kai sluoksnis ilgėja į išorę, galimai neprilaikomas, ankstesnio sluoksnio atžvilgiu. PLA spausdinamieji objektai gali būti formuojami 68 laipsnių kampu nuo vertikalios padėties nenaudojant atramų.
- Tiltelis yra sluoksnis, spausdinamas ore tarp dviejų atramų. PLA spausdinamieji objektai gali turėti dviejų colių tiltelį nenaudojant atramų.

Atraminė plokštė ir atramos

- Atramos yra spausdinamos kaip pastoliai persidengiančioms išsikišantiems elementams.
- Atraminė plokštė padeda sukibti su formavimo plokšte.
- Baigus spausdinimą pašalinkite atraminę plokštę ir atramas.

Vidinis užpildymas ir kiautai

- Vidinis užpildymas yra šešiakampis raštas prilaikantis modelio vidų. Jis nusakomas procentais – 0 % yra visiškai tuščias objektas.
- Kiautai yra išorinės sienos, sudarančio jūsų objekto perimetrą. Jų skaičiaus padidinimas padidėja vidaus kryptimi, tačiau niekada išorės kryptimi ir neįtakoja išorinio pločio.

Surinktų dalių spausdinimas

- Surinktų dalių spausdinimo failai dalių, kurios gali judėti iš karto po spausdinimo, projektai. Daug minčių galima panaudoti projektuojant spausdinimo vietoje failus, ypač savo projekte kūrybingai panaudojant **tiltelius** ir **išsikišimus**. Užtikrinkite, kad šių failų nespausdinate su **atramomis**, nes judančios dalys bus užpildytos papildoma medžiaga.

Surenkamas objektas

- Surenkami objektai yra modeliai, susidedantys iš skirtingų spausdinamų dalių, po to surenkamų tarpusavyje, kad būtų galima spausdinti naudojant skirtingas spalvas arba sukurti objektus didesniu, nei jūsų formavimo plokštė. Tapkite kūrybingi projektuodami savo objektus; suskaidydami juos į kelias dalis sumažinsite atramoms reikalingos medžiagos kiekį.

Tyrinėkite „Thingiverse“

Bendruomenę naudokite kaip resursą įtraukti projektus į savo klasės spausdinimo rinkinį. Mums benagrinėjant toliau šią knygą, turėsite įrankius tobulėjimui ir savo projektų kūrimui, kad galėtumėte dar labiau išplėsti resursus. Savo klasės įspūdingus dizainus įkelkite į „Thingiverse“ su žyme „MakerBotEDU“, kad galėtume pamatyti ką sukūrėte.

TRYS ATLIKIMO BŪDAI

Yra trys pagrindiniai požiūriai kaip gauti modelius 3D spausdinimui: atsisiųsti, nuskaityti ir suprojektuoti. Kitose trijuose skyriuose išsamiau peržiūrėsime kiekvieną iš trijų būdų.

Atsisiųsti

Failų atradimas ir jų atsisiuntimas 3D spausdinimui yra paprastas būdas kaip pradėti naudoti spausdintuvą. Internete yra daugybė vietų, kuriose galite atsisiųsti failus nemokamai arba juos įsigyti. Kaip įkvėpimo šaltinį atraskite jums patinkantį dizainerį ir išsiaiškinkite kodėl jo arba jos projektai buvo atspausdinti sėkmingai. Pabandykite atkurti įdomų dizainą. Galite atsisiųsti failus ir įtraukti į savo kuriamą konstrukciją.

Nuskaityti

3D nuskaitymas yra įspūdinga technologija, siūlanti greitą būdą pakeisti realius objektus 3D failais, kuriuos galima naudoti spausdinimui. Nuskaitytas objektas suteikia galimybę gauti 3D modelį nenaudojant 3D modeliavimo programinės įrangos. Kai jau nuskaitėte objektą, galite jį spausdinti tiesiogiai, keisti jo dydį arba keisti jo parametrus. Jeigu turite „MakerBot Digitizer“, šioje dalyje pateikiama informacija padės jums optimizuoti nuskaitymą. Atkreipkite dėmesį į tai, kad ši dalis yra pasirenkama papildomai ir nėra privaloma naudojantis 3D spausdintuvu.

Projektavimas

Mokėjimas kurti 3D projektą yra neįkainuojamas kuriant savo 3D spausdinimui skirtus failus. Yra daug skirtingų 3D modeliavimo programų, nemokamų ir mokamų, bei priklausomai nuo objektų, kuriuos norite kurti, jums gali reikėti išmokti dirbti su keliomis programomis. Pasistenkite išbandyti kaip galima daugiau programinės įrangos programų, nes kiekviena jų turi savo privalumus.

ATSISIUNTIMO BŪDAI

MOKYMOSI TIKSLAI

- Tyrinėkite „Thingiverse“ ir „GrabCAD“, bei apibūdinkite jų naudojimą;
- „Thingiverse“ naudokite įkvėpimo radimui ir bendravimui su bendruomene;
- Suprasti „Creative Commons“ pobūdį.

KAS YRA ATSISIUNTIMAS?

Atsisiuntimas yra įsitraukimas į nuolat besiplečiančias 3D spausdinimo bendruomenes kaip „Thingiverse“ arba „GrabCAD“, kad visiškai nemokamai gauti failus. Tokie resursai yra įspūdinga įkvėpimų vieta!

Terminologija

- **Daiktas:** nemokamas projekto failas įkeltas „Thingiverse“ bendruomenės nario.
- **„Likes“ (mėgstami):** kategorijomis nesuskirstytas mėgstamų projektų sąrašas, skirtas padėti palaikyti jų kūrėjus.
- **„Collection“ (kolekcija):** prižiūrimas daiktų aplankas, kuriuos esate suskirstę kategorijomis. Kolekcijas gali peržiūrėti kiti naudotojai; tai puikus būdas tvarkyti objektus moksleiviams.
- **„Makes / I Made One“ (pagaminta / aš pagaminau):** kai naudotojas atsisiunčia ir spausdina kitų sukurtą objektą ir įkelia nuotrauką. **„Makes“** (pagaminta) padeda pademonstruoti, kad modelis gali būti sėkmingai atspausdintas, tuo pačiu tai yra puikūs būdas parodyti paramą kūrėjui.
- **„Attribution“ (priskyrimas):** bet kuriuo metu jums spausdinant arba bet ką bendrinant atsiminkite kas juos sukūrė! Daiktų kortelės gali būti paprastai sugeneruotos kiekvieno daikto puslapio apačioje. Priminkite moksleiviams, kad jiems demonstruojant objektus viešumoje privaloma nurodyti bendruomenės narį, kuris tą objektą sukūrė. Identifikavimas yra puiki padėka už jų nuostabų indėlį!
- **„Remix“ (perdarymas):** bet kada atsisiuntę failą ir jį pakeitę ar įkėlę pakartotinai, nurodykite originalaus modelio kūrėją
- **„Customizer“:** programėlė, įdiegta į „Thingiverse“, suteikianti galimybę priderinti 3D modelius savo reikmėms naudojant patogius šliaužiklius, tekstinius laukelius ir išskleidžiamus meniu. Ji paremta „OpenSCAD“ programavimo kalba.
- **„Groups“ (grupės):** bendruomenės tvarkomos objektų kolekcijos ir forumas konkrečioms temoms.

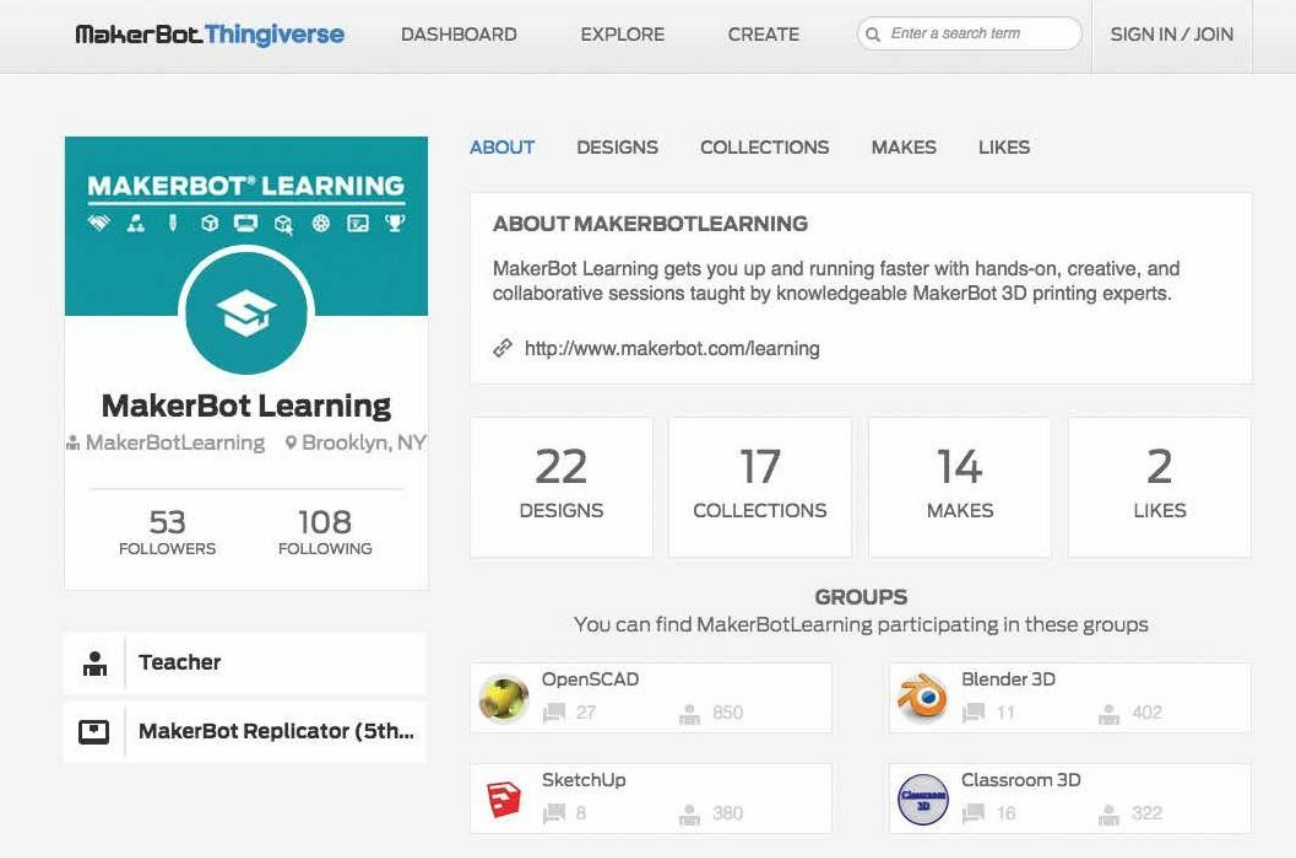
MakerBot Man Cupid by MakerBot is licensed under the Creative Commons - Attribution license.

„Creative Commons“

„Creative Commons“ licencija leidžia atviro kodo bendruomenei laisvai bendrinti objektus, tuo pat metu pateikiant parametrus nariai nurodo kūrėją ir naudoja objektus.

Diskusija: Kodėl svarbu paminėti kūrėją kai naudojate kažkieno sukurtą failą? Kaip „Creative Commons“ rekomendacijos padeda užtikrinti bendrinimo platformą?

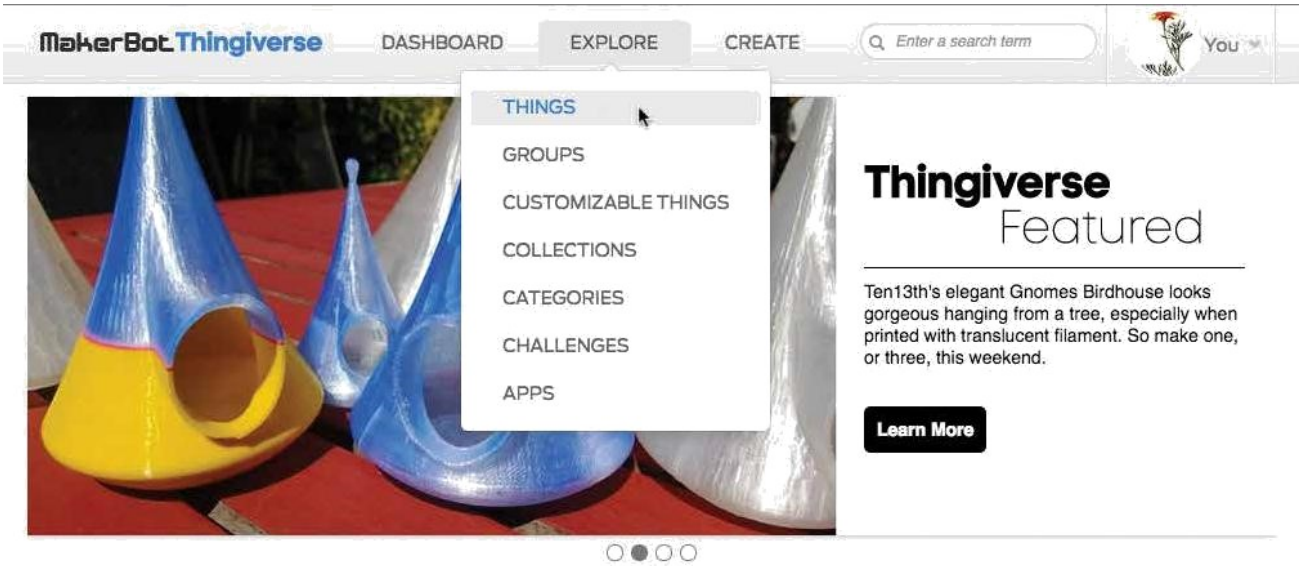
KĄ GALIU ATLIKTI SU „THINGIVERSE“?



„Thingiverse“ naudotojo puslapis.

Kadangi „Thingiverse“ paremtas bendrinimo principu, jis skatina naudotojus bendradarbiauti įtraukiant bendruomenę. Pateikiate savo objektą, atsisiunčiate ir perdarote kito sukurtą arba tiesiog parašote palaikančius komentarus, „Thingiverse“ yra puikus būdas bendrauti su kitais žmonėmis, besižavinčiais kūrimu. „Thingiverse“ grupės suteikia galimybę mokytojams ir moksleiviams sąveikauti ir diskutuoti apie 3D spausdinimą visame pasaulyje.

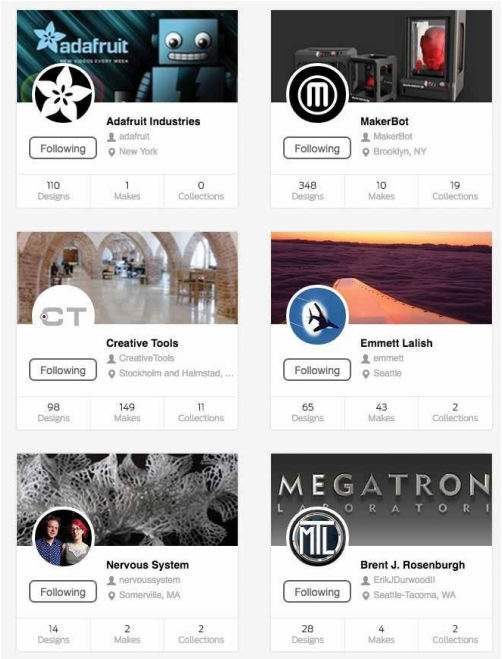
Pateikiamos kelios veiklos nurodančios kelis iš daugelio būdų kaip naudoti „Thingiverse“. Tai tik ledkalnio viršūnė; galimybės yra neribotos!



Pradinis puslapis atnaujinamas kas savaitę su naujais objektais, kurie gali jus įkvėpti.

„Thingiverse“ yra puiki vieta pradėti tyrinėti 3D spausdinimą. Naudokite **„Explore“** (tyrinėti) kortelę ir paieškos funkciją, kad pradėtumėte rinkti objektus, kuriuos norite atsispausdinti 3D būdu.

Veikla: skirkite šiek tiek laiko objektų surinkimui, kurie tiktų jūsų dėstomam dalykui. Pvz., istorijos pamokai galite rasti penkis spausdinamuosius objektus, pateikiančius viduramžių išradimus. Jeigu reikia įkvėpimo, patikrinkite „MakerBot Learning“ kolekciją.



Veikla: raskite penkis įkvepiančius naudotojus, kuriuos galima būtų sekti. Paaiškinkite kodėl jums patinka jų darbai.

Veikla: sukurkite prezentaciją apie naudotoją ir parodykite vieną iš jo arba jos sukurtų projektų. Įvertinkite projekto teigiamas ir neigiamas puses. Ar spausdinimo metu reikia į ką nors atsižvelgti? Ką darytumėte kitaip, jeigu būtumėte projektuotojas?

- Išplėskite! Parašykite istoriją apie savo projektuotoją. Pavyzdžiui, werd10 yra nindzė naktimis, tačiau visas dienas praleidžia modeliuodamas 3D pieštukų laikiklius savo mėgstamo gyvūno pūsliažuvės formos.

Atsisiųskite šį daiktą!

Veikla: pažiūrėkite „Three Heart Gears“ (daiktas:243278), kurį sukūrė nepakartojamos „Thingiverse“ naudotojas emmett. Raskite du arba tris šio objekto perdarymus ir pasidalinkite su jais pamokoje. Kokios projekto dalys buvo pakeistos? Jeigu jūs keistumėte projektą, ką pakeistumėte?

Tolimesnis tyrinėjimas

„Thingiverse“ yra neatsiejamas šaltinis dizaineriams, projektuotojams ir entuziastams. Šioje knygoje pateiksime nuorodas ir rekomendacijas kaip įvairiausiais būdais naudoti „Thingiverse“ daiktų ir įkvėpimų paieškai, bei bendrauti su bendruomene.

Veikla

Sukurkite klasės arba visos mokyklos „Thingiverse“ paskyrą ir leiskite kiekvienam moksleiviui pasirinkti jiems patinkantį dizainą, kurį jie galėtų patobulinti jūsų pamokų metu arba kitu metu mokykloje. Paraginkite juos parašyti paaiškinimus ant kortelių ir pateikti jas šalia atspausdintų objektų klasėje arba mokykloje.

„GrabCAD“

„GrabCAD“ pateikia internetinę bendruomenę, siūlančią nemokamai atsisiųsti 3D dizainą, specialiai skirtą projektuotojams. Tai yra puiki vieta rasti įvairius skirtingus failus: nuo konkrečiai programai skirtų projektų iki modelių konvertuotų į 3D spausdintinus objektus. Taip pat yra didelis pasirinkimas naudotojų sukurtų informacinių vadovų kaip kurti modelius konkrečiose programose. Kaip ir „Thingiverse“, jis paremtas bendruomene ir suteikia puikią galimybę bendrauti su panašiai mąstančiais žmonėmis, tyrinėjant 3D spausdinimą ir modeliavimą.

Diskusija: susipažinę su „Thingiverse“ ir „GrabCAD“, pamokoje diskutuokite apie jų panašumus ir skirtumus.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kas yra „Creative Commons“ licencija?
- Kas yra perdarymas ir kaip jis veikia?
- Kokie yra kiti „Thingiverse“ panaudojimo būdai?
- Kokie yra skirtumai tarp „Thingiverse“ ir „GrabCAD“?

NUSKAITYMO BŪDAI

MOKYMOSI TIKSLAI

- Suprasti kaip naudoti 3D nuskaitymą pamokoje;
- Žinoti kaip nustatyti ir nuskaityti naudojant „MakerBot Digitizer™ Desktop“ 3D skaitytuvą;
- Sugebėti identifikuoti požymius, užtikrinančius sėkmingą nuskaitymą;

KAS TAI YRA 3D NUSKAITYMAS?

3D nuskaitymas yra objekto skaitmeninio atvaizdo sukūrimo procesas. Yra įvairiausių nuskaitymo technologijų. „MakerBot Digitizer“ naudoja lazerio ir vaizdo kameros mechanizmą. Yra daug įvairiausių kitų technologijų, kurios naudoja nuosekliai sujungtas kameras ir kitus nuskaitymo metodus, kaip „123D Catch“ arba naudoja „Microsoft Kinect“. 3D nuskaitymas jokiu būdu nėra privalomas 3D spausdinimo procesui, tačiau gali išplėsti kūrimo įrankių rinkinį.

TERMINOLOGIJA

- **Taškų debesis:** koordinačių sistemoje duomenų taškai, nurodantys objekto paviršių.
- **Tinklelis:** viršūnių, kraštų ir paviršių rinkinys, apibrėžiantis 3D modelio formą.
- **Ištisinis:** ištisinis išorinis paviršius (arba **tinklelis**), reikalingas sėkmingam 3D spausdinimui. Pavyzdžiui, objektas kaip spurga, net ir turintis skylę per vidurį, turi ištisinį išorinį paviršių, todėl gali būti atspausdintas 3D būdu.

„MakerBot Digitizer“

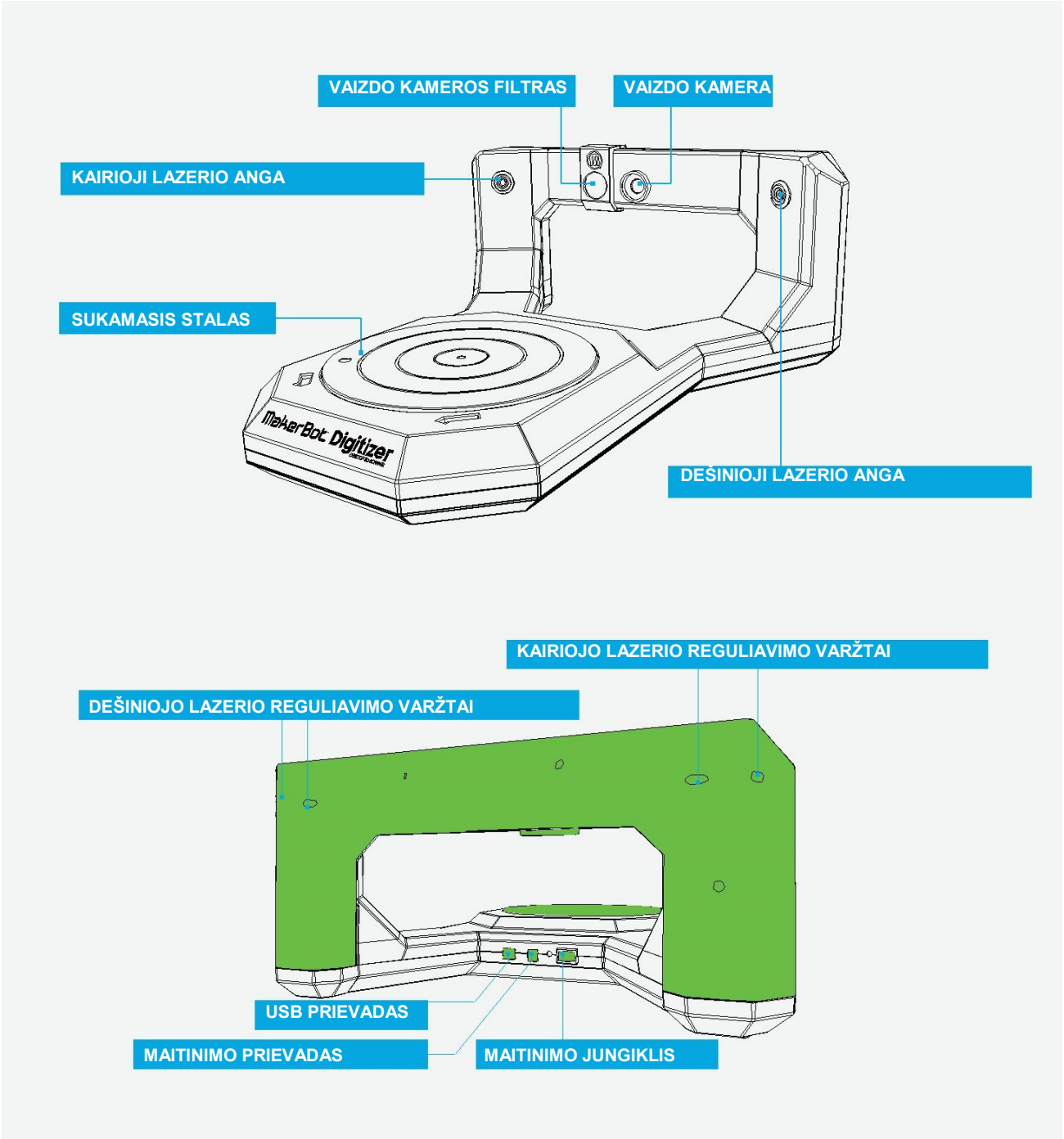
„MakerBot Digitizer“ suteikia galimybę jus supančius daiktus paversti 3D modeliais, kuriuos jūs galite keisti, tobulinti, bendrinti ir spausdinti 3D būdu. Gauti nuskaityti failai puikus būdas išbandyti kažką naujo.

Glausti faktai

Didžiausi nuskaitomi matmenys: 8 x 8 cilindrui
Mažiausi nuskaitomi matmenys: 2 x 2 cilindrui
Matmenų tikslumas“ +/–2 mm

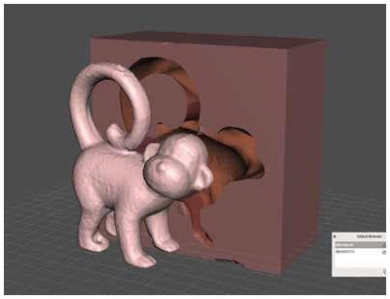
KAIP TAI VEIKIA?

- **Lazeris ir vaizdo kamera:** raudonas lazerio spindulys projektuojamas į objekto paviršių. Objektui besisukant, vaizdo kamera priima lazerio spindulį ir apdoroja jį į duomenų taškus, žinomus kaip taškų debesys.
- **Besisukantis stalas:** besisukantis stalas suka objektą, kad vaizdo kamera galėtų užfiksuoti visas jo dalis ir kontūrus didėjančia tvarka.
- **Taškų debesis:** duomenų taškai erdvėje skaitmeniniu būdu atkuriantys objekto paviršių.
- **Tinklelis:** taškų debesis yra sujungiamas kartu naudojant programinę įrangą, kad sukurtų jūsų objektą su visu, ištisinio tinklelio paviršiumi atvaizdą.



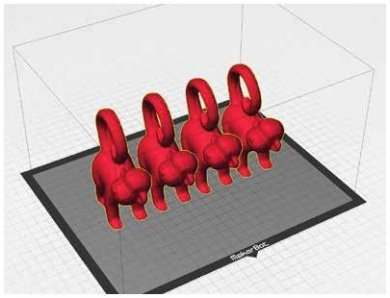
KĄ GALIU ATLIKTI SU 3D NUSKAITYMU?

Realaus pasaulio objekto nuskaitymas gali būti puikus būdas pradėti naują 3D projektą. Pakeiskite mastelį, keiskite ir perdarykite nuskaitytą objektą savo nuožiūra. Tada atspausdinkite!



Nuskaitymas kaip etalonas

Naudokite nuskaitymą pagal savo poreikį sukurti pakuotę arba stovą, kuris būtų naudojamas kartu su objektu. Suformuokite ką nors iš molio ir sukurkite formą, kurią galėtumėte naudoti pakartotinai.



Nuskaitykite, kad galėtumėte kopijuoti

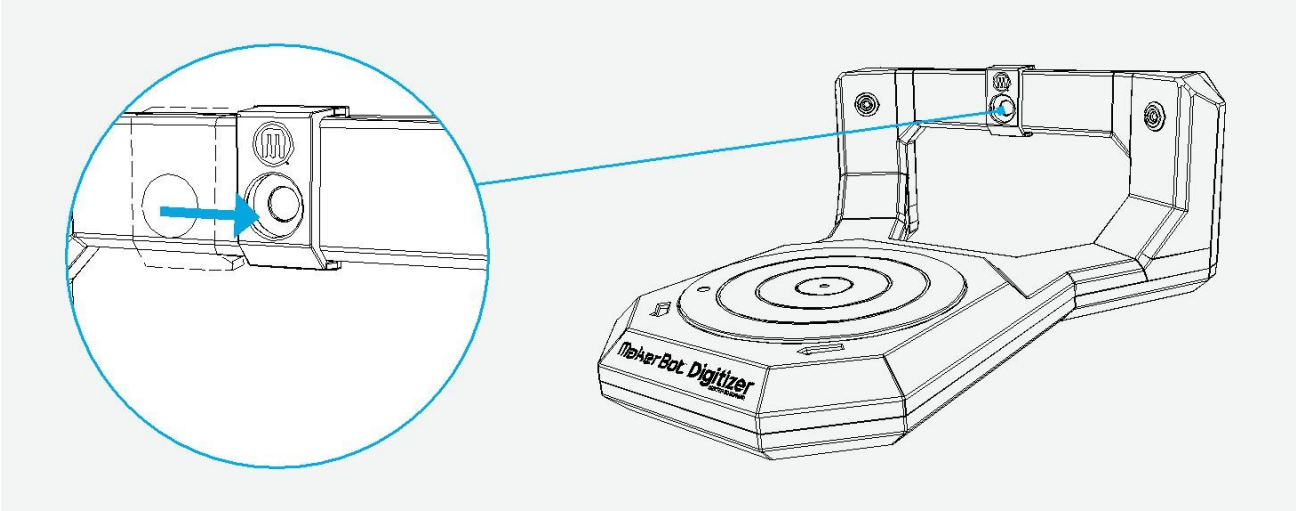
Nuskaitymas yra puikus būdas išsaugoti ir archyvuoti brangius objektus. Turite vertingų fosilijų arba muziejaus eksponatų? Nuskaitykite juos, kad sukurtumėte skaitmenines kopijas, kurias galėsite atspausdinti ir pateikti savo moksleiviams.

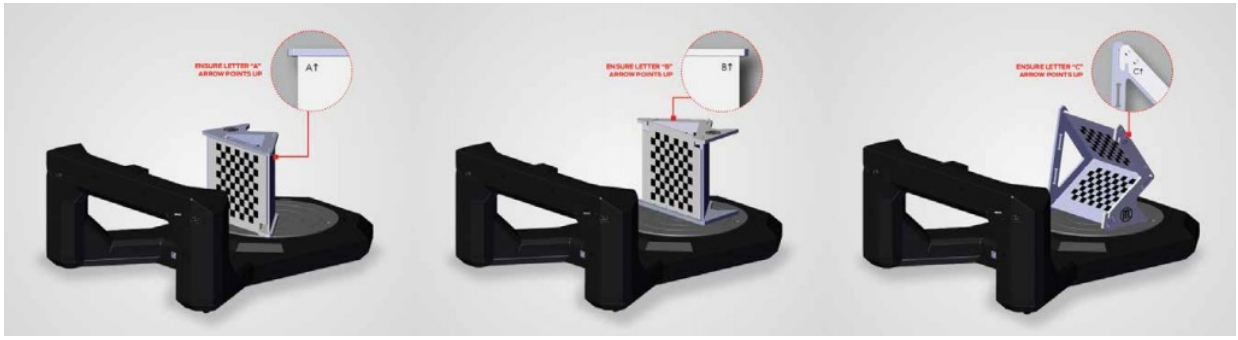
Nuskaitykite, kad galėtumėte keisti

Kaip atskaitos tašką naudokite nuskaitymą, po to keiskite savo nuožiūra. Sukurkite funkcionalų objektą arba tiesiog grąžinkite detales, kurios buvo pakeistos. Tai puikus būdas padaryti ką nors, ką jau turite ir pakeisti į kažką naujo.

PARUOŠIMAS

Perstumkite, kad filtras būtų virš vaizdo kameros. Filtras padeda blokuoti kitas šviesas, kad vaizdo kamera galėtų matyti tik lazerio spindulį.





Kalibravimo įrankis A

Sukalibruokite vaizdo kamerą. Naudodami kalibravimo įrankį raskite pusę, pažymėtą A. Kortelę įstatykite į angą sukamojo stalo centre ir paleiskite skriptą. Šis procesas padeda programai sureguliuoti objektyvo iškraipymus.

Kalibravimo įrankis B

Sukalibruokite besisukantį stalą. Apverskite kalibravimo įrankį, kad jis būtų B puse į viršų. Kortelę įstatykite į angą sukamojo stalo centre. Esant paleistam skriptui programa kalibruoja fizinę erdvę, kurioje vyks nuskaitymas.

Kalibravimo įrankis C

Sukalibruokite lazerius. Galiausiai apverskite kalibravimo įrankį, kad jis būtų C puse į viršų. Ištraukite įrankio vidurinę plokštelę ir padėkite ją ant sukamojo stalo centrą. Šiame žingsnyje programa mato kur lazeris yra nuskaitymo erdvėje.

„Digitizer“ parinkite objekto šešėlį „MakerWare“. Įvertinkite savo objektą, kad nustatytumėte tinkamą šešėlio kategoriją. Šviesesnius objektus yra paprasčiau nuskaityti, o tamsesnius yra daug sudėtingiau.
Šviesus: objektas yra baltos arba kreminės spalvos ir beveik arba visai neblizga.
Vidutinis: objektas yra dažytas arba pilkas ir beveik arba visai neblizga.
Tamsus / sudėtingas: objektas yra tamsus, neryškus arba permatomas. Prieš nuskaitymą turite padengti šiuos objektus baltais milteliais.

PATARIMAI IR REKOMENDACIJOS

„Digitizer“ sąranka

„MakerBot Digitizer“ padėkite ant plokščio, lygaus darbinio paviršiaus ir įsitikinkite, kad jokia dalis neišsikiša už paviršiaus krašto. Nukreipkite jį į artimiausią sieną. Kuo tamsesnė siena, tuo geriau. Idealiu atveju lazeris turėtų būti nukreiptas į sieną, būtų išvengta bet kokių langų arba kitų šviesos šaltinių. Ryški tiesioginė arba atspindėjusi šviesa šviečianti į vaizdo kamerą gali įtakoti nuskaitymą ir papildomų objektų atsiradimą.

Kalibravimas

Kalibravimas užtikrina, kad besisukančio stalo ir lazerių padėtys yra įrašomos tiksliai, kad „MakerBot Digitizer“ galėtų sukurti geriausius galimus nuskaitymo failus. Apšvietimas reikalingas tik atliekant kalibravimą. Venkite tiesioginės iš viršaus krintančios šviesos. Jeigu turite kalibruoti tamsioje erdvėje, apšvieskite kalibravimo įrankį lempa arba žibintu už skaitytuvo, kad šviesa nekristų tiesiai į vaizdo kamerą.

Apšvietimas

Nuskaitymą geriausiai atlikti esant prastam apšvietimui. Jeigu kyla problemų kai nuskaitymui naudojamas „Dark“ (tamsus) nustatymas, pabandykite visiškai išjungti šviesas. Jeigu reikia užfiksuoti detalesnį vaizdą, pasirinkite parinktį „Dark/Difficult“ (tamsus / sudėtingas) režimas — net jeigu objektas yra šviesios spalvos. Būkite pasiruošę tam, kad jūsų nuskaitytame objekte bus keli papildomi artefaktai.

Ant sienos, į kurią yra nukreiptas „MakerBot Digitizer“ pakabinkite juodą fetrą, kad pritemdytumėte sienos paviršių. Tokiu būdu bet kokia šviesa patalpoje neatsispindės nuo fono ir nesuformuos šviesių taškų, kuriuos vaizdo kamera gali palaikyti lazerio linija.

Kiti svarbūs aspektai

Kaip objekto spalva daro įtaką nuskaitymui?

Tamsūs objektai iš dalies sugeria lazerio spindulį, todėl vaizdo kamerai sunkiau jį matyti. Vizualiai lazerio linija atrodys blanki.

Ką reikia padaryti, kad palengvinti tamsių objektų nuskaitymą?

Prieš nuskaitymą objekto padengimas šviesesne spalva padeda sumažinti lazerio spindulio sugėrimą. Naudokite medžiagas, kaip vaikams skirti milteliai, ryžių miltai, miltai arba ryškinamasis purškalas.

Kaip permatomi objektai arba tekstūra daro įtaką nuskaitymui?

Blizgūs, permatomi arba neryškūs objektai gali neleisti vaizdo kamerai pamatyti lazerio linijos, nes lazeris atsispindės įvairiausiomis kryptimis. Kitaip tariant galimas visiškas chaosas!

Ką reikia padaryti, kad palengvinti blizgių arba neryškių objektų nuskaitymą?

Objektų dengimas gali padėti sumažinti lazerio atspindėjimą arba sugėrimą. Tokius objektu galite nudažyti, pavyzdžiui, temperos dažais.

Kurios iš toliau pateiktų spalvų yra nuskaitomos geriausiai? Kurias sunkiausia nuskaityti?

- Raudona – geriausia (raudona spalva geriausia atspindi raudoną šviesą)
- Balta – gerai
- Geltona – tinka
- Žalia – sudėtingiausia (žalia spalva sugeria raudoną šviesą, todėl nuskaitymas nėra geras)
- Mėlyna – sudėtinga
- Purpurinė – sudėtinga

Kas atsitiks, jeigu saulės šviesa kris į vaizdo kamerą? Už vaizdo kameros?

Dėl į vaizdo kamerą krintančios saulės šviesos yra sunkiau matomas lazerio spindulys. Todėl dažnai yra sukuriamas neoptimalus nuskaitytas vaizdas. Už vaizdo kameros krintanti saulės šviesa yra geriau, nei priešais vaizdo kamerą, tačiau turėtų būti sumažinta, kad vaizdo kamera galėtų matyti lazerio spindulį.

Kokie yra praktiniai nuskaitymo pritaikymai?

Nuskaitymas yra puikus būdas gauti skaitmeninį objekto vaizdą. Jis gali būti naudojamas modelio išsaugojimui, naudojamas kaip atskaitos vaizdas arba keičiamas į perdarytą versiją.

Kaip galima keisti nuskaitytą vaizdą 3D modeliavimo programoje?

Tokios programos, kaip „Tinkercad“, „MeshMixer“ ir „Sculptris“ yra naudingi nuskaitytų vaidų importavimui ir keitimui.

Veikla: kai sukalibravote, paprašykite moksleivių rasti klasėje objektus, kuriuos galima nuskaityti. Prieš juos nuskaitydami, padiskutuokite ar pasirinktą objektą bus paprasta nuskaityti, ar sudėtinga. Jeigu objektą sudėtinga nuskaityti, apibūdinkite žingsnius, kurių imsitės, kad palengvintumėte nuskaitymą. Nebijokite išbandyti visų galimybių.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kaip veikia „MakerBot Digitizer“?
- Kam galima naudoti 3D nuskaitymus?
- Kokios yra idealios nuskaitymo sąlygos?
- Kaip galima panaudoti „MakerBot Digitizer“ pamokoje?
- Ar galite nurodyti kaip užtikrinti sėkmingą nuskaitymą?

PROJEKTAVIMO BŪDAI

MOKYMOSI TIKSLAI

- Supraskite skirtingus 3D modeliavimo programų tipus;
- Tyrinėkite skirtumus tarp 3D modeliavimo programų ir jų privalumus, bei trūkumus.

KAS TAI YRA 3D MODELIAVIMAS?

3D modeliavimas yra objekto skaitmeninio atvaizdo sukūrimo procesas. Įvairios 3D modeliavimo programinės įrangos programos suteikia galimybę įvairiausiais būdais kurti 3D modelius.

Taip, kaip ir parkeriai, pieštukai, teptukai ir molis yra įrankiai, kuriuos naudojate kūrybiniame procese, 3D modeliavimo programos yra įrankiai, kuriuos galite naudoti skaitmeninio dizaino procese. Tai nėra tiesiog išmokimas naudotis vienu tinkamu įrankiu, tačiau tai yra radimas įrankių, kurie geriausiai tinka jūsų projektavimui. Išbandykite kelias 3D modeliavimo programas ir stebėkite su kuria gausite geresnį norimą rezultatą. Šioje dalyje rasite būdus kaip turite vykdyti šį procesą.

TERMINOLOGIJA

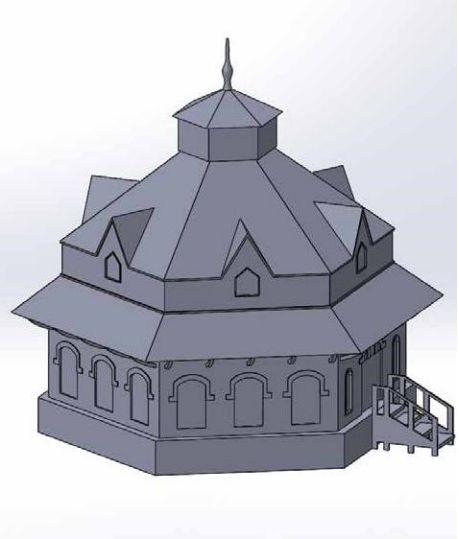
- **„Mesh“ (tinklelis):** viršūnių, kraštų ir paviršių rinkinys, apibrėžiantis 3D modelio formą.
- **„Watertight“ (ištisinis):** ištisinis išorinis paviršius (arba **tinklelis**), reikalingas sėkmingam 3D spausdinimui. Pavyzdžiui, objektas kaip spurga, net ir turintis skylę per vidurį, turi ištisinį išorinį paviršių, todėl galėtų būti atspausdintas 3D būdu.
- **„Tranform“ (transformuoti):** įrankis, leidžiantis naudotojui perkelti arba pasukti objekto padėtį
- **„Viewport“ (peržiūros sritis):** atidaro langą 3D modeliavimo įrankyje; kitaip tariant tai yra ekrane matomas vaizdas.
- **„Orbit“ (sukti apie):** suka stebėjimo tašką aplink pasirinktą tašką arba objektą.
- **„Pan“ (panoraminis režimas):** perkelia peržiūros sritį aukštyn arba žemyn, į kairę arba į dešinę.
- **„Zoom“ (mastelio keitimas):** perkelia peržiūros sritį arčiau arba toliau nuo taško scenoje.
- **„Perspective View“ (perspektyvos vaizdas):** nustato tokį peržiūros taško vaizdą, kokį mato žmogaus akys. Objektai, esantys toliau, yra mažesni, nei arčiau vaizdo kameros esantys objektai.
- **„Orthographic View“ (ortografinis vaizdas):** peržiūros vaizdą nustato vienos perspektyvos atžvilgiu. To paties dydžio objektai yra tokio paties dydžio, nepriklausomai nuo jų atstumo iki vaizdo kameros.

KĄ GALIU ATLIKTI SU 3D MODELIAVIMU?

3D modeliavimas suteikia laisvę suprojektuoti ką tik norite. Įkvėpimui ir rekomendacijoms puikiai tinka tokie šaltiniai, kaip „Thingiverse“ ir „GrabCAD“; naudokite juos 3D modelių paieškai, kuriuos jau sukūrė kiti žmonės. Dalykas, kurį norite suformuoti gali būti sukurtas pasiekiant geriausius rezultatus perdarant modelius arba projektuojant esamą dizainą (licencijuotas). Mokydamiesi modeliuoti, įkelkite failus į „Thingiverse“ ir (arba) „GrabCAD“, kad galėtumėte tobulėti ir bendrauti su bendruomene, bei kiti asmenys galėtų perdaryti ir paaiškinti ką jūs sukūrėte.

3D MODELIAVIMO PROGRAMINĖ ĮRANGA

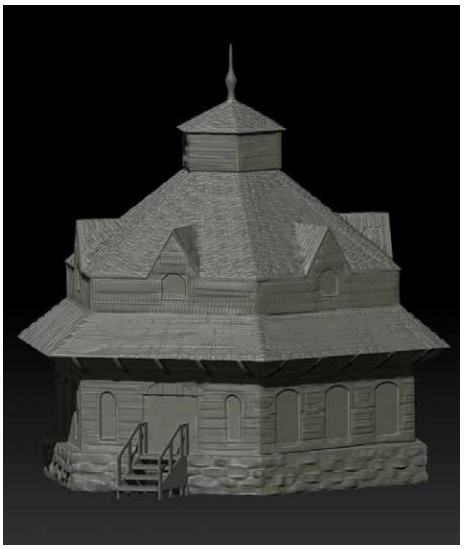
Yra daug skirtingų 3D modeliavimo programinių įrangų, kurių kiekviena turi savų privalumų ir trūkumų. Dauguma dabartinių programų yra paprastos naudoti ir yra nemokamos. Šioje knygoje daugiausiai dėmesio skirsime šioms nemokamoms programoms. Kai peržiūrite 3D modeliavimo programas, pastebėsite, kad visos jos skirstomos į tris pagrindines kategorijas: tūrinių modelių kūrimas, skaitmeninis formavimas arba daugiakampių modeliavimas.



Tūrinių objektų kūrimas

Tūrinių objektų kūrimo (arba CAD) programos puikiai tinka kurti realių matmenų medeliams ir yra naudojami funkcionalių dalių gamybai. Kai kuriose pažangiose programose galima suprojektuoti sudėtingus objektus, atlikti modeliavimą ir pan.

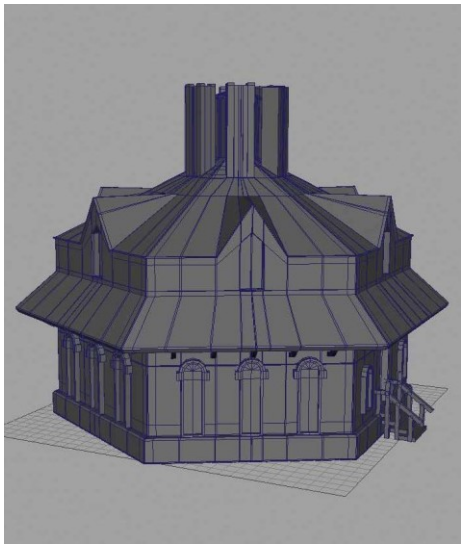
- **Pramonė:** inžinerija, pramoninis dizainas, architektūra
- **Nemokamos programos:** „Tinkercad“, „123D Design“ ir t. t.
- **Mokamos programos:** „Inventor“, „SolidWorks“, „Rhino“ ir t. t.
- **Privalumai:** sukuriamos mechaninės konstrukcijos su matmenimis, kuriami surenkami objektai, atliekamas realių veikiančių jėgų modeliavimas, medžiagų savybių bibliotekos, dizaino istorija
- **Trūkumai:** kuriant organines formas, detales paviršiaus tekstūras ir raštus



Skaitmeninis formavimas

Skaitmeninis formavimas imituoja skulptūrų iš molio formavimo procesą. Galite stumti ir traukti skaitmeninį molį, kad sukurtumėte ypač detalias struktūras modeliams. Puikiai tinka kurti organinius modelius, pvz., veidus, augalus ir pan.

- **Pramonė:** filmai, vaizdo žaidimai, menas.
- **Nemokamos programos:** „Sculptris“, „SculptGL“ ir t. t.
- **Mokamos programos:** „ZBrush“, „Mudbox“, „3D-Coat“ ir t. t.
- **Privalumai:** ypač detalūs modeliai, organinės formos, skaitmeninis tapymas.
- **Trūkumai:** sunkus sukurti veikiančias dalis, dažnai reikalingi išoriniai valdymo prietaisai (piešimo planšetė), sudėtinga išmokti naudotis išplėstinėmis programomis.



Daugiakampių modeliavimas

Daugiakampių modeliavimas suteikia tiesioginį modelio tinklelio, paviršių, viršūnių arba kraštų valdymą. Tai suteikia galimybę kurti ypač detalizuotus ir sudėtingus 3D modelius. Šie modeliai gali būti organiniai ir tvirti.

- **Pramonė:** animacija, vizualizacija, filmai, vaizdo žaidimai.
- **Nemokamos programos:** „Blender“, „Wings 3D“ ir t. t.
- **Mokamos programos:** „Maya“, „3ds Max“, „Cinema 4D“ ir t. t.
- **Privalumai:** galima kurti ypač tikslius ir sudėtingus; tiesioginis tinklelio valdymas; daugiausiai naudojamas animacijoje.
- **Trūkumai:** jos yra skirtos virtualiam naudojimui, todėl projektuojant 3D modelius spausdinimui į tai turėtumėte atsižvelgti.

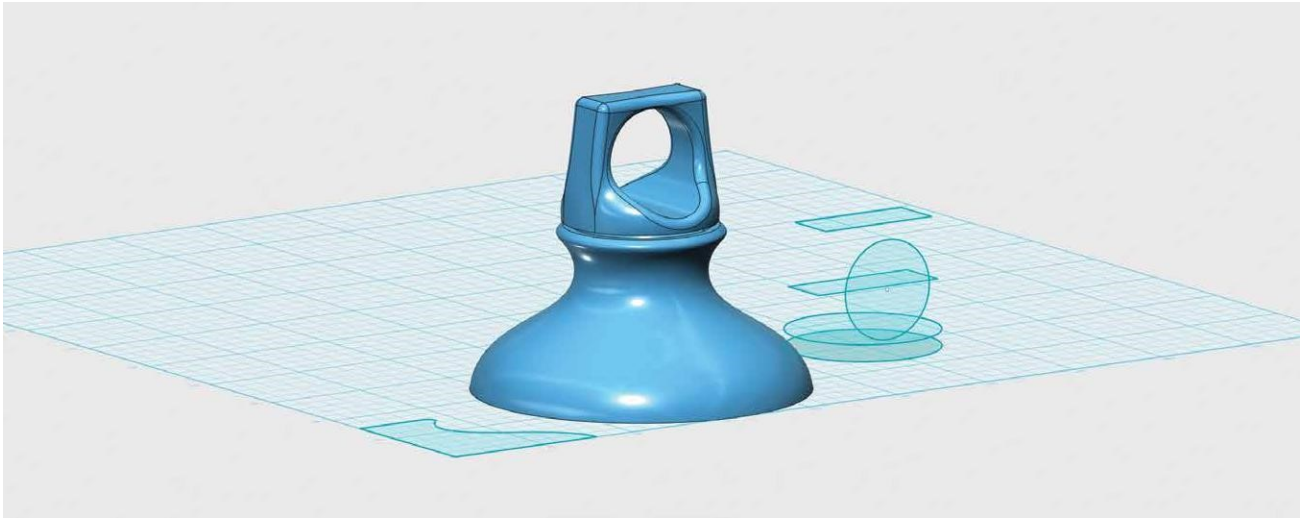
Pamokoms skirtos programos: šios knygos projekto dalyje naudosime „Tinkercad“, „OpenSCAD“, „Sculptris“, „123D Design“ ir „MeshMixer“. Visos šios programos yra nemokamos. Mokantis kiekvienos jų naudojimo pagrindų, geriau suprasite jų privalumus, kad vėliau galėtumėte pasirinkti jūsų projektams tinkamus įrankius.

3D MODELIAVIMO PRADŽIA

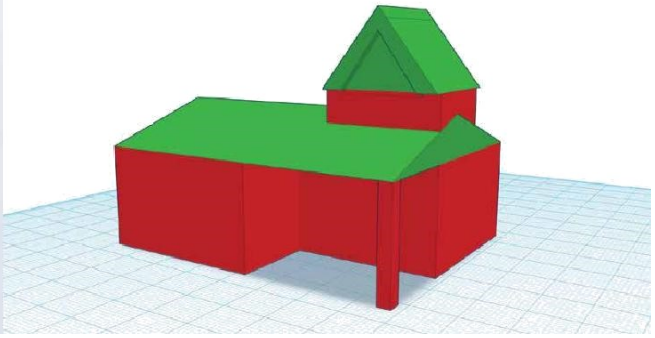
Yra daug įvairiausių būdų kaip pradėti 3D modeliavimą; laikui bėgant sukursite savo stilių, techniką ir prioritetus. Toliau pateikiamos kai kurios technikos, padėsiančios imtis pirmųjų žingsnių nepriklausomai nuo to, kur ketinate pradėti.

Rekomendaciniai objektai / atvaizdai

Geriausias būdas nuo kurio galima pradėti yra rasti objektą ir naudoti jį kaip nuorodą. „Thingiverse“ ir „GrabCAD“ yra puikios vietos kuriose galima gauti įkvėpimą ir atsisiųsti rekomendacinius objektus. Šalia jūsų esantys objektai yra kitas puikus šaltinis. Pasirinkite klasėje esantį objektą, pasižiūrėkite į jį ir pabandykite įsivaizduoti kaip jį galėtumėte atkurti. Ar yra koks nors būdas suskaidyti į mažesnes, paprastesnes dalis?



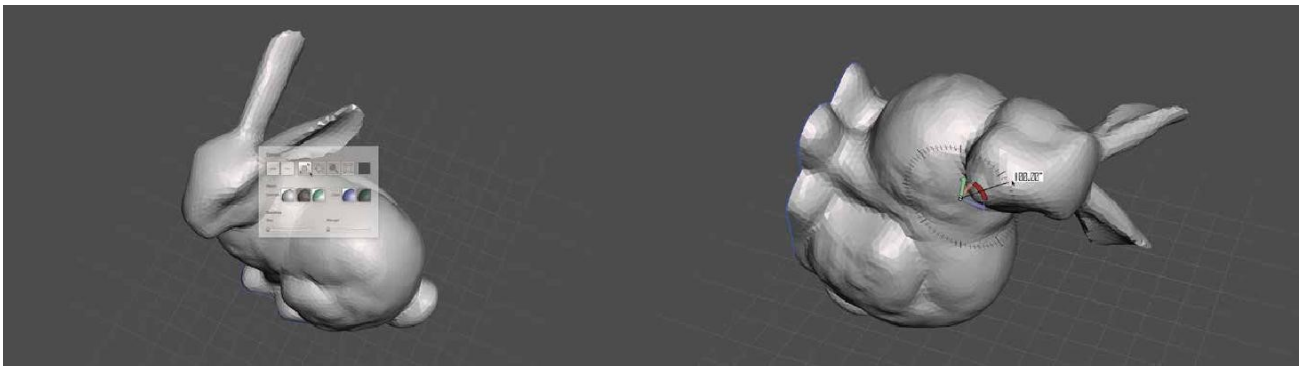
Čia sukūrėme dangtelį iš aliuminio pagamintam buteliui.



Paprastas pastatas

3D modeliavimas yra panašus į mokymąsi braižyti. Pradedantieji turi pradėti nuo didelių ir paprastų formų, tik po to imtis detalizavimo. Šios formos daugelyje 3D modeliavimo programų yra vadinamos pirminėmis figūromis. Pirmines figūras paprastai sudaro kubai, cilindrai ir sferos, kurie gali būti keičiami ir surenkami, kad sudarytų sudėtingus modelius.

Veikla: pasirinkite objektą savo klasėje kaip pavyzdį. Išstudijuokite šį objektą. Kokios **pirminės figūros** gali būti naudojamos pagrindinių objekto formų atkūrimui? Šis procesas yra antroji patyrusių dizainerių prigimtis. Kai šioje knygoje toliau gilinsimės į „Tinkercad“, pamatysite kaip svarbu yra suskaidyti objektą paprastomis formomis.



Navigavimas ir transformavimo palyginimas

Kitas 3D modeliavimo žingsnis yra išmokti kaip perstumti objektus ir perkelti vaizdo kameros vaizdą jūsų pasirinktoje programoje.

3D modeliavimo programose jūsų matomas vaizdas yra tarsi vaizdo kamera, tyrinėjanti objektus skirtingais kampais darbinėje erdvėje. Tokiu pačiu būdu perkeltumėte vaizdo kamerą realiame pasaulyje, kad rastumėte skirtingus kardus fotografavimui; galite naudoti programą, kad objektus apžiūrėtumėte iš skirtingų taškų. Tai vadinama **scenos navigavimu**.

Kai norite pakeisti objekto padėtį darbo srityje, jūs jį **transformuojate**. Realiame pasaulyje tai palyginama su fiziniu objekto paėmimu ir jo perkėlimu arba pasukimu.

Padarykite obuolio nuotrauką sėdėdami ant stalo. Jeigu norite pamatyti kitą obuolio pusę, galite paimti obuolį ir jį apsukti (**transformavimas**) arba atsistoti ir apeiti stalą, kad matytumėte kitą obuolio pusę (**navigavimas**).

Veikla: leiskite moksleiviams pasirinkti šalia jų esantį objektą ir padėti jį ant stalo arba prie lentos.

Navigavimas

- **„Orbit“ (sukti apie):** paklauskite ką moksleiviai darytų, jeigu jie norėtų matyti kitą objekto pusę. Remdamiesi jų veiksmais paklauskite ką jie daro: naviguoja ar transformuoja.
  - Fizinis vaikščiojimas aplink objektą, kad pamatyti jį iš skirtingų pusių yra vadinamas **sukimu aplink** sceną ir yra viena iš **navigavimo** formų.
- Objekto paėmimas yra **transformavimo** forma.
- **„Zoom“ (mastelio keitimas):** paklauskite ką moksleiviai darytų realiame pasaulyje, jeigu norėtų iš arčiau apžiūrėti objektą. Remdamiesi jų veiksmais paklauskite ką jie daro: naviguoja ar transformuoja.
  - Fizinis artėjimas prie objekto yra vadinamas **mastelio keitimu**; tai yra kita navigacijos forma.
- **„Pan“ (panoraminis režimas):** kai moksleiviai yra šalia objekto, padėkite kitą objektą taip, kad jis nebūtų jų matymo lauke. Paklauskite ką jie darytų, jeigu norėtų pamatyti objektą likdami savo vietoje.
  - Fizinis savo matomo vaizdo pasukimas yra vadinamas **panoraminiu** scenos režimu; tai yra trečia pagrindinė navigavimo forma.

Transformavimas

- **„Move“ (perkelti):** paprašykite moksleivių fiziškai uždėti vieną objektą ant kito. Paklauskite jokį veiksmą jie atlieka: navigavimą ar transformavimą.
  - **Perkėlimas** yra transformavimo forma.
- **„Rotate“ (pasukti):** paprašykite moksleivių fiziškai pasukti objektus paėmus už šonų. Paklauskite jokį veiksmą jie atlieka: navigavimą ar transformavimą.
  - **Pasukimas** yra kita transformavimo forma.

PATARIMAI: TOLIAU PATEIKIAMI ĮRANKIAI, KURIUOS PRAVARTU TURĖTI, KAI PRADĖSITE BET KOKIUS 3D MODELIAVIMO PROJEKTUS: BLOKNOTAS, MILIMETRINIS POPIERIUS, BRAIŽYMO REIKMENYS, SKAITMENINIS SLANKMATIS, RULETĖ, SKAIČIUOTUVAS, GRAMO TIKSLUMU SVERIANČIOS SVARSTYKLĖS.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kokių yra 3D modeliavimo programų? Kodėl naudotumėte vieną o ne kitą programą?
- Kokie yra skirtumai tarp navigavimo ir transformavimo 3D erdvėje?
- Kokie yra 3D modelių suformavimo būdai?

IŠVADA

Svarbiausia yra atsiminti kai pradedate 3D spausdinimą, kad reikia imtis pirmojo žingsnio. Nesvarbu, ar tas žingsnis yra atsisiuntimas ir modelio spausdinimas iš „Thingiverse“, nuskaitymas ir spausdinimas jūsų mėgstamo suvenyro arba projektavimas ir spausdinimas savo svajonių namo. Yra daug galimybių. Pasirinkite vieną jų ir pradėkite!

PROJEKTAI IR PROJEKTAVIMO PROGRAMINĖ ĮRANGA

Tolimesnėje dalyje pateikiami keturi projektų pavyzdžiai, kurie yra skirti įtraukti 3D spausdinimą pamokoje.

Kiekvienas iš šių projektų naudoja skirtingą 3D modeliavimo programinę įrangą („Tinkercad“, „OpenSCAD“, „Sculptris“ ir „123D Design“), kad galėtumėte peržiūrėti kiekvienos jų teikiamus privalumus. Šių projektų paskirtis yra susipažinti su skirtingais modeliavimo programinės įrangos tipais ir kaip jos gali būti susijusios su pamokoje pateikiamu dalyku. Baigę šiuos projektus išmoksite, kad kuriant 3D modelį niekada nėra tik vieno sprendimo. Susipažindami su įrankių privalumais ir trūkumais, galėsite nuspręsti kuris įrankis geriausiai tinka bet kuriam pateiktam projektui.

Pavyzdiniai projektai yra tiktai idėjos, kurios padės jums naudojant smegenų šturmą rasti būdus kaip įtraukti 3D spausdinimą į savo pamokas. Nesitikime, kad šie projektai puikiai tiks kiekvienai pamokai; siekiame pateikti pavyzdį, padėsiantį jums kurti savo 3D projektus spausdinimui. Siūlome išbandyti kiekvieną iš šių projektų, kad atrastumėte suprastumėte pagrindus. Kaip galėtumėte išplėsti arba sumažinti projektą, remdamiesi savo pamokos tikslais ir laiku? Prašome pasinaudoti žiniomis, gautomis susipažįstant su šiais pavyzdiniais projektais ir pritaikyti jas kuriant unikalius savo projektus.

Jums kuriant ir keičiant šiuos projektus, nepamirškite pasidalinti savo idėjomis su 3D spausdinimo bendruomene „Thingiverse“.

PROJEKTAS: PIRMINIŲ FIGŪRŲ MODELIAVIMAS NAUDOJANT „TINKERCAD“

SUKURKITE SAVO ŠALĮ

TEORIJA

Šiame projekte jūs ir moksleiviai sužinosite kaip naudoti nemokamą programą „Tinkercad“. „Tinkercad“ yra paprasta ir suprantama programa, puikiai tinkanti pradėti 3D projektavimą. Ji turi nuvilkimo sąsają, kuri padės moksleiviams suprasti 3D modeliavimo pagrindus.

Tolimesnėse dalyse pateikiama kaip galima šį projektą įtraukti į savo socialinių mokslų dalykus, ypač skirtus geografijai ir kolonializmui. Peržiūrėsime kaip galime sukurti pagrindines geografines plyteles, reprezentuojančias įvairias aplinkas. Naudodami 3D spausdinimą susipažinkite kaip sukurti daug smulkių dalių, kurios galėtų būti surinktos į didesnį objektą. Net jeigu neturite šių konkrečių elementų savo mokymo programoje, „Tinkercad“ padės jums greitai pradėti juo naudotis ir kurti bet kokios tematikos 3D objektus.

TAIKYMO SRITIS

Jūsų moksleiviai taps naujojo pasaulio tyrinėtojais. Jie dalyvaus kuriant 3D būdu atspausdintas biomo plyteles, kurios būti surinktos į naują ir nežinomą teritoriją. Kai plytelės yra surinktos, moksleiviai gali pasidalinti į grupes ir kurti gyvenvietes tyrinėdami žemes ir atrasdami jų gamtinius resursus. Paklausa ir pasiūla gali būti imituojama skatinant grupes keistis su savo kaimynais. Yra daug faktorių, kurie gali būti naudojami statant naują miestą naujame pasaulyje. Šis projektas gali būti lengvai padidinamas arba sumažinamas atsižvelgiant į moksleivių skaičių, žinių lygį, laiką, dėstomą dalyką ir prieinamus resursus.

PROJEKTO PLANAS

Tyrinėkite: geografija ir klimatas.
Tyrinėkite: modeliavimas naudojant „TinkerCAD“.
Kurkite: suprojektuokite vandens plytelę.
Kurkite: suprojektuokite miško plytelę.
Kurkite: suprojektuokite kalnų plytelę.
Kurkite: suprojektuokite savo žemės plyteles.
Tolimesnės veiklos: tyrinėkite savo naująjį pasaulį.

STRATEGIJA

Rekomenduojama, kad moksleiviai kūrimo proceso metu projekto tyrimą vykdytų grupėmis arba individualiai.

- Technologija
  - „MakerBot Replicator“
  - Kompiuteris su „WebGL“ įjungta naršykle (pavyzdžiui, „Google Chrome“ arba „Mozilla Firefox“) ir įdiegta „MakerBot Desktop“ programa.
  - Trijų mygtukų pelė (pasirenkama papildomai).
- Siūloma spausdinimo trukmė: 20–30 min. plytelei.
- Siūlomas modelio dydis: 30 x 30 mm plytelei.
- Siūlomi spausdinamųjų objektų skaičius: vienas arba du moksleiviui.
- Apsilankykite www.tinkercad.com, kas sukurtumėte savo paskyrą (-as).
  - Galite užregistruoti vieną paskyrą visai klasei arba, jeigu yra galimybė, kiekvienas moksleivis sukuria savo nemokamą paskyrą.

Pastaba. Kadangi „Tinkercad“ veikia internetinėje naršyklėje o ne vietoje, nutrūkus laidinei arba belaidei interneto prieigai, bei kilus serverio problemoms „Tinkercad“, gali sutrikdyti jūsų klasės grafiką. Rekomenduojama dirbant su „Tinkercad“ turėti atsarginį planą.

MOKYMOSI TIKSLAI

Bendroji informacija

- Tyrinėkite kolonizavimo istoriją.
- Nagrinėkite skirtingų regionų geografiją.
- Supraskite gamtinių resursų svarbą.
- Išmokite pagrindinius ekonominius principus (paklausa ir pasiūla).
- Kurkite 3D atspausdintas vizualias priemones pamokai.

3D spausdinimas

- Formuokite atskiromis dalimis.
- Optimizuokite spausdinimo trukmę.
- Vienu metu spausdinkite kelis objektus.

3D projektavimas (pirminių formų modeliavimas)

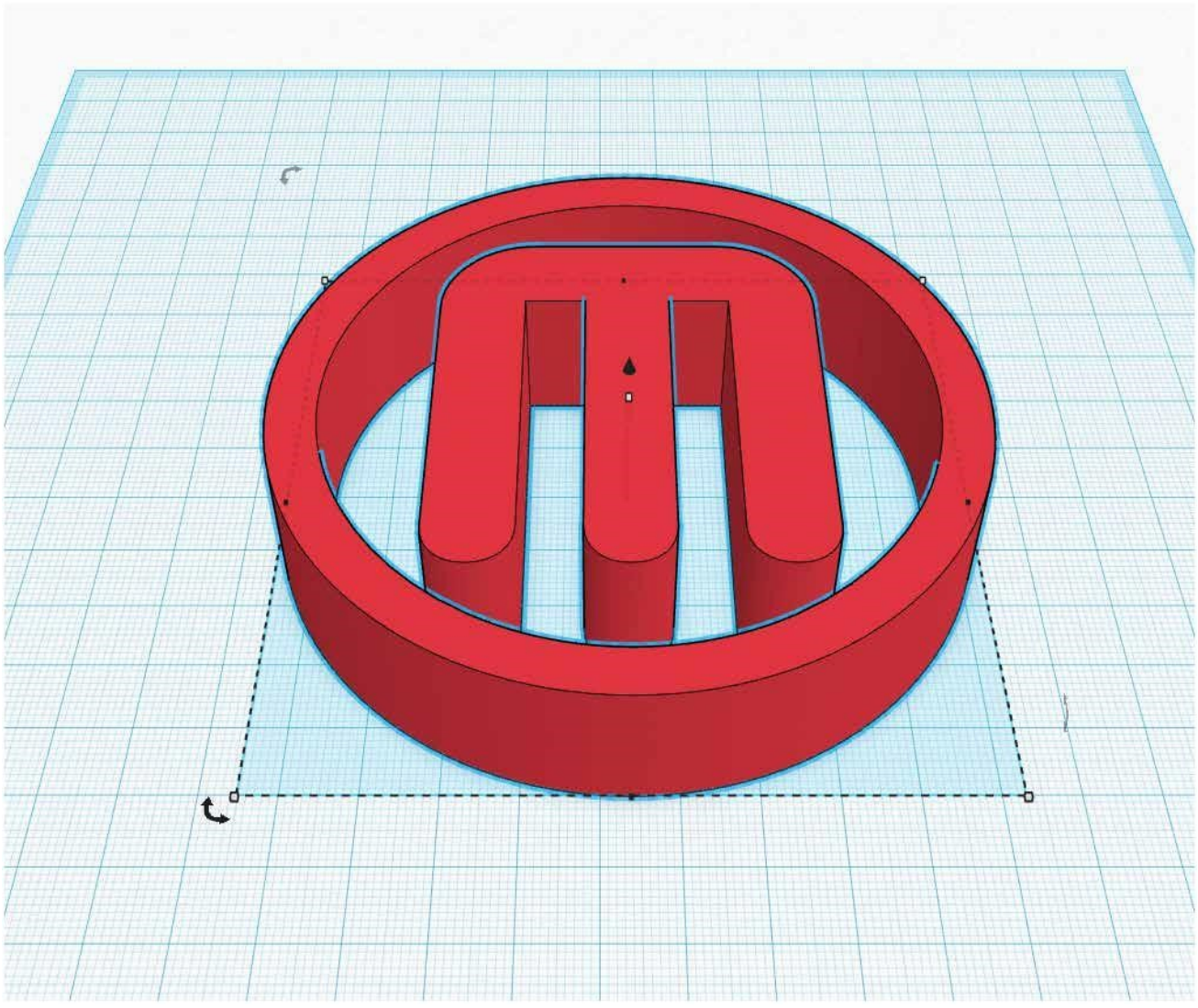
- Navigavimas.
- Formų generatoriai.
- Pirminės figūros.
- Angos.

TERMINOLOGIJA

- **Pirminė forma**: standartinė 3D geometrinė forma.
- **Reljefas**: žemės ploto fizinės savybės.
- **Spartusis klavišas**: klaviatūros nuoroda į įrankį**.**
- **Grupė**: pirminių figūrų sujungimas į vieną formą.
- **Anga**: pirminė figūra, kuri sugrupuota su kitais objektais pašalinanti medžiagą.

TYRINĖKITE: PIRMINIŲ FIGŪRŲ MODELIAVIMAS NAUDOJANT „TINKERCAD“

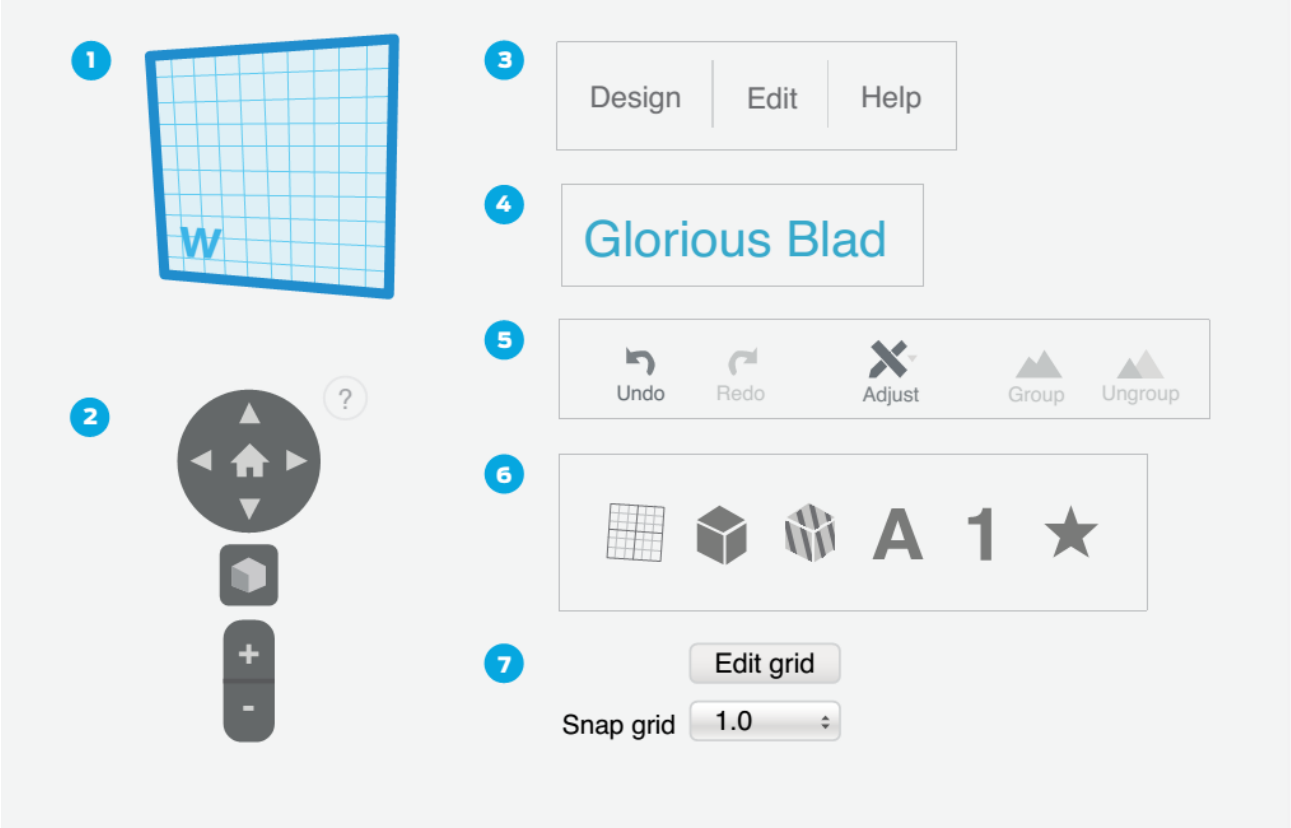
„Tinkercad“ yra naršykle paremta programa, kuriai reikia užregistruoti paskyrą. Kaip teigia jos kūrėjai, ši programa geriausiai veikia naudojantis „Firefox“ arba „Chrome“. Galite užregistruoti klasės paskyrą ir visiems perduoti slaptažodį. Kai visi yra prisijungę, paspauskite mėlyną **„Create new design“** (sukurti naują dizainą) mygtuką.



SĄSAJA

Toliau pateikiami sąsajos elementai turi atrodyti kaip toliau pateikti iliustracijoje.

1. **Darbinė plokštumas** – mėlyno tinklelio paviršius, kuriame formuosite savo modelius.
2. **Vaizdo kameros navigavimo mygtukai** – juos naudokite navigavimui po darbinę plokštumą arba naudokite toliau aprašytus pelės sparčiųjų klavišų derinį.
3. **Sistemos parinktys** – įrašykite savo dizainą, redaguokite savybes bei pasiekite žinyno temas.
4. **Failo pavadinimas** – atkreipkite dėmesį į tai, kad „Tinkercad“ automatiškai suteikia jūsų projektui keistus pavadinimus; galėsite, jeigu norėsite, juos pakeisti vėliau.
5. **Veiksmų mygtukai** – atšaukti / atkurti veiksmus ir keisti savo dizainą grupuojant arba sulyginant objektus.
6. **Pirminių figūrų meniu** – ilgas meniu stulpelis, kuriame yra pateikiama daug modeliavimo įrankių; juos naudosite šias pirmines figūras savo modelių kūrimui.
7. **Tinklelio parinktys** – keiskite savo darbinės plokštumos dydį ir keisti fiksavimo ekrane intervalo vertę.



1 ŽINGSNIS: PADĖKITE OBJEKTĄ ANT DARBINĖS PLOKŠTUMOS

Pradėkite naudodami nuvilkimą, kad įtrauktumėte objektus į savo dizainą.

- **„Primitives“** (pirminės figūros) meniu slinkite žemyn, kol matysite **„Geometric“** (geometrinės formos). Matysite objektus, kaip **„Box“** (kubas), **„Cylinder“** (cilindras) ir **„Pyramid“** (piramidė). Jeigu trikampio taškai yra teisingi, tai reiškia, kad sritis yra uždaryta. Tiesiog spustelėkite trikampį, kad atvertumėte jį.
- Slinkite aukštyn arba žemyn pirminių figūrų meniu ir pervilkite įdomius daiktus į **darbinę plokštumą**.

2 ŽINGSNIS: MOKYMASIS NAVIGUOTI

Galite judėti po „Tinkercad“ nuspaudžiant navigavimo mygtukus, esančius viršutiniame kairiajame kampe. Naudodami trijų klavišų pelytę taip pat galite naudotis sparčiaisiais klavišais, kad taptumėte navigavimo profesionalais:

- „Orbit“ (suktis apie) – *spustelėkite kairįjį pelės klavišą ir vilkite, kad suktumėtės aplink modelį*.
- „Pan“ (panoraminis režimas) – *laikykite nuspaudę „Shift“ klavišą, paspauskite dešinį pelės klavišą ir vilkite, kad galėtumėte judėti darbinėje plokštumoje.*
- „Zoom“ (mastelio keitimas) – *sukite pelės ratuką, aukštyn ir žemyn*.

PATARIMAI: PERŽIŪROS LANGE PATOGIAU VEIKSMUS ATLIKTI SU TRIJŲ KLAVIŠŲ PELYTE, NEI NAUDOJANTIS JUTIKLINIU KILIMĖLIU. JEIGU NAVIGAVIMO METU PASIKLYSTATE, VAIZDO ATSTATYMUI Į PRADINĘ BŪSENĄ NAUDOKITE NAMŲ PIKTOGRAMĄ.

3 ŽINGSNIS: PERKELKITE IR KEISKITE OBJEKTŲ DYDĮ

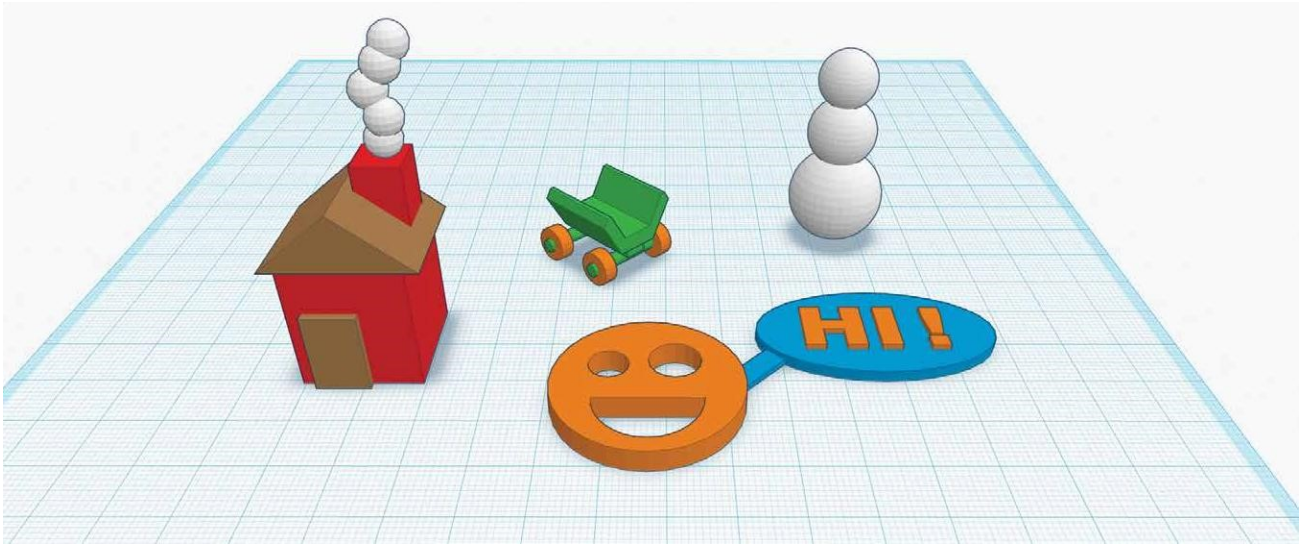
- Nuvilkite raudoną pirminės figūros kubą ant darbinės plokštumos. Sukite apie ir arba naudokite panoraminį režimą kai reikia žiūrėti į kuba iš skirtingų pusių.
- Norėdami perkelti bloką aukštyn arba žemyn, tempkite virš bloko esančią juodą rankenėlę.
- Eksperimentuokite su bloko dydžio keitimu spustelėdami ir vilkdami baltus ir juodus kvadratėlius, esančius išilgai bloko perimetro.
- Norėdami išlaikyti objekto proporcijas, keisdami dydį laikykite „Shift“ klavišą. Dabar galite objektą padidinti arba sumažinti nekeisdami bendrosios formos.

PATARIMAS: „TINKERCAD“ TURI MOKYMO PRIEMONES, KURIAS GALITE NAUDOTI, KAD SUSIPAŽINTUMĖTE SU DAUGIAU FUNKCIJŲ IR METODŲ.

4 ŽINGSNIS: NAUDOKITE RULETĖS ĮRANKĮ

- **„Ruler“** (ruletė) yra vienas svarbiausių įrankių „Tinkercad“. Jį galite rasti „Primitives“ (pirminės figūros) meniu, dalyje **„Helpers“** (pagalbinės priemonės).
- Ruletę nuvilkite į bet kurią darbinės plokštumo dalį.
- Kai ruletė yra ant darbinės plokštumos, spustelėjus objektą taip pat bus nurodyta jo padėtis ir dydžio vertės kiekviena kryptimi. Galite keisti objekto padėtį arba dydį paspausdami ant skaičių ir tiesiogiai įrašydami vertes. Tai yra naudinga, kai objektas turi būti konkretaus dydžio.

PATARIMAS: KLAVIATŪROJE PASPAUSKITE „R“ KLAVIŠĄ, KAD GREITAI PADĖTUMĖTE RULETĘ. TAI VEIKIA TOKIU PAČIU BŪDU NEPRIKLAUSOMAI NUO VIETOS KURIOJE JĄ DEDATE, TODĖL REKOMENDUOJAMA JĄ PADĖTI TOLIMIAUSIAME KAMPE, KAD NETRUKDYTŲ JŪSŲ OBJEKTAMS.



Pradėkite projektuodami ką nors paprasto, po to projektuokite vis sudėtingesnius objektus.

5 ŽINGSNIS: MĖGAUKITĖS IR KURKITE ATSITIKTINIUS DAIKTUS!

Puikus būdas mokytis „Tinkercad“ yra eksperimentavimas. Šiame žingsnyje turite laiko susipažinti ir eksperimentuoti bandydami „Tinkercad“ įrankius ir meniu.

- Įtraukite daiktus, perkelkite juos ir pasimėgaukite rezultatais. Eksperimentuokite ir žiūrėkite kas gausis.
- Eksperimentuokite su **„Adjust“** (pritaikyti), **„Align“** (lygiuoti) ir **„Mirror“** (kurti veidrodinį atvaizdą) įrankiais.
- Čia pateikiamos kelios idėjos kur galima panaudoti pagrindines figūras ir formuoti naudojantis pirminėmis formomis:
  - namas, medis arba kelias;
  - automobilis, valtis, dviratis arba riedlentė;
  - robotas, monstras, asmuo arba katė;
  - veidas, juokingas objektas, varlė, kepurė arba bet koks kitas objektas;

TYRINĖKITE: GEOGRAFIJA IR KLIMATAS

NORĖDAMI ĮTRAUKTI ŠĮ PROJEKTĄ Į SAVO DĖSTOMĄ DALYKĄ, LEISKITE MOKSLEIVIAMS TYRINĖTI SKIRTINGUS BIOMUS (DYKUMOS, ATOGRĄŽŲ MIŠKŲ, TUNDROS IR PAN.) GRUPĖMIS ARBA INDIVIDUALIAI.

- Kas nustato biomą?
- Kur šie biomai yra?
- Kodėl kiekviename biome sudėtinga gyventi?
- Kokių resursų gausu kiekviename biome?

KASDIEN SU MOKSLEIVIAIS DISKUTUOKITE APIE RESURSUS. RESURSAS YRA PASIŪLA, IŠ KURIOS GAUNAMA NAUDA.

- Paprašykite, kad moksleiviai užrašytų savo mėgstamus resursus ir paaiškinkite kodėl.
- Leiskite moksleiviams išsiaiškinti kokie resursai gaunami iš kurių biomų.

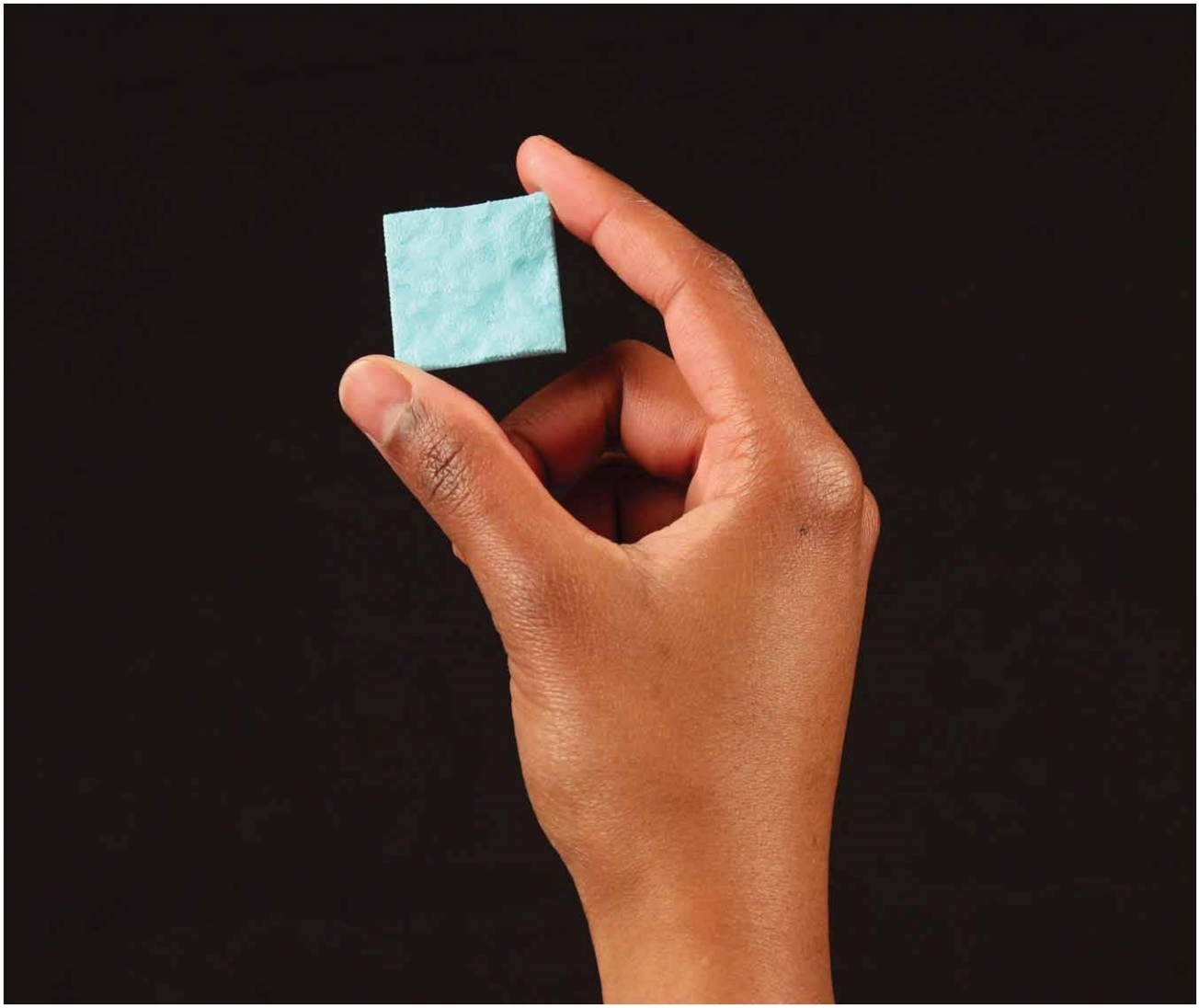
MOKSLEIVIAI TURI IŠSIAIŠKINTI KAIP ŽMONĖS PANAUDOJA ŠIUOS BIOMUS.

- Kokios kultūros gyvena kiekviename biome?
- Kaip gyventojai augina maistą arba iš kaip jo prasimano?
- Kaipo statomi pastatai atsižvelgiant į gyvenimą šiame klimate?

KURKITE: SUPROJEKTUOKITE VANDENS PLYTELĘ

1 ŽINGSNIS: SUKURKITE RELJEFO PLYTELĘ NAUDODAMI „TERRAIN SHAPE GENERATOR“ (RELJEFO FORMOS GENERATORIUS).

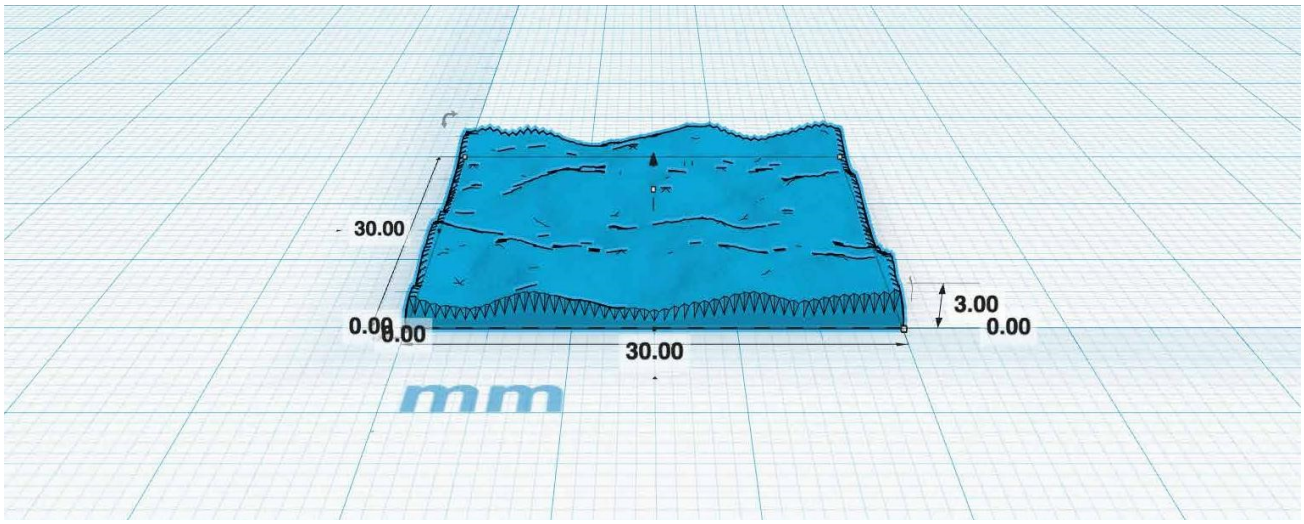
Žemiau esantys „Create“ (sukurti) projektai bus visi paremti **„Shape Generator“** (formų generatorius) objektu, vadinamu **„Terrain“** (reljefas) (galite rasti **„Primitives“** (pirminės figūros) meniu). Šiame žingsnyje išmoksime rasti ir naudoti „Terrain“ (reljefas), kad sukurtume paprastą vandens plytelę, kaip parodyta iliustracijoje.



PATARIMAS: APRIBOKITE VANDENS PLYTELĖS AUKŠTĮ IKI 3 MM.

- **„Primitives“** (pirminės figūros) meniu viršuje yra kategorija, vadinama **„Shape Generators“** (formos generatoriai). Atverkite šią formą, tada atverkite subkategoriją **„Community“** (bendruomenė). Šiame meniu yra specialūs objektai, padaryti „Tinkercad“ bendruomenės narių.
- **„Community“** (bendruomenė) meniu apačioje yra puslapių sąrašas. Raskite **„Terrain“** (reljefas) plytelę. Nuvilkite „Terrain“ (reljefas) plytelę ant **darbinės plokštumos**.
- Nuvilkite **„Ruler“** (ruletė) įrankį ant savo darbinės plokštumos. Pakeiskite vietovės plytelės dydį paspausdami matmenis ir įvesdami naujus skaičius, kad plytelės matmenys būtų **30 x 30 mm**. Patvirtinimui paspauskite **„Enter“**.
- Jeigu pageidaujate, galite savo vandens plytelę nudažyti mėlynai, pasirinkdami plytelę ir naudodami **„Color“** (spalva) parinktį **„Inspector“** (tikrinimo priemonė) meniu, kuris atsiranda viršutiniame peržiūros srities dešiniajame kampe. Aišku faktinė spausdinimo spalva priklauso nuo spausdinamosios medžiagos spalvos, kuri naudojama 3D spausdintuve!
- Kai jau pasirinkote vietovės plytelę, atverkite **„Inspector“** (tikrinimo priemonė) meniu, kad naudodami tris šliaužiklius galėtumėte keisti vietovės formą. Keiskite plytelę, kad ji atrodytų kaip šiek tiek banguota vandenyno dalelė. (Vėliau sukursime daugiau nuostabių plytelių!)
- Norėdami eksportuoti šią plytelę 3D spausdinimui, eikite į **„Design“** (dizainas) meniu ir pasirinkite **„Download for 3D Printing“** (atsisiųsti 3D spausdinimui). Paspauskite **STL** mygtuką ir palaukite kol prasidės jūsų projekto atsisiuntimas.
- Importuokite STL į „MakerBot Desktop“ ir paruoškite spausdinimui. Spausdinimas trunka apie 20 minučių.

PATARIMAS: ANT TOS PAČIOS SPAUSDINIMO PLOKŠTĖS IŠDĖSTYKITE KELIAS PLYTELES, KAD VISI ARBA DAUGUMA SPAUSDINAMŲJŲ OBJEKTŲ BŪTŲ ATSPAUSDINTI IKI KITOS PAMOKOS.



KURKITE: SUPROJEKTUOKITE MIŠKO PLYTELĘ

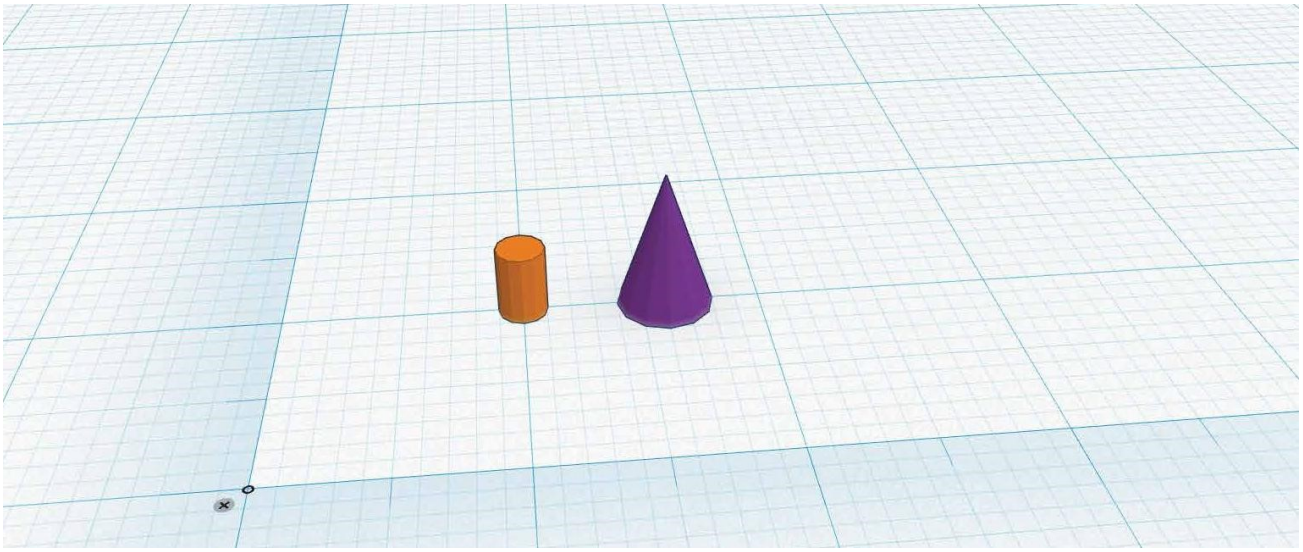
Šiame projekte pakeisite vandens į miško plokštelę. Kiekvieno miško plytelės išvaizda skiriasi, tačiau atspausdintas rezultatas gali atrodyti kaip toliau pateikiamoje iliustracijoje.

1 ŽINGSNIS: SUKURKITE PAGRINDO RELJEFĄ SAVO PLYTELEI

- Nukopijuokite **30 x 30 mm** vandens plytelę.
- Spustelėkite plytelę ir naudokite **„Inspector“ (tikrinimo priemonė) meniu**, kad pritaikytumėte plytelę pagal savo poreikį. Taip pat pakoreguokite plytelės aukštį, kad suformuotumėte įspūdingesnį reljefą. Ar tai bus kalnų miškas arba lygus reljefas? Jums spręsti.
- Taip pat galite pakeisti savo reljefo spalvą iš mėlynos į žalią.

2 ŽINGSNIS: SUKURKITE MEDŽIO KAMIENĄ IR VIRŠŪNĘ

Svarbiausia dalis kuriant miško plytelę yra iškilę medžiai! Šiame žingsnyje nustatysime pagrindines formas, sudarančias medį.

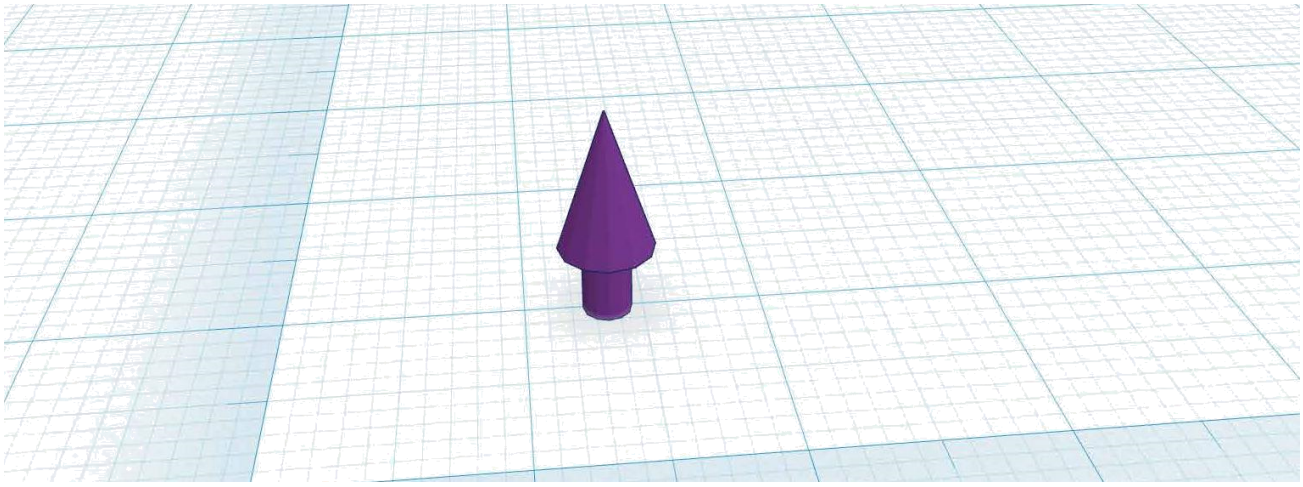


- Įsitikinkite, kad darbinėje plokštumoje yra **„Ruler“** (ruletė).
- Nuvilkite **cilindro pirminę formą** iš „Geometric“ (geometrinės formos) meniu ant **darbinės plokštumos**.
- Pakeiskite cilindrą į **2 mm ilgio**, **2 mm pločio** ir **3 mm aukščio**.
- Dabar pakartokite tokią pačią procedūrą, kad padėtumėte **kūgio pirminę figūrą**.
- Kūgio dydį pakeiskite į **4 mm ilgį**, **4 mm plotį**, ir **6 mm ilgį**.
- Jūsų „Tinkercad“ projektas dabar turėtų atrodyti panašus į šią iliustraciją. Laisvai keiskite kamieno ir medžio viršūnės spalvas.

3 žingsnis: Sulygiuokite ir sugrupuokite medžio komponentus

Kamieno ir viršūnės sujungimui į medį reikės naujų įrankių. Jeigu padarysite klaidą, naudokite **„Undo“** (atšaukti) **mygtuką** ir bandykite dar kartą.

PATARIMAS: APRIBOKITE MIŠKO PLYTELĖS AUKŠTĮ IKI 10 MM.

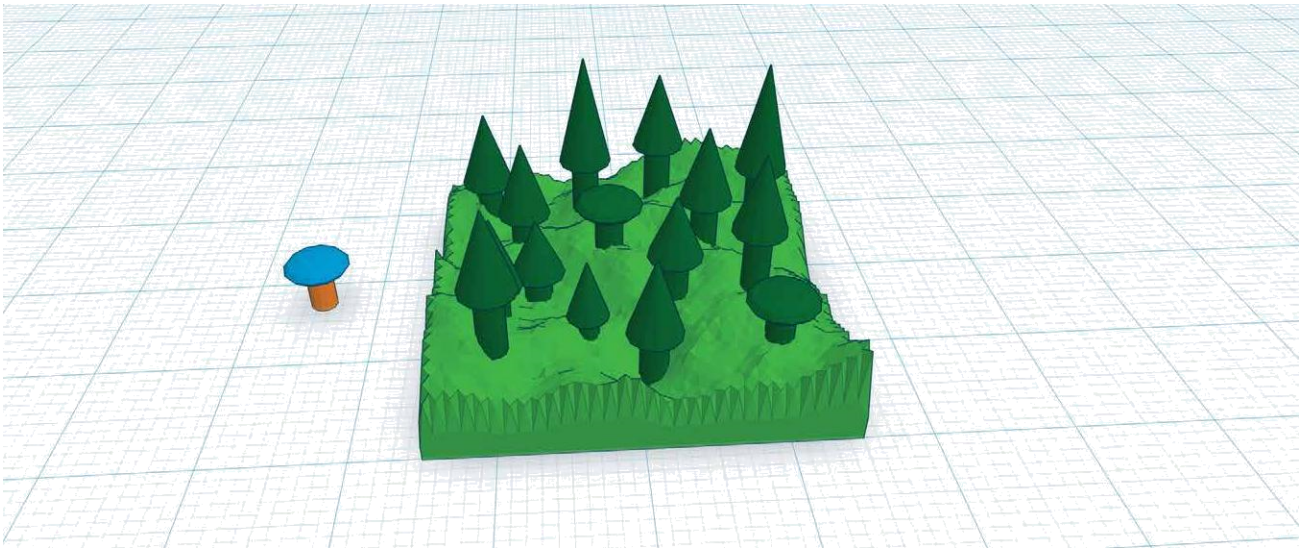


- Pasirinkite kūgį ir patikrinkite jo matmenis. Vilkite juodą rankenėlę kūgio viršuje ir traukite ją aukštyn **3 mm**, kad ji būtų tokiame pat aukštyje kaip ir cilindro viršus.
- Dabar kūgį sulyginkite tiesiai virš cilindro. Galite pabandyti perstumdami kūgį **pelyte ir (arba) rodyklės klavišais**, tačiau daug paprasčiau ir daug tiksliau yra naudoti „Tinkercad“ galingą **„Align“ (lygiuoti) įrankį**. Pasirinkite **cilindrą** ir **kūgį**, tuo pat metu laikydami nuspaustą **„Shift“** klavišą ir pasirinkdami abu objektus.
  - Spustelėkite **„Adjust“** (priderinti) mygtuką viršutinėje meniu juostoje ir išskleidžiamajame meniu pasirinkite **„Align“** (lygiuoti). Aplink du pasirinktus objektus turėtumėte matyti juodus smeigtukus. Šie smeigtukai nurodo galimas objektų lygiavimo padėtis.
  - Norite, kad **kūgis ir cilindras** būtų **lygiuotas per centrą x ašies** ir **y ašies kryptimis**. Tam turite spustelėti centrinį smeigtuką **x ašies** ir **centrinį smeigtuką y ašies kryptimis**. Jūsų objektai bus perslinkti į lygiavimą.
- Dabar **sugrupuokite** cilindro ir kūgio objektus kartu, kad jie būtų kaip vienas jungtinis elementas. Įsitikinkite, kad abu objektai yra vis dar pasirinkti, tada viršutinėje meniu juostoje spustelėkite **„Group“** (grupė).

4 ŽINGSNIS: PADĖKITE IR PAKEISKITE MEDŽIO DYDĮ.

- Pasirinkite ir nuvilkite medį ant reljefo plytelės. Galite medžio padėtį pakelti arba nuleisti naudodami juodą virš medžio esančią rankenėlę.
- Jeigu norite, kad medis būtų aukštesnis, platesnis, didesnis arba mažesnis, tai galite atlikti naudodami juodas ir baltas rankenėles, esančias aplink medžio objektą. Pavyzdžiui, patraukite už viršutinio balto taško, kad medis būtų aukštesnis arba patraukite kampinį tašką, kad praplatintumėte medį.

PATARIMAS: ATSIMINKITE, KAD GALITE **LAIKYTI „SHIFT“** KLAVIŠĄ VILKDAMI KAMPĄ, JEIGU NORITE, KAD VISAS MEDIS BŪTŲ PROPORCINGAI DIDESNIS ARBA MAŽESNIS, IŠLAIKANT VIENODĄ OBJEKTO FORMĄ.



5 ŽINGSNIS: PAKARTOKITE, KAD SUFORMUOTUMĖTE IŠ MEDŽIŲ MIŠKĄ

Norint sukurti įdomesnę miško plytelę, jums reikės daug skirtingų dydžių ir formų medžių. Naudodami vaizduotę sukurkite savo unikalių medžių rinkinius.

- Pasirinkite savo pirmąjį medį ir **„copy/paste“** (nukopijuoti / įkelti), kad sukurtumėte antrą, naudodami **„Edit“** (redaguoti) meniu (arba naudodami **sparčiuosius klavišus** savo klaviatūroje).
- Savo nuožiūra išdėstykite medžius, kad suformuotumėte nedidelę medžių grupę, didelį tankų mišką arba retą mišką, kuriame būtų vietos keliui.
- Pakeiskite kai kurių medžių mastelį juos padidindami arba sumažindami, naudodami baltus ir juodus kvadratus aplink kiekvieną objektą. Realiame pasaulyje ne visi medžiai yra vienodi, todėl jūsų miškas gali būti realesnis, jeigu skirsis medžių dydis. Užtikrinkite, kad medžiai neviršija **15 mm**, bei kamienų cilindrai nėra per daug ploni arba trapūs.
- Pabandykite sukurti kelias skirtingas medžių rūšis eksperimentuodami su skirtingomis medžių viršūnių geometrinėmis formomis.
- Kai baigėte formuoti savo miško plytelę, spustelėkite ir pervilkite pasirinkimo langą, kad apimtų visus komponentus ir spustelėkite **„Group“** (grupė). Jeigu norėtumėte išlaikyti kelias medžių ir reljefo spalvas, spustelėkite **„Color“** (spalva) **„Inspector“** (tikrinimo įrankis) lange ir pasirinkite **„Multicolor“** (kelios spalvos). Aišku jūsų galutinės 3D atspausdintos plytelės spalva priklauso nuo į spausdintuvą įdėtos spausdinamosios medžiagos spalvos, o ne nuo „Tinkercad“ pasirinktų spalvų.

- Importuokite **STL** į **„MakerBot Desktop“** ir paruoškite spausdinimui.

KURKITE: SUPROJEKTUOKITE KALNŲ PLYTELĘ

Šiame projekte naudojate dizaino technikas, kurias jau išmokote, kad suprojektuotumėte kalnų plytelę. Taip pat išmoksite naudoti „Tinkercad“ įrankį **„Hole“** (anga). Kiekviena kalnų plytelė bus unikali, tačiau jūsų plytelė gali atrodyti panašiai kaip toliau esančioje iliustracijoje.

1 ŽINGSNIS: SUKURKITE PAGRINDO PLOKŠTELĘ

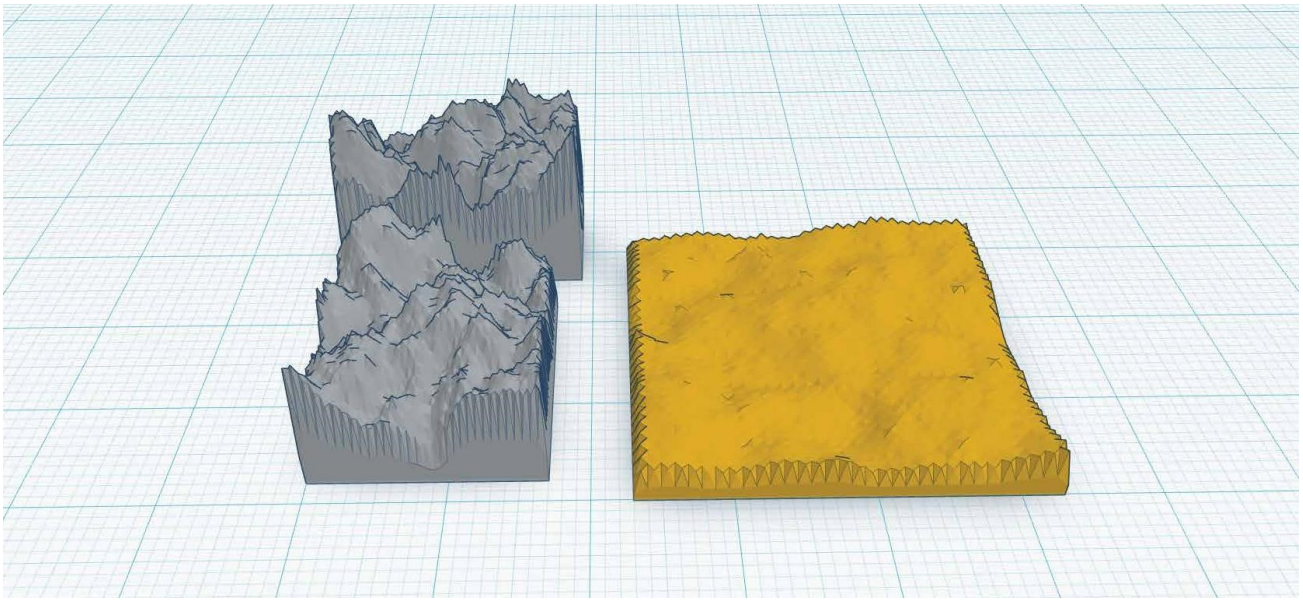
Pradėkite kurdami pagrindą reljefui. Vėliau galima įtraukti įspūdingas kalnų grandines.

- Nukopijuokite **30 x 30 mm** vandens plytelę.
- Spustelėkite plytelę ir naudokite **„Inspector“** (tikrinimo priemonė) **meniu**, kad pritaikytumėte plytelę pagal savo poreikį.
- Taip pat galite pakeisti savo reljefo spalvą iš mėlynos į geltoną.

> PATARIMAS: PAGRINDO PLYTELĖS AUKŠTĮ APRIBOKITE IKI **3 MM**. AUKŠTĮ APRIBOKITE IKI **15 MM**.

2 žingsnis: Sukurkite aukštas kalnų grandines

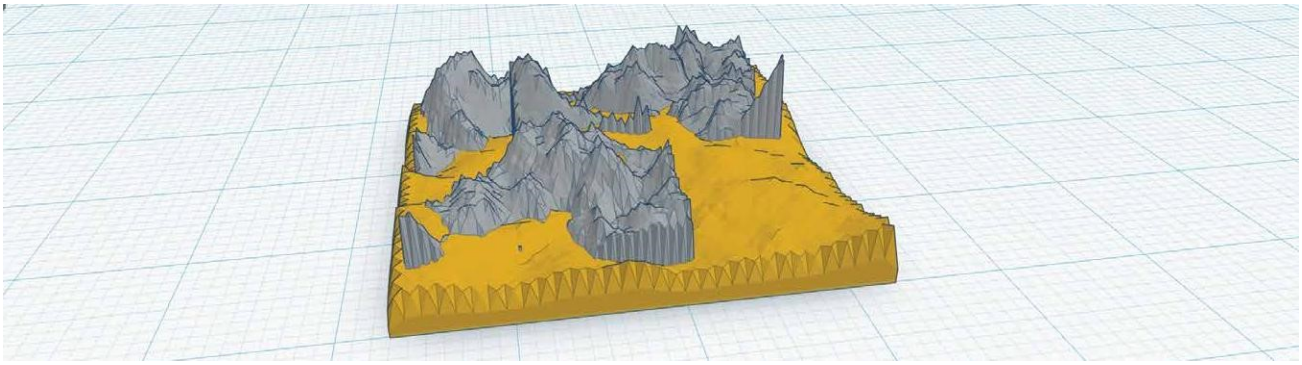
Šiame žingsnyje įtrauksite kalnų grandines į savo pagrindo plytelę.



- Naudokite papildomą reljefo plytelę, kad sukurtumėte įspūdingą kalnų grandinę. Padarykite kalnus aukštesnius pakoreguodami pačios plytelės aukštį, naudodami objekto viršuje esantį baltą kvadratą.
- Naudokite papildomą reljefo plytelę, kad sukurtumėte įvairias kalnų formas.

3 ŽINGSNIS: IŠDĖSTYKITE KALNŲ GRANDINES SAVO PLYTELĖJE

Šiame žingsnyje suliesite kalnų grandines su savo pagrindo plytele.

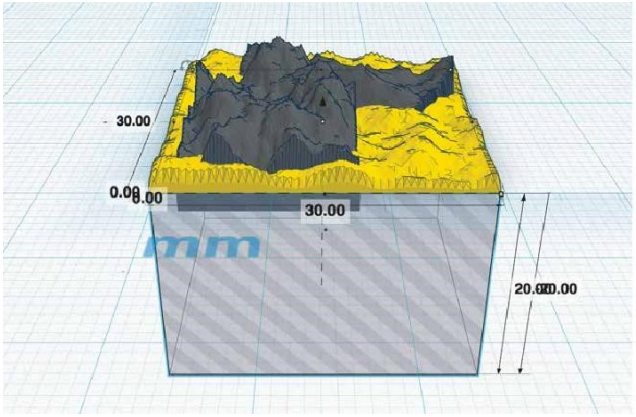


- Vilkite kalnų plyteles ant pagrindo ir pasukite arba išdėstykite jas savo nuožiūra.
- Tam, kad suformuotumėte natūralesnį perėjimą tarp kalnų ir pagrindo, pasirinkite kalnų grandinę ir naudokite juodą rankenėlę virš objekto, kad kalnų grandinę įspaustumėte į plytelės pagrindą. Taip kalnų grandinė išsikiš žemiau plytelės pagrindo, tačiau tai yra gerai; kitame žingsnyje mes nukirpsime šią dalį!

4 ŽINGSNIS: NUPJAUKITE APAČIĄ NAUDODAMI ANGOS ĮRANKĮ

Vienas iš galingiausių įrankių, kuriuos siūlo „Tinkercad“, galintis suformuoti objekte angas, nupjaunančias kitų objektų dalis. Šiame žingsnyje panaudosite šį įrankį nupjauti išsikišusias žemiau plytelės kalnų grandinės dalis.

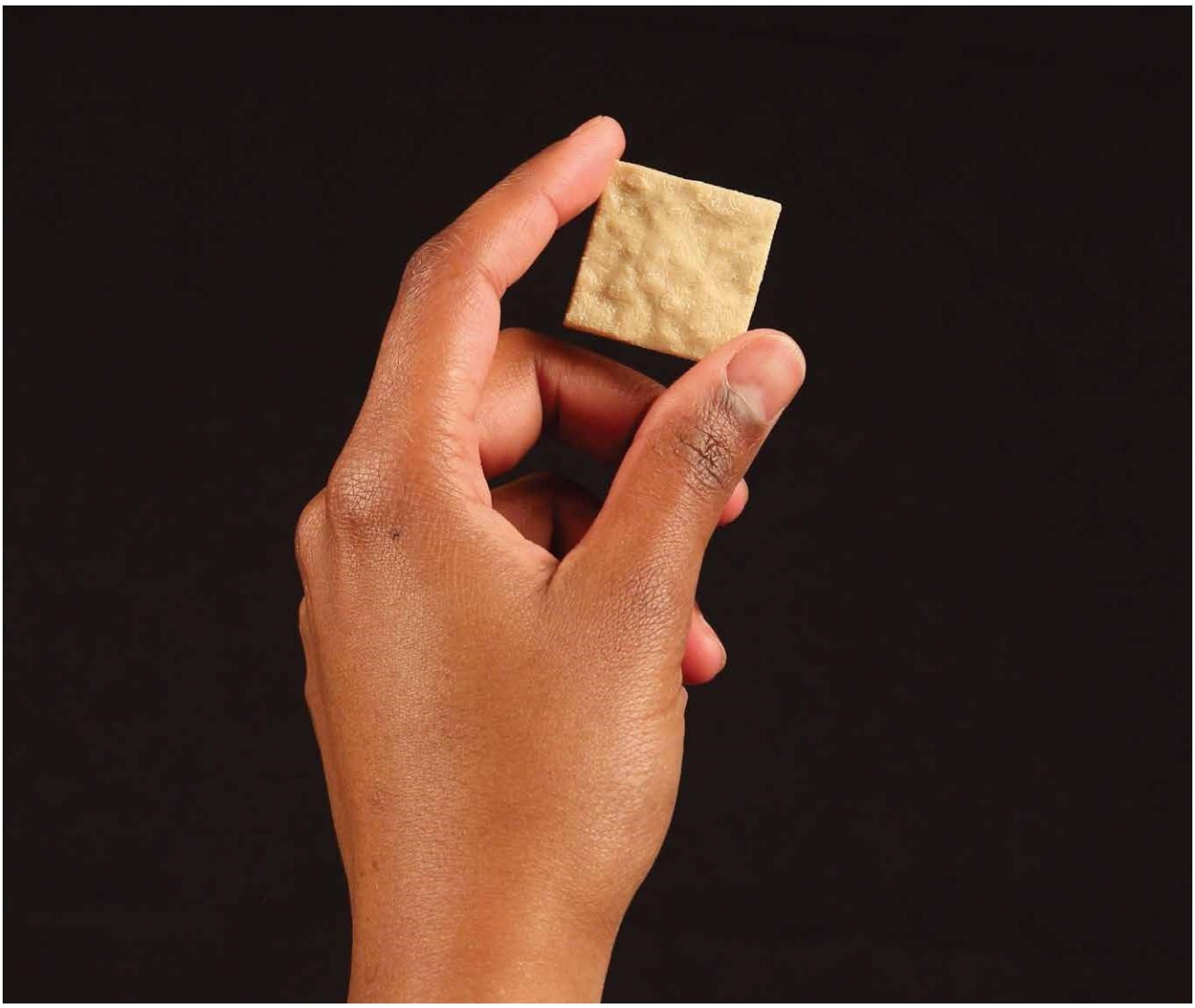
- Pasukite vaizdą taip, kad galėtumėte matyti žemiau pagrindo plytelės.
- Nuvilkite kubą iš **„Primitives“** (pirminės figūros) meniu ant **darbinės plokštumos**.
- Pakeiskite kubo dydį taip, kad jis būtų pakankamai didesnis už jūsų pagrindo plytelę ir perslinkite jį žemyn, kad jis būtų lygiai plytelės apačia.
- Pasirinkite kubą, tada spustelėkite **„Hole“** (anga) mygtuką **„Inspector“** (tikrinimo įrankis) meniu.
- Pasirinkite visus objektus ir paspauskite **„Group“** (grupė), kad juos apjungtumėte. Atkreipkite dėmesį į tai, kad anga nupjauna likusią objekto dalį.

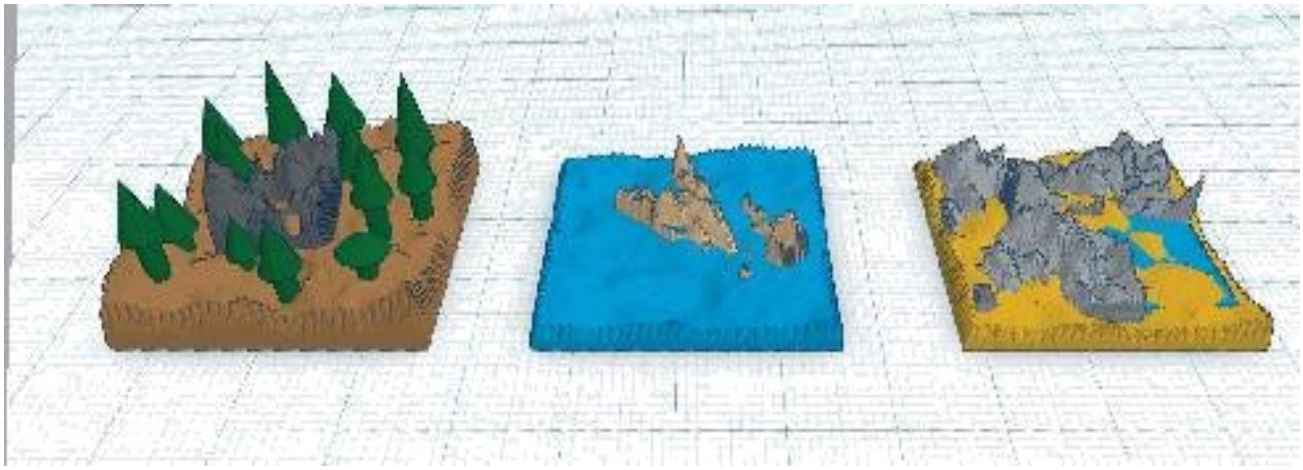


PATARIMAS: JEIGU JŪSŲ KUBO AUKŠTIS YRA 50 MM, TAI GALITE PADARYTI NUSTATYDAMI ATSTUMĄ TARP KUBO APAČIOS IR DARBINĖS PLOKŠTUMOS –50 MM.

KURKITE: SUPROJEKTUOKITE SAUSUMOS PLYTELĘ

Dabar naudokite ankstesniuose trijuose kūrimo skyriuose pateiktus metodus, kad sukurtumėte savo sausumos plytelę! Kitame puslapyje pateikti keli mūsų sukurti miško, vandens ir kalnų plytelių variantai.





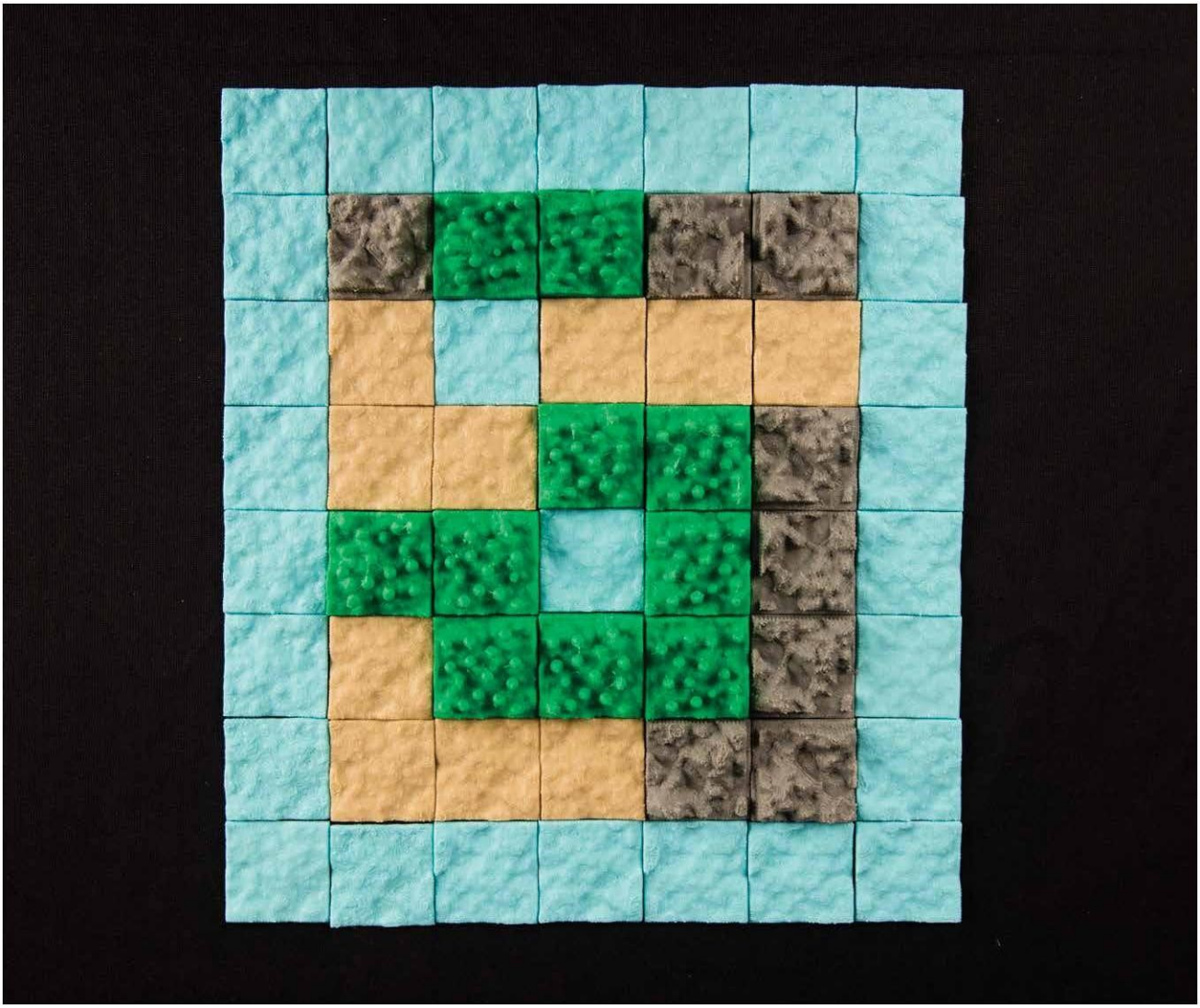
- Sukurkite **30 x 30 mm** pagrindo plytelę naudodami **„Terrain Shape Generator“** (reljefo formos generatorius). Iš akies formuokite reljefą, kol jis atrodys taip, kaip pageidaujate, tada tempdami plytelės viršutinę dalį žemės kontūrus padarykite aukštesnius arba žemesnius.
- Sukurkite žemę charakterizuojančius ypatumus, kuriuos pridėsite savo plytelei. Išbandykite gamtos objektus, kaip kalvos, kalnai, slėniai, upės ir medžiai. Arba, jeigu norite, galite pabandyti įtraukti žmonių sukurtas konstrukcijas, kaip tiltai ir namai! Tik įsitikinkite, kad konstrukcijos nėra per mažos, nes jų nebus galima atspausdinti.
- Kai moksleiviai baigė projektuoti, paprašykite atsisiųsti vieną arba dvi plyteles ir paruoškite jas 3D spausdinimui. Norėdami eksportuoti šią plytelę 3D spausdinimui, eikite į **„Design“** (dizainas) meniu ir pasirinkite **„Download for 3D Printing“** (atsisiųsti 3D spausdinimui). Paspauskite **STL** mygtuką ir palaukite kol prasidės jūsų projekto atsisiuntimas.
- Importuokite **STL** į **„MakerBot Desktop“** ir paruoškite spausdinimui. Spausdinimas trunka apie 20–40 minučių.

PATARIMAI: ANT TOS PAČIOS FORMAVIMO PLOKŠTĖS SUDĖKITE KELIAS PLYTELES, KAD VISOS ARBA DAUGUMA BŪTŲ ATSPAUSDINTOS IKI KITOS PAMOKOS. SKIRTINGI KLIMATAI TURI SU JOMIS SUSIETAS SPALVAS. JEIGU NORITE ĮTRAUKTI DAR DAUGIAU SPALVŲ, NAUDOKITE DAŽUS ARBA SPALVOTUS ŽYMEKLIUS, KAD DEKORUOTUMĖTE SAVO PLYTELES PO ATSPAUSDINIMO.

TOLIMESNĖS VEIKLOS: TYRINĖKITE SAVO NAUJĄJĮ PASAULĮ

1 VEIKLA: RESURSAI IR GYVENVIETĖS

Kai sumodeliavote ir atspausdinote visų plyteles, sudėkite jas ant didelio paviršiaus kaip grupę. Šis 3D atspausdintas žemėlapis bus kaip jūsų klasės sudarytas naujo pasaulio žemėlapis.



Reikmenys

- 3D būdu atspausdintos žemės plytelės,
- Dažai (pasirenkami papildomai),
- Didelis paviršius (žemėlapio surinkimui).

Žingsniai

1. Leiskite moksleiviams tyrinėti ir naudoti savo kritinio mąstymo įgūdžius, kad sužinotų apie istorines gyvenvietes ir kaip jos buvo sukurtos. Kiekvienas moksleivis pasirenka arba jam priskiriama istorinė valstybė, šalis arba vieta paieškai.
   - Ištirkite vietos geografiją ir klimatą.
   - Apibūdinkite srities gamtinius išteklius ir kaip jie buvo naudojami.
   - Apgalvokite kur gyvenvietės buvo įkurtos ir kodėl būtent toje vietoje.
   - Ar gyvenvietė turėjo ekonominę sistemą? Kaip ji atrodė? Ar buvo kokie pinigai?
   - Su kuo prekiavo gyventojai? Kuo jie prekiavo?
   - Ar jie turėjo kokią nors religiją arba tipinius konkrečios kultūros bruožus?

2. Vykdydami šį tyrimą suskirstykite moksleivius grupėmis. Pateikite jiems užuominą: jūsų šalis išsiuntė komandą į ekspediciją rasti ir kolonizuoti naujas ir nepažymėtas žemes. Plaukdami daugelį savaičių galiausiai jų laivynas pastebėjo naują pasaulį ir išsilaipino tyrinėti.
   - Kiekviena komanda paima 6–10+ plytelių darinį klasės žemėlapyje kaip savo išsilaipinimo vietą.
   - Priklausomai nuo vietos komanda iššvalgo ir įkuria gyvenvietę tame regione.
   - Naudodamiesi kriterijais, panašiais į pateiktus 1 žingsnyje, leiskite komandoms sudaryti informaciją apie jų naująją gyvenvietę.
   - Leiskite moksleiviams raštu trumpai apibūdina savo komandos naują gyvenvietę. Jie turi atsižvelgti į gamtinius išteklius, kuriuos gali gauti iš kiekvienos plytelės ir kaip jie planuoja statyti pastatus ir vykdyti transportavimą.

2 VEIKLA: SUKURKITE TRANSPORTAVIMO SISTEMAS

Dabar, kai naujajame pasaulyje sukūrėte gyvenvietę, turite pagalvoti kaip planuojate keliauti. Kokiu būdu vyks transportavimas jūsų naujoje aplinkoje?

Reikmenys

- Kompiuteris su „Tinkercad“,
- 3D būdu atspausdintos plytelės, skirtos sukurti klasės žemėlapį.

Žingsniai

1. Moksleiviai turi tyrinėti tradicines transportavimo sistemas, vadovaudamiesi istorija.
   - Kokie yra kiekvienos privalumai ir trūkumai?
   - Ar tam tikri transportavimo tipai tinka tik tam tikram klimatui arba geografinėms vietoms?

2. Leiskite komandoms vykdyti smegenų šturmą dėl transportavimo sistemų, kurias galima naudoti jų gyvenvietėse. Kokie yra geriausi būdai keliauti reljefu? Keliais, vandens keliais, skrendant? Apribojimų visiškai nėra.
3. Leiskite moksleiviams kurti šias transporto sistemas „Tinkercad“ keičiant originalias plyteles arba modeliuojant naujas dalis, kurias įtrauktumėte į esamą klasės žemėlapį. Greičiausiai jie sumodeliuos automobilį, karšto oro balioną arba valtį. O galbūt jie sukurs naują transporto priemonę.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kokie yra mažų, atskirų dalių modeliavimo spausdinimui privalumai?
- Kokius įrankius naudojate „Tinkercad“ objektų kūrimui?
- Kokie yra „Tinkercad“ privalumai ir trūkumai?
- Kaip naviguoti „Tinkercad“?
- Kai projektavote kalnų plytelę, kodėl labai svarbu buvo naudoti „Hole“ (anga) įrankį, kad nuplautumėte plytelės pagrindą?
- Kokie yra privalumai spausdinant daugiau spausdinamųjų objektų vienu metu?

TOLIMESNI VEIKSMAI

„Tinkercad“ yra puikus įrankis pradėti naudoti 3D modeliavimą. Nepaisant jo sąsajos paprastumo, „Tinkercad“ yra labai galingas įrankis ir daugelis modeliuotojų jį naudojo sudėtingų objektų kūrimui. Tais atvejais, kai reikia sukurti vizualinę priemonę arba prototipą, „Tinkercad“ gali padėti greitai sumodeliuoti idėją ir vėliau ją ištobulinti pagal poreikį. Jeigu nesate tikri arba nežinote kaip integruoti 3D modeliavimą į savo dėstomą dalyką, „Tinkercad“ gali būti jums tinkamas įrankis.

PROJEKTAS: PARAMETRINIS MODELIAVIMAS NAUDOJANT „OPENSCAD“

IŠMOKITE PROGRAMUOTI OBJEKTUS 3D SPAUSDINIMUI: SUKURKITE VARDO KORTELĘ

TEORIJA

Šiame projekte moksleiviai išmoks ir taikys pagrindinius programavimo įgūdžius, naudodami „OpenSCAD“ kalbą, kad sukurtų ir pagal savo poreikius pritaikytų vardo kortelę. Vizualiai „OpenSCAD“ skiriasi nuo kitų 3D modeliavimo programų. Tai yra paprasta deklaratyvioji kompiuterinė kalba, kuri buvo sukurta specialiai projektuoti 3D būdu spausdinamus modelius. Keisdami esamą „OpenSCAD“ banguotai vardo kortelei, moksleiviai susipažins su parametrais, matmenimis, ciklais „for“, vertimais ir loginėmis operacijomis.

Šis projektas tinka visoms klasėms ir visioms amžiaus grupėms, nebūtina turėti programavimo patirties. Ji taip pat gali būti naudojama pažangesniems moksleiviams tyrinėti geometrijos, trigonometrijos ir skaičiavimo principus.

TAIKYMO SRITIS

Moksleiviai išmoks kaip rašyti standartinį kodą, kad sugeneruoti objektus, naudojant „OpenSCAD“ kalbą. Pramokę, jie susipažins su pavyzdiniu kodavimo projektu, padėsiančiu jiems suprasti kaip skirtingų kintamųjų keitimas įtakoja jų 3D modelį. Galiausiai jie įves savo unikalius kintamuosius ir funkcijas, kad pagal savo poreikį pritaikytų vardo kortelę.

PROJEKTO PLANAS

Tyrinėkite: parametriniai ir redaguojami modeliai.
Tyrinėkite: modeliavimas naudojant „OpenSCAD“ kodą.
Kurkite: redaguokite vardo kortelę naudodami „OpenSCAD“ kodą.
Kurkite: parašykite naują „OpenSCAD“ kodą, kad suprojektuotumėte modelį.
Tolimesnės veiklos: „Customizer“, trigonometrija ir skaičiavimai.

STRATEGIJA

- Technologija
  - „MakerBot Replicator“
- Siūloma spausdinimo trukmė: 20–35 min. vardo kortelei.
  - Kompiuteriai su įdiegtomis „OpenSCAD“ ir „MakerBot Desktop“ programomis .
- „OpenSCAD“ atsisiųskite iš www.openscad.org. Šiam projektui reikia „OpenSCAD“ 2015.03 arba naujesnės versijos.
- Kodas su išsamiais paaiškinimais pateiktas faile **MakerBot_NametagCode_Project.scad**, kurį galite atsisiųsti iš „MakerBot Learning“ paskyros „Thingiverse“.

- Palengvinant šį projektą arba naudojant kaip atsarginę kopiją iškilus vietos techniniams sutrikimams, vardo plokštelės projektas gali būti prieinamas iš „MakerBot Learning“ paskyros „Thingiverse“. Pasirinkdami **„Open in Customizer“** (atverti „Customizer) iš šios nuorodos, moksleiviai gali suprojektuoti savo vardų korteles nekeisdami paties kodo.

MOKYMOSI TIKSLAI

Bendroji informacija

- Pasitikėjimas rašant standartinį kodą su paprastais parametrais;
- Matavimų ir matmenų supratimas.

3D projektavimas (parametrinis modeliavimas)

- Parametrų keitimas;
- Standartinis „OpenSCAD“ kodas;
- Vertimas.

TERMINOLOGIJA

- **Kintamasis:** simbolis, nurodantis vertę, kuri gali būti fiksuota arba keistis, priklausomai nuo jos apibrėžimo.
- **Funkcija:** kodo dalis, grąžinanti vertę arba veiksmą.
- **Parametras:** kintamasis nustatytose ribose.
- **Paviršiai:** plokšti paviršiai, sudarantys jūsų objekto išorę. Kuo daugiau briaunų, tuo lygesnis objektas.
- **Derinti:** ieškoti ir taisyti neteisingas kodo dalis.
- **„Customizer“:** programa įdiegta „Thingiverse.com“ suteikia galimybę įkelti „OpenSCAD“ failus kaip naudotojo redaguojamus modelius.
- **Atvaizduoti:** sugeneruoti išvestį remiantis parašytu kodu. „OpenSCAD“ atvaizdavimo išvestis monolitinis objektas.

TYRINĖKITE: PARAMETRINIAI IR REDAGUOJAMI MODELIAI

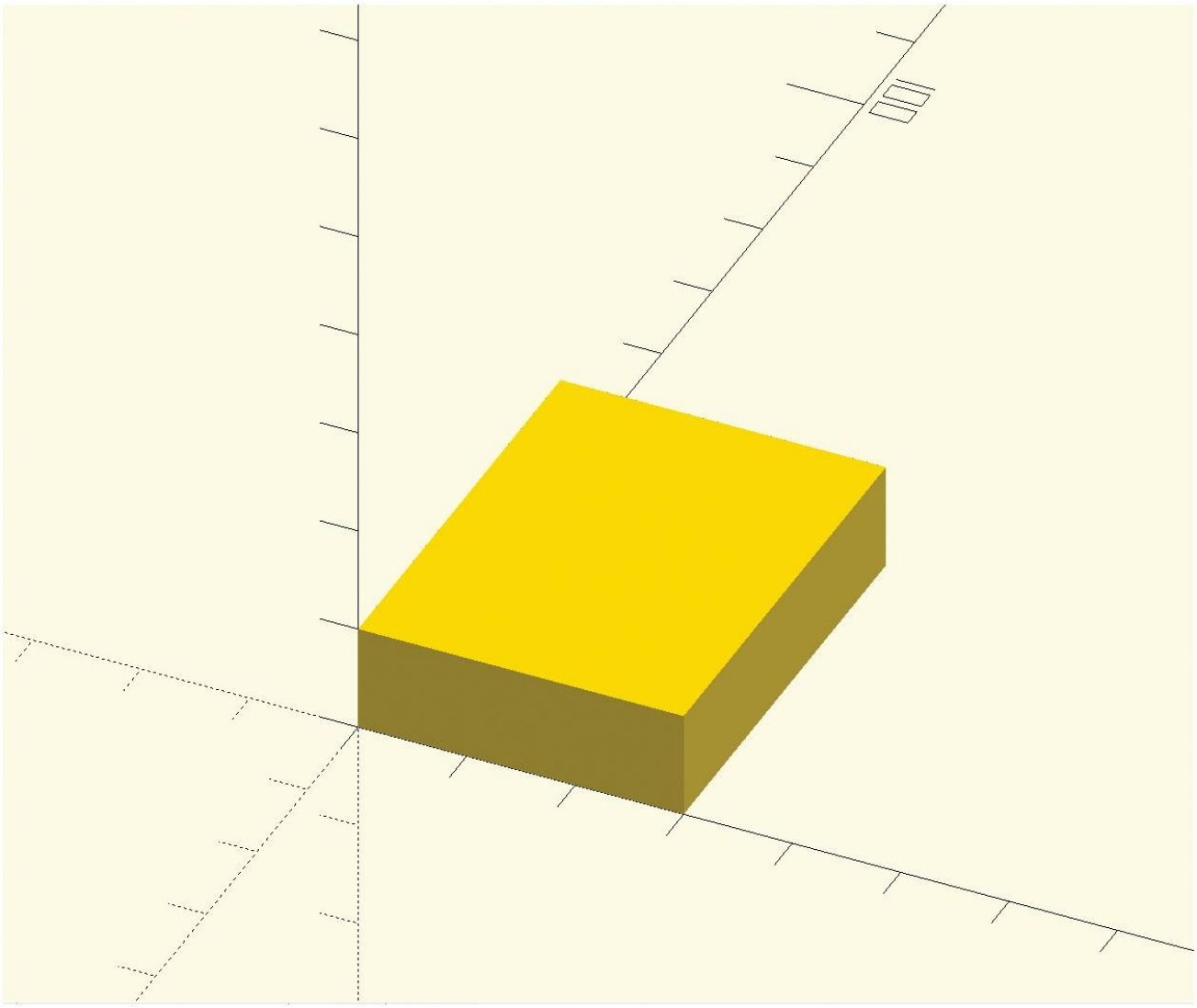
Vienas iš modelių projektavimo naudojant kodą privalumų yra tai, kad juos galima padaryti **parametriniais**. Tai reiškia, kad galite turėti savo modelyje elementus, kuriuos galima lengvai pakeisti, kaip atstumą tarp dalių arba svirties ilgį. Projektavimo procesą sudaro kartojimas: ką nors sukuriate, pabandote atspausdinti realiai, mokotės iš savo modelio, perkuriate modelį ir kartojate. Parametriniai modeliai padeda sutrumpinti projektavimo procesą.

Prieš pradėdami rašyti savo kodą, peržiūrėkite pritaikomus modelius, pateiktus **„Thingiverse“**. Kiekvienas pritaikomas modelis buvo suprojektuotas naudojant „OpenSCAD“ kodą, kuris vėliau buvo įkeltas į „MakerBot Customizer“, suteikiantį paprastą naudotojo sąsają parametrų keitimui modelyje.

- Eikite į **www.thingiverse.com**. Pasirinkite **„Explore“** (naršyti) kortelę, tada pasirinkite **„Customizable Things“** (tinkinami daiktai). Galite peržiūrėti įvairius modelius, kuriuos sukūrė „Thingiverse“ naudotojai.
- Jeigu pageidaujate, pakeiskite antrą kategoriją iš **„All“** (visi) į kitą, pavyzdžiui **„Toys and Games“** (žaislai ir žaidimai).
- Dabar pasirinkite ką nors trečiai kategorijai, pavyzdžiui, **„Dice“** (kauliukas). Daugelis žmonių sukūrė ir bendrino pritaikomų kauliukų modelius **„Thingiverse“**! Pasirinkite vieną iš modelių ir kai modelis yra atviras, paspauskite mygtuką **„Open in Customizer“** (atverti „Customizer“).
- **„Customizer“** galite keisti bet kuriuos parametrus, kuriuos dizaineris padarė parametriniais arba keičiamais šiame modelyje. Kiekvienas modelis turi skirtingus parametrus, kurie gali keistis, priklausomai nuo dizainerio nustatymų. Išbandykite **„Customizer“**; kiekvieną kartą kai pasirenkate arba keičiate vertę kairėje sąsajos pusėje, dešinėje esanti iliustracija atnaujinama pagal atliktus pakeitimus.
- Galite peržiūrėti į projektuotojo naudotą modelio kodą spustelėdami **„View Source“** (peržiūrėti šaltinį) mygtuką, esantį po modelio iliustracija **„Customizer“**. Kai kurie modeliai yra sukurti naudojant ypač sudėtingą kodą, o kai kurie yra neįtikėtinai paprasti.
- Peržiūrėkite du arba tris kitus pritaikomus skirtingų tipų modelius, keisdami jų parametrus ir peržiūrėdami kiekvienos jų kodus. Kuriami kodai skiriasi išpildymu, lankstumu ir įvairove. Ką suprojektuotumėte naudodami tokio tipo įrankį?

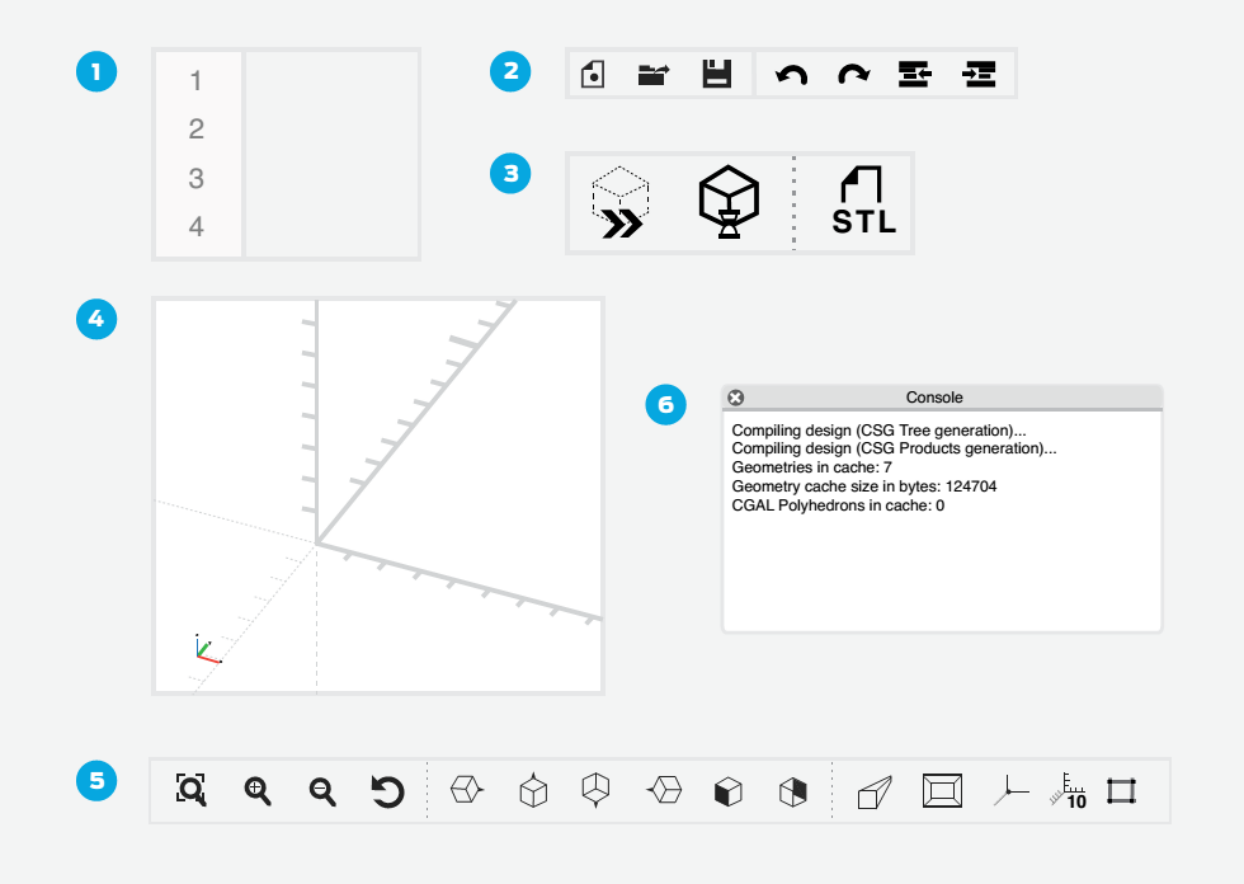
TYRINĖKITE: MODELIAVIMAS NAUDOJANT „OPENSCAD“ KODĄ

Atvėrę „OpenSCAD“ programinę įrangą matysite langą, kaip pateikta toliau. Darbas atliekamas įvedant kodą į **redaktoriaus langą** kairėje, kompiuteryje paspauskite **F5 (arba „Function-F5“ „Mac“),** kad sugeneruotumėte kodą, tada žiūrėkite į **peržiūros srities langą, kuriame** matomi rezultatai. Nedidelis **pulto žurnalas** pateikiamas apačioje dešinėje, kuriame rodomi išvesties pranešimai ir kartais klaidų pranešimai. Galite naudoti pelę naršymui **peržiūros srityje**. Sekite žingsnius šioje dalyje, susipažintumėte kaip veikia „OpenSCAD“.



SĄSAJA:

1. **Redaktoriaus langas** – įveskite jūsų modelį nusakantį kodą.
2. **Sistemos parinktys** – įrašykite savo failą, atšaukite / atkurkite veiksmus ir formatuokite kodą.
3. **Modelio parinktys** – **„Preview“** (peržiūra), **„Render“** (pateikti) ir **„Export STL“** (eksportuoti STL) failus iš šio meniu.
4. **Rodinio sritis** – rodomi redaktoriaus lange aprašomi modeliai.
5. **Peržiūros meniu** – keiskite žiūrėjimo kampą naudodami pelę arba šiame meniu esančius mygtukus.
6. **Pultas** – rodo išvesties ir klaidų pranešimus.



1 ŽINGSNIS: ĮRAŠYKITE IR KOMPILIUOKITE SAVO PIRMĄ „OPENSCAD“

- Įveskite **cube([30,40,10]);** į redaktoriaus langą. Įsitikinkite, kad įrašėte taip, kaip nurodyta.
- Paspauskite **F5** (arba **„Function-F5“**), kad pamatytumėte kuboidą. Taip pat vietoj F5 klavišo galite naudoti **„Preview“** (peržiūra) mygtuką **„Model Options“** (modelio parinktys) meniu.
- Jeigu jūsų ašių ir (arba) mastelio žymekliai nematomi, juos įjunkite **„View“** (rodinys) meniu .
- Atkreipkite dėmesį, kad kuboidas yra **30 mm x kryptimi**, **40 mm y kryptimi** ir **10 mm z kryptimi**.

2 ŽINGSNIS: APLINK OBJEKTĄ NAVIGUOKITE RODINIO SRITYJE

- **„Orbit“ (sukti apie) –** *spustelėkite kairįjį pelės klavišą ir vilkite, kad suktumėtės aplink modelį*.
- **„Pan“ (panoraminis režimas)**– *Spustelėkite dešinį pelės klavišą ir vilkite, kad galėtumėte sukti vaizdą*.
- **„Zoom“ (mastelio keitimas) –** *sukite pelės ratuką, aukštyn ir žemyn*.

3 ŽINGSNIS: IŠMOKITE NAUDOTI PAGRINDINES „OPENSCAD“ PIRMINES FIGŪRAS

- Pabandykite įrašyti **pirminių figūrų** komandas iš toliau pateikiamos kortelės į „OpenSCAD“ redaktoriaus langą, tada paspauskite **F5** (arba **„Function-F5“**), kad pamatytumėte kas bus.
- Eksperimentuokite keisdami kodą, kad suprastumėte kaip komanda veikia.

Kodo pavyzdys	**KĄ KODAS ATLIEKA**	**Pastabos**
cube(30);	Sukuria koordinačių pradžioje centruotą kubą, kurio visos sienelės yra 30 mm ilgio.	Kabliataškis nurodo „OpenSCAD“ nubraižyti objektą. Jums reikės naudoti kabliataškį daugelio kodo eilučių gale.
cube([30,40,10]);	Sukuria kuboidą, kurio vienas kampas yra koordinačių pradžioje o kraštinių ilgiai yra 30 mm, 40 mm ir 10 mm.	Laužtiniai skliaustai nurodo [x,y,z] koordinates. Lenktiniai skliaustai () perduoda informaciją kubo komandai.
cube([30,40,10], center=true);	Sukuria tokį patį kuboidą kaip ir aukščiau, tačiau kubo centras yra koordinačių pradžioje.	Kartais vienas centravimo tipas yra patogesnis už kitą.
sphere(20, $fn=24);	Sukuria sferą, kurios spindulys 20 mm, centruotą koordinačių pradžioje ir turinčią 24 briaunas ties pusiauju.	Didinant briaunų skaičių sfera tampa lygesnė tačiau jūsų kodas yra ilgiau kompiliuojamas.
cylinder(h=20, r=10, $fn=40);	Sukuria cilindrą, kurio Aukštis 20 mm, o spindulys 10mm, centruota koordinačių pradžioje, bei turinti 40 briaunų aplink pusiaują.	Pabandykite nustatymą $fn=6 arba $fn=4; Su nedideliu skaičiumi briaunų, kad cilindras galėtų būti šešiakampis arba kvadratinė prizmė.
cylinder(h=20, r1=10, r2=5);	Sukuria nupjautą kūgį, kurio aukštis 20 mm, apačios spindulys 10 mm, o viršaus spindulys 5mm, centruotas koordinačių pradžioje.	Atkreipkite dėmesį į tai, kad jeigu nenurodote $fn, „OpenSCAD“ naudoja numatytąją vertę.

4 ŽINGSNIS: IŠMOKITE NAUDOTI PAGRINDINIUS „OPENSCAD“ MODIFIKATORIUS

„OpenSCAD“ taip pat turi komandas perkėlimui, mastelio keitimui, ištempimui ir pirminių figūrų sujungimui. Tai yra galingi įrankiai keičiantys pirmines figūras į sudėtingesnes.

- Pabandykite įvesti toliau pateikiamas kodo dalis į **redaktoriaus langą** ir paspauskite **F5** (arba **„Function-F5“**), kad pamatytumėte kas įvyks.
- Eksperimentuokite keisdami kodą, kad suprastumėte kaip komanda veikia.

Kodo pavyzdys	**KĄ KODAS ATLIEKA**	**Pastabos**
translate([-20,0,30]) cube(20, center=true);	Sukuria 20 mm kubą, centruotą koordinačių pradžioje, tada perslenka kubą –20 mm x kryptimi ir 30 mm z kryptimi	Vertimo komanda keičia po jos sekančią pirminės formos komandą kode. Atsiminkite, kad vertimo komanda pati nėra nubraižoma, nes jos eilutės gale nėra kabliataškio.
rotate(45, [0,1,0]) cube(20, center=true);	Sukuria 20 mm kubą, centruotą koordinačių pradžioje, tada pasuka kubą 45 laipsniais y ašimi (išilgai vektoriaus [0,1,0])	Galite norėti perslinkti kairėn vaizdinio sritį, kad matytumėte aplink objektą ir kaip jis buvo pasuktas.
linear_extrude(h=20) circle(20, $fn=6);	Sukuria „apskritimą“ 20 mm spindulio su tik 6 briaunomis (kitaip tariant Šešiakampį), tada ištempia šią formą aukštyn 20 mm.	Atkreipkite dėmesį į 2D pirminio apskritimo panaudojimą. Komanda linear_extrude veikia tik su 2D objektais.
linear_extrude(h=20, twist=60) circle(20, $fn=6);	Sukuria tokį patį „šešiakampį apskritimą“, kurio spindulys 20mm, tada ištempia šią formą aukštyn 20 mm pasukdami 60 laipsnių.	linear_extrude komanda yra keitiklis, ne pirminė forma, todėl eilutės gale nėra kabliataškio.

difference(){
cube(20, center=true);
translate([0,0,-20])
cylinder(h=50, r=8);
}
	Sukuria 20 mm kubą, tada pašalina cilindro formą nuo jo. Cilindras perkeliamas žemyn, todėl prasiskverbia pro kubą.	Skirtumo komanda nubraižo pirmą objektą ir atima kiekvieną kitą pateiktą objektą iš pirmojo.

5 ŽINGSNIS: NAUDODAMI „OPENSCAD“ KODĄ SUKURKITE PAPRASTUS OBJEKTUS

Naudodami anksčiau pateikiamą kodą sukurkite pagrindinius objektus. Pažiūrėkite kiek toliau pateikiamų objektų galima sukurti naudojant „OpenSCAD“ kodą. Nepamirškite nuspausti **F5** (arba **„Function-F5“**) po kiekvieno kodo atnaujinimo, kad pamatytumėte rezultatus.

- 30 mm sfera, kuri yra perslinkta -10 mm x kryptimi, 40 mm y kryptimi ir 15 mm z kryptimi.
- Kuboidas, kurio matmenys yra 10 mm x kryptimi, 100 mm y kryptimi ir 5 mm z kryptimi.
- Du cilindrai susikertantys vienas su kitu stačiu kampu.
- Smailus kūgis su kitu apačioje esančiu smailiu kūgiu (kaip du ledų kūgiai sujungti pagrindais vienas su kitu).
- Kubas su anga kiekvienoje sienelėje. Angų formavimui galite panaudoti tris cilindrus. Ar galite lygiuoti angas tiksliai per centrą?
- Aštuoniakampė prizmė pasukta 30 laipsnių nuo pagrindo į viršūnę.
- Atviras kubas su trimis mažomis sferomis viduje.
- Senis besmegenis!

6 ŽINGSNIS: SUSIPAŽINKITE NAUDODAMI INTERNETE ESANČIAS „OPENSCAD“ MOKYMO PRIEMONES IR DOKUMENTACIJĄ.

- David Dobervich *„OpenSCAD Tutorial #1“* vaizdo įrašą galite rasti „YouTube“.
- Patrick Conner *„Welcome to OpenSCAD“* vaizdo įrašą „YouTube“.
- „OpenSCAD“ dokumentacija, pagalbinis sąrašas ir darbo pradžios mokomoji medžiaga pateikta http://www.openscad.org/documentation.html

KURKITE:
REDAGUOKITE VARDO KORTELĘ NAUDODAMI „OPENSCAD“ KODĄ

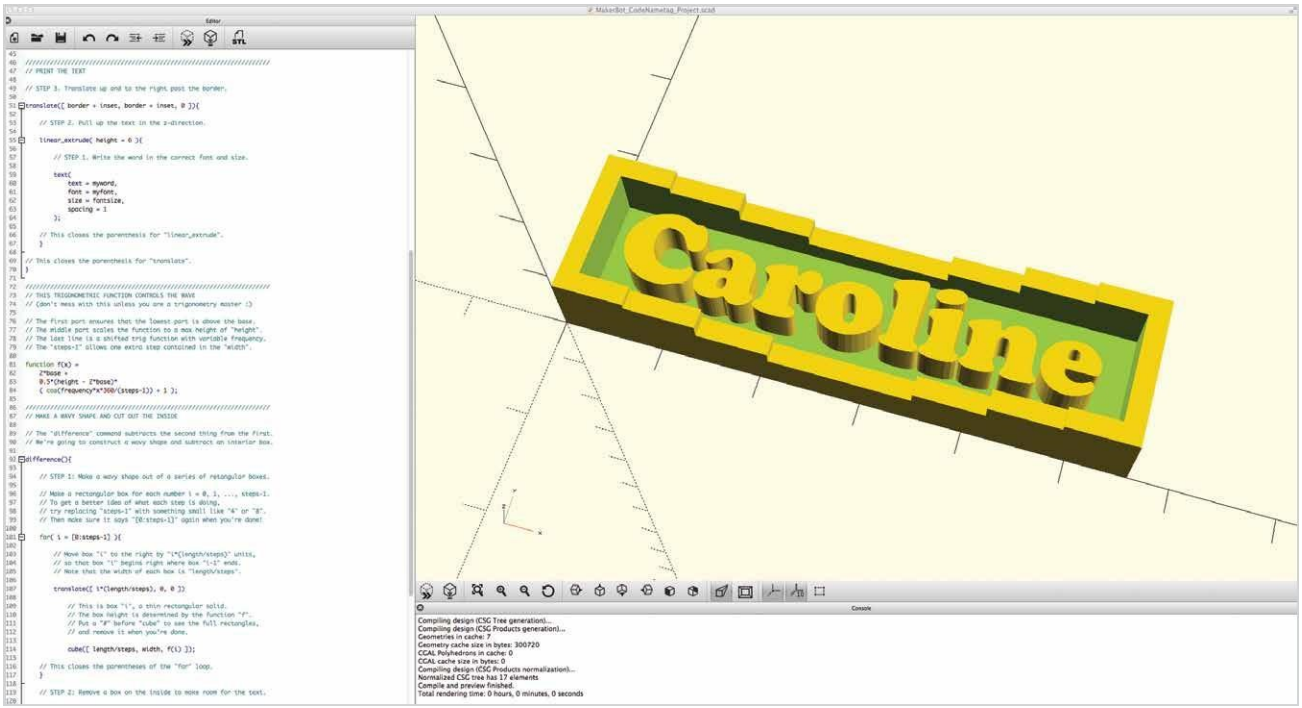
Šiame projekte suprojektuosite ir 3D būdu atspausdinsite banguoto krašto vardo kortelę keisdami „OpenSCAD“ kodą. Taip pat išsamiau susipažinsite su kodu ir išmoksite kaip šie parametrai naudojami vardo kortelės projekto kūrime. Pažangūs moksleiviai gali norėti keisti kodą patys, kad sukurtų kitokį dizainą.

1 ŽINGSNIS: PABANDYKITE IŠSIAIŠKINTI KAIP KODAS VEIKIA

Kodą su išsamiais paaiškinimais šiai pamokai galima atsisiųsti iš„MakerBot Learning“ paskyros „Thingiverse“.

Atverkite failą **MakerBot_NametagCode_Project.scad** „MakerBot Learning“ paskyroje „Thingiverse“ ir peržiūrėkite kodą **redaktoriaus** lange.

Dar nieko neįrašykite ir nieko nekeiskite; tiesiog perslinkite, peržiūrėkite tekstą ir pabandykite išsiaiškinti kaip veikia kodas. Kodas turėtų atrodyti kaip toliau pateiktoje iliustracijoje.



Diskusija

- Grupėse tarp savęs diskutuokite apie kodą, dalinkitės idėjomis apie tai, kaip turėtų atrodyti kiekviena kodo dalis.
- Kiekviena grupė turėtų užrašyti bent tris idėjas ir pasidalinti su klase.
- Kiekvienos grupės idėjas aptarkite klasėje, pabandykite kartu iššifruoti kodą.

2 ŽINGSNIS: PAKEISKITE TEKSTĄ IR ŠRIFTO PARAMETRUS

Kodo viršuje yra trys parametrų rinkiniai, kuriuos moksleiviai gali naudoti savo vardo kortelės pritaikymui. Pirmasis parametrų rinkinys susijęs su vardo kortelės tekstu, šriftu ir šrifto dydžiu:

```
// TEXT AND FONT
myword = “Caroline”;
myfont=”Phosphate:style=Inline”;
fontsize = 8;
```

Galite įrašyti savo vardą arba žodį į **„myword“**, tačiau atsiminkite, kad ilgesnių vardų ir žodžių 3D spausdinimas trunka ilgiau. **„myfont“** parametras naudoja jūsų vietos sistemoje įdiegtų šriftų pavadinimus. Naudokite **„Help / Font List“** (žinynas / šriftų sąrašas) išskleidžiamą meniu, kuriame pateikiami galimi šriftai. Galite nuvilkti šriftų pavadinimus tiesiai iš šio sąrašo į „OpenSCAD“ kodą arba nukopijuoti / įdėti į kodą. Neturėtumėte keisti **fontsize**, nebent moksleivis ypač didelę arba mažą šrifto formą.

Atsiminkite, kad po kiekvieno pakeitimo turite paspausti **F5** (arba **„Function-F5“**) arba **peržiūros piktogramą**, kad matytumėte atnaujinimo rezultatus **vaizdinio srityje**. Šiame etape galimos kompiliavimo klaidos: neuždėtos kabutės, trūksta kabliataškių ir neteisingai įrašyti šriftų pavadinimai.

3 ŽINGSNIS: PAKOREGUOKITE MATMENIS, KAD ATITIKTŲ TEKSTĄ

Kitas parametrų rinkinys nustato visą vardo plokštelės dydį:

```
// TOTAL DIMENSIONS
length = 56;
width = 15;
height = 8;
```

„Length“ (ilgis) ir **„width“** (plotis) parametrai turi būti pakeisti atsižvelgiant į prieš tai buvusiame žingsnyje įvesto pasirinkto žodžio ilgį ir dydį. **„Height“** (aukštis) parametras nustato aukščiausios banguoto krašto dalies aukštį. Šiame etape galimo kompiliavimo klaidos: trūkstami kabliataškiai.

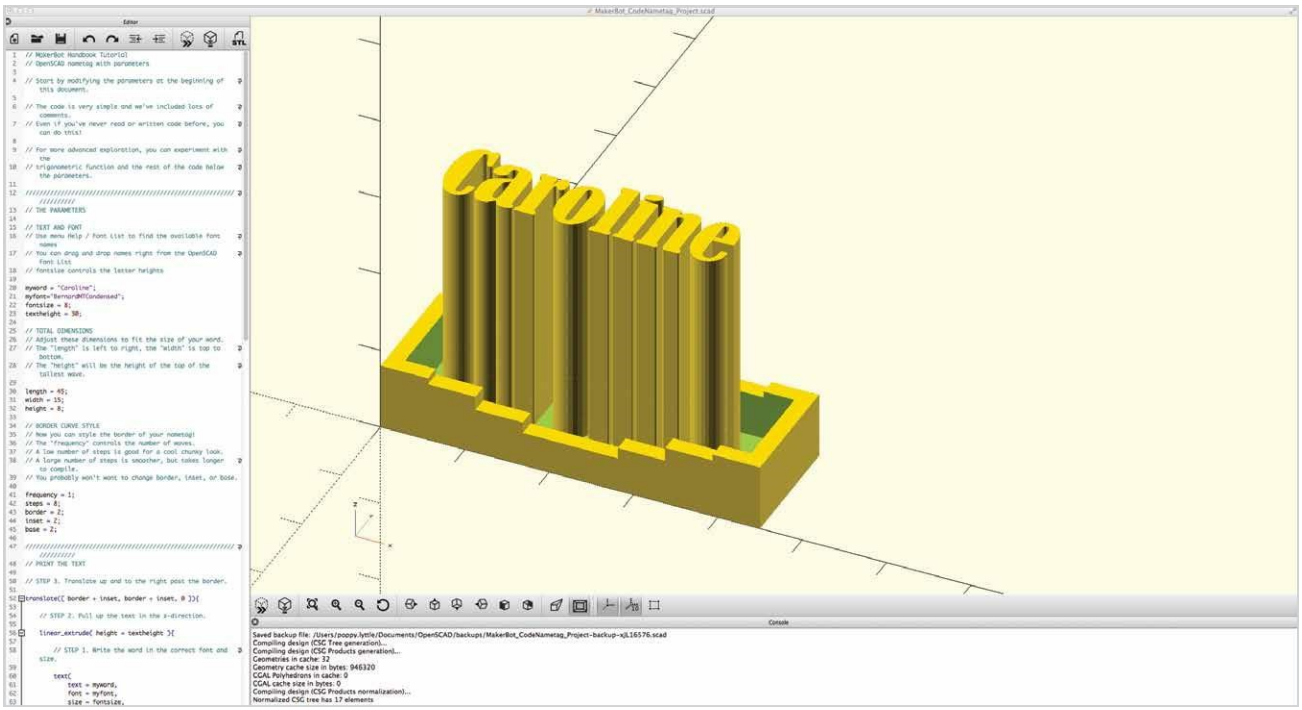
4 žingsnis: Suformuokite vardo kortelės krašto bangos formą

Paskutinis parametrų rinkinys nustato banguoto krašto, einančio vardo kortelės perimetru, stilių:

```
// BORDER CURVE STYLE
frequency = 1;
steps = 8;
border = 2;
inset = 2;
base = 2;
```

Banguota krašto forma nustatoma trigonometrine funkcija, tačiau šių parametrų keitimui nebūtinos trigonometrinės žinios. **„Frequency“** (dažnis) parametras keičia bangų skaičių. **„Steps“** (žingsniai) parametras nustato kiek kartų pasikeičia bangos aukštis; mažesnės vertės suformuoja laiptelių formą, didesnės lygesnes kreives. Greičiausia jums nereikės keisti **„border“** (kraštas), **„inset“** (į vidų) arba **„base“** (pagrindas) parametrų, tačiau galite pabandyti juos pakeisti ir pažiūrėti kas atsitiks.

5 ŽINGSNIS: SUKURKITE NAUJĄ TEKSTO AUKŠČIO PARAMETRĄ



Iki šiol keitėte tik esamus „OpenSCAD“ kodo parametrus. Šiame žingsnyje sukursite naują keičiamą parametrą. Pažiūrėkite į antrą kodo dalį, žemiau //PRINT THE TEXT komentaro 47 eilutėje. Atkreipkite dėmesį, kad kodas nuskaitomas atvirkštine tvarka: pirmiausiai sukuriamas 2D tekstas, tada raidės yra išstumiamos aukštyn, tada išstumtos raidės yra perslenkamos aukštyn ir į dešinę, kad nesusikirstų su kraštu.

- Nustatykite kuri kodo dalis keičia raidžių aukštį ir išsiaiškinkite ką reikia pakeisti, kad raidės taptų aukštesnėmis arba žemesnėmis. (Užuomina: Pirminis teksto aukščio nustatymas yra 6 mm.)
- Pakeiskite 55 eilutės parametro, pavadinimu **textheight** skaitmeninę vertę.
- Įtraukite parametro apibrėžimą dokumento pradžioje, 23 eilutėje įrašydami **textheight = 6;**
- Dabar galite keisti teksto aukštį keisdami 23 eilutėje esančio parametro vertę.

6 ŽINGSNIS: SUKURKITE NAUJĄ ATSTUMO TARP SIMBOLIŲ PARAMETRĄ

Pakartokite tokį patį procesą, kad įtrauktumėte naują parametrą, vadinamą **myspacing**, kuris valdo atstumą tarp spausdinamo vardo simbolių.

- Pabandykite rasti vietą, kur **myspacing** parametras yra naudojamas kode (Užuomina: tai yra **text** komandos dalis ir pradinis nustatymas yra 1).
- Kai šis parametras yra nustatytas, keiskite jo vertę, kad pakoreguotumėte tarpus savo nuožiūra. Numatytoji vertė 1 nustato įprastą atstumą. Atsiminkite, kad ne ir mažiausi pakeitimai, kaip keitimas į 1,2 arba 0,9 gali labai pakeisti tarpus.
- Gali reikėti pakoreguoti vardo kortelės **plotį**, jeigu moksleivis atliko didelius pakeitimus **myspacing** parametrui.

7 ŽINGSNIS: SUFORMUOKITE STL IŠVESTIES TINKLELĮ 3D SPAUSDINIMUI

Kai baigėte vardo kortelės dizainą, jį eksportuokite į **STL** failą, skirtą 3D spausdinimui:

- Pirmiausiai, saugumo sumetimais, įrašykite savo „OpenSCAD“ kodo failą ir (arba) užsirašykite savo projekto parametrų vertes. Eksportuotas **STL** failas neišsaugos arba neįrašys šių skaitmeninių verčių, todėl iškilus problemoms su **STL** failu, galėtumėte atkurti savo dizainą dar kartą.
- Norėdami sugeneruoti spausdinimui tinkantį 3D tinklelį, paspauskite **F6** (arba **„Function-F6“**) arba naudokite **„Render“** (atvaizduoti) mygtuką. Šis procesas gali trukti daug ilgiau nei **„Preview“** (peržiūra), ypač jeigu pasirinkote aukštas **„step“** (žingsnis) parametro vertes. Stebėkite ekrano apačioje dešinėje esančią eigos juostą.
  *Pastaba. **F5** veiksmas tik sugeneruoja 3D objektą peržiūrėjimui, bet neatlieka atvaizdavimo.*
- Kai **F6** atvaizdavimas baigtas, naudodami išskleidžiamą meniu arba **„Export STL“** (eksportuoti STL) mygtuką, kad eksportuotumėte modelį kaip **STL** failą.
- Dabar galima vardų kortelių **STL** failus importuoti į **„MakerBot Desktop“** ir atspausdinti 3D būdu atskirai arba ant formavimo plokštės išdėstant kelias vardų plokšteles.

KURKITE: PARAŠYKITE NAUJĄ „OPENSCAD“ KODĄ, KAD SUPROJEKTUOTUMĖTE MODELĮ

Šiame projekte parašysite visiškai naują savo „OpenSCAD“ kodą, išnaudodami parametrus. Galite pradėti nuo bet kurio objekto, tačiau siūlome pradėti nuo paprasto dizaino, kaip senio besmegenio arba dėžutės ir dangtelio kūrimas.

1 ŽINGSNIS: SUPLANUOKITE, PAGALVOKITE IR SUPROGRAMUOKITE

- Prieš pradėdami rašyti kodą, pagalvokite ką norite padaryti. Kokius parametrus norite keisti savo dizaine?
- Rašydami kodą tikrinkite, ar nėra praleistų kabliataškių, neteisingo didžiųjų raidžių naudojimo, rašybos klaidų ir neteisingai uždarančių skliaustelių.
- Dažnai įrašykite savo darbą ir sukompiliuokite naudodami **F5** (arba **„Function-F5“**). Paprasčiau **derinti** kodą (probleminių dalių taisymas) tik vieną naują eilutę nei visą naujo kodo bloką. Jeigu dažniau kompiliuojate, galite greičiau rasti klaidas.
- Pradedant rašyti „OpenSCAD“ kodą, rekomenduojame iš pradžių nusistatyti parametrus (**spacing = 1**). Tada, jeigu pageidaujate, grįžkite atgal ir sukurkite kintamuosius konkretiems parametrams, kurie gali būti paprastai keičiami visame jūsų projekte (**spacing = myspacing; myspacing = 4**).

2 ŽINGSNIS: IŠBANDYKITE NAUJUS DALYKUS

- „OpenSCAD“ turi galingą polygon() funkciją, kuri gali būti naudinga jūsų kuriamame projekte. Daugiau informacijos apie šią funkciją rasite „OpenSCAD“ dokumentacijoje:
  - http://www.openscad.org/documentation.html
- Yra ne tik linear_extrude(), bet ir komanda, vadinama rotate_extrude(), kurią galite naudoti ištempti 2D formas, pvz., kvadratus, apskritimus ir daugiakampius, kad suformuotumėte 3D pasukamus objektus. Ji veikia šiek tiek netikėtai, todėl pasiruoškite paeksperimentuoti. Daugiau informacijos pateikta „OpenSCAD“ naudotojo vadove.
- Pažangesni moksleiviai gali eksperimentuoti su for() ciklais ir „if – then“ (jeigu – tada) teiginiais savo kode arba tyrinėti kaip naudoti modulį. Daugiau informacijos pateikta „OpenSCAD“ naudotojo vadove.

3 ŽINGSNIS: EKSPORTUOKITE, SPAUSDINKITE, TESTUOKITE IR KARTOKITE

- Kai baigėte kurti projektą, paspauskite **F6** (arba **„Function-F6“**), kad atvaizduotumėte savo tinklelio modelį, tada naudokite **„Export STL“** (eksportuoti STL) spausdinimui.
- Išbandykite savo modelį. Ar jis tikrai veikia taip, kaip norite? Ar yra kokie nors parametrai, kuriuos pakeitę pagerintumėte projektą arba yra ką norėtumėte pridėti? Atsiminkite, kad 3D spausdinimas puikiai tinka atkartoti jūsų dizainus. Tai reiškia, kad greičiausiai iš pirmo karto nepavyks gauti norimo modelio. Kiekviena nesėkmė yra galimybė išmokti ką nors ir pagerinti savo dizainą. Nenustokite bandyti, patirti nesėkmes ir bandyti dar kartą, kol pasieksite norimus rezultatus.

TOLIMESNĖ VEIKLA: „OPENSCAD“ IR „THINGIVERSE CUSTOMIZER“

1 VEIKLA: KEISKITE „OPENSCAD“ KODĄ, SKIRTĄ „THINGIVERSE CUSTOMIZER“.

„Thingiverse Customizer“ suteikia galimybę naudotojams keisti parametrinius projektus, tiesiogiai nedirbant su „OpenSCAD“ kodu. Yra pakankamai lengva keisti dizainą, kad jį būtų galima naudoti „Customizer“ sąsajoje; pagrindinė idėja yra įtraukti komentarus į savo „OpenSCAD“ kodą, kuriuos „Customizer“ naudoja sukurti šliaužiklius ir įvesties laukelius parametrams.

Reikmenys

• Kompiuteris su „OpenSCAD“ ir atsisiųstas kodo failas

Žingsniai

1. Dokumentaciją apie tinkinamus daiktų kūrimą galite rasti http://customizer.makerbot.com/docs.
2. Atsisiųskite kodo failą **MakerBot_NametagCode_Project.scad** iš „MakerBot Learning“ paskyros **„Thingiverse“**.
3. Palyginkite su tokiu pačiu „OpenSCAD“, naudotu **„Thingiverse Customizer“** (pasirinkite **„ View Source“** (peržiūrėti šaltinį) apatiniame dešiniajame **„Customizer“** kampe, **„MakerBot Learning“** paskyroje).
4. Susipažindami atlikite pakeitimus.

2 VEIKLA: SUSIPAŽINIMAS SU VARDO KORTELĖJE NAUDOJAMA TRIGONOMETRIJA.

Leiskite paruošiamosios skaičiavimo klasės moksleiviams tyrinėti funkciją, naudojamą vardo kortelės banguotų kraštų formavimui:

```
function f(x) =
  2*base +
  0.5*(height - 2*base)*
  ( cos(frequency*x*360/(steps-1)) + 1 );
```

Konkrečiu atveju ką kiekvienas šios funkcijos komponentas atlieka, kad pakeistų bangos formą? Atsižvelkite į amplitudę, dažnį ir transformaciją. Kas atsitiktų, jeigu kosinuso funkcija būtų pakeista sinuso funkcija? Kokios kitos funkcijos suformuotų gerus vardų kortelės kraštus?

Reikmenys

- Paruošiamojo skaičiavimo dalyko žinios ir pagrindinių trigonometrinių transformacijų žinios,
- Kompiuteris su „OpenSCAD“ ir atsisiųstas kodo failas.

Žingsniai

1. Pakeiskite ir nuspręskite kaip elgiasi amplitudė, dažnis ir transformacija.
2. Pabandykite kosinuso funkciją pakeisti sinusu. Kas atsitiks?
3. Peržiūrėkite kitas funkcijas, kurios gali įtakoti kraštą.

3 VEIKLA: SUSIPAŽINKITE SU RYMANO INTEGRALINĖMIS SUMOMIS

Vardo kortelės krašto bangos forma yra paprasta **Rymano integralinės sumos** aproksimacija plotui, esančiam funkcijos **f(x)** grafiko intervale. Toliau pateikiamas kodas, sukuriantis bangos žingsnius.

```
for( i = [0:steps-1] ){
  translate([ i*(length/steps), 0, 0 ])
    cube([ length/steps, width, f(i) ]);
```

Reikmenys

- Skaičiavimo ir Rymano integralinių sumų apibrėžtiesiems integralams žinios.
- Kompiuteris su „OpenSCAD“ ir atsisiųstas kodo failas

Žingsniai

1. Skaičius keiskite nedideliais žingsniais, kad suprastumėte kas vyksta. Kokio tipo Rymano integralinė suma yra suformuota?
2. Kažkas subtilaus vyksta su funkcijos apibrėžimo „steps-1“ dalimi. Kodėl čia pateikiama būtent ši kodo dalis ir kokią įtaką ji daro formai? Pakeiskite „steps-1“ verte (pabandykite 4, 8 ir pan.) ir užsirašykite kas atsitiks. Ką galite pasakyti apie Rymano integralinei sumai naudojamą intervalą?

ŽINIŲ PATIKRA

- Kokie yra parametrinio dizaino privalumai?
- Kaip generuojate pagrindines formas naudodami kodą?
- Kodėl yra svarbu naudoti kintamuosius „OpenSCAD“ kode?
- Kokie yra parametrų pavyzdžiai, kuriuos norėtumėte pakeisti, kai kuriate objekto dizainą?
- Ką turite pakeisti arba įtraukti į savo „OpenSCAD“ failą, kad jį būtų galima naudoti „Customizer“?

TOLIMESNĖ VEIKLA

Tinkamo įrankio pasirinkimas yra labai svarbi jūsų dizaino kūrimo proceso dalis. „OpenSCAD“ puikiai tinka kurti objektus su paprastai keičiamais parametrais. Su „OpenSCAD“ paprasta grįžti ir pakeisti parametrus, kad tikrų bet kokiai situacijai, kurios gali reikėti arba atlikti nedidelius matavimų koregavimus. Šis lankstumas suteikia galimybę daugiau naudoti iteraciją savo projektuose. Toliau susipažindami „OpenSCAD“ ir gilindami savo programavimo žinias, galėsite kurti sudėtingus projektus. Tokiu būdu galite pereiti į kitą lygmenį įkeldami savo projektus į **„Thingiverse Customizer“**!

PROJEKTAS: SKAITMENINIS FORMAVIMAS NAUDOJANT „SCULPTRIS“

3D ATSPAUSDINTŲ FOSILIJŲ KŪRIMAS

TEORIJA

Šiame projekte jūs ir moksleiviai sužinosite kaip naudoti nemokamą programą „Sculptris“. „Sculptris“ yra skaitmeninis skulptūrų formavimo įrankis, naudojantis šepetėlio įrankius keisti skaitmeninio molio rutuliuką ir skirtas kurti organines formas. Šioje dalyje pateiksime kaip į mokymo medžiagą įtraukti „Sculptris“ ir geologinius periodus, bei fosilijas. Išmoksime kaip suprojektuoti kelias sudėtingas formas, primenančias fosilijas. Taip pat tyrinėsime kaip paruošti spausdinimui modelius, turinčius lenktus paviršius. Net, jeigu savo klasėje neturite fosilijos, „Sculptris“ puikiai tinka bet kokiems projektams, kuriuose reikia sukurti organines formas.

TAIKYMO SRITIS

Moksleiviai turi studijuoti gyvybės evoliucijos lako skalę ir kurti būtybes, gyvenusias tose erose. Kartu grupėse moksleiviai turi tyrinėti jiems paskirtą periodą ir sukurti būtybes, gyvenusias nurodytu laikotarpiu. Kai būtybė sukurta, moksleiviai pasirinks kurią modelio dalį nori sukurti kaip fosiliją ir vėliau ją atspausdins. Baigiant projektą moksleiviai gali bendrinti savo fosilijas, jas datuoti ir paaiškinti kaip galėjo atrodyti gyvūnas ir kodėl.

PROJEKTO PLANAS

Tyrinėkite: fosilijos ir geologiniai periodai;
Tyrinėkite: projektavimas naudojant „Sculptris“;
Kurkite: fosilijos kriauklės projektavimas;
Kurkite: fosilijos danties projektavimas;
Kurkite: sukurkite savo fosilijas;
Tolimesnės veiklos: formos gipsui, fosilijų kasimo laiko skalė.

Strategija

Rekomenduojama, kad moksleiviai tyrimo proceso dalį vykdytų atskirai, o kūrimo proceso metu dirbtų grupėmis.

- Reikmenys
  - Fosilijos (tikros arba atspausdintos 3D būdu),
  - Kompiuteriai su įdiegtomis „Sculptris“ ir „MakerBot Desktop“ programomis.
    - „Sculptris“ atsisiųskite iš http://pixologic.com/sculptris/
- Techninė įranga
  - „MakerBot Replicator“,
    - Siūloma spausdinimo trukmė: 1 valanda vienai fosilijai,

- Kompiuteriai su įdiegtomis „Sculptris“ ir „MakerBot Desktop“ programomis,
  - „Sculptris“ atsisiųskite iš http://pixologic.com/sculptris/
- Pelė su trimis mygtukais arba skaitmeninė piešimo planšetė.

Medžiagos tolimesnėms veikloms (pasirenkama papildomai)

- Gipsas liejimo formoms,
- Vazelinas,
- Smėlis,
- Molis,
- Popieriaus lakštai,
- Dengtas indas,
- Akmenų valymo įrankiai.

Mokymosi tikslai

Bendroji informacija

- Geologiniai periodai (eonas > era > periodas > epocha),
- Biologinė adaptacija,
- Kaip susiformuoja fosilijos,
- Paleontologų darbas.

3D dizainas (skaitmeninis skulptūrų kūrimas)

- Navigacija,
- Šepetėliai – „Grab“ (sugriebti), „Draw“ (braižyti), „Flatten“ (suploti), „Smooth“ (glotninti), „Crease“ (raukšlėti),
- Kaip kurti organines formas,
- Dizaino kūrimas pagal pavyzdžio iliustraciją.

3D spausdinimas

- Organinių formų spausdinimas,
- Atramos ir atraminės plokštės.

TERMINOLOGIJA

- **Skaitmeninis skulptūrų kūrimas:** organinių formų kūrimo procesas naudojant teptuko įrankius ,skulptūrų formavimo iš molio imitavimas.
- **„Mesh“ (tinklelis):** viršūnių, kraštų ir paviršių rinkinys, apibrėžiantis 3D modelio formą; rodoma „Sculptris“ trikampių numeriais.
- **Daugiakampiai:** 2D paviršiai, sudarantys **tinklelį**. „Sculptris“ visi daugiakampiai yra trikampių formos.
- **„Wireframe“ (karkasinis modelis):** objekto **tinklelio** vizualizacija.
- **„Non-manifold“ (nevientisas): tinklelis**, kuris nėra visiškai užbaigtas arba vientisas, kuriam trūksta daugiakampių arba susikirtimų.

TYRINĖKITE:
FOSILIJOS IR GEOLOGINIAI PERIODAI

Rekomenduojame susipažinti su šio projekto tempu. Jį galima dėstyti kelias dienas arba pateikti glaustai per vieną pamoką.

MOKSLEIVIAI MOKYSIS GEOLOGINIUS LAIKOTARPIUS

- Kalbėkite apie geologinius laikotarpius. Kas juos sudaro? Kam jie yra naudojami? Padalinkite laiko skalę į eonus, eras, periodus ir epochas.

LEISKITE MOKSLEIVIŲ GRUPĖMS TYRINĖTI LAIKOTARPIUS IŠ PALEOZOJAUS, MEZOZOJAUS ARBA KAINOZOJAUS EROS

- Kaip atrodė aplinka ir kaip ji buvo susijusi su gyvūnais?
- Kokie yra šį laikotarpį nusakantys aspektai? Kokie yra erą, į kurią šis laikotarpis patenka, nusakantys aspektai?
- Leiskite komandoms pasidalinti savo atradimais su likusia klase.

PRISTATYKITE KAS TAI YRA FOSILIJOS IR KAIP JOS SUSIFORMUOJA

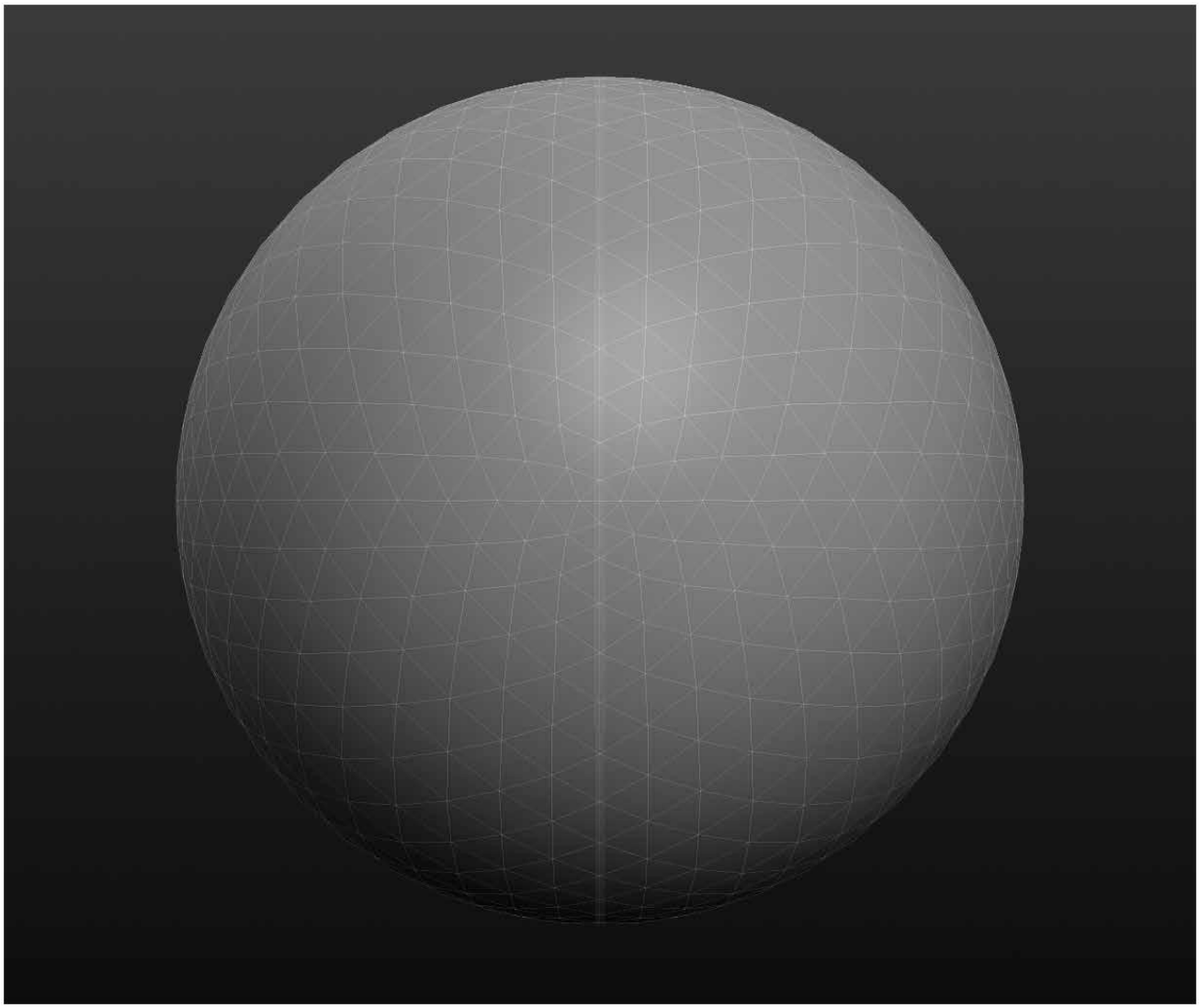
- Paaiškinkite, kad fosilijos susiformuoja iš kietųjų gyvūno kūno dalių ir gali susiformuoti, jeigu šios dalys lieka netrikdomus pakankamai ilgai, kad būtų padengtos nuosėdomis.
- Leiskite fosilijas apžiūrėti moksleiviams, bei paraginkite juos nusipiešti jas ir pažymėti.
- **Diskusija**: Tegul moksleiviai nustato kam priklauso fosilija (gyvūnas, laikotarpis ir pan.).

TEGUL MOKSLEIVIŲ GRUPĖ SUKURIA GYVUS PADARUS, KURIE GYVENO TIRIAMOJO LAIKOTARPIO METU

- Išdalinkite jiems didelius popieriaus lapus, kad galėtų nupiešti gyvą padarą, jį nuspalvinti ir paaiškinti kiekvieną dalį, kuri daro gyvūną ypatingu arba pritaiko prie jį supančios aplinkos.
- Turi būti paaiškinta kiekviena nupiešto gyvo padaro kūno dalis. Kodėl šis gyvas padaras turi ilgą uodegą? Kodėl tai yra vabzdys?
- Leiskite moksleiviams pasirinkti jų gyvūno kūno dalį, kad sukurtų ir atspausdintų fosiliją. Rekomenduojame, kad moksleiviai pasirinktų mažas gyvūnų dalis, o ne visą gyvūną.
- **Diskusija**: Kurios gyvūno dalys greičiausiai taps fosilijomis?

TYRINĖKITE: PROJEKTAVIMAS NAUDOJANT „SCULPTRIS“

Kai atveriate „Sculptris“, matysite rodomą atvaizdą. Eksperimentuokite su kiekvienu teptuku ir įrankiu, kad susipažintumėte su jų funkcijomis.



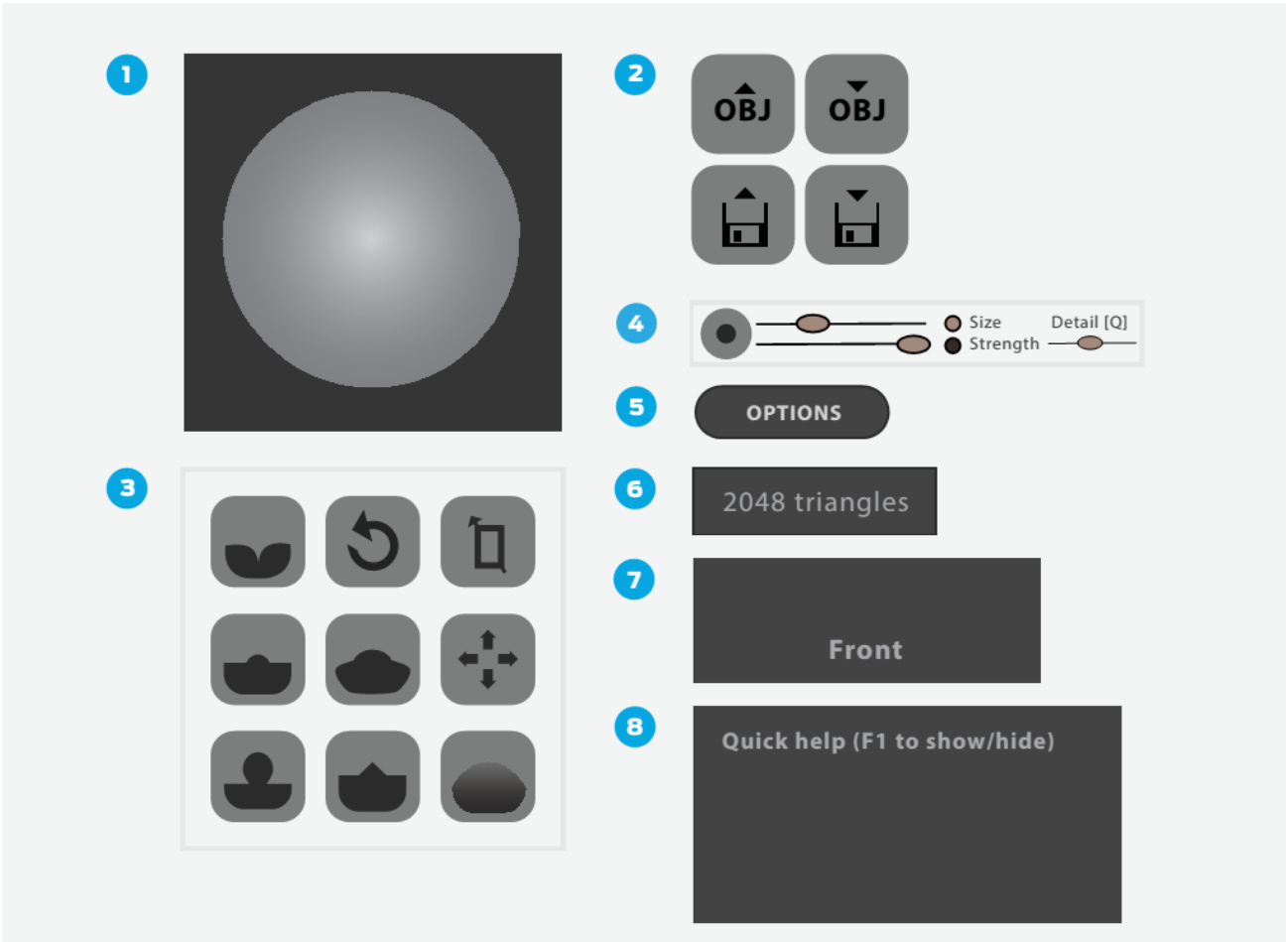
SĄSAJA

1. **Skaitmeninė sfera** – jūsų dizaino atskaitos taškas.
2. **Įrašymo mygtukai** – **„Import“ (importuoti)**, **„Export“** (eksportuoti) ir **„Save“** (įrašyti) modelius naudojant šiuos mygtukus.
3. **Šepetėliai** – įrankiai, kurie suteikia galimybę redaguoti sferą (skaitmeninį molį) skirtingais būdais.
4. **Teptuko parinktys** – keiskite formavimo teptukų dydį ir jėgą.
5. **Parinktys** – keiskite sistemos parinktis ir importuokite fono atvaizdus.
6. **Daugiakampių arba trikampių skaičiavimas** – bendras skaičius trikampių, nusakančių objekto formą.
7. **Žiūrėjimo kampas** – nurodo vieną iš pagrindinių žiūrėjimo pozicijų (priekis, kairė, dešinė ir t. t.).
8. **Žinynas** – dokumentacija, skirta padėti su pagrindiniais sparčiaisiais klavišais.

1 ŽINGSNIS: MOKYMASIS NAVIGUOTI

„Orbit“ (sukti apie) – *spustelėkite dešinįjį pelės mygtuką ir vilkite, kad suktumėtės aplink modelį*.
• **„Pan“** (panoraminis režimas) – *laikykite „Alt“, spustelėkite ir nuvilkite* naudodami pelės ratuką.
• **„Zoom“** (mastelio keitimas) – *sukite pelės ratuką, aukštyn ir žemyn*.

PATARIMAS: SUKDAMIESI SPUSTELĖKITE „SHIFT“ KLAVIŠĄ, KAD UŽFIKSUOTUMĖTE KONKREČIOJE ŽIŪRĖJIMO PADĖTYJE, PVZ., VIRŠUJE ARBA ŠONE.



PATARIMAS: NUSTATĖME, KAD „SCULPTRIS“ GERIAUSIAI TINKA NAUDOTI SU TRIJŲ KLAVIŠŲ PELYTE ARBA SKAITMENINE PIEŠIMO PLANŠETE. NEŠIOJAMO KOMPIUTERIO JUTIKLINIS KILIMĖLIS NĖRA TINKAMAS NAUDOTI SU „SCULPTRIS“

2 ŽINGSNIS: EKSPERIMENTUOKITE SU ŠEPETĖLIAIS

- Išbandykite kiekvieną iš **devynių šepetėlių**, esančių viršuje kairėje. Kokias funkcijas atlieka kiekvienas iš jų? Pavyzdžiui spustelėkite **„Draw“** (braižyti), tada spustelėkite sferą, kad ją pakeistumėte. Ką daro kiekvienas teptukas? Ar tai yra tai, ko tikėjotės?
- Atkreipkite dėmesį į **simetrinę liniją**, einančią per sferos centrą; kad ir ką nupieštumėte vienoje pusėje, bus sukurtas veidrodinis vaizdas kitoje. Galite išjungti simetrinę liniją naudodami **„Symmetry“** (simetrija) mygtuką.
  Pastaba. Dizaineriai paprastai pradeda objektą modeliuoti naudojant simetriją, po to ją išjungia, kad galėtų atlikti nesimetrinį detalizavimą ir išbaigti objektą.
- Kiekvienam **šepetėliui** galite keisti **„Size“** (dydis) ir **„Strength“** (stiprumas), pasirinkdami **iš „Brush Options“** (šepetėlių parinktys), esančių ekrano viršuje. Eksperimentuokite su skirtingais nustatymais ir pamatykite ką jie daro. Ką įtakoja **„Size“** (dydis) ir **„Strength“** (stiprumas)? Ką galite pasakyti apie **„Materials“** (medžiagos)?

PATARIMAS: TAIP PAT GALITE PAKEISTI **ŠEPETĖLIO PARINKTIS** NEPERKELDAMI PELĖS ŽYMEKLIO Į EKRANO VIRŠŲ, TIESIOG NUSPAUSDAMI **TARPO KLAVIŠĄ,** KAD AKTYVUOTUMĖTE **ĮRANKIŲ NUSTATYMUS**. TARPO KLAVIŠAS YRA VIENAS IŠ **SPARČIŲJŲ KLAVIŠŲ** PAVYZDŽIŲ, KURIUOS GALITE NAUDOTI GREITAI KEIČIANT ĮRANKIUS ARBA NUSTATYMUS FORMAVIMO METU. TOLIAU ESANČIOJE KORTELĖJE PATEIKIAMI IŠSAMESNĖ INFORMACIJA APIE **SPARČIUOSIUS KLAVIŠUS**.

Praktikuokitės naudodami toliau pateikiamus sparčiuosius klavišus:

ĮRANKIS ARBA VEIKSMAS	**SPARTUSIS KLAVIŠAS**	**PASTABOS**
Įrankio nustatymai	Tarpo klavišas	Greitai keičia šepetėlio dydį ir jėgą.
„Undo“ (atšaukti)	„Command-Z“ („Mac“) arba „Control-Z“ (PC)	Grįžimui atgal per kelis žingsnius savo formavimo istorijoje.
„Smooth“ (glotninti)	„Shift“	Palaikykite nuspaudę „Shift“, kai naudojate kitus įrankius, kad laikinai perjungtumėte į **„Smooth“** (glotninti).
„Draw“ (braižyti)	D	Perjungia į **„Draw“** (braižyti).
„Flatten“ (suploti)	F	Perjungia į **„Flatten“** (suploti).
„Grab“ (sugriebti)	G	Perjungia į **„Grab“** (sugriebti).
„Wireframe“ (karkasinis modelis)	W	Perjungia į **„Wireframe“** (karkasinis modelis) peržiūros įjungimą / išjungimą

3 ŽINGSNIS: TINKLELIO 3D SPAUSDINIMUI OPTIMIZAVIMAS

- Kai formuojate savo modelį, norite išvengti tinklelio **plėšimo**. Perjunkite į **„Wireframe“** (karkasinis modelis) vaizdinį ir žiūrėkite į savo modelį. Kaip atrodo tinklelis? **Tinklelis** yra modelį sudarančios geometrinės formos. Tai yra tinklas, dengiantis jūsų projektuojamą objektą ir kuris neturi būti labai painus.
- Formuojant galima supainioti tinklelį ir sukurti vietas, kurių negalima atspausdinti 3D spausdintuvu. Tai yra vadinamas **nevientisas** modelis. Tai gali būti sudėtinga ištaisyti ir gali reikėti kitokios projektavimo įrangos, kad išspręsti šią problemą, todėl formuodami venkite veiksmų, dėl kurių karkasiniame modelyje atsirastų plyšys arba atsirastų vietų, kur tinklelis susikirstų pats su savimi.

  - Apžiūrėkite modelį iš visų pusių. Ar tinklelyje yra plyšys arba pats nesusikerta su savimi? Naudodami „Sculptris“ galite pataisyti susipynusius arba su plyšiu tinklelius naudodami **„Reduce Brush“** (mažinimo šepetėlis). Pasirinkite šį šepetėlį, padidinkite jo **„Strength“** (jėgą),tada su šepetėliu kelis kartus perbraukite probleminę zoną. Šį įrankį išbandykite kurioje nors savo modelio vietoje.

- Jeigu modelyje yra per daug trikampių, tai užims labai daug laiko „MakerBot Desktop“ **padalinti į smulkius sluoksnius**. Atkreipkite dėmesį į **trikampių skaitiklį**, esantį „Sculptris“ ekrano apačioje, kairėje pusėje. Nykščio taisyklė: norėsite, kad šiame skaitiklyje rodomos vertės būtų mažesnės kaip 100 000, tai reiškia, kad jūsų modelio išvesties failo dydis būtų mažesnis už 10 MB ir lengvai padalinamas sluoksniais 3D spausdinimui. Užtikrinant, kad trikampių skaitiklyje rodomos žemos vertės taip pat padeda sklandžiau veikti programai.

  - Norint sumažinti trikampių skaitiklyje rodomas vertes, naudokite **„Reduce“** (sumažinti) arba **„Reduce Selected“** (sumažinti pasirinktą sritį). Atkreipkite kokį poveikį šie įrankiai turi **trikampių skaitikliui**, esančiam ekrano apačioje, kairėje pusėje.

4 ŽINGSNIS: ATSTATYKITE DARBO ERDVĘ Į PRADINĘ BŪSENĄ IR SUKONFIGŪRUOKITE ĮRANKIUS IR ŠEPETĖLIUS

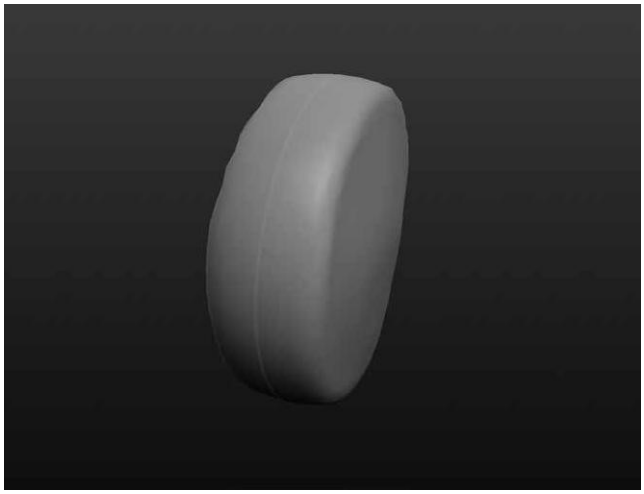
Dabar galite eksperimentuoti su skirtingais nustatymais; labai svarbu pradėti su nauja drobe ir teptukais. Vadovaukitės tolimesnėje dalyje pateikiamais darbo erdvės nustatymais.

- Norėdami pradėti iš naujo su nauja sfera, spustelėkite **„Sphere“** (sfera) mygtuką, tada pasirinkite **„New Scene“** (nauja scena).
- Įsitikinkite, kad yra aktyvuota **„Symmetry“** (simetrija). Ant sferos bus matoma **simetrijos linija**.
- Pagal poreikį įjunkite arba išjunkite **„Wireframe“** (karkasinis modelis) mygtuką.
- Įsitikinkite, kad **„Airbrush“** (pulverizatorius) yra įjungtas.
- Sukonfigūruokite teptuko dydžio ir stiprumo nustatymus. Šiuos nustatymus galite pakeisti vėliau, tačiau geriausiai yra pradėti nuo:
  - **„Grab“** (sugriebti): **„Strength“** (stiprumas) centre, **„Detail“** (detalumas) centre; išjungti **„Global“** (visuotinis).
  - **„Draw“** (braižyti)**: „Strength“** (stiprumas) centre, **„Detail“** (detalumas) dešinėje; įjungti **„Clay“** (molis), tada įjungti **„Soft“** (minkštas).
  - **„Smooth“** (glotninti)**: „Strength“** (jėga) centre, **„Detail“** (detalumas) centre.
  - **„Flatten“** (suploti)**: „Strength“** (jėga) centre, **„Detail“** (detalumas) centre.

KURKITE:
KRIAUKLĖS FOSILIJOS PROJEKTAVIMAS

Šioje dalyje naudosite „Sculptris“ kriauklės fosilijos kūrimui. Kai kurios tokios formos fosilijos yra iš amonitų, moliuskų, kurie atsirado prieš 240 milijonų metų. Tai yra vienos gausiausiai šiandien randamų fosilijų. Amonitai dabar jau yra išnykę, tačiau atrodo labai panašūs į nautilus, kurie gyvena šiuo metu.

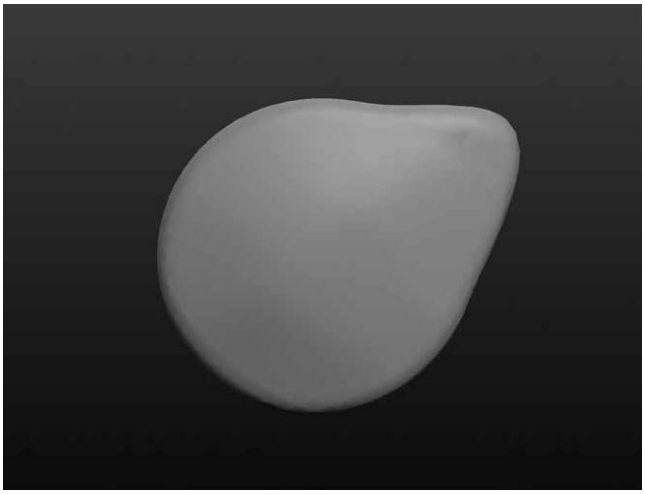
Pateiksime po vieną projektavimo žingsnį vienu metu, todėl nesijaudinkite, kad esate tik pradedantysis.



1 ŽINGSNIS: SUTEIKITE LEDO RUTULIO RITULIO FORMĄ

Jūsų pirmasis tikslas yra sukurti plokščią cilindrinę formą.

- Paspauskite **„New Sphere“** (nauja sfera), tada **„New Scene“** (nauja scena), kad pradėtumėte darbus su nauja sfera.
- **Spustelėkite pelės mygtuką, kad apsuktumėte** aplink sferą, kad **simetrinė linija** nebūtų matoma, užtikrinant, kad dirbate tik su viena modelio puse. Dabar viskas, ką padarysite vienoje pusėje, bus taip pat atkartota priešingoje pusėje.
- Pasirinkite **„Flatten“** (suploti) ir nustatykite didžiausią **„Size“** (dydis), naudodami **„Brush Options“** (teptuko parinktis) arba **„Tool Settings“** (įrankio nustatymai).
- Padarykite sferą plokščią naudodami **„Flatten“** (suploti) iki ji atrodys kaip ledo rutulio ritulys. Apsukite aplink objektą ir įsitikinkite, kad jis yra tinkamos formos.



2 ŽINGSNIS: PRAILGINKITE VIENĄ OBJEKTO ŠONĄ

Ištraukite vieną formos pusę, kad kitame žingsnyje galima būtų suformuoti spiralę. Tikslas yra suformuoti kažką panašaus kaip parodyta iliustracijoje.

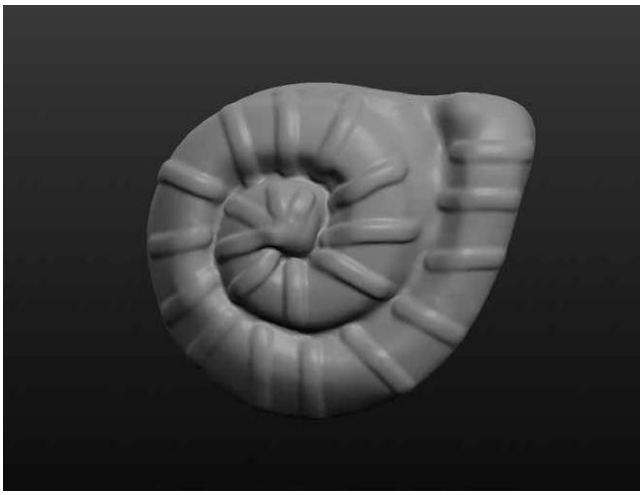
- Pasiimkite **„Grab“** (sugriebti) šepetėlį ir pasirinkite pakankamai didelį šepetėlio dydį.
- Ištraukite vieną objekto dalį.
- Apsukite aplink ir įsitikinkite, kad suėmimas nepaliko įdubimų išilgai simetrijos linijos. Jeigu liko, naudokite **„Draw“** (piešti), kad užpildytumėte (arba **„Undo“** (atšaukti) ir bandykite dar kartą).

PATARIMAS: ATSIMINKITE, KAD GREITAI GALITE PASIEKTI **„SMOOTH“** (GLOTNINIMĄ) **PASPAUSDAMI „SHIFT“** KLAVIŠĄ.

3 ŽINGSNIS: NUPIEŠKITE SPIRALĖS FORMĄ

Dabar pradėsite nuo išsikišimo, kurį sukūrėte ankstesniame žingsnyje ir nupiešite spiralę, nukreiptą į objekto centrą.

- Pasirinkite **„Draw“** (piešti) ir pakeiskite **„Size“** (dydį).
- Su pelyte nupieškite spiralę pradėdami nuo išsikišimo ir baigdami ties centru.
- Galite naudoti **„Crease“** (raukšlėti), kad sukurtumėte spiralės įrantas arba **„Smooth“** (glotninti), kad neakcentuoti šių įrantų.



4 ŽINGSNIS: NUBRAIŽYKITE DETALIAS LINIJAS APLINK SPIRALĘ

Tikslas yra toliau tobulinti fosiliją įtraukiant smulkesnes detales.

• Pasirinkite **„Draw“** (piešti) ir sumažinkite šepetėlio dydį.
• Nupieškite detales ant spiralės (žr. pavyzdinę iliustraciją)
• Apžiūrėkite visą objektą ir įsitikinkite, kad išorinės linijos vienoje pusėje susijungė su kitoje pusėje esančiomis linijomis. Naudokite **„Draw“** (piešti), kad linijas pratęstumėte iki simetrijos linijos, jeigu reikia.

PATARIMAS: KADANGI „SCULPTRIS“ NUMATYTIEJI PARAMETRAI YRA COLIAI, PATS MODELIS IMPORTUOTAS Į „MAKERBOT DESKTOP“ BUS LABAI MAŽAS. IMPORTAVUS BŪSITE PARAGINTI PAKEISTI MASTELĮ. JEIGU NEBUS RODOMAS RAGINIMAS, ATVERKITE **„SCALE“** (MASTELIS) IR PASPAUSKITE **„IN » MM“** (COLIAI Į MM).

5 ŽINGSNIS: BAIGIAMIEJI POTĖPIAI

Eksperimentuokite su kitais teptukais ir nustatymais, kad keistumėte ir patobulintumėte modelio formą:

- Naudokite **„Grab“** (sugriebti), kad modelį padarytumėte storesniu arba plonesniu. Pirmiausiai atitolinkite ir pasirinkite didžiausią galimą teptuko dydį. Tada suimkite fosiliją už priekinio paviršiaus ir pastumkite arba patraukite, kad pakeistumėte jos plotį.
- Lyginkite grubias dalis sukdami ir glotnindami.
- Sukurkite savo dizainą!

6 ŽINGSNIS: ĮRAŠYKITE, EKSPORTUOKITE IR ATSPAUSDINKITE SAVO FOSILIJĄ

- **Įrašykite** savo dizainą į kompiuterį, kad galėtumėte vėliau atlikti pakeitimus.
- **Eksportuokite baigto modelio OBJ** į savo kompiuterį. Eksporto funkcija naudoja OBJ failus automatiškai.
- Naudodami **„Prepare“** (paruošti) „MakerBot Desktop“, pasirinkite **„Add File“** (įtraukti failą) ir įkelkite savo projektą. Jeigu iškyla langas, kuriame klausiama, ar norite keisti savo objekto mastelį, paraginus pasirinkite **„Rescale Object“** (pakeisti objekto mastelį).
- Dėl organinės modelio formos, greičiausiai jums reikės spausdinti naudojant **„Supports“** (atramos). Pabandykite perorientuoti ir pakreipti modelį kampu ant formavimo plokštės, kad spausdinant reikėtų kaip galima mažiau atramų.

KURKITE:
DANTŲ FOSILIJOS PROJEKTAVIMAS

Šioje dalyje naudosite „Sculptris“ modeliuoti žolėdžio dantų fosiliją. Žolėdžiai dažniausiai turi kelias poras plačių, grublėtų krūminių dantų trinti lapus ir kitą maistą. Atrasdami tokias fosilijas archeologai gali daug sužinoti apie gyvūnų dietą ir mitybos įpročius. Kokią istoriją papasakos jūsų fosilija?

Šiame etape manome, kad jūs jau sukūrėte kriauklės fosiliją ir suprantate kaip naudoti „Sculptris“ pagrindinius įrankius, nustatymus, šepetėlius ir sparčiuosius klavišus.

1 ŽINGSNIS: SUFORMUOKITE BAZINĘ PRADINĘ FORMĄ SAVO OBJEKTUI

Norėdami pradėti žolėdžio dantų formavimą, sukurkite pailgą formą. Iš šio bloko išformuosite dantis.

- Naudokite **„New Sphere“** (nauja sfera), kad pradėti naują failą. Įsitikinkite, kad **„Symetry“** (simetrija) funkcija yra įjungta.
- Pasukite aplink, kad **simetrijos linijos** nesimatytų ir naudokite **„Flatten“** (suploti), kad išformuotumėte sferą.
- Naudokite **„Grab“** (sugriebti) su didelio dydžio teptuku, kad didžiąją dalį modelio patrauktumėte į šoną. Pasukite ir įsitikinkite, kad objektas atrodo lygus išilgai simetrijos linijos.

2 ŽINGSNIS: SUPLOKITE IŠILGAI SIMETRIJOS LINIJOS

Žolėdžiai turi plokščius krūminius dantis, todėl kitame žingsnyje suplosime figūros viršų. Čia suformuosite dantų kandimo paviršių.

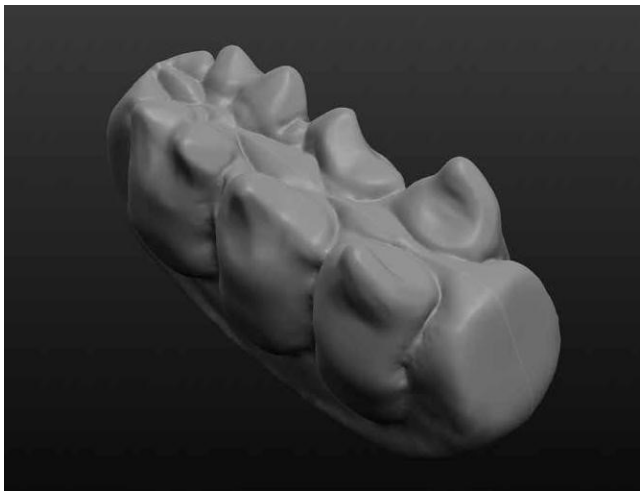
Įsitikinkite, kad per suplotą paviršių eina simetrinė linija.

- Pasukite taip, kad galėtumėte matyti **simetrijos liniją**.
- **Suplokite** figūrą išilgai simetrijos linijos. Naudokite **„Reduce“** (sumažinti) arba **„Smooth“** (glotninti), jeigu matote plyšį tinklelyje.

3 ŽINGSNIS: NUPIEŠKITE ŠONINĮ DANTŲ PAVIRŠIŲ

Pagalvokite kaip krūminiai dantys atrodo iš šono. Kitas žingsnis yra suformuoti tris žolėdžių dantis. Kiekvienas modelis atrodo skirtingai, tačiau šiame žingsnyje turite suformuoti kažką panašaus kaip kairėje pateiktoje iliustracijoje.

- Modelį pasukite į šoną.
- Naudokite **„Draw“** (piešti) ir **„Crease“** (raukšlėti), kad suformuotų trijų krūminių dantų formas. Nepamirškite pagal poreikį pakeisti teptuko **„Size“** (dydis) ir **„Strength“** (stiprumas).
- **„Grab“** (sugriebti) už vieno arba kelių kiekvieno krūminio danties taškų. Pakeiskite šepetėlio dydį, kad pridėtumėte įvairovės.



4 ŽINGSNIS: DANTŲ VIRŠAUS NELYGUMŲ FORMAVIMAS

Peržiūrėkite skirtingus šiuo metu gyvenančių žolėdžių dantis. Naudokite šias nuotraukas kaip pavyzdį tolimesniuose žingsniuose.

• Naudokite **„Crease“** (raukšlėti), kad suformuoti plyšį tarp krūminių dantų ir žemyn centro link. **Dažnai pasukite** aplink, kad apžiūrėtumėte iš visų pusių.

• Naudokite **„Grab“** (sugriebti), kad patraukti tam tikras danties vietas.

5 ŽINGSNIS: BAIGIAMŲJŲ POTĖPIŲ PRIDĖJIMAS

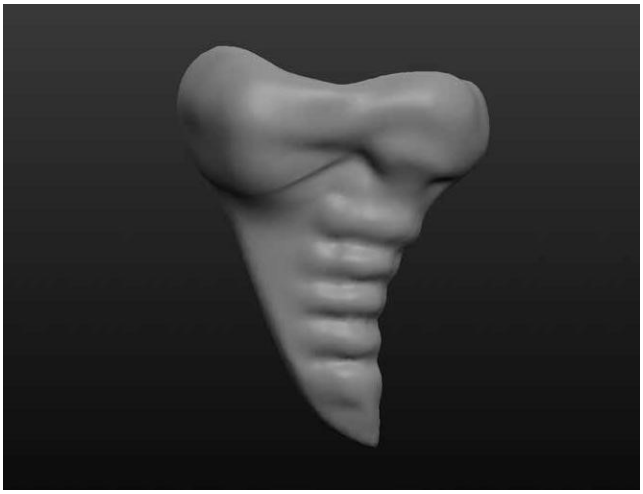
- Jeigu fosilija atrodo per plati arba per plona, atitolinkite ir naudodami **„Grab“** (sugriebti) didžiausią teptuką pastorinkite arba suploninkite modelį. Sukiokite modelį ir apžiūrėkite jį iš visų pusių.
- Atlikite baigiamuosius veiksmus su savo modeliu, naudodami **„Smooth“** (glotninti) išlyginti grubias vietas ir kitus šepetėlius pakeitimams atlikti.
- **Suplokite** apatinę dalį, kad palengvintumėte spausdinimą.

6 ŽINGSNIS: ĮRAŠYKITE, EKSPORTUOKITE IR ATSPAUSDINKITE SAVO PROJEKTĄ

- **Įrašykite** savo „Sculptris“ failą ir **eksportuokite** savo modelį kaip **OBJ**.
- Pakartokite žingsnius, kokius atlikote ruošdami kriauklės fosilijos modelį spausdinimui ir jį atspausdinkite.

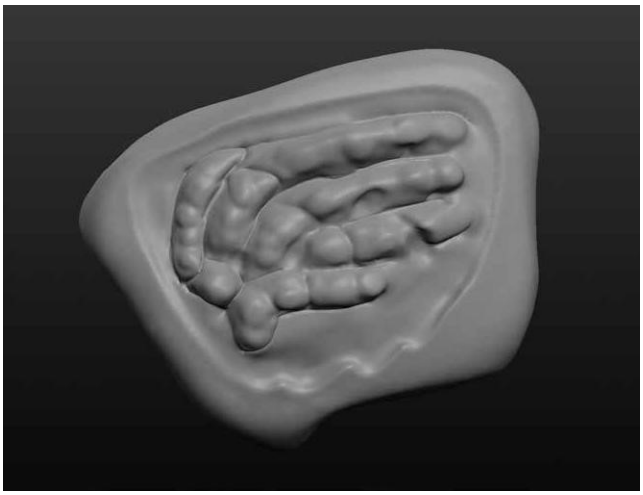
KURKITE:
KURKITE SAVO FOSILIJAS

Dabar naudodami ankstesnėse dalyse pateikiamus formavimo metodus sukurkite ir atspausdinkite savo „Sculptris“ failus. Grįžkite atgal į tyrimo dalį, kad rastumėte idėjas, kurias galėtumėte panaudoti savo fosilijų kūrimui. Sukūrę savo dizainą, **įrašykite**, **eksportuokite** ir **atspausdinkite** savo fosilijos modelį.



Didesniam įkvėpimui
Peržiūrėkite šiuos du dizainus, suformuotus naudojantis tokiu pačiu įrankių rinkiniu.

Tai yra mėsėdžio gyvūno danties fosilija. Kuo mėsėdžio dantys skiriasi nuo žolėdžio dantų, kuriuos sukūrėme anksčiau ir kodėl? Ką danties forma sako apie gyvūnų mitybos įpročius?



Tai yra peleko kaulų fosilija. Kaip galvojate kodėl išliko tik peleko kaulai? Ką kaulų fosilija pasako apie formą peleko, kuriam jie priklausė?

TOLIMESNĖ VEIKLA: GIPSO LIEJIMO FORMOS IR FOSILIJOS, IŠ PASIRINKTO LAIKOTARPIO, IŠKASIMAS

1 VEIKLA: NAUDODAMI FORMAS SUKURKITE GIPSINES FOSILIJŲ KOPIJAS

Fosilijos suformuojamos septyniais būdais: anglies plėvelėmis, anglimi, mineralų pakeitimu, liejimo formomis, originaliomis liekanomis, fosilijų pėdsakais arba iškastiniais pėdsakais.

Kai sukurti projektai buvo baigti, sužinokite skirtingus būdus kaip fosilijos susiformuoja gamtoje, padarydami savo fosilijos gipsinę formą.

Reikmenys

- Liejimui skirtas gipsas (gipsas),
- Vazelinas arba tepalas formoms,
- Molis,
- Popieriaus lakštai.

Žingsniai

1. Ant kiekvieno lakšto suformuokite molio diską ir leiskite moksleiviams įspausti savo fosiliją į molį.
2. Fosilijos suformuotą kiaurymę padenkite vazelinu.
3. Įpilkite gipso į angą ir palikite stingti per naktį.
4. Kitą dieną leiskite moksleiviams išimti savo gipsines fosilijas iš molio ir leiskite parodyti jų sukurtus gyvūnus. Peržiūrėkite arba užbaikite paaiškindami septynis būdus, kuriais fosilijos susiformuoja gamtoje.
5. Leiskite moksleiviams pasikeisti savo fosilijomis su klasės draugais. Paraginkite juos nupiešti fosilijas ir pabandyti išsiaiškinti koks tai gyvūnas, bei kodėl jis taip atrodo.

2 VEIKLA: PALEONTOLOGINIS KASINĖJIMAS – UŽKASKITE IR ATKASKITE FOSILIJAS

Pademonstruokite kaip paleontologas dirba kasinėjimo vietoje šiame imitaciniame fosilijos atkasime. Moksleivių grupės pasidalins savo projektais su klase vykdydami kūrybinę veiklą, kaip nurodyta toliau.

Reikmenys

- Smėlis,
- Dengti indai,
- Akmenų valymo įrankiai.

Žingsniai

1. Leiskite moksleiviams sukurti gyvūną iš paleolito eros pradžios ir jį vystyti visos mezozojaus eros metu.
2. Kiekvienas moksleivis gali suformuoti ir atspausdinti seriją mažų fosilijų, parodančių kaip gyvūnas atrodė kiekvienoje eroje.
3. Atspausdinus, kiekvienas moksleivis gali sukurti dirvos laiko skalę naudodamas išmetimui tinkamą dengtą indą, užkasdamas fosilijas žemėje, kad tai atspindėtų prieškambrio amžius (seniausias yra giliausias ir t. t.).
4. Leiskite moksleiviams susikeisti indais ir išmokykite kaip teisingai atkasti ir datuoti fosiliją, kaip tai daro paleontologai.
5. Moksleiviai turi datuoti fosilijas remiantis jų radimo vieta ir nurodyti kokiam gyvūnui jos priklauso.

PATARIMAS: KADANGI REIKIA ATSPAUSDINTI DAUG FOSILIJŲ, SPAUSDINKITE KIEKVIENĄ JŲ MAŽESNIŲ MATMENŲ, KAD SUTAUPYTUMĖTE SPAUSDINIMO LAIKO.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kuo skaitmeninis skulptūrų formavimas skiriasi nuo kitų modeliavimo įrankių?
- Kokie yra „Sculptris“ privalumai ir trūkumai?
- Kaip naudojate „Symmetry“ (simetrija)?
- Kaip naviguojate „Sculptris?“?
- Ką reikia žinoti, kad užtikrinti sėkmingą organinių formų spausdinimą?
- Kaip naudojate atramas ir atramines plokštes „MakerBot Desktop“?
- Kodėl reikia keisti mastelį „Sculptris“ objektams „MakerBot Desktop“?

TOLIMESNĖ VEIKLA

Skaitmeninis skulptūrų formavimas gali būti labai galingas įrankis organinių formų kūrimui. Tyrinėkite profesionalius dizainerius naudodami skaitmenines skulptūrų formavimo programas, kad susipažintumėte su įspūdingais dalykais, kuriuos galite atlikti esant pakankamai praktikos.

PROJEKTAS:
KIETŲ KŪNŲ MODELIAVIMAS NAUDOJANT „123D DESIGN“

EKSPERIMENTINIS PROJEKTAVIMAS: TILTO STATYBA

TEORIJA

Šiame projekte jūs ir moksleiviai sužinosite kaip naudoti nemokamą programą „123D Design“. „123D Design“ yra tūrinių modelių modeliavimo įrankis, naudojantis pagrindines formas ir eskizus objektų formavimui. Tai yra naudinga bet kuriam projektui, kuriam reikalingi konkretūs matmenys ir (arba) daug susijungiančių dalių. Tolimesniuose skyriuose pateikiama informacija kaip galima „123D Design“ įtraukti į inžineriją, fiziką ir konkrečių tilto konstrukcijų projektavimą. Sužinosime kaip projektuoti 3D atspausdintas jungtis, kurios gali būti naudojamos tilto konstrukcijai. Taip pat susipažinsime kaip 3D spausdinimas gali daryti įtaką konstrukciniam stiprumui ir modelių vientisumui.

TAIKYMO SRITIS

Moksleiviai suprojektuos ir pagamins sumažintą tilto modelį naudodami tik balzos medį, 3D jungiamąsias dalis ir klijus. Projekto tyrimo dalyje moksleiviai susipažins su įvairiomis tiltų konstrukcijomis ir smegenų šturmo metu sugalvos savo konstrukciją. Tada tyrimo ir kūrimo dalyse jie išmoks kaip naudoti „123D Design“ modeliuoti skirtingus jų tiltų jungiamuosius elementus. Galiausiai jie surinks ir išbandys savo tiltų konstrukcinį vientisumą. Tolimesnėse veiklose jie gali pakelti šį projektą į aukštesnį lygį sukonstruodami ir išbandydami kitas konstrukcijas naudodami panašius procesus.

PROJEKTO PLANAS

Tyrinėkite: tiltai ir kitos laikančiosios konstrukcijos.
Tyrinėkite: modeliavimas naudojant „123D Design“.
Kurkite: stiprumo bandymo bandinių modeliavimas.
Kurkite: keturių taškų jungties modeliavimas.
Kurkite: šešiakampės jungties modeliavimas.
Kurkite: arkos jungties modeliavimas.
Kurkite: suprojektuokite papildomas jungtis.
Tolimesnės veiklos: tilto bandymas, konstrukcijų perdirbimas.

STRATEGIJA

Rekomenduojama, kad moksleiviai tyrimo proceso dalį vykdytų atskirai, o kūrimo proceso metu dirbtų grupėmis. Tilto projekto surinkimo metu jums reikės daug vietos.

- Techninė įranga
  - Kompiuteriai su įdiegtomis „123D Design“ ir „MakerBot Desktop“ programomis (http://www.123dapp.com/design).
  - „MakerBot Replicator“.
    - Rekomenduojama spausdinimo trukmė: 30–90 minučių daliai.
- Reikmenys
  - Balzos medienos tašeliai (1/8 x 1/8 colio) arba panašios (taip pat galima naudoti dantų krapštukus arba ledinukų pagaliukus).
  - Medienos klijai.
  - Milimetrinis popierius.
  - Svarsčiai (žalvarinių svarelių rinkinys, plytos ir pan.).

MOKYMOSI TIKSLAI

Bendroji informacija

- Suprasti tiltų konstrukcijas,
- Raskite skirtingų tilto konstrukcijų panašumus ir skirtumus,
- Paaiškinkite kas yra santvaros ir jų svarbą,
- Susipažinkite su skirtingų geometrinių formų atsparumu jėgai,
- Aptarkite statomų objektų ekonominius aspektus atsižvelgiant į medžiagos ir kainos apribojimus.

3D spausdinimas

- Kada naudotis 3D atspausdintais objektais vietoj esamų medžiagų?
- Iškyšos ir kabančios konstrukcijos.
- Spausdinimo nustatymų įtaka modelio stiprumo ir naudojamai medžiagai.
- Vidaus užpildymo, kiautų ir spausdinimo orientavimo krypties svarba.

3D projektavimas (tūrinių modelių modeliavimas)

- Eskizų piešimas,
- Išstūmimas,
- Projektavimas atsižvelgiant į paklaidas.

TERMINOLOGIJA

- **„Extrude“ (ištempti):** įrankis naudojamas 2D formą pakeisti į 3D objektą.
- **„Perspective View“ (perspektyvos vaizdas):** nustato tokį peržiūros taško vaizdą, kokį mato žmogaus akys. Objektai, esantys toliau, yra mažesni, nei arčiau vaizdo kameros esantys objektai.
- **„Orthographic View“ (ortografinis vaizdas):** peržiūros vaizdą nustato vienos perspektyvos atžvilgiu. To paties dydžio objektai yra tokio paties dydžio, nepriklausomai nuo jų atstumo iki vaizdo kameros.
- **„Chamfer“ (nuožula):** plokščias, kampu atlikta pjūvis komponento kraštui, dažnai naudojamas kaip užbaigimo metodas.

TYRINĖKITE: TILTAI IR KITOS LAIKANČIOSIOS KONSTRUKCIJOS

Tiltai yra naudojami labai senai ir naudojami palengvinti transportavimą sudėtingose geografinėse vietose. Tilto statymui reikia daug labai tikslaus projektavimo, nes konstrukcija turi sugebėti išlaikyti svorį, intensyvų eismą ir aplinkos poveikį. Šioje dalyje moksleiviai tyrinės skirtingus tiltų tipus, kad sužinotų jų privalumus ir trūkumus, bei kaip tiltų konstrukcija evoliucionavo per laiką.

Leiskite moksleiviams tyrinėti šiai dienai naudojamus tiltus. **Tyrinėkite** toliau pateikiamus tiltų tipus. Paraginkite klasę paaiškinti kiekvieno tilto privalumus ir trūkumus:

- Arkinis tiltas;
- Sijinis tiltas;
- Spyrinis tiltas;
- Pakabinamas tiltas.

Raskite ne tilto konstrukciją, kurioje būtų naudojamas panašus dizainas kaip viename (arba keliuose) klasėje aptartuose tiltuose. Pavyzdžiui, Eifelio bokštas Paryžiuje.

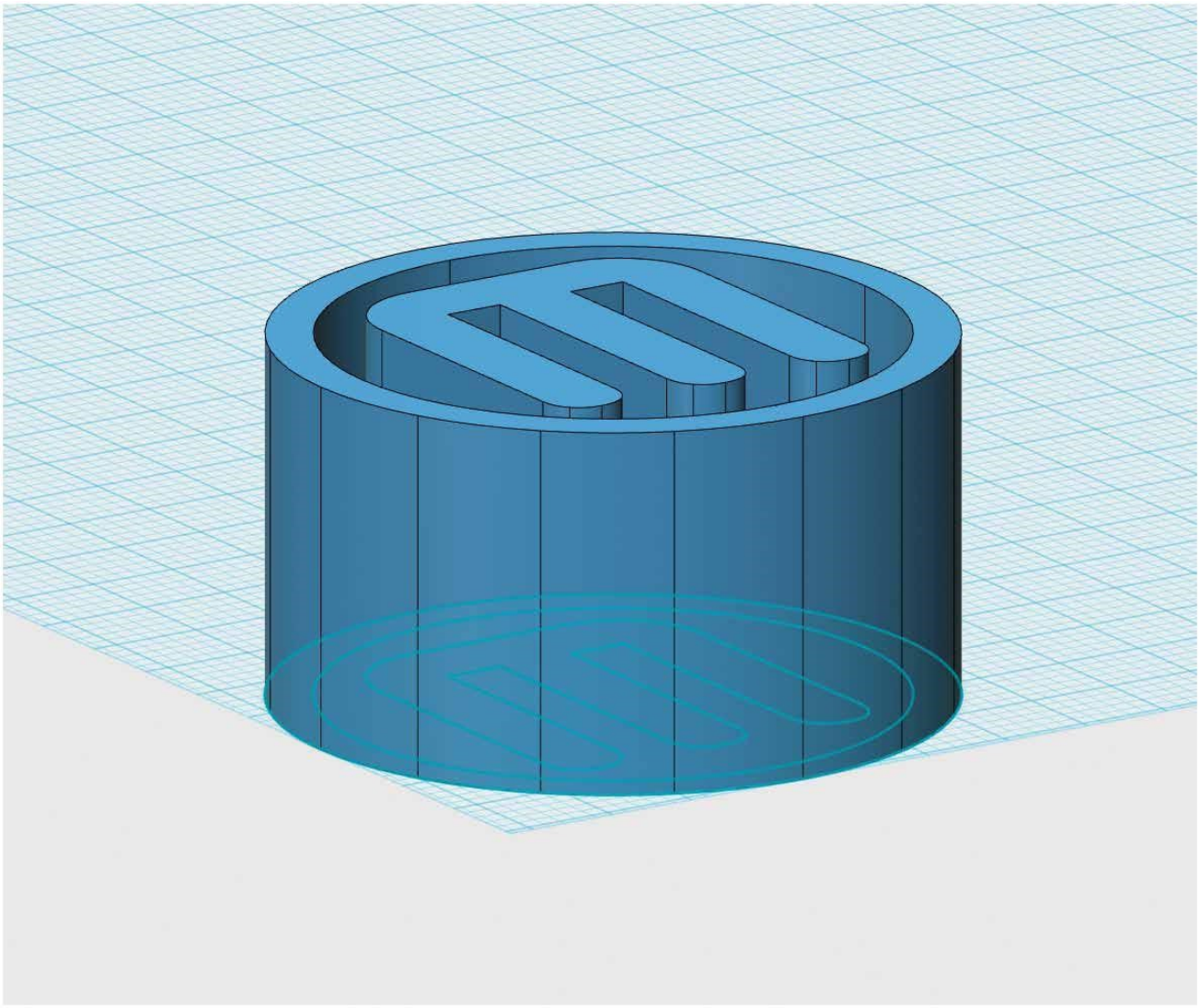
Kai moksleiviai ištyrė ir palygino tiltų konstrukcijas, leiskite jiems tyrinėti **Tacoma Narrows tiltą**, kad pamatytumėte netinkamos tilto konstrukcijos pavyzdį.

Prieš pereidami į **kūrimo** dalį, paraginkite moksleivius atlikti šią užduotį:

- Esate naujai pasamdytas inžinierius konstruktorius, kuriam pavesta sukurti naujos kartos tiltą bendruomenei. Naudodami 3D spausdinimą ir savo „123D Design“, bei tilto konstrukcijų žinias, naudodami balzos medį ir 3D atspausdintas jungiamąsias dalis turite sukurti sumažintą tilto modelį ir išbandyti kokį krūvį jis gali išlaikyti.

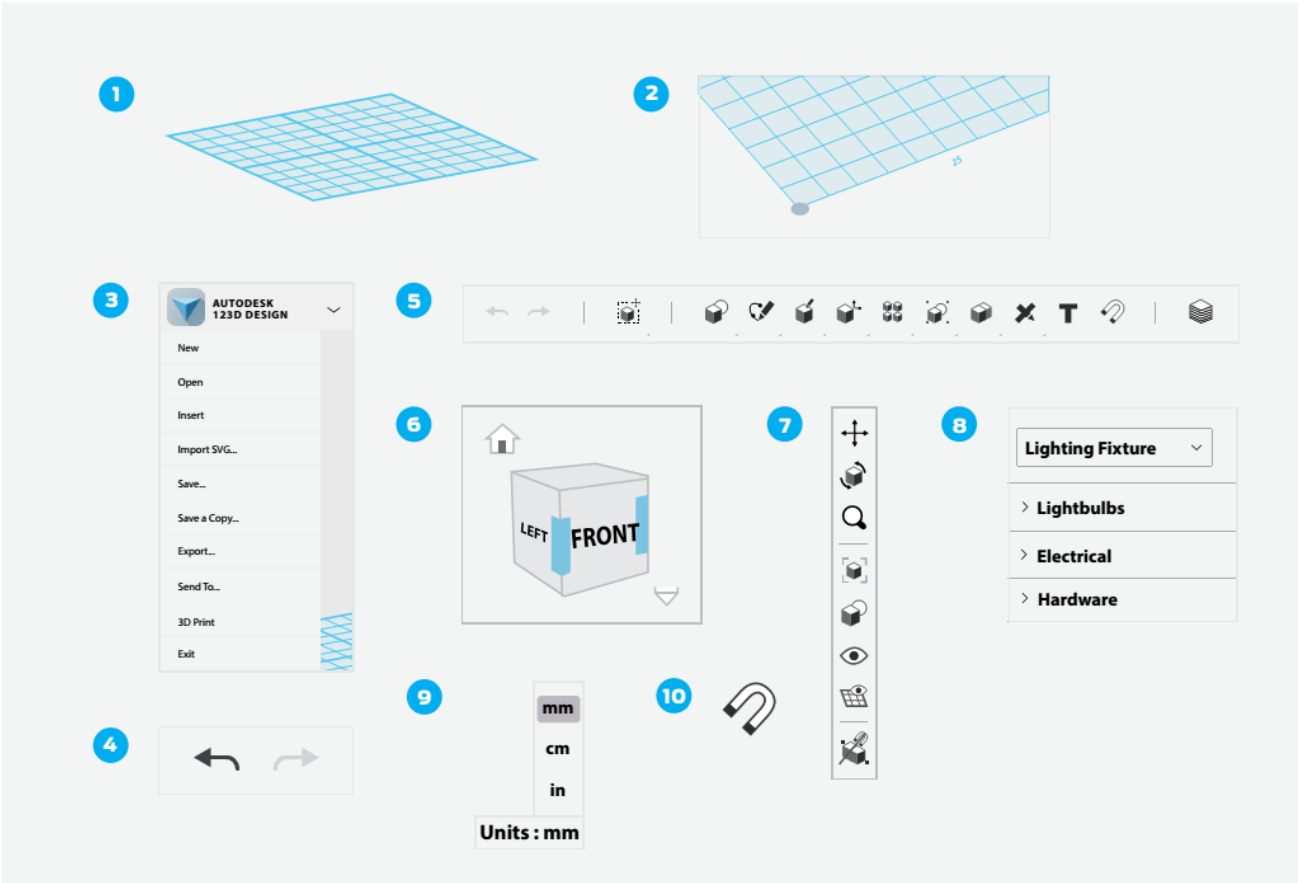
TYRINĖKITE: MODELIAVIMAS NAUDOJANT „123D DESIGN“

Toliau susipažinsite su „123D Design“ pagrindais. Atvėrę „123D Design“ programinę įrangą ir pradėję naują projektą, matysite langą, kaip parodyta toliau.



SĄSAJA

1. **Darbinė plokštuma** – tai yra numatytasis tinklelis, ant kurio yra formuojamas (-i) objektas (-ai). Braižant ir dedant pirmines figūras, jūsų žymeklis bus prijungtas prie tinklelio.
2. **Koordinačių pradžia** – (0,0) ant darbinės plokštumos. Rekomenduojame pradėti modeliuoti objektus koordinačių pradžioje.
3. **„123D Design“ meniu** – čia pateikiami failo įrašymo, eksportavimo ir kitos sistemos parinktys.
4. **Atšaukti / atkurti mygtukai** – atšaukia arba atkuria paskutinius veiksmus.
5. **3D modeliavimo įrankių juosta** – čia pateikiamos visos modeliavimo funkcijos.
6. **Rodinio kubas** – skirtas vaizdo orientavimui scenoje.
7. **Vaizdo ir navigavimo įrankių juosta** – šį meniu naudokite keisti vaizdą ir (arba) būdą, kaip objektas rodomas scenoje.
8. **Išplėstinis pirminių figūrų meniu** – iš anksto suformuoti objektai, kuriuos galima nuvilkti į vietą keitimui. *Pastaba: kai kurios pirminės figūros yra galimos turint „premium“ tipo narystę.*
9. **Matavimo vienetai** – keičia numatytuosius matavimo vienetus į mm, cm arba colius.
10. **„Snap“** (trauka) – keičia numatytąjį traukos intervalą, kai yra modeliuojami objektai.

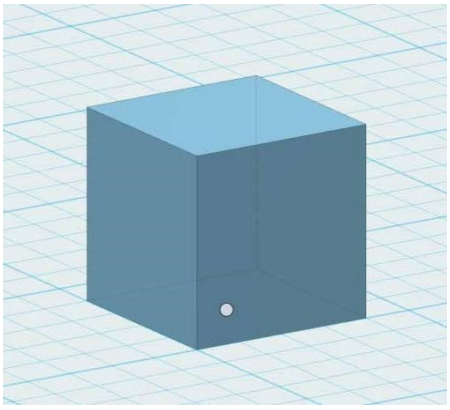


1 ŽINGSNIS: MOKYMASIS NAVIGUOTI

Jeigu planuojate projektuoti naudojant „123D Design“, turite žinoti kaip judėti ir žiūrėti programos aplinkoje. Yra trys skirtingi būdai, kaip naviguoti „123D Design“:

- **Rodinio kubas** viršutiniame dešiniajame kampe leidžia sukti stebėjimo tašką programoje. Spustelėkite kubo šoną, kampą arba kraštą, kad pasuktumėte **darbinę plokštumą** į tą stebėjimo kampą arba spustelėkite ir vilkite rodinio kubą, kad rankiniu būdu persuktumėte ekraną. Kai pelė yra virš **rodinio kubo**, taip pat matysite **namų piktogramą** (mažą namuką), kurį paspaudę grįšite į numatytąjį rodinį, o mažas išskleidžiamas meniu gali būti naudojamas keisti rodinį iš **„Orthographic“**(ortografinio) į **„Perspective“** (perspektyvą).
- Galite naršyti naudodami pelę pačioje **darbinėje plokštumoje**:
  - **„Orbit“** (pasukti) – *nuspauskite dešinįjį pelės mygtuką ir vilkite,* kad sukti aplink ir žiūrėti į darbinę plokštumą iš skirtingų stebėjimo pozicijų.
  - **„Pan“** (panoraminis vaizdas) – *spustelėkite pelės centrinį ratuką ir vilkite*.
  - Norėdami **priartinti** ir atitolinti, naudokite pelytės ratuką.
  - Nešiojamojo kompiuterio jutiklinis kilimėlis nėra tinkamas naudoti su „123D Design“; naudokite pelytę su trimis klavišais, kad galėtumėte paprastai išnaudoti „123D Design“ funkcionalumą.
- Galiausiai, galite naudoti **„pan“** (panoraminis vaizdas), **„orbit“** (pasukti) ir **„zoom“** (mastelio keitimas) mygtukus, esančius ekrano dešinėje.

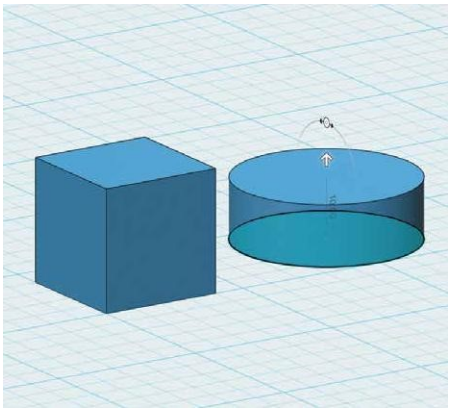
PATARIMAS: PAKEISKITE VAIZDĄ Į ORTOGRAFINĮ.



2 ŽINGSNIS: SUKURKITE PIRMINĘ FORMĄ

Panašiai kaip su „Tinkercad“, „123D Design“ suteikia galimybę formuoti objektus iš pirminių figūrų.

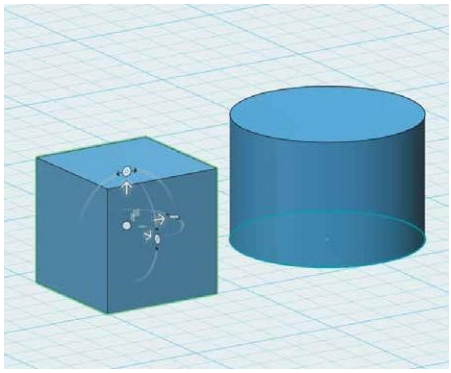
- **„Primitives“** (pirminės figūros) meniu **„3D Modeling“** (3D modeliavimas) įrankių juostoje spustelėkite **„Box“** (kubas) ir perkelkite į **darbinę plokštumą**.

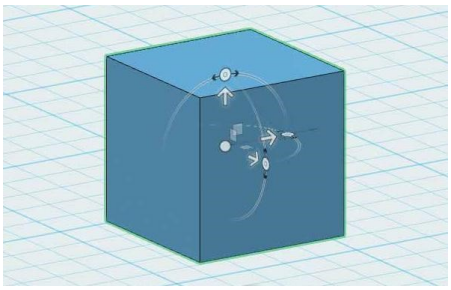


3 ŽINGSNIS: NUBRAIŽYKITE APSKRITIMĄ IR IŠTEMPKITE JĮ Į CILINDRĄ

Vienas iš pagrindinių būdų sukurti 3D objektą „123D Design“ yra nubraižyti 2D figūrą, tada **ištempti** ją sukuriant 3D tūrinį modelį.

- **„Sketch“** (eskizas) meniu, esančiame **„3D Modeling“** (3D modeliavimas) įrankių juostoje, pasirinkite **„Circle“** (apskritimas) ir nubrėžkite **darbinėje plokštumoje,** šalia kubo.
- **„Construct“** (vaizdinys) meniu pasirinkite **„Extrude“** (ištempti) ir spustelėkite šviesiai mėlyną apskritimo eskizo sritį. Matysite rodyklę, kurios pagalba galėsite vilkti apskritimą, kad sukurtumėte cilindrą.





4 ŽINGSNIS: PERSLINKITE IR PASUKITE NAUDODAMI „MOVE“ (PERKELTI) ĮRANKĮ

„Move“ (perkelti) įrankis yra būtinas objektų perkėlimo įrankis „123D Design“ programoje. Jis suteikia galimybę perstatyti ir pasukti objektus **darbinėje plokštumoje**. Tai taip pat yra labai svarbu mokantis kaip perstatyti objektus vienas kito atžvilgiu. Kai statote objektus vieną šalia kito, vieną ant kito arba vieną viduje kito, naudosite **„Move“** (perkelti) įrankį šių užduočių atlikimui.

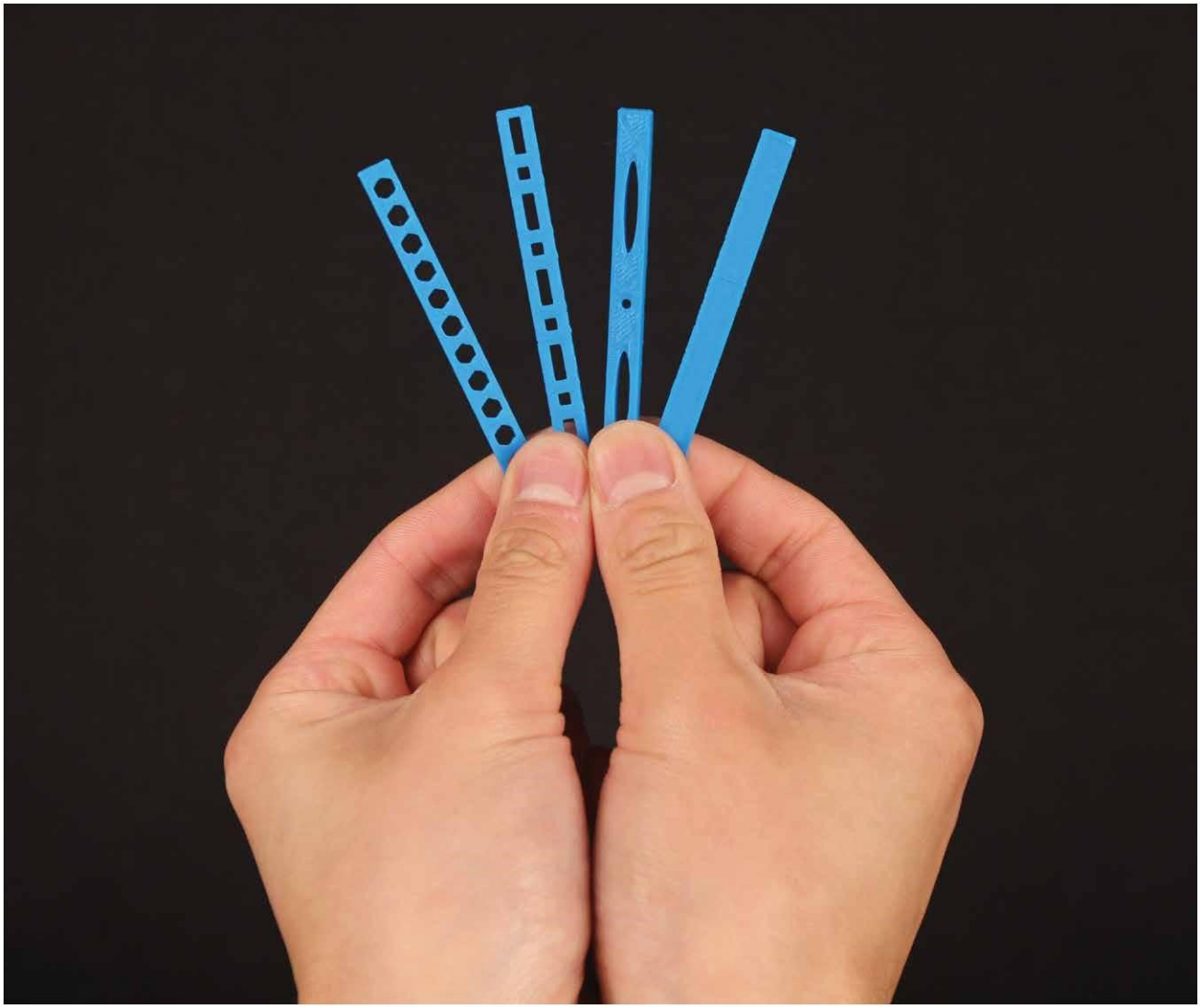
- Spustelėkite cilindrą ir atkreipkite dėmesį į meniu, kuris atsiras lango apačioje. Pirmoji šio meniu parinktis yra **„Move“** (perkelti) įrankis. Spustelėkite, kad pradėtumėte perkėlimą.
- Atsiradusios trys rodyklės padės jums perkelti objektą **x**, **y** ir **z ašimis**. Šalia rodyklių esančios apvalios rankenėlės suteikia galimybę pasukti objektą išilgai kiekvienos ašies.
- Naudokite **„Move“** (perkelti) įrankį, kad perkelti cilindrą, kad jis būtų tiesiai ant kubo viršaus. **Pasukite** vaizdą, kad įsitikintumėte, jog cilindras yra reikiamoje padėtyje.

PATARIMAS: **„MOVE“** (PERKELTI) ĮRANKĮ TAIP PAT GALITE PASIEKTI IŠ **„3D MODELING“** (3D MODELIAVIMAS) ĮRANKIŲ JUOSTOS. PAKOREGUOKITE RODINĮ NAUDODAMI **RODINIO KUBĄ**, KAD ĮSITIKINTUMĖTE, JOG PERKELIATE ARBA SUKATE IŠILGAI REIKIAMOS AŠIES. NORS IR NORISI, NENAUDOKITE CENTRINIO APSKRITIMO SPUSTELĖJIMUI IR PERVILKIMUI OBJEKTO DARBINĖJE PLOKŠTUMOJE. PRARASITE 3D ERDVĖS SUVOKIMĄ IR NEŽINOSITE KURIOJE VIETOJE YRA JŪSŲ OBJEKTAS.

KURKITE:
STIPRUMO BANDYMO BANDINIŲ MODELIAVIMAS

Kai projektuojamos didelės konstrukcijos, kaip tiltai, turi būti nustatytas tinkamas dydis, forma ir medžiagos, naudojamos konstrukcijai. Tai pasiekiama atliekant bandymus, testavimą ir analizavimą daugelio skirtingų dalių, kol randamas tinkamas stiprumo ir svorio santykis.

Šioje dalyje suprojektuosime ir atspausdinsime kelis bandinius, kad susipažintumėte su šia koncepcija. Eksperimentuodami su skirtingomis konstrukcijomis, spausdinimo nustatymais ir spausdinimo orientacija, galite surinkti pagrindinę informaciją, kurios reikės kuriant tvirtą tilto konstrukciją, apie kurią kalbėsime tolimesnėje dalyje.



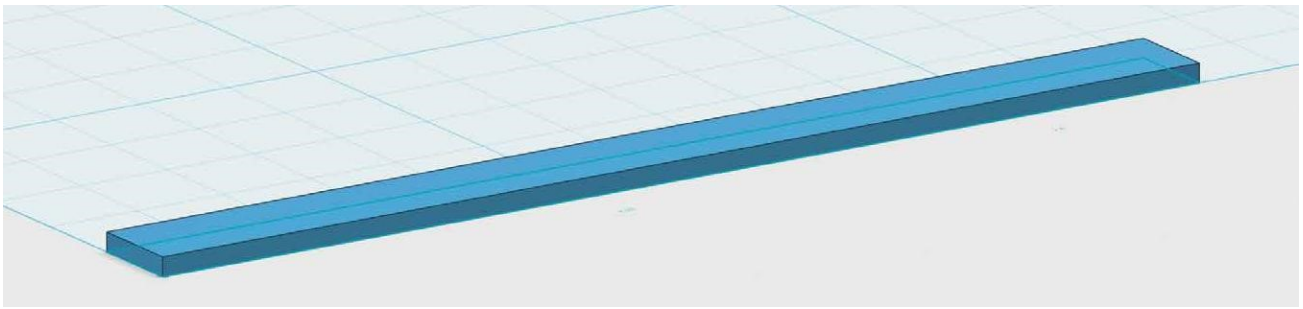
1 ŽINGSNIS: NUBRAIŽYKITE STAČIAKAMPĮ

Nubrėžkite **3,0 x 0,25 colio stačiakampį**.

Pastaba. Dauguma balzos medienos tašelių yra matuojami coliais, todėl naudosime colius kaip numatytuosius parametrus.

- Apatiniame dešiniajame ekrano kampe, įsitikinkite, kad **„Units“** (matavimo vienetai) yra nustatyti **coliais (in)**.
- Šalia **rodinio kubo**, naudokite mažą išskleidžiamą meniu, kad pakeistumėte rodinį iš **„Perspective“** (perspektyva) į **„Orthographic“** (ortografinis).
- Pasirinkite **„Sketch“** (eskizas) **> „Rectangle“** (stačiakampis) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimas) įrankių juostos, esančios ekrano centre.
- Norėdami pradėti braižyti naudodami **„Sketch“** (eskizas) **> „Rectangle“** (stačiakampis), spustelėkite tinklelį. Spustelėkite dar kartą, kad pasirinktumėte stačiakampio pradinį kampą. Spustelėkite trečią kartą, kad pasirinktumėte galinį tašką.
  - Šį procesą naudokite nubraižyti stačiakampį, turintį vieną kampą **koordinačių pradžioje** (apatinis kairys) ir priešingą kampą taške **3,0 coliai** į dešinę, bei **0,25 coliai** aukštyn (kaip parodyta) arba įrašykite vertes ir jas patvirtinkite paspausdami **„Enter“** klavišą. Bet kuriuo atveju įsitikinkite, kad stačiakampis yra **3,0 x 0,25 col**.

PATARIMAS: BAIGĘ ESKIZĄ SPUSTELĖKITE ŽALIĄ VARNELĘ, KAD IŠEITUMĖTE IŠ ESKIZO REŽIMO.

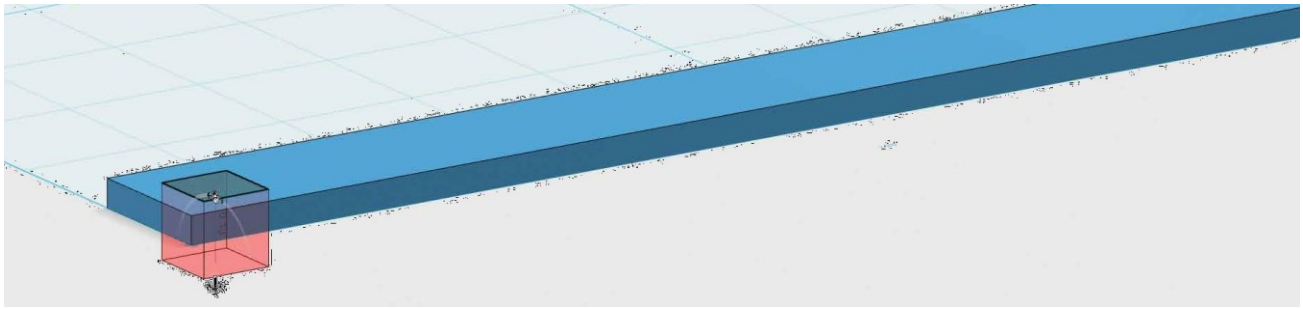


2 ŽINGSNIS: IŠTEMPKITE ESKIZĄ

Dabar stačiakampį ištempkite į 3D objektą. Gauta forma bus pirmasis modelis, skirtas „įtempimo bandymui“, kuris bus vykdomas šios pamokos pabaigoje, todėl 3D formą reikia padaryti labai ploną: tik **0,05 colio**.

- Įsitikinkite, kad **„Snap“** (trauka) nustatymas, apatiniame dešiniajame ekrano kampe yra nustatyta 0,1 colio.
- Pasirinkite **„Construct“ (VAIZDINYS) > „Extrude“** (ištempti) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimo įrankių juosta).
- Spustelėkite stačiakampio eskizą ir įrašykite **0,05** į vertės laukelį. Paspauskite **„Enter/Return“** (įvesti / grįžti), kad patvirtintumėte arba persijungtumėte iš objekto.
- **„123D Design“ meniu**, esančio viršutiniame kairiajame kampe, pasirinkite **„Export STL“** (eksportuoti STL), kad įrašytų 3D spausdintiną bandinio failą. Pavadinkite failą, nurodydami, kad tai yra **1 bandinys**.

PATARIMAS: **„VIEW AND NAVIGATION“** (RODINYS IR NARŠYMAS) ĮRANKIO JUOSTOJE PELYTĖS ŽYMEKLĮ UŽVESKITE ANT MAŽOS AKIES PIKTOGRAMOS IR PASIRINKITE **„HIDE SKETCHES“** (SLĖPTI ESKIZUS). ŠIS VEIKSMAS PASLĖPS ORIGINALŲ STAČIAKAMPIO ESKIZĄ PO JŪSŲ OBJEKTU.

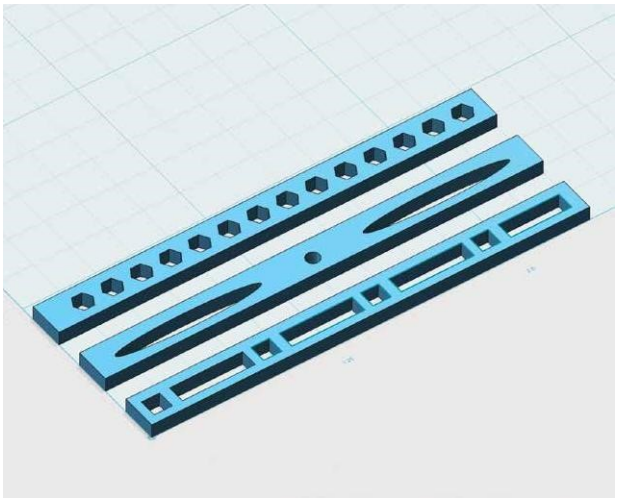


3 ŽINGSNIS: NAUDOKITE „SKETCH“ (ESKIZAS) IR „EXTRUDE“ (IŠTEMPTI), KAD KEISTUMĖTE BANDINĮ

Dabar naudosite tokį patį įrankių rinkinį, kad pašalintumėte medžiagą iš bandinio. Ar tai darys siją stipresne, o gal tai ją susilpnins; kaip manote? Šio tyrimo pabaigoje atspausdinsite bandymui skirtas sijas ir sužinosite.

- Pasirinkite **„Sketch“** (eskizas) **> „Rectangle“** (stačiakampis) ir spustelėkite savo sijos viršutinį paviršių. Dabar galėsite braižyti ant sijos viršutinio paviršiaus. Spustelėkite **„Top“** (viršus) **rodinio kube**, kad rodinį matytumėte iš paukščio skrydžio perspektyvos.
- Jūsų tikslas yra nubrėžti mažą kvadratą, kurio kraštinės būtų **0,125 coliai**, šalia kairės sijos pusės.
- Norint užtikrinti tikslius matmenis, spustelėkite pirmą stačiakampio kampą. Tada, įveskite vertę **0,125** ilgiui ir pločiui.
- Pasirinkite **„Extrude“** (ištempti) ir spustelėkite ant **0,125 colio** kvadrato. Vilkite rodyklę atgal pro siją, kad pašalintumėte medžiagą.

PATARIMAI: NAUDOKITE **TAB** KLAVIŠĄ, KAD PEREITUMĖTE IŠ VIENO VERTĖS LAUKELIO Į KITĄ NENAUDOJANT PELYTĖS MYGTUKO. **SUKITE** VAIZDĄ APLINK MODELĮ, KAD ĮSITIKINTUMĖTE, JOG ANGA SUFORMUOTA PER VISĄ SIJOS AUKŠTĮ.



4 ŽINGSNIS: PAKEISKITE DAUGIAU BANDINIO SIJŲ

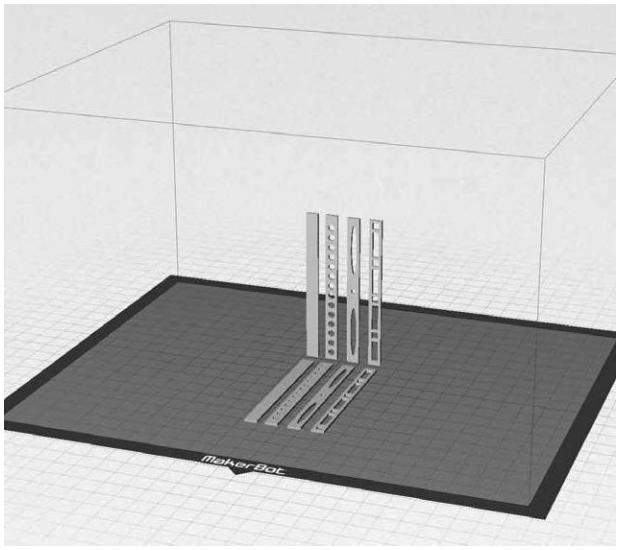
Pakartokite procesą braižydami ir pašalindami daugiau kvadratų ir stačiakampių iš sijos bandinių. Toliau pateikiame kelis bandymo dizainus. Būkite kūrybingi! Kaip galvojate, kokio tipo sijos yra silpniausios? Tvirčiausios? Kodėl?

- Naudodamiesi turimomis žiniomis suformuokite daugiau sijų bandinių, pradėdami nuo tokio paties dizaino ir matmenų, kaip ir **1 sijos bandinys**. Eksperimentuokite su skirtingais mygtukais ir įrankiais, kad suformuotumėte skirtingo tipo angas.

- Pavyzdžiui, galite pasirinkti **„Circle“** (apskritimas), **„Ellipse“** arba **„Polygon“** (daugiakampis) eskizus iš **„Sketch“** (eskizas) meniu. Kaip veikia šie įrankiai?
- Jeigu nepavyko suformuoti norimo eskizo, naudokite „Undo“ (atšaukti) funkciją ir bandykite dar kartą. Ant sijos suformavę eskizą naudokite ištempimą žemyn pro siją, kad suformuotumėte angą.

• Eksportuokite ir įrašykite kiekvieną siją kaip **STL** failą, pavadindami juos **2 sijos bandinys**, **3 sijos bandinys** ir t. t.

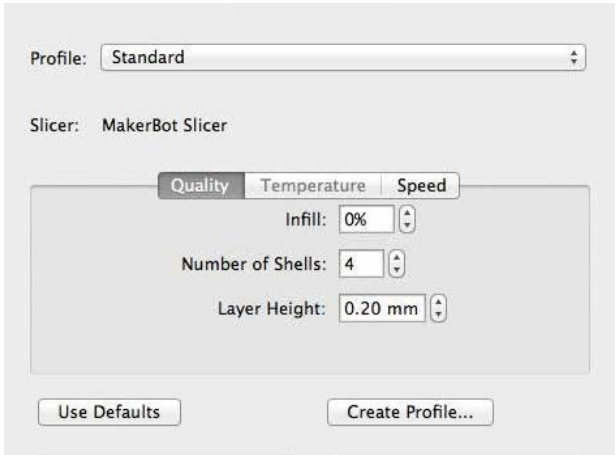
PATARIMAS: GALITE DALĮ MODELIO EKSPORTUOTI Į „123D DESIGN“ PASIRINKDAMI JĮ, TADA PASIRINKDAMI **„EXPORT“ (EKSPORTAS) PASIRINKTĮ** IŠ APATINIO MENIU.



5 ŽINGSNIS: SPAUSDINKITE DVEJOMIS KRYPTIMIS

- Įkelkite savo sijos bandinio STL failus į „MakerBot Desktop“ ir įsitikinkite, kad jie visu paviršiumi remiasi į formavimo plokštę.
- Naudokite **„copy“** (kopijuoti) ir **„paste“** (įdėti) (arba **„Duplicate“** ((sukurti kopiją) **„Edit“** (redaguoti) meniu), kad sukurtumėte kopiją kiekvienos importuotos sijos. Tada pakeiskite visų nukopijuotų sijų išdėstymą, kad jos stovėtų vertikaliai, pasirinkdami jas ir naudodami funkciją **„Rotate“** (pasukti).
- Dukart patikrinkite, ar nei vienas ant formavimo plokštės esančių objektų nepersidengia ir naudokite **„Move“** (perkelti), kad įsitikintumėte, jog visos sijos liečia formavimo plokštę.

PATARIMAS: EKSPERIMENTUOKITE SU **„EDIT“** (REDAGUOTI) **> „AUTO LAYOUT“** (AUTOMATINIS IŠDĖSTYMAS), KAD GREITAI IŠDĖSTYTUMĖTE SAVO OBJEKTUS.



- **„Settings“** (nustatymai) spausdinimo užduotį nustatykite **„Standard“** (standartinė) nustatymą su **„Raft“** (atraminė plokštė), tačiau be atramų. Tada nustatykite **„Infill“** (užpildymas) į **0 %**, o **„Number of Shells“** (kiautų skaičius) į **4**, tada spustelėkite **„Save Settings“** (įrašyti nustatymus) (pasirinkę šiuos nustatymus, suformuosite pilnavidures sijas). Dabar atspausdinkite savo sijų bandinius!

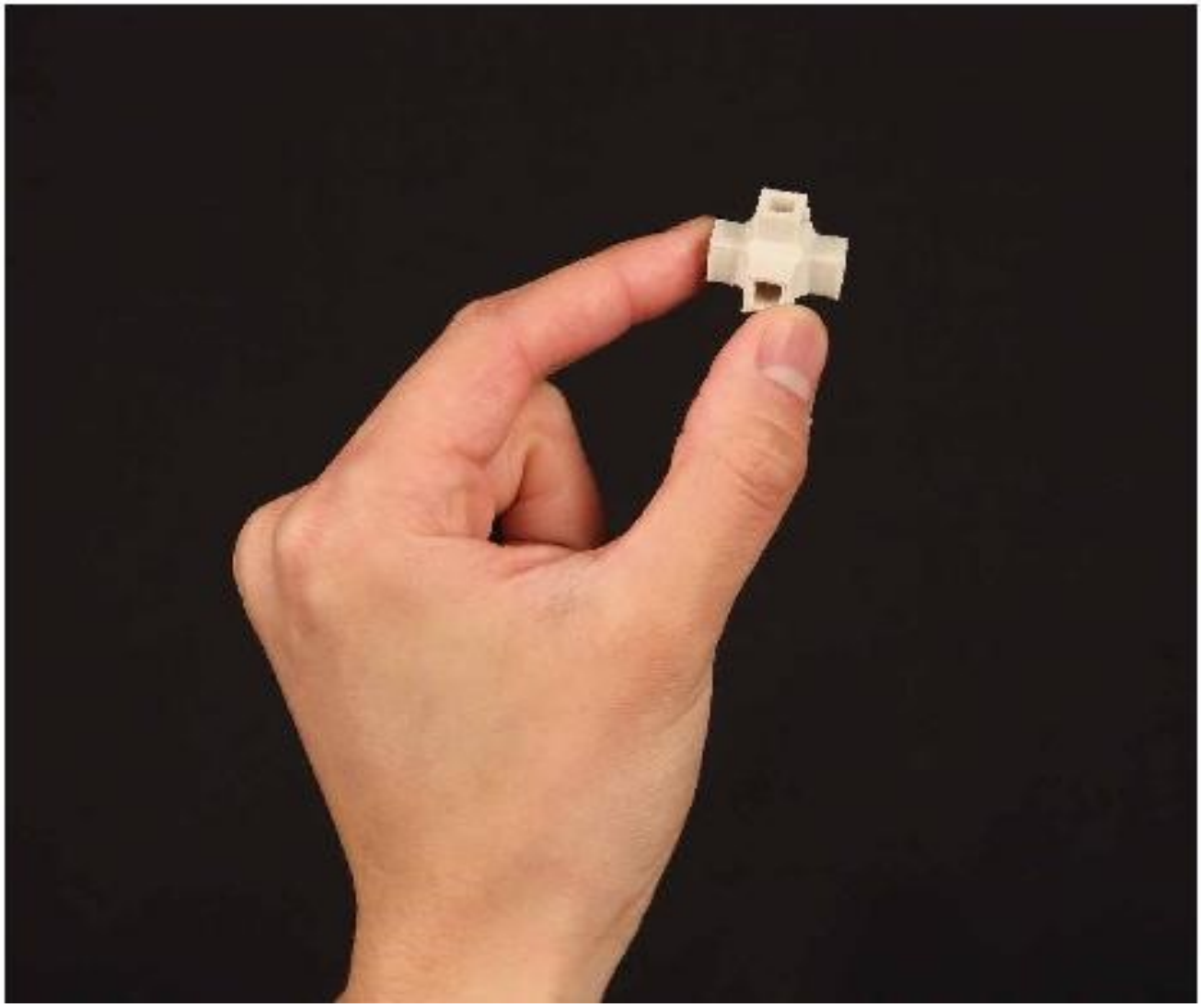
6 ŽINGSNIS: ATLIKITE ĮTEMPIMO BANDYMĄ KIEKVIENAI SIJAI

Atspausdinę sijos bandinius, užsidėkite apsauginius akinius ir išbandykite jų stiprumą, stengiantis kiekvieną jų sulaužyti. Pastebėsite, kad vienos sijos lūžta lengviau, nei kitos. Sulaužę kiekvieną siją, žiūrėkite kuriame taške jos lūžta, **lūžio liniją**. Lyginkite kiekvienos sijos lūžio linijos panašumus ir skirtumus. Užrašykite visus pastebėjimus į toliau pateikiamą kortelę. Ką reiškia šie pastebėjimai? Projektuosite tiltus naudodamiesi 3D atspausdintais komponentais. Remiantis šių bandymų metu atliktais stebėjimais, į ką turite atsižvelgti modeliuodami ir spausdindami tilto komponentus, kad užtikrintumėte, jog jūsų tiltas galėtų atlaikyti tam tikrą įtempimą nelūždamas? Eksperimentuokite su kitais bandiniais ir padėtimis, tada įrašykite pastebėjimus.

	SULAUŽYMO SUDĖTINGUMAS LENGVA – SUNKU	**LŪŽIO LINIJA (KAIP JI ATRODĖ?)**
1 sijos bandinys Horizontalus		
1 sijos bandinys Vertikalus		
2 sijos bandinys Horizontalus		
2 sijos bandinys Vertikalus		
3 sijos bandinys Horizontalus		
3 sijos bandinys Vertikalus		

KURKITE: KETURIŲ TAŠKŲ JUNGTIES MODELIAVIMAS

Vykdant didelį projektą, konstrukcija dažniausiai yra surenkama iš įvairiausių medžiagų. Naudodami 3D spausdinimo privalumus, galime sukurti norimas jungtis ir eksperimentuoti su naujomis ir įdomiomis tiltų konstrukcijomis. Balzos mediena naudojama kaip pagrindinė konstrukcija, o 3D atspausdinti komponentai suteikia unikalią galimybę konstrukciją pritaikyti savo nuožiūra. Šios dalies pabaigoje turėsite sukurti ir atspausdinti paprastą keturių taškų tilto jungtį, kuri vėliau gali būti keičiama, kad atitiktų jūsų konstrukcijos kriterijus.



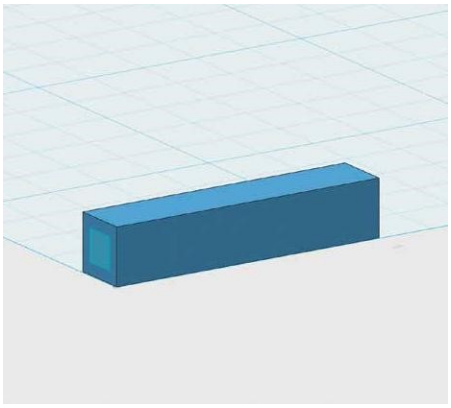
1 ŽINGSNIS: IŠMATUOKITE SAVO TILTO KOMPONENTUS

• Naudodami ruletę arba slankmatį išmatuokite balzos medienos tašelių skerspjūvį.

PATARIMAS: GALI REIKĖTI **PASUKTI** RODINĮ.

• Šiame projekte naudojame balzos medį, kurio kvadrato skerspjūvis yra 1/8 colio kiekvienoje pusėje. Jeigu naudojate kitokių matmenų balzos medį, atitinkamai suprojektuokite savo konstrukciją.

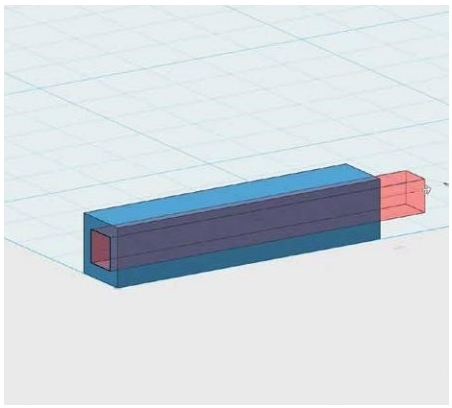
PATARIMAS: UŽSIRAŠYKITE VERTĘ. ŠI INFORMACIJA PADĖS PROJEKTUOJANT JUNGTIS, TINKANČIAS BALZOS MEDIENOS KOMPONENTAI.



2 ŽINGSNIS: JUNGTIES KŪRIMUI NAUDOKITE PIRMINES FIGŪRAS

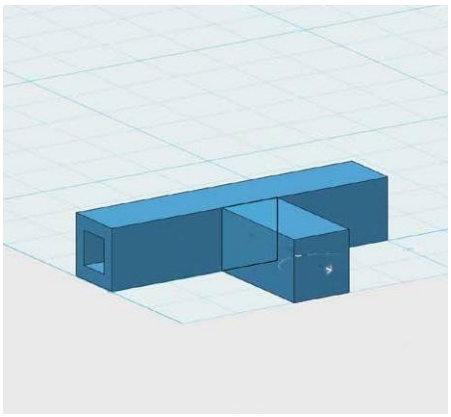
Anksčiau pateiktoje tyrinėjimo veikloje naudojote **„Sketch“** (eskizas) **> „Rectangle“** (stačiakampis) ir **„Extrude“** (ištempti), kad suformuotumėte stačiakampiams angas objekte. Šiame žingsnyje ketiname naudoti šiek tiek kitokį braižymo metodą. „123D Design“ yra daugiau kaip vienas užduoties įvykdymo būdas; kiekvienas būdas turi savo privalumų, todėl galite rasti jums labiau tinkančių būdų.

- **„Primitives“** (pirminės figūros) meniu pasirinkite **„Box“** (kubas).
  - Nustatykite matmenis **0,25 x 1,25 x 0,25 col**.
- **„Primitives“** (pirminės figūros) meniu pasirinkite **„Rectangle“** (stačiakampis).
  - Nieko nepaspausdami perkelkite žymeklį į kairę ankstesniame žingsnyje sukurto bloko pusę.
  - Turite matyti savo stačiakampio centrą pritrauktą prie kairiosios pusės centro. Kol kas nieko nespauskite.
  - Palikdami žymeklį centruotą ant bloko kairiojo paviršiaus, įveskite vertes **0,14** ir **0,14**, tada paspauskite **„Enter/Return“** (patvirtinti / grįžti), kad patvirtintumėte. Dabar turi būti suformuotas mažas kvadratas, centruotas bloko kairiajame paviršiuje.
    - **Diskusija**: Kodėl vertės yra nustatytos **0,14 colio** vietoj **0,125 colio**?



3 ŽINGSNIS: TEMPKITE Į BLOKO VIDŲ, KAD SUFORMUOTUMĖTE ANGĄ

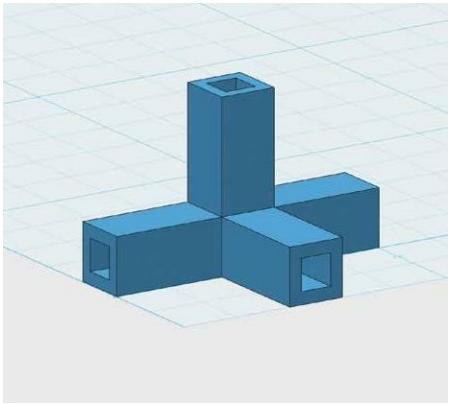
- **Tempkite** kvadratą bloko vidaus kryptimi iki galo. Turite suformuoti angą, einančią pro modelį iki kito galo.
- Baigę konstruoti modelį pasirinkite **„Hide Sketches“** (slėpti eskizus).



4 žingsnis: Įtraukite trečią jungimosi tašką

- **Rodinio kube** spustelėkite **„Front“** (priekis).
- Naudokite **„Sketch“** (eskizas) **> „Rectangle“** (stačiakampis), kad nubraižytumėte **0,25 x 0,25 colio** kvadratą priekinio bloko paviršiaus centre.
  Pastaba. Norėdami pradėti braižyti, paspauskite bloko kampą.
- Tempkite pirmyn **0,5 colio** atstumu.
- Naudokite tokį patį procesą, kaip **3 žingsnyje**, kad suformuotumėte **0,14 x 0,14 colio** angą naujo ištempto elemento centre.
  Pastaba. Šį kartą anga neturi tęstis per visą modelį.

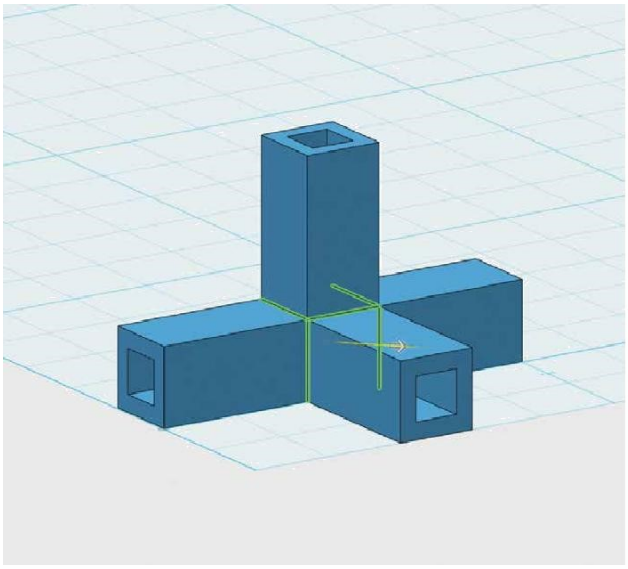
PATARIMAS: GALI REIKĖTI **PASUKTI RODINĮ**, KAD MATYTI TEMPIMO RANKENĖLĘ.

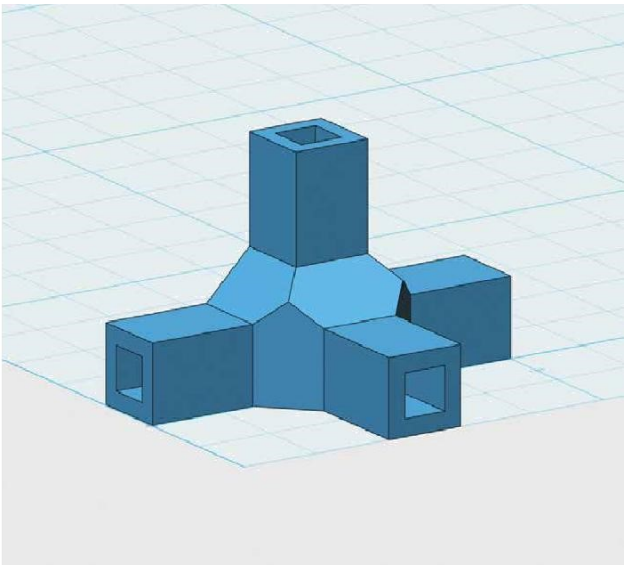


5 ŽINGSNIS: ĮTRAUKITE KETVIRTĄ JUNGIMOSI TAŠKĄ

- Pakartokite **4 žingsnyje** pateikiamą procesą, kad sukurtumėte ketvirtą jungtį objekto viršuje.

PATARIMAS: **RODINIO KUBE** SPUSTELĖKITE **„TOP“** (VIRŠUS) .





6 ŽINGSNIS: SUFORMUOKITE SUTVIRTINIMĄ NAUDODAMI „CHAMFER“ (NUOŽULA) MODELĮ

Šioje konstrukcijoje yra kelios silpnos vietos, ypač kur priekinė ir viršutinė jungtis praeina pro pirminį modelį. Šias vietas galite sutvirtinti pridedant medžiagą su **„Chamfer“** (nuožula) įrankiu.

- Pasirinkite **„Modify“** (keisti) **> „Chamfer“** (nuožula).
- Po vieną spustelėdami pasirinkite penkis vidinių kampų kraštines, kaip parodyta iliustracijoje.
- Įrašykite **0,15** į vertės laukelį, esantį ekrano apačioje ir paspauskite **„Enter/Return“** (patvirtinti / grįžti), kad patvirtintumėte. Taip sukursite penkis kraštus su nuožula silpnoje modelio dalyje. Ar galite pasakyti kodėl šis modelis yra daug tvirtesnis šiose vietose panaudojus **nuožulas**?

PATARIMAS: GALI REIKĖTI **PASUKTI** RODINĮ, KAD PAMATYTUMĖTE VISAS PENKIAS KRAŠTINES.

7 ŽINGSNIS: KETURIŲ TAŠKŲ JUNGTIES ĮRAŠYMAS, EKSPORTAVIMAS IR BANDYMAS

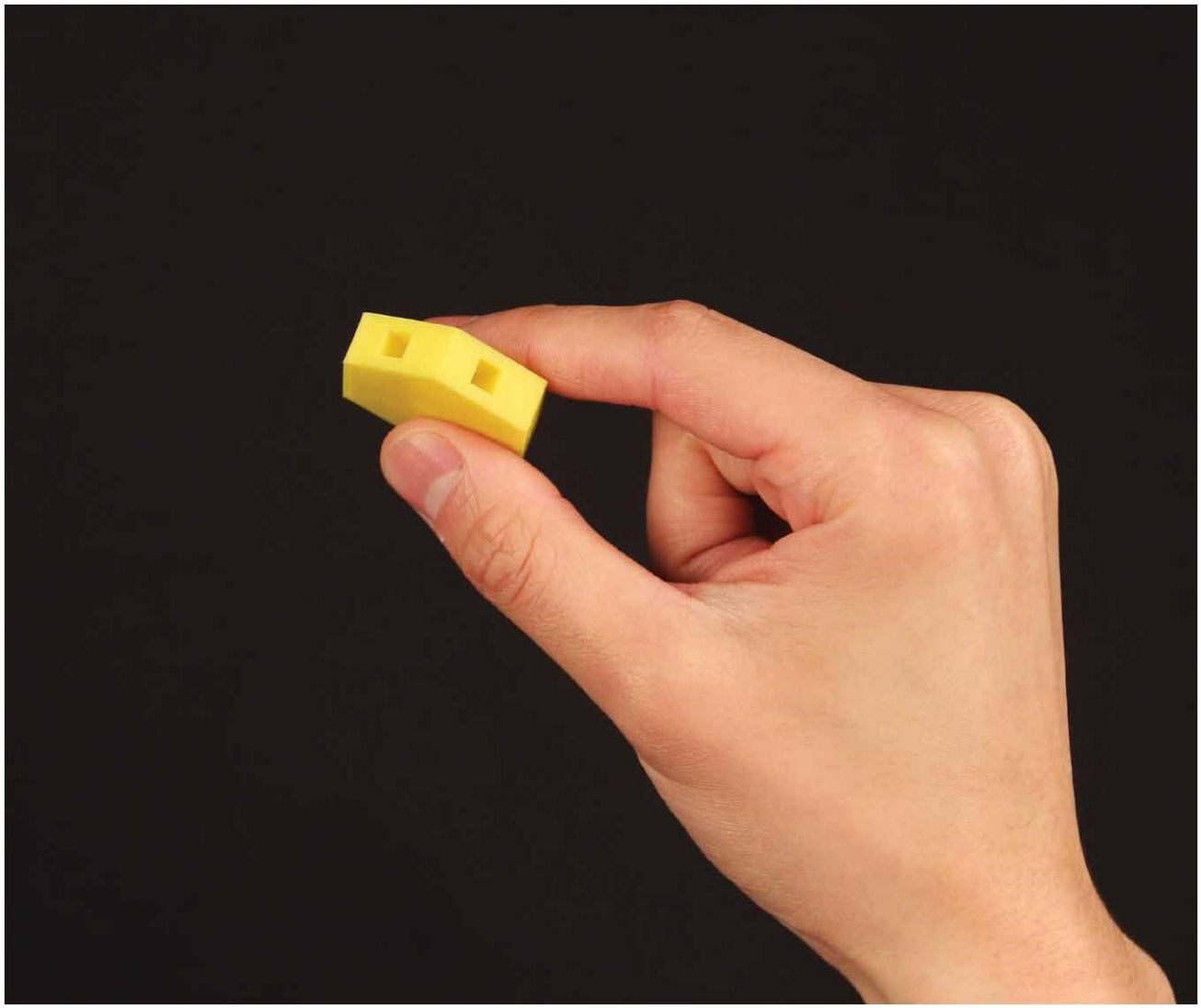
- Įrašykite savo darbą, eksportuokite failą, importuokite į „MakerBot Desktop“, atspausdinkite ir išbandykite, ar tinka.
- Jeigu jungtis yra per ankšta arba per didelė jūsų balzos medienos komponentams, pakoreguokite savo konstrukciją ir bandykite dar kartą.

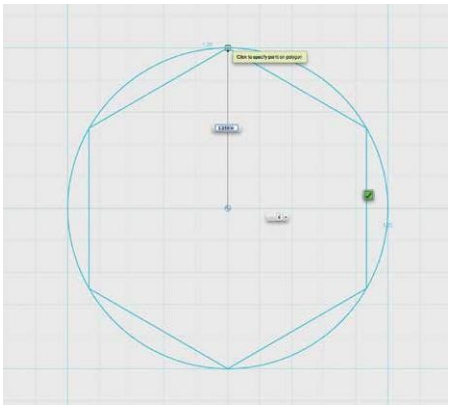
  Pastaba. Kadangi jūsų dalis yra spausdinama 3D būdu, aukštyn nukreiptos angos paklaida gali skirtis nuo kitų angų paklaidos. Prieš spausdindami kelias šios jungties kopijas, šią angą patikrinkite atskirai ir atlikite reikiamas korekcijas savo konstrukcijai.

KURKITE: ŠEŠIAKAMPĖS JUNGTIES MODELIAVIMAS

Toliau pateikiama šešiakampė jungtis su šešiais balzos medienos tašelių tvirtinimo taškais.

Vietoj to, kad nubraižytume stačiakampį ant objekto paviršiaus ir vėliau jį ištemptume, ketiname sumodeliuoti 3D stovą balzos medienos tašeliams, tada jį nukopijuoti, kad suformuoti kelias angas objekte.

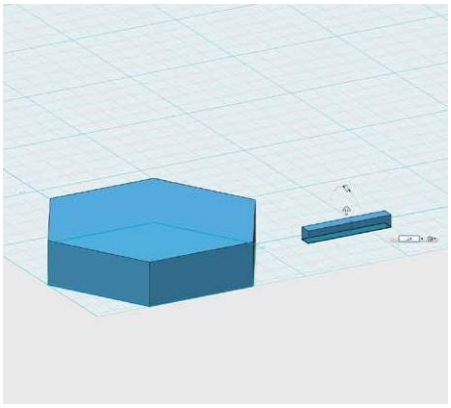




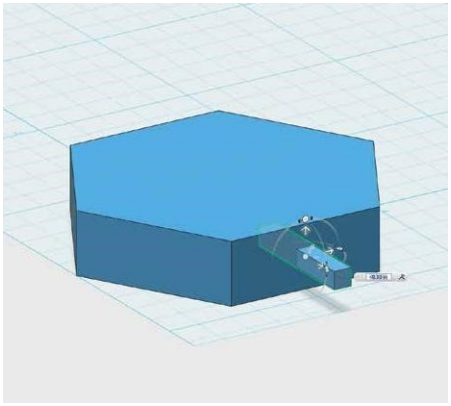
1 ŽINGSNIS: NUBRAIŽYKITE IR IŠTEMPKITE ŠEŠIAKAMPĘ PRIZMĘ IR STAČIAKAMPĘ SIJĄ

- Naudokite **„Sketch“** (eskizas) **> „Polygon“** (daugiakampis), kad sukurtumėte šešiakampį, kurio spindulys būtų **1,25 colio**.
- **Tempkite** pirmyn **0,5 colio** atstumu.

PATARIMAI: **RODINIO KUBE** SPUSTELĖKITE **„TOP“** (VIRŠUS). GALI REIKĖTI PASUKTI RODINĮ, KAD PAMATYTUMĖTE TEMPIMO RANKENĖLĘ.

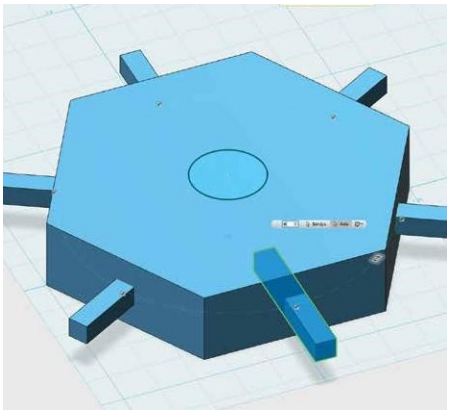


- Naudokite **„Sketch“** (eskizas) **> „Rectangle“** (stačiakampis), kad nubraižytumėte **1,0 x 0,14 colio** stačiakampį ant tinklelio šalia šešiakampės prizmės.
- Tempkite pirmyn **0,14 colio**.
  Pastaba. Šis mažas blokas bus naudojamas kaip virtuali balzos medienos tašelio dalis. Ją naudosime medžiagos išėmimui iš šešiakampės prizmės.
- Baigę konstruoti modelį, pasirinkite **„Hide Sketches“** (slėpti eskizus).



2 ŽINGSNIS: PRITRAUKITE SIJĄ PRIE ŠEŠIAKAMPIO RUOŠINIO

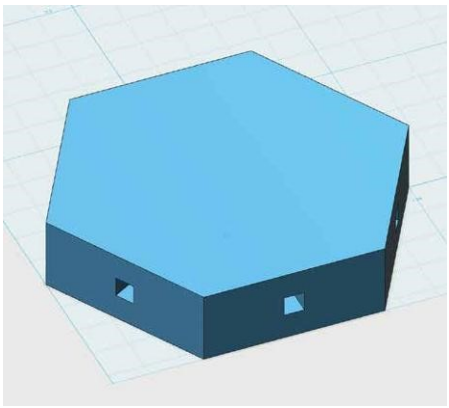
- Spustelėkite **„Group“** (grupė), **„snapping“** (pritraukimas), kad jį išjungtumėte.
  *Pastaba. Jis yra **„View and Navigation“** (rodinys ir navigavimas) įrankių juostos apačioje.*
- Naudokite **„Snap“** (trauka) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimas) įrankių juostos, kad kairė stačiakampio paviršių pritrauktumėte prie šešiakampės prizmės priekinio paviršiaus.
- Naudokite **„Move“** (perkelti), kad įstumtumėte stačiakampį į šešiakampę prizmę.



3 ŽINGSNIS: ŠABLONĄ PANAUDOKITE VISIEMS ŠEŠIEMS ŠEŠIAKAMPIO OBJEKTO ŠONAMS

Vietoj to, kad kartotumėte šį procesą penkis kartus, galime panaudoti sijos **šabloną** likusioms penkioms šešiakampio ruošinio pusėms.

- Naudokite **„Sketch“** (eskizas) **>** **„Circle“** (apskritimas), kad nubraižytumėte **0,5 colio** apskritimą šešiakampės prizmės viršuje.
- Pasirinkite **„Pattern“** (šablonas) **> „Circular Pattern“** (apskritas šablonas) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimas) įrankių juostos. Pasirinkite stačiakampį kaip tūrinį objektą ir apskritimo eskizą kaip ašį. Kopijų skaičių nurodykite **6**.



4 ŽINGSNIS: IŠIMKITE SIJAS IŠ ŠEŠIAKAMPIO OBJEKTO, KAD SUFORMUOTUMĖTE ANGAS

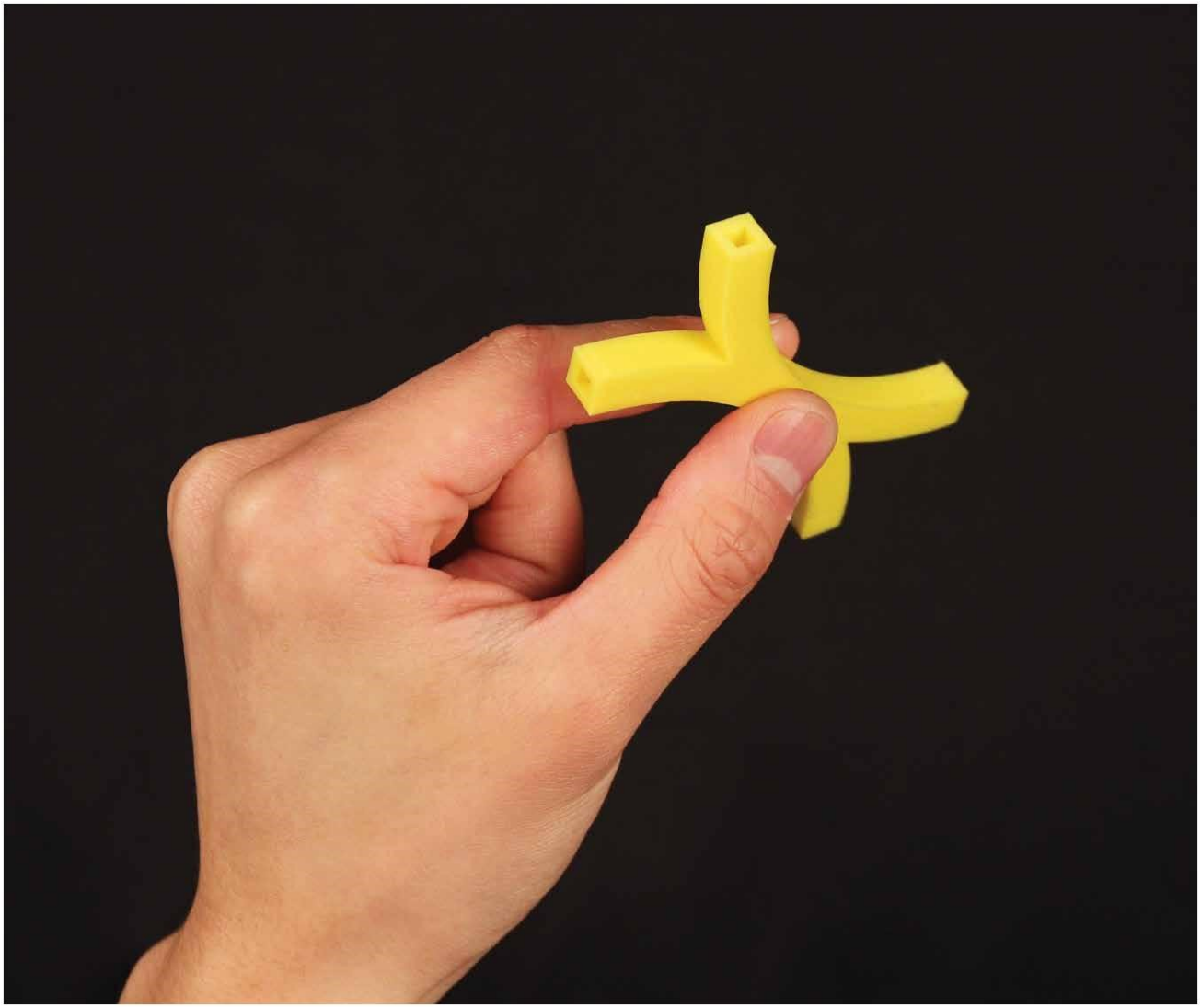
- Pasirinkite **„Combine“** (apjungti) **> „Substract“** (atimti) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimo įrankių juosta).
- Pasirinkite šešiakampę prizmę kaip **„Target Solid/Mesh“** (tikslinis tūrinis objektas / tinklelis), tada spustelėkite **„Source Solid/Mesh“** (šaltinio tūrinis objektas / tinklelis) ir pasirinkite kiekvieną iš šešių sijų.
- **Apsukite** aplink ir patikrinkite formą; kiekviename iš šešių paviršių turėtų būti po vieną kvadratinę angą.

5 ŽINGSNIS: ĮRAŠYKITE, EKSPORTUOKITE IR SPAUSDINKITE

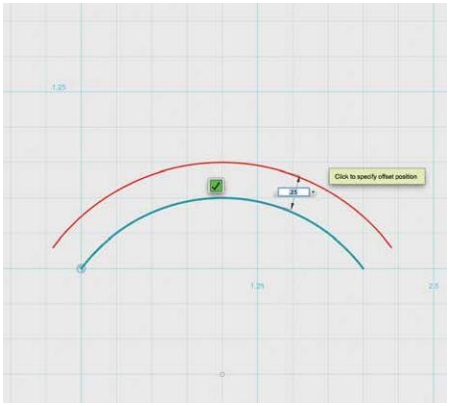
- Įrašykite savo „123D Design“ failą ir eksportuokite kaip **STL** failą.
- Įkelkite savo failą į **„MakerBot Desktop“** ir atspausdinkite 3D būdu!

KURKITE:
ARKINĖS JUNGTIES MODELIAVIMAS

Pasinaudosime 3D modeliavimo ir spausdinimo privalumais, kad susipažintumėte su kai kuriomis unikaliomis formomis, kurias verta integruoti į tilto konstrukciją. Didžioji dalis tilto bus pagaminta iš balzos medienos tašelių ir visos šios dalys bus tiesios atkarpos. Su 3D spausdinimu galime pradėti tyrinėti formas, suteikiančias tiltui individualumo. Toliau pateikti pavyzdžiai yra skirti suteikti jums įkvėpimą. Tapkite kūrybingais! Jau susipažinote, kas užtikrina sėkmingą tilto konstrukciją, todėl visada galvokite apie tai, kokią įtaką jūsų konstrukcija darys tilto vientisumui.



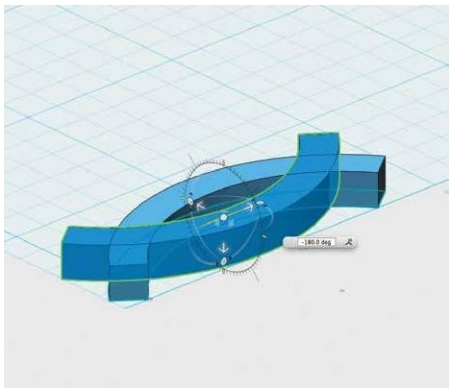
Šioje pamokoje naudosite **„Three Point Arc“** (trijų taškų arka) įrankį ir **„Offset“** (ekvidistancinis objektas) įrankį, kurių pagalba konstruosime arkos formos jungtį.

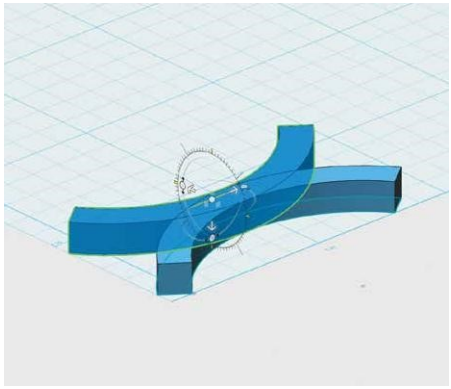


1 ŽINGSNIS: NUBRAIŽYKITE IR IŠTEMPKITE ARKOS FORMOS OBJEKTĄ

- Naudokite **„Sketch“ (eskizas) > „Three Point Arc“** (trijų taškų arka) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimo) įrankių juostos**,** kad nubraižyti **2 x 0,5 colio** arką.
- Pasirinkite **„Sketch“** (eskizas) **> „Offset“** (ekvidistancinis objektas) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimo) įrankių juostos ir spustelėkite trijų taškų arką. Perstumkite žymeklį aukštyn **0,25 colio**.
- Norime sukurti tūrinio objekto eskizą. Naudokite **„Sketch“** (eskizas) **> „Polyline“** (daugialinijinis), kad sujungtumėte arkas.
- Naudokite **„Construct“ (vaizdinys) > „Extrude“** (ištempti), kad ištemptumėte šios arkos formą aukštyn iki **0,25 colio**.

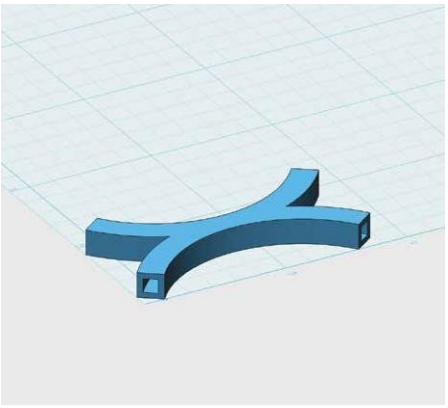
PATARIMAS: SPUSTELĖKITE **DARBINĘ PLOKŠTUMĄ**, KAD PRADĖTUMĖTE BRAIŽYTI, TADA SPUSTELĖKITE KOORDINAČIŲ PRADŽIĄ, KAD NUSTATYTUMĖTE PIRMĄJĮ TAŠKĄ IR SPUSTELĖKITE **2** COLIUS Į KAIRĘ, KAD NUSTATYTUMĖTE ANTRĄ TAŠKĄ. GALIAUSIAI PERKELKITE ŽYMEKLĮ AUKŠTYN IKI ARKOS AUKŠTIS PASIEKS **0,5 COLIO**. BAIGUS ESKIZAS BUS UŽPILDYTAS MĖLYNU ATSPALVIU.





2 ŽINGSNIS: SUKURKITE IR SULIEKITE DVIGUBOS ARKOS FORMĄ

- **Nukopijuokite / įkelkite** savo arką, kad sukurtumėte kitą ir naudokite **„Transform“** (transformuoti), kad pasuktumėte naująją arką **180˚** kampu ir perslinktumėte ją atgal **0,5 colio**. *Pastaba. Turėtumėte gauti X formos arką, kaip parodyta kairėje esančioje iliustracijoje.*
- Naudokite **„Combine“** (jungti) **> „Merge“** (sulieti) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimas) įrankių juosta, kad sujungtumėte dvi arkas į vieną.
  - Pasirinkite vieną arkos objektą kaip **„Target Arc/Mesh“** (tikslinė arka / tinklelis), tada spustelėkite **„Source Solid/Mesh“** (šaltinis tūrinis objektas / tinklelis).



3 ŽINGSNIS: KETURIUOSE DVIGUBOS ARKOS GALUOSE SUFORMUOKITE ANGAS

Negalime naudoti anksčiau pateiktų metodų angų formavimui šiai formai, nes galai yra lenkti.

- Spustelėkite objektą, tada laikydami **„Shift“** klavišą pasirinkite keturis kiekvienos arkos galinius paviršius.
- Naudokite **„Modify“** (keisti) **> „Shell“** (kiautas) iš **„3D Modeling“** (3D modeliavimas) įrankių juostos, kad suformuotumėte objekte **0,055 colio** gylio angas.

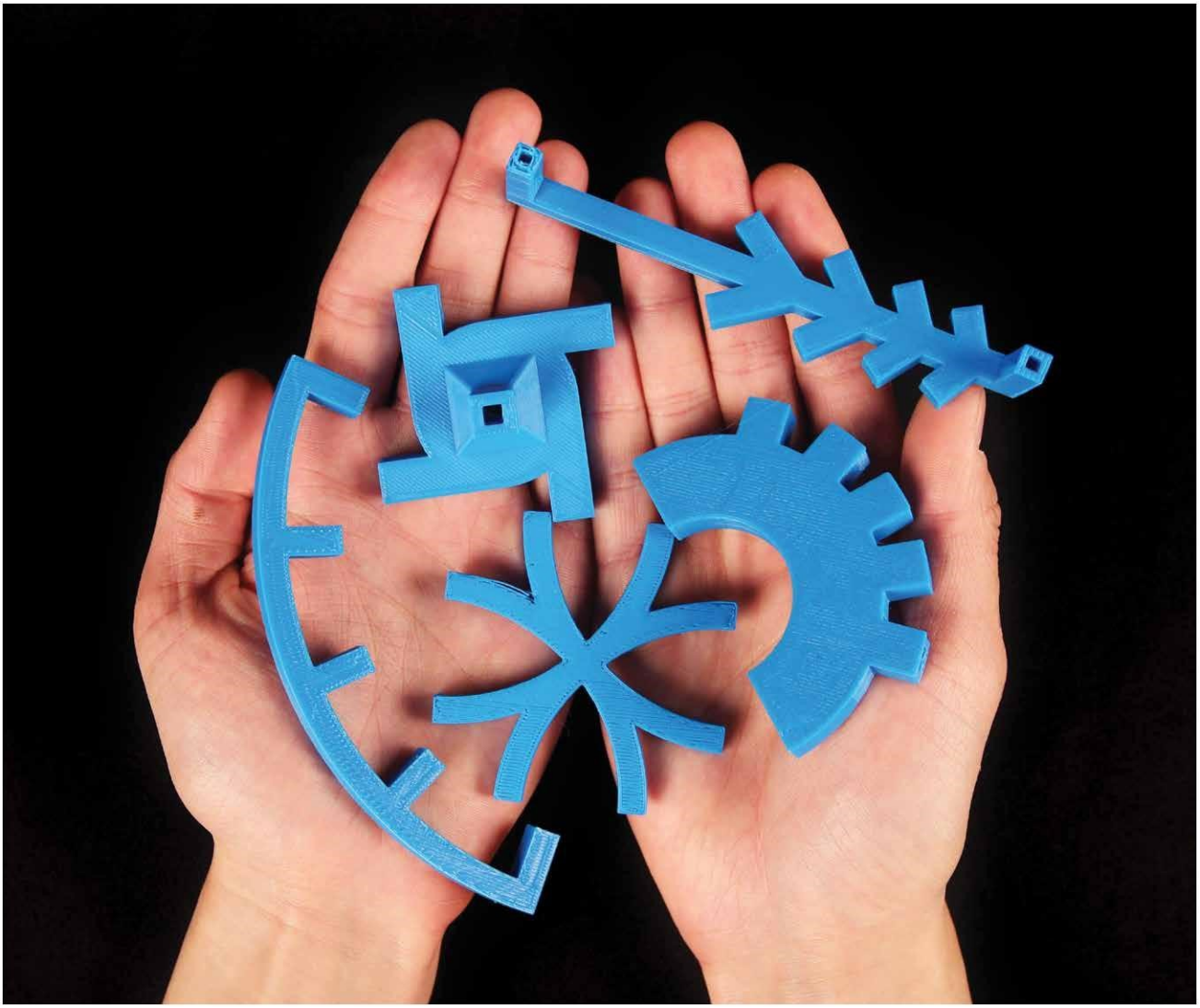
PATARIMAS: GALITE NAUDOTI **PILIULĖS PIKTOGRAMĄ**, KURI ATSIRANDA ŠALIA ŽYMEKLIO, KAD GREITAI ATVERTUMĖTE KIAUTO PARINKTIS.

*Pastaba. Naudojome vertę **0,055 colio**, nes tai ji yra lygi pusei skirtumo tarp **0,25 colio** ir **0,14 colio**. Jeigu naudojote kitą vertę, nei **0,14 colio**, priklausomai nuo jo bandinių dydžio, naudokite atitinkamai kitą vertę, nei **0,055 colio**.*

KURKITE:
PAPILDOMŲ JUNGČIŲ PROJEKTAVIMAS

Iliustracijoje pateikti dar keli jungčių tipai įkvėpimui. Kaip galvojate šios dalys buvo suprojektuotos?

Įsivaizduokite naujo tipo jungtis, kurios padės jums suprojektuoti tiltą ir naudoti „123D Design“ žinias, kad jas suprojektuotumėte. Eksperimentuokite su „123D Design“ įrankiais ir pagalvokite kokius kitus jungčių tipus galite suprojektuoti. Nepamirškite prieš spausdinami didelį jungčių kiekį atsispausdinti bandinių dalis ir patikrinti, ar balzos medienos tašelis įsistato.



TOLIMESNĖ VEIKLA: TILTO BANDYMAS, IŠ ATLIEKŲ SUFORMUOTOS KONSTRUKCIJOS

1 VEIKLA: SUPROJEKTUOKITE, PASTATYKITE IR IŠBANDYKITE TILTĄ

Moksleiviai gali dirbti komandomis, kad suprojektuotų ir pastatytų tiltus naudodami savo atspausdintas 3D jungtis.

Reikmenys

- Balzos medienos tašeliai,
- Medienos klijai,
- 3D būdu atspausdintos jungtys,

Žingsniai

1. Leiskite moksleiviams pradėti braižant savo idėjas milimetriniame popieriuje. Jie gali pažymėti savo eskizus, kad nurodytų kiek medžiagos jie planuoja panaudoti kiekvienam tilto elementui.
2. Įsitikinkite, kad moksleiviai žino kokie kriterijai bus naudojami bandymui ir tilto konstrukcijų vertinimui. Kai kurios parinktys: dydis, tilto svoris, panaudotos medžiagos, tilto išlaikomas svoris ir estetika.
3. Galiausiai moksleiviai turės išbandyti savo tiltus pagal vertinimo kriterijus.
4. Jeigu yra laiko, paprašykite moksleivių patobulinti savo tiltų konstrukcijas antrame raunde, kad pamatyti, ar gali pakelti vertinimo balus.

5. Entuziastai gali imtis tolimesnių veiksmų tyrinėdami atspausdintus surinktus vyrius ir mechanizmus, kad sukurti varstomąjį tiltą arba sukurti papildomas 3D būdu atspausdintas dalis, kurios sutvirtintų arba dekoruotų jų tiltus.

2 VEIKLA: SUKURKITE KONSTRUKCIJAS IŠ ATLIEKŲ, PANAUDODAMI 3D BŪDU ATSPAUSDINTAS JUNGTIS

Naudodami 3D būdu atspausdintas jungtis, sukurkite naujas konstrukcijas iš perdirbtų arba rastų medžiagų.

Reikmenys

- Perdirbtos arba rastos medžiagos, skirtos pagrindinei konstrukcijai,
- 3D būdu atspausdintos jungtys.

Žingsniai

1. Raskite statybai tinkamas medžiagas, tašelius, dailės dirbinių atliekas, popierinių rankšluosčių rulonus ir elementus iš atliekų surinkimo perdirbimui konteinerių – bet ką, kas praverstų. Pabandykite rasti objektus, kurių turite daugiausiai arba turintys galus, tinkamus sujungimui.
2. Tegul moksleiviai smegenų šturmo metu sugalvoja ką jie gali sukurti iš rastų medžiagų. Eifelio bokštą? Dangoraižį? Erdvėlaivį? Skirtingos statybinės medžiagos tinka skirtingoms konstrukcijoms, todėl pagalvokite kaip geriausiai galima išnaudoti kiekvieną medžiagą.
3. Leiskite moksleiviams naudoti „123D Design“, kad sukurtų jungtis, skirtas tvirtinti ir surinkti objektus į konstrukcijas. Kokios jungtys reikalingos jūsų rastiems objektams?

ŽINIŲ PATIKRA

- Kokie yra skirtingi tiltų konstrukcijų tipai? Kokie yra jų privalumai ir trūkumai?
- Kaip tilto forma nustato kokią jėgą tiltas gali atlaikyti? Kokios geometrinės formos naudojamos tilto konstrukcijai?
- Kaip spausdinimo kryptis ir nustatymai įtakoja atspausdintų dalių tvirtumą?
- Kai projektuojate dalis, kurios turi būti jungiamos tarpusavyje, į ką turite labai atkreipti dėmesį?
- Kokie yra du skirtingi būdai sukurti 3D objektą „123D Design“ programoje?

TOLIMESNI VEIKSMAI

Tūrinių objektų modeliavimo įrankiai, kaip „123D Design“ yra naudingi kuriant funkcionalius elementus ir sudėtingas konstrukcijas. Kaip jau patyrėte su tilto projektu, kurdami mažas konkrečių matmenų dalis, galite sukurti dideles sudėtingas konstrukcijas. Inžinieriai, architektai ir daugelis profesionalų naudoja panašias programines įrangas kurti ypač sudėtingas konstrukcijas, kaip mašinos ir pastatai.
Tobulėjant jūsų tūrinių objektų modeliavimo įgūdžiams, žinokite, kad „123D Design“ programos pagrindų žinojimas leis lengvai pereiti prie pažangesnės programinės įrangos.

SUDĖTINGESNI 3D SPAUSDINIMO BŪDAI IR TRIKČIŲ NUSTATYMAS, BEI ŠALINIMAS

„AUTODESK MESHMIXER“ NAUDOJIMAS 3D SPAUSDINIMUI

Jums toliau tęsiant eksperimentavimą spausdinant modelius, pastebėsite failų aspektus, dėl kurių vieni objektai atspausdinami geriau arba prasčiau. Kai kurie failai gali turėti problemų, dėl kurių nepavyksta sėkmingai atspausdinti, nepaisant daugelio nustatymų keitimo. Tokiais atvejais turite eksperimentuoti su failo tvarkymu, kad jį galima būtų patikimai atspausdinti. Šioje dalyje peržiūrėsime dažniausiai pasitaikančias problemas, kaip jas rasti ir pašalinti. Tada išnagrinėsime kelis būdus kaip panaudoti „MeshMixer“ kaip spausdinimo pagalbinę priemonę.

MOKYMOSI TIKSLAI

- Sugebėti atpažinti sugadintus failus,
- Identifikuoti problemos priežastį,
- Analizuoti ir taisyti sugadintus failus,
- Susipažinti su sudėtingesniais spausdinimo metodais, naudojant „MeshMixer“.

TERMINOLOGIJA

- **„Non-manifold“ (nevientisas):** tinklelis, kuris nėra visiškai užbaigtas arba vientisas, kuriam trūksta daugiakampių arba susikirtimų.
- **„Watertight“ (ištisinis):** ištisinis išorinis paviršius (arba **tinklelis**), reikalingas sėkmingam 3D spausdinimui. Pavyzdžiui, objektas kaip spurga, net ir turintis skylę per vidurį, turi ištisinį išorinį paviršių, todėl galėtų būti atspausdintas 3D būdu.
- **Atvirkštinės normalės:** kai daugiakampio kryptis yra priešinga nei likusių modelio daugiakampių.
- **Trikampiai:** sinonimas daugiakampiams.
- **Viršūnės:** taškai, kuriuose susijungia daugiakampiai / trikampiai.

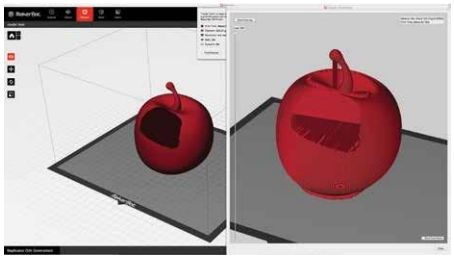
SUGADINTŲ FAILŲ ATPAŽINIMAS

- **Kas yra sugadintas modelis?** Sugadintas modelis yra failas, kurio negalite atspausdinti, nepriklausomai nuo **„MakerBot Desktop“** pasirinktų nustatymų.
- **Kaip jis atrodo?** Geriausias būdas rasti sugadintą modelį yra naudoti **„MakerBot Desktop“ funkciją „Print Preview“** (spausdinamojo objekto vaizdas).
  - Kai žiūrite failą **„Print Preview“** (spausdinamojo objekto vaizdas), eikite per sluoksnius ir įsitikinkite, kad **užpildo** šablonas ir **atraminės konstrukcijos** yra reikiamose vietose.
  - **Primygtinai rekomenduojame prieš spausdinimą patikrinti „Print Preview“ (spausdinamojo objekto vaizdas).**

  Pastaba. Užpildas yra modelio viduje, o atramos yra išorėje. Jeigu užpildas arba atramos yra netinkamoje vietoje arba bet kokia papildoma medžiaga yra vietoje, kurioje ji neturėtų būti, failas gali būti sugadintas.

KAS TIKSLIAI YRA BLOGAI SU MANO MODELIU?

Toliau pateikiami keli pavyzdžiai, nurodantys pagrindines priežastis.



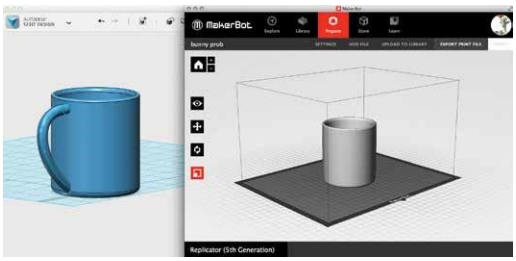
Angos mano modelyje

Jeigu pastebėjote savo modelyje trūkstamą dalį arba sritis, kurios **„Print Preview“** (spausdinamojo objekto vaizdas) yra tamsesnės, tikėtina, kad yra problemų su jūsų tinkleliu .

- **„Non-manifold“ (nevientisas):** „MakerBot Desktop“ negali nustatyti spausdinamojo objekto ribų, nes modelį sudarantis tinklelis yra nepilnas. Tai gali atsitikti 3D modeliavimo programose, kai modelio paviršiuje trūksta **daugiakampių**. **Sudarantis visumą** taip pat yra vadinamas **ištisiniu**.
- **Atvirkštinės normalės:** „MakerBot Desktop“ negali atskirti modelio vidaus nuo išorės. Vienas arba daugiau jūsų modelį sudarančių **tinklelio daugiakampių** yra išverstas. Kiekvienas daugiakampis turi kryptį ir ta kryptis yra į vidų arba į išorę. Spausdinamam modeliui visi daugiakampiai turi būti nukreipti viena kryptimi. Failas su **atvirkštinėmis normalėmis** taip pat yra laikomas kaip **nevientisu**.

Trūksta modelio dalies

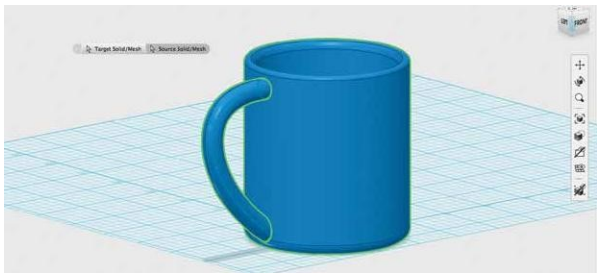
Jeigu importuodami failą į **„MakerBot Desktop“** pastebėjote, kad trūksta modelio dalies, tai jie galėjo būti netinkamai sujungti prieš eksportuojant juos iš projektavimo programos. Galite matyti:



- Importavus modelį į **„MakerBot Desktop“**, modelio dalis neatsiranda.
- **„Print Preview“** spausdinamojo objekto vaizdas) jūsų objekto dalys rodomos tarsi jos suprojektuotos nepriklausomai viena nuo kitos, kai jos turi būti laikomos vienu objektu.

KAIP TAI IŠTAISYTI?

Jeigu yra galimybė, geriausias būdas kaip sutvarkyti modelį, yra atverti failą programoje, kurioje jis buvo projektuojamas ir pabandyti jį sutvarkyti.



Jeigu originalaus projekto failas negalimas, naudokite **STL** arba **OBJ** failą ir importuokite jį į tvarkymo programą, kaip „Autodesk MeshMixer“. „MeshMixer“ yra trikčių nustatymo ir šalinimo programa, turinti daug analizės ir remonto įrankių. Taip pat galimos panašios programos, kaip „Netfabb“ ir „MeshLab“.

„MESHMIXER“ NAUDOJIMAS

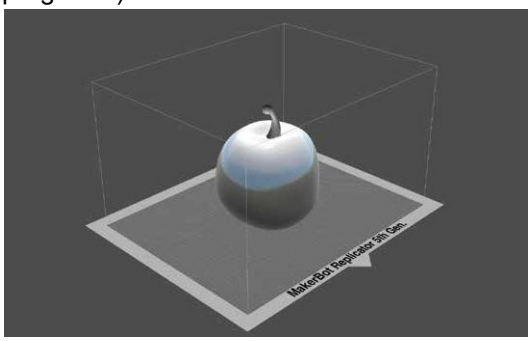
„Autodesk MeshMixer“ yra nemokamai atsisiunčiama programinė įranga. Šiai dienai tai yra vienas iš pačių galingiausių nemokamų trikčių nustatymo ir šalinimo, bei spausdinimo paslaugų programų. Ją galite naudoti modelių projektavimui ir modeliavimui, tačiau pačios geriausios funkcijos yra failų optimizavimas 3D spausdinimui.

„MeshMixer“ navigavimas ir patarimai:

- Būdami „MeshMixer“ importuokite obuolį.
- **„Menu“** (meniu) juostoje, spustelėkite **„MeshMixer“ > „Preferences“** (parinktys) **> „File“** (failas). Šio dialogo lango viršuje yra žymimasis laukelis, pavadintas **„Flip Z-Y axis on Import-Export“** (importuojant arba eksportuojant sukeisti Z ir Y ašis). Pažymėkite šį žymimąjį laukelį. Tai padės eksportuojant modelį iš „MeshMixer“ į „MakerBot Desktop“. Jūsų ašys bus tokios pačios abejose programose.
- Navigavimas: **„Preferences“** (parinktys) **> „General“** (bendroji informacija) **> „Navigation Mode“ (**navigavimo režimas) **> „123D Apps“** (Default) („123D“ programa yra numatytoji)
  „Orbit“ (sukti aplink): vilkite nuspaudę dešinįjį pelės mygtuką.
  „Pan“ (panoraminis režimas): vilkite nuspaudę pelės ratuką.
  „Zoom“ (mastelio keitimas): sukite pelės ratuką
- Su „MeshMixer“ rekomenduojama naudoti trijų klavišų pelytę. Navigavimas be trijų klavišų pelytės reiškia, kad navigavimo įrankių pasirinkimui reikės naudoti tarpo klavišą.

FAILŲ TVARKYMAS

Pats paprasčiausias ir efektyviausias įrankis „MeshMixer“ yra „Print Utility“ (spausdinimo paslaugos programa).



- Importuokite sugadintą modelį ir spustelėkite **„Print“** (spausdinti) mygtuką kairėje meniu pusėje.
- Spustelėkite **„Repair Selected“** (tvarkyti pasirinktą). Tvarkymas gali trukti nuo kelių sekundžių iki kelių minučių.
- Baigus, apžiūrėkite modelį ir įsitikinkite, kad jis buvo sutvarkytas.
- Eksportuokite sutvarkytą modelį ir importuokite jį į **„MakerBot Desktop“**.

„MESHMIXER“ NAUDOJIMAS SUDĖTINGESNIEMS SPAUSDINIMO METODAMS

Pritaikyta pagalba

Kai ruošiate savo modelį **„MakerBot Desktop“**, ar jūsų spausdinamasis objektas yra įtvirtintas atramomis? Jeigu taip, tai būtų pats laikas išbandyti „MeshMixer“ atramų generatorių. „MeshMixer“ užtikrina didesnę atraminių konstrukcijų generavimo kontrolę. Norėdami sugeneruoti pritaikytas atramas, vadovaukitės toliau pateikiamais žingsniais.

- Importuokite modelį ir spustelėkite **„Print“** (spausdinti) mygtuką, kad atvertumėte spausdinimo paslaugos programą.
- Pakeiskite modelio mastelį į norimą dydį naudojant **„Transform“** (transformuoti) meniu.
- Spustelėkite **„Add Supports“** (įtraukti atramas), kad sugeneruotumėte atramos medžiagą po visomis išsikišančiomis dalimis.
  - Pasirinkite **įrankio piktogramą**, kad pritaikyti atramines konstrukcijas.

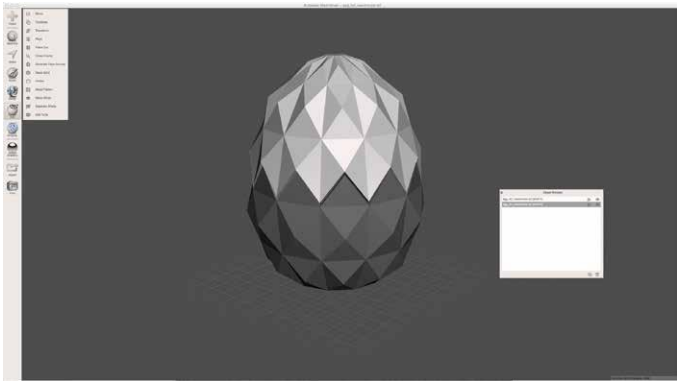
- Norėdami įtraukti papildomas atramas, laikykite nuspaustą **„Shift“** klavišą ir **spustelėkite bei nuvilkite**.
- **„Ctrl“ komandą ir spustelėkite**, kad pašalinti esamas atramas.

• Eksportuokite **STL** ir importuokite jį į „MakerBot Desktop“.

- Prieš spausdinimą įsitikinkite, kad atramos nėra pasirinktos „MakerBot Desktop“ nustatymuose.

SPAUSDINIMUI SKIRTŲ FAILŲ ATSKYRIMAS

Kartais norite atverti dalį **STL** arba **OBJ** failo atskirai. **„Separate Shells“** (atskirti kiautus) įrankis padeda atskirti kiekvieną atskirą elementą. Toliau pateikiamos kelios priežastys kada tai yra verta atlikti.



• Dalių spausdinimas skirtingomis spalvomis.
- Kitaip išdėstykite dalis ant formavimo plokštės.
- Spausdinimo nustatymų keitimas skirtingiems elementams (pvz., vienos dalys su didesniu užpildymu, kitos su mažesniu).
- Kai kurios dalys kabo ore, todėl turi būti nuleistos ant formavimo plokštės.

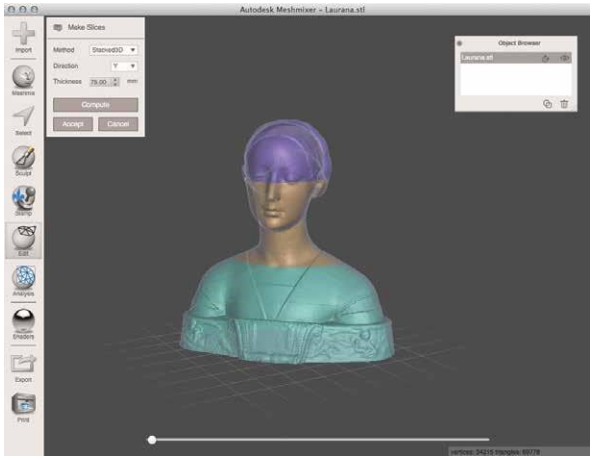
• Spausdinimas dvigubos ekstruzijos būdu.

Norėdami failą išskaidyti į kelis objektus, atlikite toliau nurodytus veiksmus.

- Spustelėkite **„Separate Shells“** (atskirti kiautus) įrankį, esantį **„Edit“** (redaguoti) meniu, esantį ekrano kairėje. **„Object Browser“** (objekto naršyklė) turite du arba daugiau objektus.
- Vienu kartu eksportuokite po vieną.

DIDESNIŲ MODELIŲ SPAUSDINIMAS DALIMIS

Kartais galite norėti spausdinti didesnį objektą, nei formavimo plokštė. Yra keli būdai kaip tai atlikti, tačiau lengviausias būdas naudoti **„Make Slices“** (padalinti sluoksniais) įrankį. Tai suteikia galimybę padalinti objektą į daug dalių ir kiekvieną jų atspausdinti atskirai. Po to jas galite surinkti, kad suformuotumėte didelį modelį.



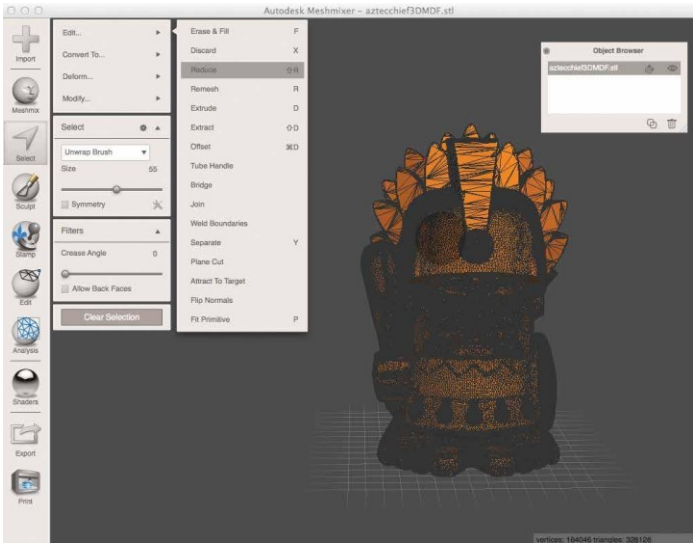
Norėdami naudoti **„Make Slices“** (padalinti sluoksniais) įrankį, atlikite toliau nurodytus žingsnius.

- Importuokite norimo mastelio modelį.
- Pasirinkite **„Edit“** (redaguoti) **> „Make Slices“** (padalinti sluoksniais) ir keiskite į **„Method“** (metodas) į **„Stacked3D“** (sudėtas 3D).
- Pasirinkite ašis ir pasirinkite kiekvieno elemento storį.
- Spustelėkite **„Compute“** (apskaičiuoti), kad peržiūrėti padalintus sluoksnius.
- Spustelėkite **„Accept“** (priimti). Visi padalinti sluoksniai **„Object Browser“** (objekto naršyklė) bus rodomi kaip atskiri objektai.
- Spausdinimui eksportuokite kiekvieną objektą **STL** arba **OBJ**.

DAUGIAKAMPIŲ / TRIKAMPIŲ SKAIČIAUS MAŽINIMAS 3D TINKLELYJE

Ruošdami tam tikrus modelius **„MakerBot Desktop“** galite pastebėti, kad padalinimo dalimis laikas yra nepaprastai ilgas. Tai yra todėl, kad modelis turi labai daug daugiakampių (panašiai kaipo aukštos raiškos atvaizdas). „MeshMixer“ galite sumažinti daugiakampių skaičių, kad pagreitintumėte **„MakerBot Desktop“** padalinimo dalimis procesą.

Norėdami sumažinti daugiakampių skaičių, atlikite toliau nurodytus veiksmus.



- Importuokite modelį į „MeshMixer“.
- Patikrinkite viršūnių ir trikampių skaitiklį apatiniame dešiniajame kampe. Trikampių skaitiklio vertė turi būti mažesnė kaip 100 000.
- Patikrinkite karkasinį objektą naudodami spartųjį klavišą **W**, kad pamatytumėte trikampių skaitiklio vaizdą.
- Norėdami sumažinti daugiakampių skaičių, pasirinkite visą modelį naudodami **komandą „ctrl + a“**.
- Pasirinkite **„Edit“ (redaguoti) > „Reduce“** (sumažinti), įrašykite procentą ir paspauskite „Enter“ klavišą patvirtinimui.
- Procentą nustatykite didesnį arba mažesnį, kad trikampių keikis skaičius būtų artimas arba mažesnis 100 000.

Pastaba. Per didelis daugiakampių sumažinimas reikš modelio detalumo praradimą.

- Baigę atnaujinti failą, spustelėkite **„Accept“** (priimti) ir eksportuokite modelį spausdinimui.

ŽINIŲ PATIKRA

- Kas yra nevientisas modelis?
- Kaip galite sužinoti, ar modelis nėra sugadintas?
- Kokie yra sudėtingesni spausdinimo būdai, kuriuos galite naudoti „MeshMixer“?

Kas toliau?

Nuo pradžių kurdami modelį turite viską gerai apgalvoti, kad 3D spausdinimas vyktų sėkmingai. Jeigu modelis buvo projektuojamas neapgalvotai, gali kilti keblumų modelį spausdinant 3D būdu. Šias problemas geriausiai tvarkyti originalioje modeliavimo programoje, tačiau, jeigu tai nėra galima, naudokite remonto programas, kaip „MeshMixer“, „Netfabb“ arba „MeshLab“.

APIBENDRINIMAS IR TOLIMESNI ŽINGSNIAI

ŽINIŲ PATIKRA

Mokytojai

- Kaip 3D spausdintuvai veikia: techninės aparatinės ir programinės įrangos lygmenyse?
- Kaip paruošti darbui ir atlikti techninę priežiūrą 3D spausdintuvui?
- Kaip integruoti 3D spausdinimą į įvairias klasėje nagrinėjamas temas?
- Žinoti įvairią 3D modeliavimo įrangą ir jos pritaikymą.
- Kurti projektuose numatytą 3D modeliavimo programinę įrangą.

Moksleiviai

- Kaip 3D spausdintuvai veikia: techninės aparatinės ir programinės įrangos lygmenyse?
- Dirbkite su to paties amžiaus grupėmis, kad sukurtumėte 3D spausdinamuosius objektus.
- Suprasti konstrukcijų keitimo svarbą.
- 3D spausdinamųjų objektų ir konstrukcijų pritaikymą kasdienėje aplinkoje.

ĮDĖKITE SAVO 3D SPAUSDINIMO INDĖLĮ PAMOKOSE

Pats laikas būtų smegenų šturmo metu sugalvoti naują 3D spausdinimo projektą. Pagalvokite apie šiais metais vykdytinus projektus pamokose. Pagalvokite kuri iš šių temų apima projektą, įtrauksiantį moksleivius sukurti ką nors fizinio. Net jeigu šie projektai yra knygos sukūrimas, paveikslų piešimas, žaidimai su moliu, lėktuvo konstravimas arba ataskaita apie prezidentą, galite įtraukti „MakerBot“. Riboja tik jūsų vaizduotė.

Kai jums kyla 3D spausdinamų projektų idėjos, pasidalinkite jas su „Thingiverse“ bendruomene!

Kai kurias idėjas galite norėti tyrinėti plačiau:
Istorija: padarykite istorinės vietovės arba miesto dioramą. Paraginkite moksleivius sumodeliuoti ir atspausdinti dioramos komponentus ir bendrinkite dalis, kurias jie nori panaudoti dioramoje.
Matematika: jeigu mokotės trupmenas, leiskite moksleiviams suprojektuoti ir pademonstruoti šias idėjas naudojantis 3D atspausdintomis pagalbinėmis priemonėmis.
Mokslas: atspausdinkite sujungiamas DNR molekules, kad pademonstruotumėte kaip sudarytas DNR. Kaip klasės projektą, leiskite moksleiviams projektuoti augalų ir gyvūnų ląstelių modelius.
Lietuvių kalba: 3D modelis ir spausdinimas kaip pagalbinė knygos ataskaitos pateikimo priemonė. Moksleiviai gali suprojektuoti svarbų objektą arba sceną ir aprašyti kodėl jie pasirinko tokią išvaizdą.
Menas: 3D būdu sumodeliuokite ir atspausdinkite skirtingus molinius įrankius, kaip dangos tekstūros formavimo įrankį, antspaudą arba liejimo formą.
Drama ir teatras: bendrai kurkite 3D modelį, atspausdinkite ir surinkite butaforiją, kuri bus naudojama pjesėje.

KNYGOS, KAIP PALEIDIMO SISTEMOS NAUDOJIMAS

Tikimės, kad sutiksite, jog 3D spausdinimas ir modeliavimas suteikia plačius ir skatinančius būdus, stiprinančius klasėje išmokstamus įgūdžius. Nepriklausomai nuo dėstomo dalyko, jūsų kelionė 3D spausdinimo pasaulyje supažindins jus ir jūsų moksleivius su realaus pasaulio iššūkiais ir galimybėmis panaudoti problemų sprendimą savo dienotvarkėje.

Šioje knygoje pateikėme daugelį 3D spausdinimo naudojimo pamokoje požiūrių. Kiekvienas projektas pradedamas nuo įkvėpimo suradimo. Kai užtikrinti galite spausdinti įvairiausius 3D modelius, paraginkite save sukurti dar sudėtingesnius modelius. Pabandykite sukurti objekto, su kuriuo susiduriate kiekvieną dieną, analogą. Peržiūrėkite projektus, kuriuos jau panaudojote savo klasėse ir ieškokite būdų, kuriais 3D spausdinimas galėtų praturtinti jūsų ir jūsų moksleivių patirtį.

Moksleivių mokymas 3D spausdinimo nesibaigia šios knygos užbaigimu. Naudokite 3D spausdintuvus kaip ir bet kurį kitą įrankį savo klasėje. Suteikite galimybę moksleiviams bandyti ir klysti, nes juos riboja tik jų pačių vaizduotė. Pradėkite kurti.

OFICIALUS PAREIŠKIMAS

Ši knyga yra nedidelės grupės 3D spausdinimo ir projektavimo entuziastų ir guru idėja, bei kūrybinės pastangos. Dėkojame už įkvepiantį komandos darbą, kurio dėka *„MAKERBOT“ KLASĖJE* tapo realybe.

Turinys
Mike Amundsen
Erin Arden
Drew Lentz
Poppy Lyttle
Laura Taalman

Rinkodara
Colby Dennison

Kūryba
Christopher Salyers
Sonal Chakrasali

Fotografas
Stephanie Banares

Ypatinga padėka
Mary Boniece
Brian Kimmelblatt
Eric Mortensen
Leslie Perry
Parker Thomas
Richard Vicenzi

„MakerBot Education“
Allison Vicenzi

„MakerBot“ tikslas yra 3D spausdinimo prieinamumo kiekvienam sudarymas. Pedagogai, integruojantys 3D spausdinimą ir projektavimą į savo klases ir pamokas kaip instrumentą, padeda plėsti 3D spausdinimo prieinamumą. Kadangi 3D spausdinimo ateitis dar turi būti apibrėžta, „MakerBot Education“ numačiusi dirbti kartu su pedagogais, kad užtikrintų įrankius ir resursus, galinčius paskatinti moksleivius projektuoti ir kurti. Dėkojame už nuolatinį atsidavimą ruošiant moksleivius ateičiai. Nekantraujame pamatyti ką jūs galite sukurti!

Suteikite galimybes savo moksleiviams projektuoti, bendradarbiauti ir kurti nuostabius dalykus, apie kurių sukūrimą naudojant *„MAKERBOT“ KLASĖJE niekada nebūtumėte pagalvoję: Įžanga į 3D spausdinimą ir projektavimą*. Aprūpintas resursais, *„MAKERBOT“ KLASĖJE* suteikia pagrindines 3D spausdinimo ir projektavimo žinias, bei idėjas, projektus ir veiklas, skirtas 3D spausdinimo integravimui į savo mokymo programą.

Kadangi 3D spausdinimo ateitis dar turi būti apibrėžta, „MakerBot Education“ numačiusi dirbti kartu su pedagogais, kad užtikrintų įrankius, resursus ir palaikymą, kad galėtumėte naudoti naujai prieinam technologiją. Prisijunkite prie tūkstančių pedagogų, kurie jau naudoja 3D spausdinimą mokymo planų praturtinimui, bei ypač skatinančių moksleivių kūrybingumą ir įsitraukimą.

Nekantraujame pamatyti ką jūs galite sukurti!

$50.00
ISBN 978-1-4951-6175-9
55000>
9 781495 161759