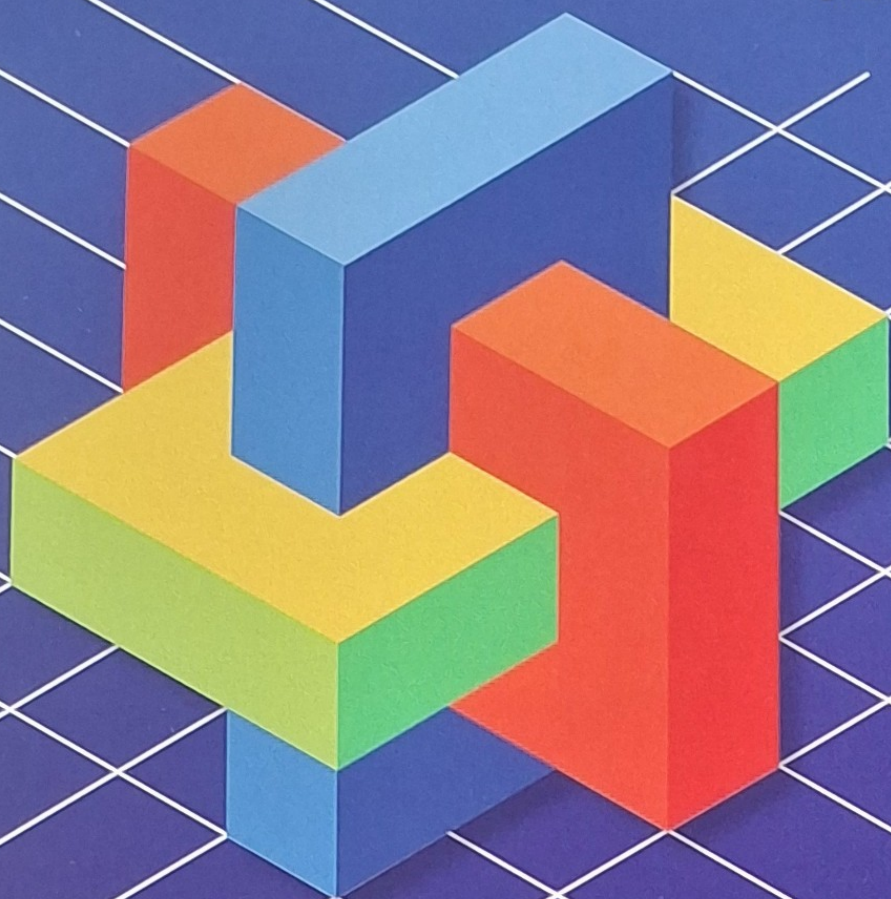


Ivan Šimac
Ružica Kamenjašević



Tinkercad

PRIRUČNIK



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih

Ivan Šimac
Ružica Kamenjašević



TINKERCAD

PRIRUČNIK



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i mladih

Rijeka, travanj 2025.

Ivan Šimac, mag. educ. inf.
Ružica Kamenjašević, dipl. ing.

PRIRUČNIK TINKERCAD

Recenzent

mr. sc. Mirko Mesić, dipl. ing.

Dizajn, slog i prijelom

Element d.o.o., Zagreb

Izrada i izdavanje priručnika financirana je sredstvima Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske u sklopu projekta „Umrežimo s(v)e“ u području izvaninstitucionalnoga odgoja i obrazovanja djece i mladih u školskoj godini 2024./2025.

Tisak

travanj 2025.

Element d.o.o., Zagreb

Predgovor

Draga učenice,

Dragi učenice,

Ovaj priručnik je rezultat našeg zajedničkog truda da vam pružimo znanja koja će vam omogućiti samostalno i učinkovito kreiranje vlastitih 3D modela koristeći alat Tinkercad. Sadržaj koji vam prezentiramo baziran je na edukativnim radionicama koje smo organizirali s ciljem ulaska u svijet 3D modeliranja i 3D ispisa. Predivan je to svijet u kojem nema granica, ili kako se to popularnije kaže, u kojem je vaša mašta granica.

Zahvaljujemo vam na pokazanom interesu i entuzijazmu za učenjem novih tehnologija. Vaša znatiželja i volja za učenjem bili su ključni za nastanak ovog priručnika. Nadamo se da ćete s uzbuđenjem i radošću istražiti sadržaj koji smo za vas pripremili i da će vam otvoriti nove spoznaje u razvoju 3D modela kojim možete oplemeniti i svoj životni prostor.

Autori

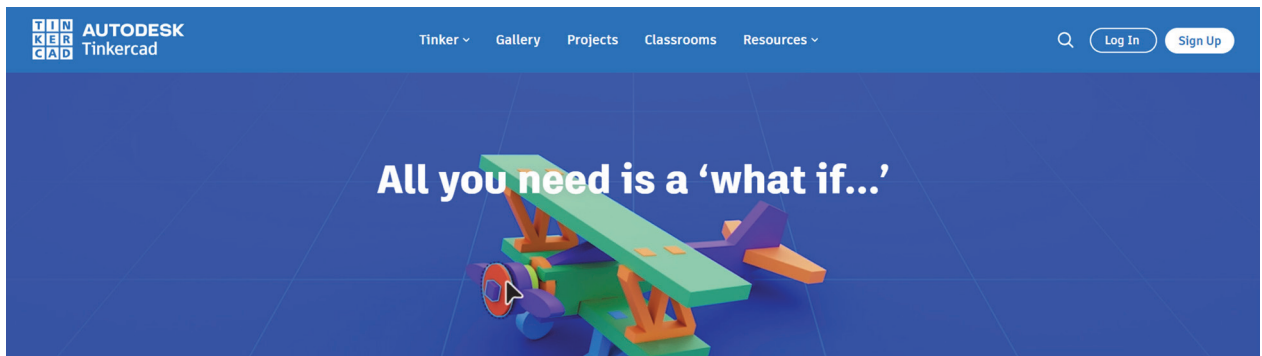
Sadržaj

| | |
|--|-----------|
| 1. Uvod | 7 |
| 2. Što je Tinkercad? | 8 |
| 2.1. Kako otvoriti račun i započeti rad u <i>Tinkercadu</i> | 8 |
| 3. Opis Tinkercada | 15 |
| 3.1. Navigacija u 3D prostoru | 16 |
| 3.2. Osnovni oblici u <i>Tinkercadu</i> | 21 |
| 3.2.1. Kocka | 21 |
| 3.2.2. Kugla..... | 22 |
| 3.2.3. Cilindar..... | 23 |
| 3.2.4. Piramida..... | 24 |
| 3.3. Osnovni alati za rad s objektima | 25 |
| 3.4. Korištenje funkcije „Hole“ (Rupe) u <i>Tinkercadu</i> | 28 |
| 3.4.1. Primjer – cilindar kao rupa u kocki (korak po korak) | 30 |
| 4. Izrada jednostavnog 3D privjeska za ključeve | 33 |
| 5. Vježba: Izrada jednostavne 3D kućice | 38 |
| 6. Dodatak | 44 |
| A. Postavljanje digitalne učionice u Tinkercadu s nadimcima za učenike – perspektiva nastavnika..... | 44 |
| B. Izvoz modela iz Tinkercada u STL format..... | 52 |
| Literatura | 56 |
| Popis pokrata | 57 |

1. Uvod

Tinkercad je besplatna web-aplikacija za 3D modeliranje namijenjena početnicima. Razvio ju je Autodesk, a koristi se širom svijeta u školama i među dizajnerima za jednostavnu izradu 3D modela. Pokreće se u web pregledniku, što znači da nije potrebna instalacija programa na računalo – dovoljno je imati pristup internetu. *Tinkercad* koristi pristupačan pristup modeliranju: umjesto crtanja složenih oblika od nule, korisnik slaže gotove osnovne oblike (kao što su kocke, kugle, cilindri) poput građevnih blokova. Na taj način i potpuno novi korisnici mogu brzo izraditi vlastite trodimenzionalne modele bez prethodnog znanja o 3D modeliranju.

Nakon čitanja ovog priručnika, moći ćete samostalno otvoriti račun u *Tinkercadu*, snaći se u njegovom sučelju i razumjeti osnovnu logiku alata. Također, bit ćete su mogućnosti izraditi razne 3D modele i pripremiti ih za ispis na 3D printeru.



Slika 1. Početna stranica *Tinkercad*-a

2. Što je Tinkercad?

Tinkercad je zamišljen kao početni alat za ulazak u svijet 3D dizajna. Koristi se putem internet-ske stranice i potpuno je besplatan za upotrebu. Sve što izradite u *Tinkercadu* pohranjuje se na oblaku (online), tako da svojim projektima možete pristupiti s bilo kojeg računala prijavom na svoj račun.

Sučelje je jednostavno i prilagođeno za edukaciju – idealno za učenice i učenike, početnike ali i naprednije korisnike. Osim 3D modeliranja, *Tinkercad* omogućuje i učenje osnova elektronike i programiranja blokovima, ali u ovom priručniku usredotočit ćemo se na 3D modele. Ukratko, *Tinkercad* je odlično polazište za sve koji žele naučiti izrađivati digitalne trodimenzionalne objekte na jednostavan način.

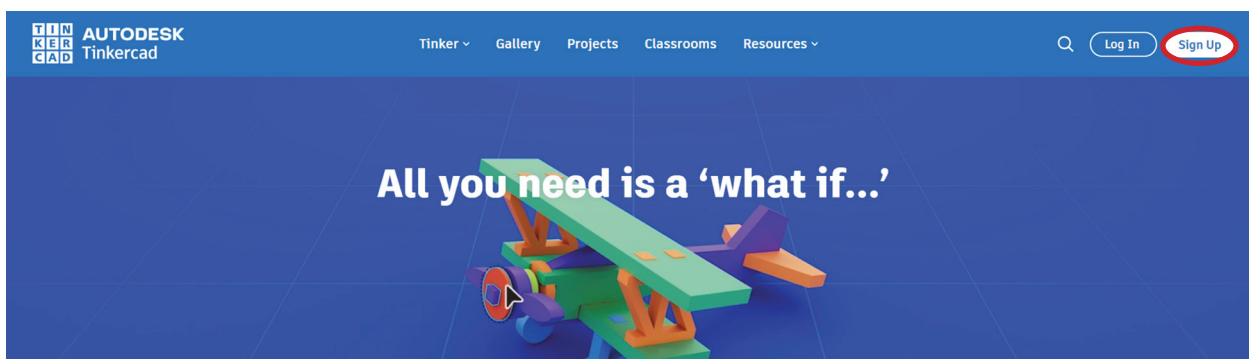
2.1. Kako otvoriti račun i započeti rad u *Tinkercadu*

Prije izrade prvog 3D modela, potrebno je izraditi korisnički račun na *Tinkercadu*. Registracija je jednostavna, ali postoji jedno važno ograničenje vezano uz dob! Ograničenje ćemo pojasniti u nastavku.

Registracija je proces koji se provodi samo jednom, a cilj registracije je stvoriti vjerodajnice (korisničko ime i lozinku) za daljnje prijave i rad.

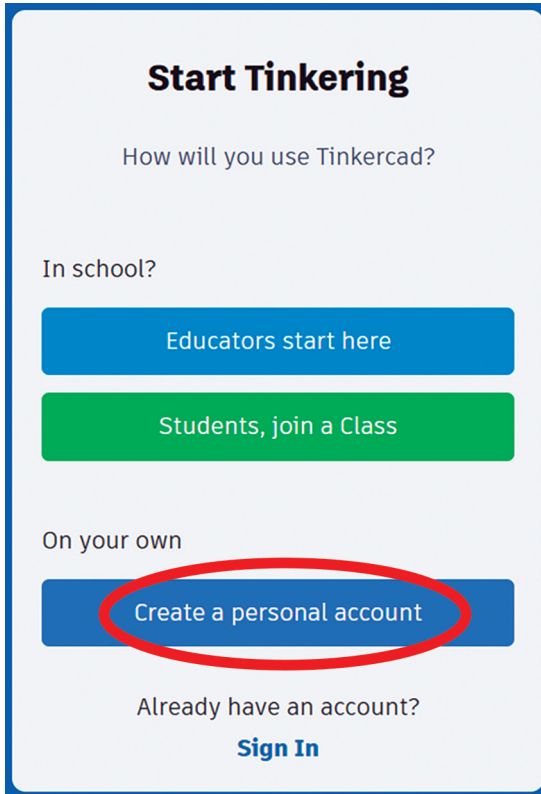
U nastavku prikazujemo proces registracije za starije od 13 godina.

1. Otvorite internetski preglednik i posjetite službenu stranicu Tinkercada (www.tinkercad.com).
2. Na naslovnoj stranici kliknite gumb *Sign Up* (Registracija) kako biste započeli izradu novog računa.

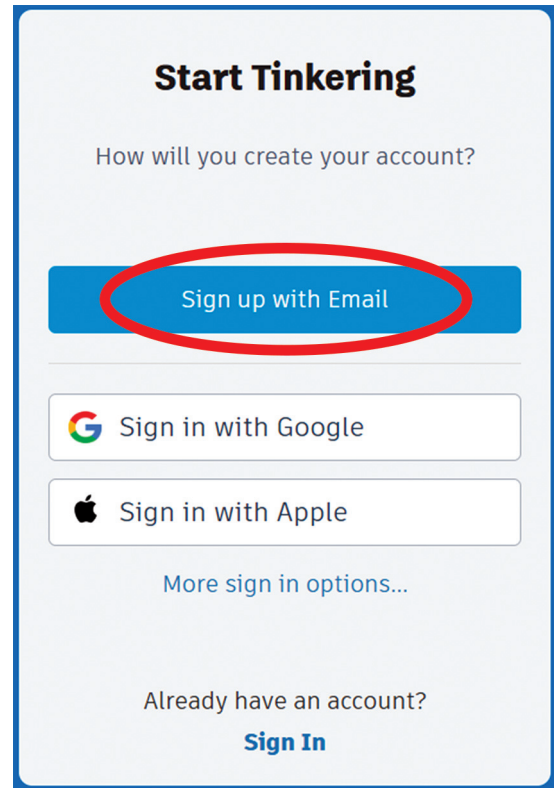


Slika 2. Položaj gumba za početak prijave

- Potrebno je odabrati *On your own* (zasebna registracija) i gumb *Create a personal account* (stvari osobni račun).
- Potom, odabiremo *Sign up with email* (Prijavi me s emailom)¹



Slika 3. Položaj gumba Stvari osobni račun



Slika 4. Položaj gumba Prijavi me s emailom

- U obrascu najprije odaberite svoju državu te unesite datum rođenja. Ovi podaci traže se kako bi sustav odredio radi li se o djetetu ili odrasloj osobi.

Vrlo je važno postaviti valjani datum rođenja. Možda ti se na prvi dojam čini da to nije potrebno, no na taj način pokazujemo odgovornost prema vlastitim digitalnim tragovima i činimo internetski prostor puno sigurnijim mjestom.

¹ Ovdje se podrazumijeva kako učenica/učenik ima email adresu. Adresa može biti školska (pazimo na trajanje adrese – dok ne maturiramo, odnosno završimo školovanje) ili može biti osobna/privatna (primjerice gmail adresa)

Create account



Country, Territory, or Region

Birthday

Next

Slika 5. Daljnje opcije potrebne za uspješan proces registracije

- Nakon unosa traženih podataka, kliknite *Next* (Dalje). Zatim unesite svoju adresu e-pošte i odaberite lozinku za račun. Lozinka će imati određene zahtjeve (prema sigurnosnim postavkama, optimalno je osmisliti lozinku samo za ovaj alat koja nije jednaka drugim lozinkama).

Create account

Email

Password

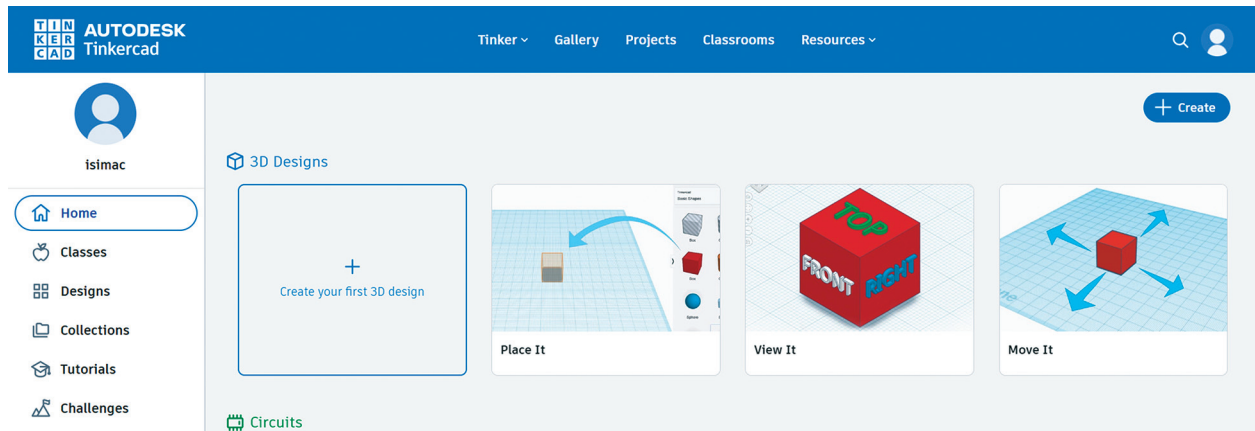
- At least 1 letter
- At least 1 number
- Minimum of 8 characters
- At least 3 unique characters

I agree to the [Autodesk Terms of Use](#) and acknowledge the [Privacy Statement](#).

Create account

Slika 6. Unos emaila i zahtjevi za pravilno postavljanje lozinke

- Prihvatite uvjete korištenja (potvrdite kućicu za suglasnost) i kliknite *Create Account* (Izradi račun). Na navedenu adresu e-pošte stići će poruka za potvrdu – otvorite je i dovršite registraciju kako se od vas traži putem email poruke.
- Nakon uspješne registracije, automatski ćete biti prijavljeni u svoj *Tinkercad* račun. Sada ćete vidjeti svoju početnu stranicu (naziva se *dashboard*) s pregledom vaših projekata.
Za početak novog projekta, kliknite na gumb *Create new design* (Izradi novi model) koji se nalazi na početnoj stranici. Time ćete otvoriti editor Tinkercada i započeti prvi prazni projekt.



Slika 7. *Dashboard* – početni ekran nakon uspješne registracije

Prikaz postupka registracije za učenice i učenike mlađe od 13 godina²

- Otvorite internetski preglednik i posjetite službenu stranicu *Tinkercada* (www.tinkercad.com).
- Na naslovnoj stranici kliknite gumb *Sign Up* (Registracija) kako biste započeli izradu novog računa.
- Potrebno je odabrati *On your own* (zasebna registracija) i gumb *Create a personal account* (stvari osobni račun).
- Potom, odabiremo *Sign up with email* (prijava me s emailom)
- U obrascu najprije odaberite svoju državu te unesite datum rođenja. Ovi podaci traže se kako bi sustav odredio radi li se o djetetu ili odrasloj osobi.

Vrlo je važno postaviti valjani datum rođenja. Možda vam se na prvi dojam čini da to nije potrebno, no na taj način pokazujemo odgovornost prema vlastitim digitalnim tragovima i činimo internetski prostor puno sigurnijim mjestom.

² Za slike koje mogu pomoći oko registracije, pogledajte odjeljak registracije za starije od 13 godina

6. Sada je potrebno unijeti svoj (digitalni) nadimak i lozinku (lozinka ima svoje zahtjeve kakva mora biti)
7. S obzirom da si mlađa/mzlađi od 13 godina, potrebna je dozvola roditelja za otvaranje računa³

Get **Parent** approval:

Enter your parent's or guardian's email address below and click Send to get started.

Please read our [Children's Privacy Statement](#) and [Privacy Statement](#).

Type parent's email address here

Send

Ask your parent or guardian to:

1. Check their email (and spam) for an email from us.
2. Follow the link in the email and sign in to (or create) **their own** Tinkercad account.
3. Approve your account!

Done!

Slika 8. Potrebna je roditeljska potvrda za konačno otvaranje računa

8. Potrebno je da roditelj unese svoju email adresu na koju će dobiti *Tinkercad* email s obavijesti da je potrebno potvrditi tvoj račun⁴

³ To je sasvim normalna procedura i *Tinkercad* ovdje pokazuje da misli na sigurnost najmlađih korisnika.

⁴ Ovo je potrebno učiniti unutar 14 dana.

9. Nakon što roditelj pročita mail, potrebno je da i roditelj otvori svoj *Tinkercad* račun (prema smjernicama navedenima gore i prema smjernicama koje su navedene u emailu) i potvrdi tvoj račun.

Your name

Your account email

This is the email linked to your Autodesk Tinkercad account

Your child's username

Username are case-sensitive

Print and sign

Upload signed form

Confirmation usually takes 2-3 business days.

Slika 9. Potpisivanje suglasnosti za otvaranjem djetetova računa

10. Roditelj mora isprintati obrazac koji je potrebno potpisati i poslati (putem stranice) *Tinkercadu*.

Next steps:

Fill out this parental consent form.

1. Print and sign this form.
2. Take a photo of the form, clearly showing your signature.
3. Upload the photo to your parent Tinkercad account using the **“Upload signed form”** button on your profile.

Note: If you closed the page you can return to it by following the link in your email, or you can go to your Tinkercad profile - “Your kids” view to complete the upload there.

Once approved, you'll have moderator control over your child's designs and activities.

Tinkercad Consent Form

By signing the statement below, I, as a parent or legal guardian:

- Consent to my child's registration and authorize my child to use Tinkercad (/);
- Have had the opportunity to review:
 - Tinkercad Terms of Service (<https://www.autodesk.com/company/legal-notices-trademarks/terms-of-service-autodesk360-web-services/terms-of-service-for-tinkercad>),
 - Autodesk Privacy Statement (<https://www.autodesk.com/privacy>),
 - Children's Privacy Statement (/childrens-privacy);
- Understand that my child's personal information will be collected and processed in the United States, and that site uses cookies. I consent to these practices.
- Understand that I may withdraw my permission granted herein, with written or online notice, at any time.
- Understand that it is important to provide accurate information in this consent form in case the Tinkercad Team needs to contact me for any reason.

Your full name (First and Last): **Ivan Šimac**

Your email (used to sign up with Parent's Account): **phaser.fire@gmail.com**

Child's Tinkercad Username: **volimTinkercad**

| | |
|----------------|--------------------------|
| Your Signature | Date Signed (MM/DD/YYYY) |
| | ____ / ____ / ____ |

See page 2 for more details.

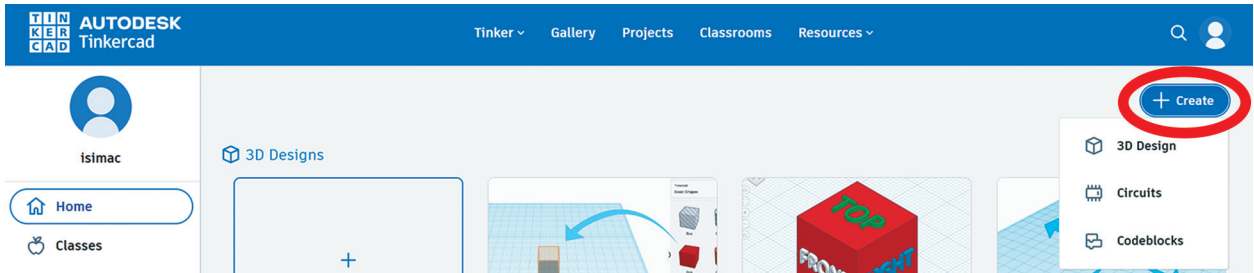
Slika 10. Tinkercad forma za dozvolu otvaranja računa za dijete

11. Nakon 24 do 48 sati, slobodno možeš koristiti svoj račun.

Postoji još jedna opcija otvaranja računa u *Tinkercadu* a to je da učiteljica/učitelj stvori razred i tebe nadoda pomoću nadimka. To je svakako najjednostavnije opcija.

Taj će dio biti obrađen u dodatku priručnika jer za tebe taj dio nije važan jer tim načinom prijave ne možeš upravljati svojim računom i spremati radove za kasnije uređivanje.

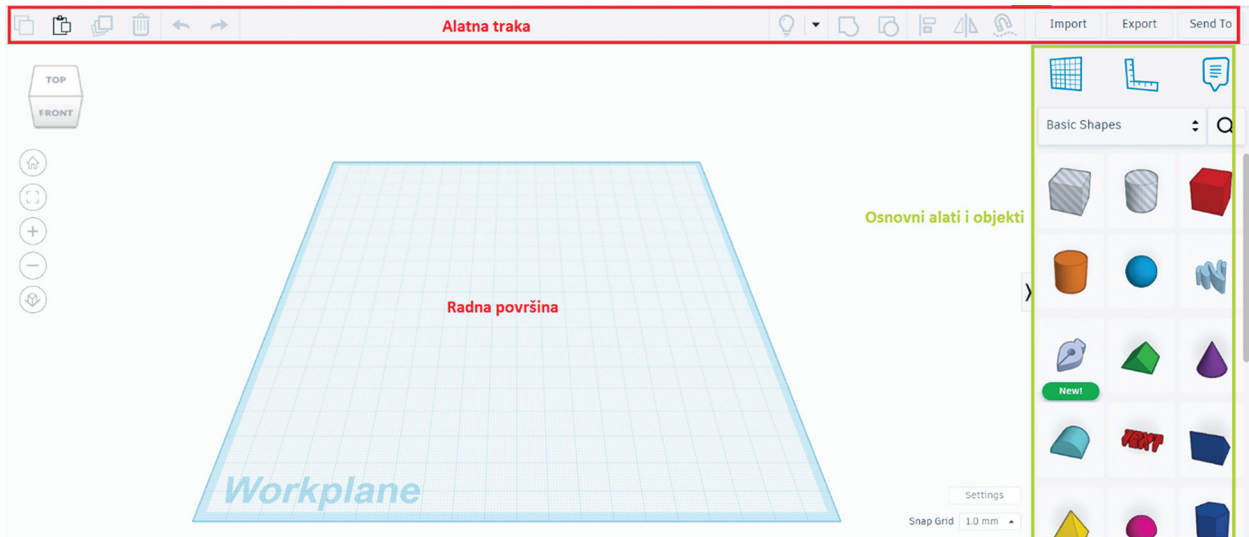
3. Opis Tinkercada



Slika 11. Početno sučelje i položaj gumba za početak dizajniranja

Kada se otvori novi projekt (gumb *Create* koji se nalazi desno pri vrhu), prikazuje se glavni prozor za izradu modela. U njemu su nekoliko ključnih dijelova sučelja koje trebate upoznati prije nego počnete modelirati:

- Radna površina (*Workplane*) je plava mrežasta ravnina koja zauzima najveći dio ekrana. To je virtualna "podloga" na kojoj gradite svoj model. Mreža na radnoj površini pomaže vam u orijentaciji i razmjeru – svaki kvadratić mreže predstavlja određenu duljinu (primjerice 1 milimetar, ovisno o postavkama jedinica). Objekti koje ubacite u scenu pojavljuju se upravo na toj ravnini. Radnu površinu možete promatrati kao stol ili podlogu na koju postavljate oblike.
- Alatne trake u *Tinkercadu* sadrže najvažnije naredbe i alate za uređivanje modela. Glavna alatna traka obično se nalazi pri vrhu zaslona. Tu ćete pronaći uobičajene funkcije kao što su *Undo* (Poništi) i *Redo* (Ponovi) za poništavanje ili ponavljanje radnji, *Copy/Paste* (Kopiraj/Zalijepi) za kopiranje objekata, *Delete* (Brisanje) za uklanjanje odabranih objekata, te alate za poravnavanje i grupiranje. Također, tu je i polje za naziv vašeg projekta koje možete kliknuti i preimenovati (*Tinkercad* svakom novom projektu dodijeli nasumično ime, koje je korisno promijeniti u nešto smisljeno).
- S desne strane ekrana nalazi se izbornik s osnovnim 3D oblicima (kocka, kugla, valjak, stožac, piramida itd.) i drugim kategorijama objekata. Ti oblici predstavljaju "građevne blokove" od kojih možete sastaviti složenije modele. Jednostavno odaberite željeni oblik u izborniku i prevucite ga mišem na radnu površinu. Odabrani objekt možete zatim pomicati (vuci i spuštaj po ravnini), rotirati (pomoću kružnih strelica koje se pojave oko objekta) ili mijenjati veličinu (povlačenjem bijelih kvadratića na rubovima objekta). Za precizno poravnavanje više objekata koristite alat *Align* (Poravnaj), a za spajanje dvaju ili više oblika u jedan objekt služi alat *Group* (Grupiraj). Sve ove opcije nalaze se u alatnim trakama ili kao ikone koje se pojavljuju kada odaberete objekt na radnoj površini.



Slika 12. Radna površina i alatna traka – prikaz glavnog prozora *Tinkercad*-a

Ovdje je važno spomenuti i kako se pomicati koristeći tipke računalnog miša. Lijeva tipka računalnog miša služi za pomicanje objekata po radnoj površini, dok desna tipka računalnog miša služi da pomicanje prikaza (odozgo, odozdo, sa strane, ...). Više ćemo o tome u narednom poglavlju.

Kroz praksu ćete se brzo osjećati ugodno u radu s *Tinkercadom*. Ne brinite ako tijekom vježbanja nešto pogrešno napravite – uvijek možete poništiti radnju (Ctrl+Z na tipkovnici vraća korak unatrag). Slobodno istražujte različite oblike i alate kako biste otkrili što sve možete napraviti.

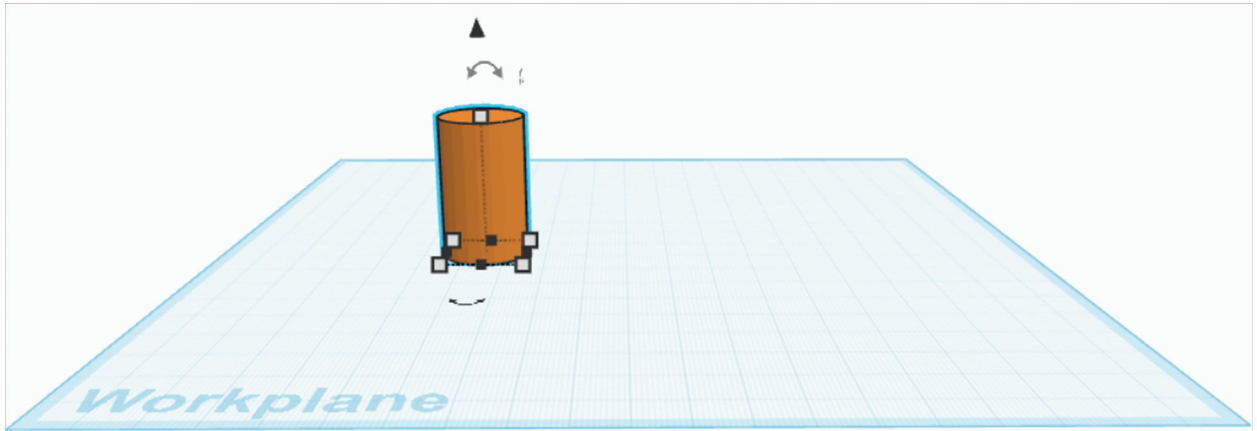
3.1. Navigacija u 3D prostoru

Kada govorimo o “navigaciji” u 3D prostoru, mislimo na pomicanje virtualne kamere kroz scenu, a ne pomicanje samog objekta koji modeliramo. Promjenom pogleda ne mijenjamo položaj niti veličinu objekata, već samo način na koji ih vidimo. U *Tinkercadu* postoje tri osnovne funkcije za upravljanje pogledom:

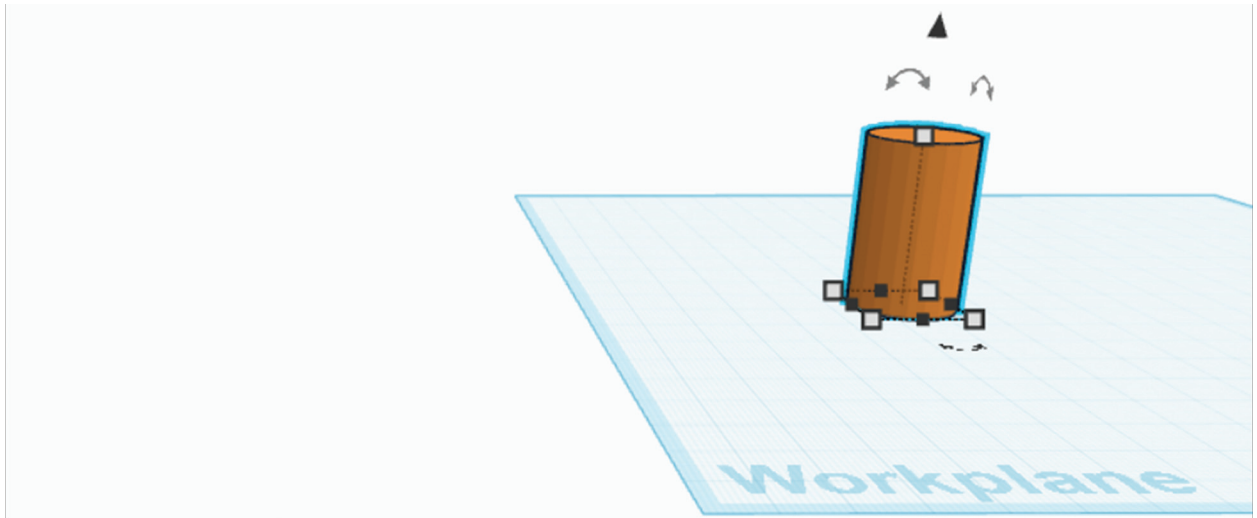
Pomicanje pogleda (*Pan*): Pomicanje pogleda omogućuje nam da *paralelno* pomičemo kameru gore-dolje ili lijevo-desno. Možete zamisliti kao da klizite po sceni u stranu ili nagore, dok gledate ravno ispred sebe. Ovo je korisno kada želite pogledati drugi dio modela ili radne površine bez rotiranja kamere. Primjerice, ako je objekt na sredini ekrana, *pan* pomicanjem možete ga pomaknuti u stranu vidnog polja ili fokusirati neki udaljeniji detalj scene. Objekti pritom ostaju na istom mjestu u 3D prostoru; samo se vaše “mjesto” promatranja mijenja.

Pan pomicanje se obavlja istovremeno držeći tipku *shift* i radom s desnom tipkom računalog miša.

Ovo će gurnuti čitav prikaz paralelno: npr. ako povučete prema gore, scena će se pomicati naviše u prozoru (kao da se kamera kreće prema gore). Alternativno, ako vaš miš ima srednju tipku (kotačić koji se može kliknuti), možete i kliknuti kodačić miša te povlačiti – to ima isti efekt pomicanja pogleda. Pan funkcioniira i u kombinaciji sa zumiranjem i orbitom: često ćete malo pomaknuti pogled pa nastaviti rotirati da biste centralizirali objekt interesa.



Slika 13. Originalni prikaz



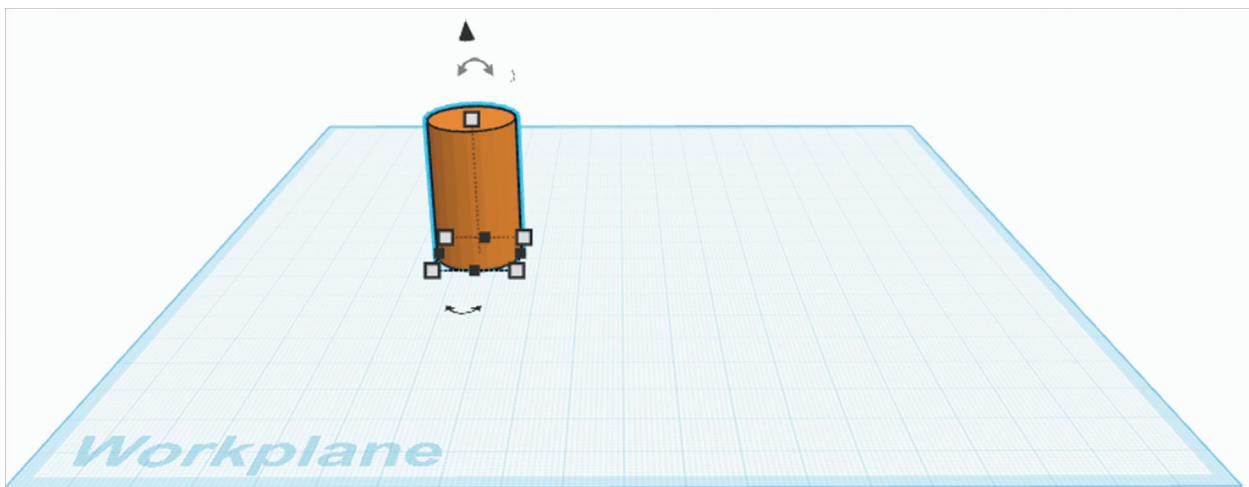
Slika 14. Prikaz pan pomicanja

Zumiranje (Zoom in/out): Zumiranje mijenja udaljenost kamere od scene, što rezultira time da objekti izgledaju veći ili manji. Kada *zumiramo prema unutra (zoom in)*, kamerom se približavamo objektu – on ispunjava veći dio ekrana i vidimo više detalja. Kada *zumiramo prema van (zoom out)*, kamerom se udaljavamo – objekt postaje manji na ekranu, a vidimo širu sliku cijele scene. Zumiranje nam omogućuje precizan rad (pri velikom uvećanju objekta) i pregled cijelog modela odjednom (pri udaljenijem pogledu). Važno je razumjeti da ovime ne mijenjamo stvarnu veličinu objekta, nego samo našu perspektivu: objekt izgleda veće jer smo mu “bliže” s kamerom, ili manje jer smo “dalje”. Ako pretjerano zumiramo van i objekt nestane iz vidokruga, uvijek se možemo ponovno približiti ili upotrijebiti naredbu za povratak pogleda na objekt.

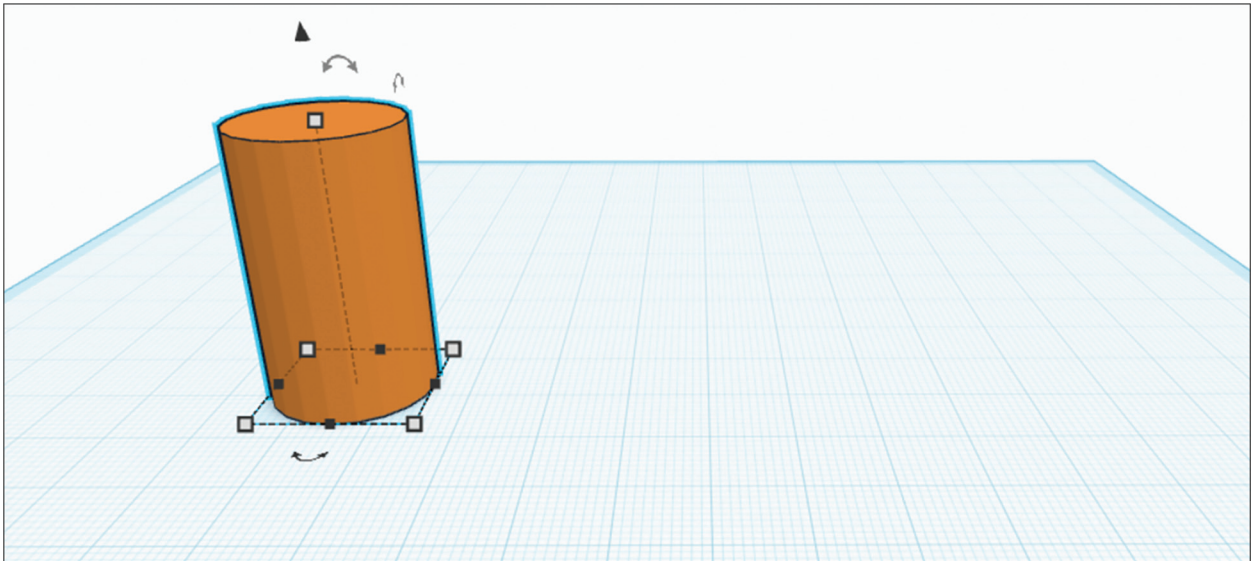
Zumiranje se događa kada pomičemo kotačić računalnog miša.

Okretanjem (kotrljanjem) kotačića prema naprijed zumirate prema unutra (približavate se objektu), a okretanjem kotačića unatrag zumirate prema van (udaljavate se). Zumiranje možete raditi u bilo kojem trenutku, neovisno o ostalim radnjama – čak i usred rotiranja pogleda možete okretati kotačić kako biste se približili ili udaljili od modela. Obratite pažnju: brzina okretanja kotačića utječe na to koliko se brzo zumira; polaganim kotrljanjem dobit ćete finiju kontrolu.

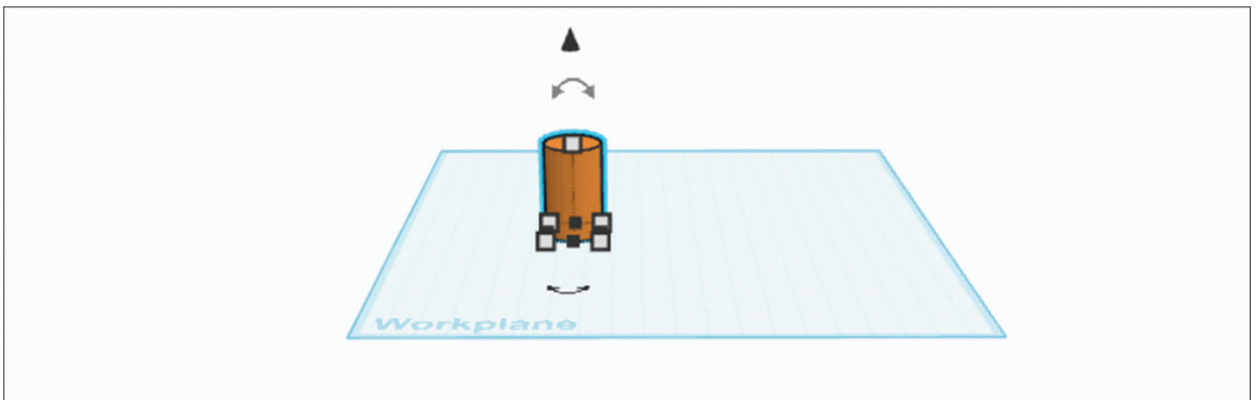
Tipkovničke alternative: Ako radite na laptopu bez miša, ili preferirate tipkovnicu, možete koristiti i tipke *Ctrl + “+”* za zumiranje unutra i *Ctrl + “-”* za zumiranje van (na *Macu Cmd* umjesto *Ctrl*). Također, vrlo korisna naredba je tipka *F* na tipkovnici – kada odaberete neki objekt i pritisnete *F*, pogled će se automatski centrirati i zumirati na taj objekt (“*fit view*”). Time se kamera namjesti tako da odabrani objekt ispunji vidno polje. Pritiskom na *F* bez odabranog objekta, *Tinkercad* će prilagoditi prikaz cijeloj sceni (svi objekti vidljivi). Ova funkcija pomaže ako “izgubite” model iz vidokruga; jednim pritiskom vratite sve u centar.



Slika 15. Originalni prikaz



Slika 16. „Zoom in“ prikaz

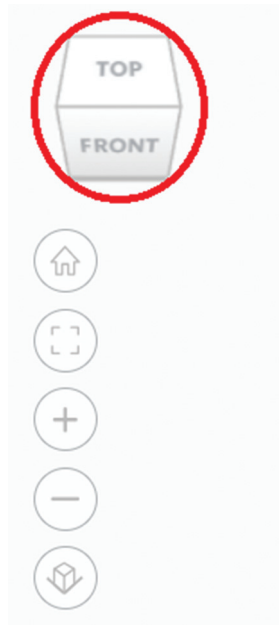


Slika 17. „Zoom out“ prikaz

Zumiranjem često izgubimo objekt iz fokusa. Lako se vratimo pritiskom tipke na slici 18.

Rotacija pogleda (*Orbit*): Rotacija pogleda znači okretanje kamere oko objekta ili središta scene. To je kao da hodate oko modela i gledate ga iz različitih kutova. U *Tinkercadu*, *orbit* omogućuje pregled objekta odozgo, odozdo, sa strane ili bilo kojeg međukuta. Kada rotiramo pogled, objekt ostaje na mjestu, a mi mijenjamo svoj kut gledanja oko njega. Primjerice, možete rotirati kameru oko kocke da biste vidjeli njezinu stražnju stranu ili da biste provjerili kako izgleda odozgo. *Orbit* je jedna od najčešće korištenih funkcija u 3D navigaciji jer nam pruža puni uvid u model.

Navedeno možemo obaviti desnom tipkom računalnog miša ili grafički, pomoću kocke s stranama prikaza koja je prikazana na slici.



Slika 19. Položaj opcije u Tinkercadu



Slika 18. Povratak u središte prikaza

VAŽNA NAPOMENA – Kamera i objekt: Navigacijske radnje poput pan, zoom i orbit mijenjaju položaj kamere, dok objekti u sceni ostaju gdje jesu. Ovo je ključna razlika: za promjenu kuta gledanja uvijek pomičemo kameru, ne objekt. Ako želite vidjeti stražnju stranu nekog modela, rotirajte pogled oko objekta; nemojte rotirati sam objekt (osim ako ciljano želite promijeniti orijentaciju tog modela u dizajnu). Slično, za približavanje detalju koristite zumiranje umjesto da pomičete objekt bliže kameri. Pomicanjem objekta mijenjate sam dizajn (npr. premještate model na drugo mjesto na radnoj površini), dok pomicanjem pogleda samo mijenjate kako ga vidite. U početku učenici ponekad pomiješaju te dvije stvari, pa je dobro uvijek se zapitati: “Želim li promijeniti raspored modela ili samo kut iz kojeg ga promatram?” U pravilu, često ćete tijekom uređivanja modela rotirati i pomicati pogled, dok ćete položaj objekata mijenjati samo kad stvarno želite drugačiji raspored u sceni.

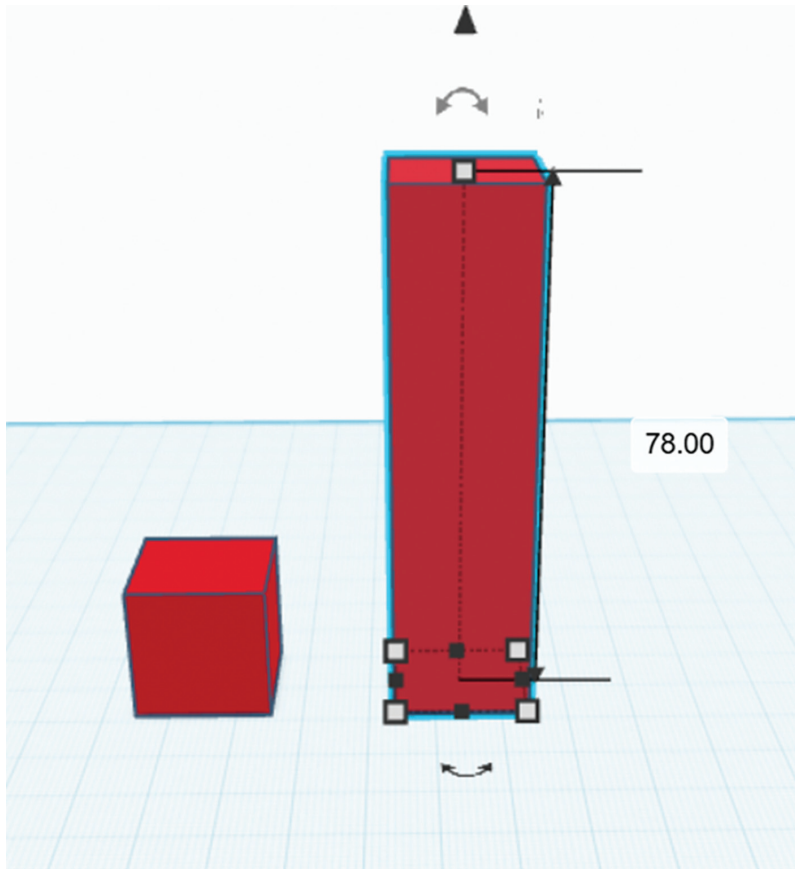
3.2. Osnovni oblici u Tinkercadu

Tinkercad nudi zbirku osnovnih 3D oblika koje možemo koristiti kao gradivne elemente za svaki model. Među najčešćim osnovnim oblicima su kocka, kugla, cilindar i piramida. Svaki od tih oblika ima karakterističan izgled i svrhu u dizajnu te se može različito manipulirati (mijenjati dimenzije, rotirati, rastezati). U nastavku slijedi detaljan pregled svakog od navedenih oblika:

3.2.1. Kocka

Kocka je geometrijski oblik sa šest kvadratnih stranica jednake veličine. U *Tinkercadu*, kocka se pojavljuje kao crveni okvir (*Box*) – to je zapravo pravokutni okvir koji se u početku sastoji od jednake duljine, širine i visine, pa tvori pravilnu kocku. Kocka vizualno izgleda kao glatki blok. Osnovna funkcija kocke u dizajnu jest da posluži kao temeljni građevni element. Zbog svojih ravnih stranica i oštih kutova, idealna je za izradu zidova, postolja, podova ili bilo kojih pravokutnih struktura. Kocku često koristimo kao bazu modela – primjerice, kao tijelo kuće ili kutiju.

Kada odaberemo kocku na radnoj plohi, pojavit će se bijeli kvadratići (kontrolne točke) i strelice. Povlačenjem bijelih kvadratića na uglovima možemo skalirati kocku – mijenjati joj dužinu i širinu istodobno. Povlačenjem bijelog kvadratića na vrhu kocke mijenjamo njezinu visinu (rastežemo je ili spljoštavamo okomito). Ako želimo zadržati pravilne proporcije (da duljina, širina i visina ostanu u jednakim omjerima), možemo držati pritisnutu tipku *Shift* dok skaliramo, čime kocku povećavamo ili smanjujemo jednoliko u svim smjerovima. Tako od osnovne kocke lako nastane pravokutni blok ili stup različitih dimenzija. Također, pomoću zakrivljenih strelica oko objekta kocku možemo rotirati oko tri osi (oko vertikalne osi ili vodoravno oko dviju osi) kako bismo je orijentirali po želji.



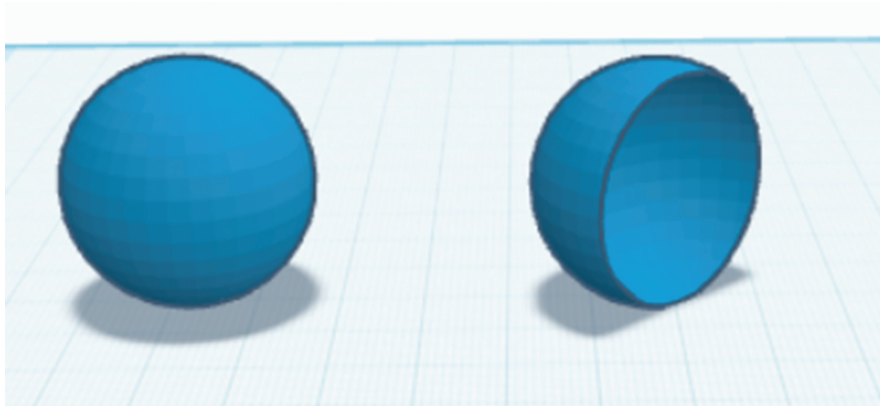
Slika 20. Kocka u osnovnom obliku (lijevo) i kocka izdužena u visinu (desno). Kvadratići oko objekta služe za mijenjanje dimenzija.

3.2.2. Kugla

Kugla je oblik savršene sfere – u svim smjerovima ima isti radijus. U *Tinkercadu* je kugla prikazana kao svijetloplavi ili tirkizni oblik (*Sphere*). Za razliku od kocke, kugla nema ravne plohe ni oštre rubove, već glatku zakrivljenu površinu. U dizajnu, kuglu koristimo kad želimo dodati obli ili zaobljeni element. Kugla je idealna za izradu lopti, glava figura, ukrasnih elemenata ili za zaobljivanje rubova pri dizajniranju (npr. kombiniranjem s drugim oblicima). Kugla unosi mekoću u model zbog svog oblika bez kutova.

Kuglu možemo skalirati slično kao kocku – povlačenjem kontrolnih točaka mijenjamo joj promjer po visini ili širini. Ipak, budući da je potpuno simetrična, ako ne skaliramo ravnomjerno, kugla će postati elipsoid (izdužena sfera). Rotacija kugle oko bilo koje osi u praksi ne mijenja njezin izgled (zbog sferne simetrije kugla izgleda isto sa svih strana). Zanimljiva mogućnost

rada s kuglom jest izrezivanje dijelova pomoću negativnih oblika. Na primjer, možemo kuglu podijeliti na pola tako da kroz nju prožimamo tzv. rupa-objekt (negativni oblik) i grupiramo ih (o tome više u nastavku). Rupa je poseban tip osnovnog oblika u *Tinkercadu* koji se koristi za oduzimanje materijala – prikazan je prozirno sivo. Ako poravnamo pravokutnu rupu s polovicom kugle i grupiramo, dobit ćemo polukuglu (kuglu prerezanu napola).

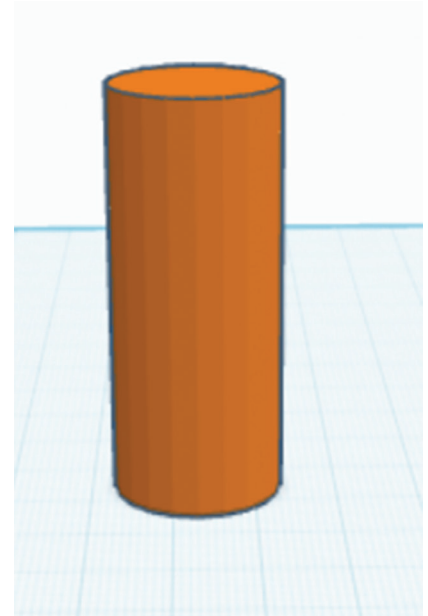


Slika 21. Kugla podijeljena na dvije polovice – pomoću negativnog oblika (rupa). Lijevo je cijela kugla, a desno je prikazana polukugla nastala rezanjem kugle.

3.2.3. Cilindar

Cilindar je oblik koji ima kružnu bazu i jednaku kružnu plohu na vrhu, spojene zakrivljenom bočnom površinom. U *Tinkercadu* je cilindar (*Cylinder*) obično narančaste boje. Izgleda poput cijevi ili stupa. Cilindar koristimo kada trebamo okrugle stupove, cijevi, kotače ili bilo koju strukturu s kružnim presjekom. Na primjer, cilindar može služiti kao dimnjak, stupić, kotač ili osovina u mehanizmu. Također, od cilindra možemo napraviti šuplju cijev tako da u nje ga umetnemo manji cilindar kao rupu i grupiramo – dobit ćemo prstenastu strukturu.

Kao i druge oblike, cilindar možemo skalirati – promijeniti mu promjer baze povlačenjem kontrolnih točaka na dnu ili vrhu, te visinu povlačenjem točke na vrhu. Tako iz visokog uskog stupa možemo napraviti plosnati disk ili obrnuto. Rotacija je osobito značajna za cilindar: možemo ga položiti na stranu. Za rotaciju služe zakrivljene strelice koje se pojave oko odabranog objekta – narančaste strelice za precizno rotiranje po 45° ili slobodno. Ako uzmemo



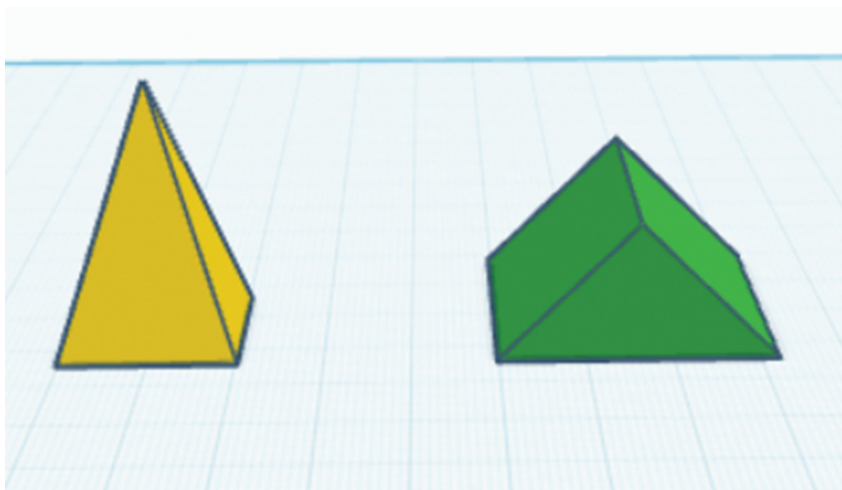
Slika 22. Cilindar

cilindar i zakrenemo ga za 90° oko horizontalne osi, postaviti ćemo ga vodoravno. Tako cilindar može postati npr. vodoravna cijev ili – kako ćemo vidjeti u primjeru – dimnjak položen na krov. Rastezanje (nerazmjerno skaliranje) cilindra omogućuje nam da iz kružnog presjeka dobijemo eliptični (npr. spljoštimo cilindar u jednom smjeru).

3.2.4. Piramida

Piramida je osnovni oblik s četverokutnom bazom i vrhom koji se sužava u jednu točku. U *Tinkercadu* se piramida (*Pyramid*) prikazuje najčešće žutom ili zelenom bojom. Ima četiri trokutaste bočne strane koje se sastaju u vrhu. (Napomena: *Tinkercad* u osnovnim oblicima nudi i oblik nazvan "Roof" – krov, koji je zapravo trokutasti prizmatični krov. Ovdje ćemo se posvetiti obliku piramide sa šiljastim vrhom.) Piramidu koristimo kada želimo napraviti krovove, šiljaste tornjeve, krovčaste strukture ili ukrasne elemente. Zbog svog suženja, piramida je idealna za modeliranje krovova kuća u jednostavnijim projektima – iako stvarni krovovi kuća najčešće imaju oblik prizme (dvostrešni krov), u *Tinkercadu* i piramida može poslužiti toj svrsi. Također, piramide mogu glumiti šatore, planine i slično.

Piramidu možemo skalirati po osnovi – mijenjati joj širinu i duljinu baze – te visinu, ovisno koliko strm ili plosnat vrh želimo. Za krov kuće često ćemo piramidu smanjiti po širini da odgovara tlocrtu kuće. Primjerice, ako baza piramide nije iste veličine kao krovna površina kućice, možemo piramidu odabrati i povlačenjem kontrolnih točaka smanjiti njezinu bazu dok ne bude malo šira od kuće (kako bi krov malo stršio). Rotacija piramide može je zarotirati oko vertikalne osi (ako želimo da njene rubove poravnamo s rubovima baze ispod). Budući da piramida ima vrh, rotacija od 90° oko osi visine neće promijeniti izgled (sve četiri strane su simetrične), ali rotacija od 45° npr. okrenut će ju tako da njene stranice budu u smjeru stranica baze ispod. U praksi, za krov želimo da baza piramide bude paralelna s gornjom plohom objekta ispod.



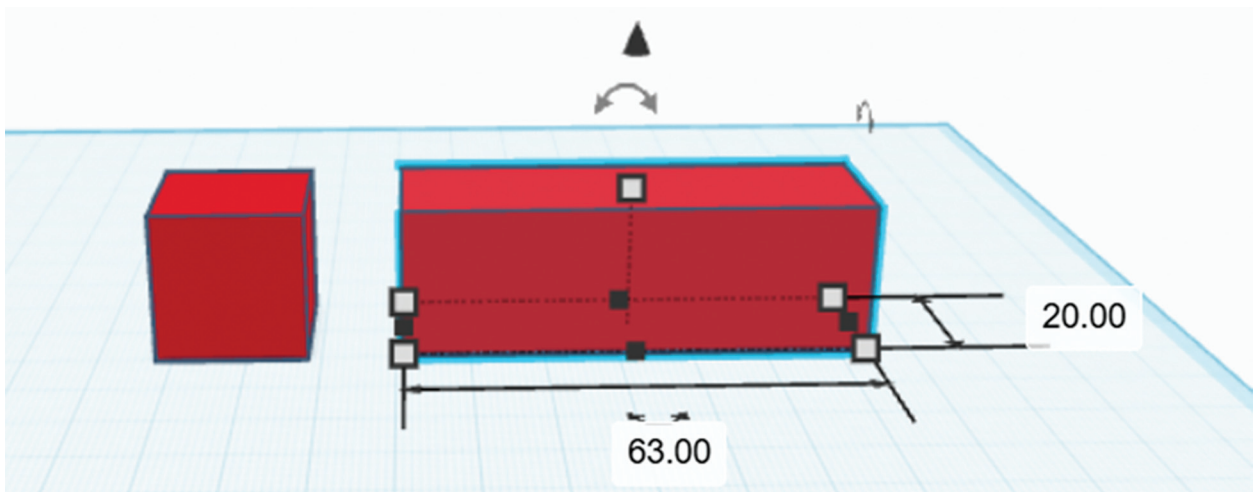
Slika 23. Piramida i oblik "roof"

3.3. Osnovni alati za rad s objektima

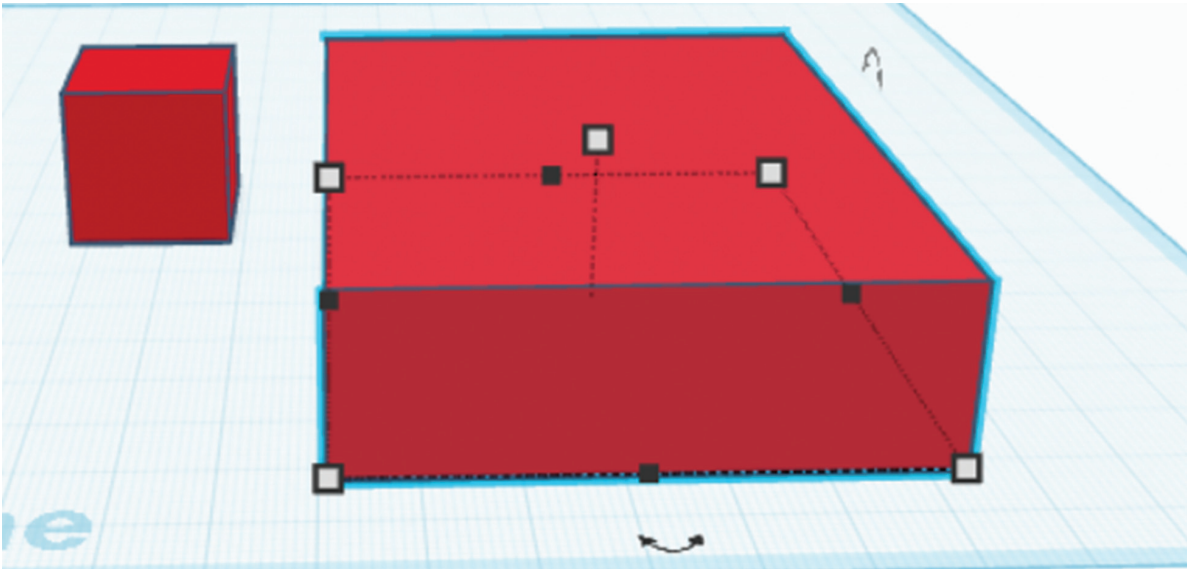
Kada smo postavili željeni osnovni oblik na radnu plohu (engl. *workplane*), *Tinkercad* nudi niz alata za uređivanje i precizno postavljanje tog objekta. Ovdje ćemo ukratko opisati najvažnije alate i kako im pristupiti u sučelju.

Da bismo bilo što napravili s objektom, moramo ga odabrati. Odabir objekta radi se klikom na objekt na radnoj plohi. Oko odabranog objekta pojavit će se okvir s kontrolnim točkama. Za odabrati više objekata odjednom, možemo kliknuti i vući pokazivač miša kako bismo nacrtali okvir (pravokutni izbor) oko više objekata ili držati tipku *Shift* dok klikamo pojedine objekte. Odabrani objekti bit će obrubljeni plavim okvirom.

Kao što smo spomenuli kod osnovnih oblika, svaka odabrana forma ima bijele kvadratiće (i manje crne kvadratiće) za podešavanje dimenzija. Povlačenjem tih kvadrata možemo rastezati ili skupljati objekt po visini, širini i duljini. Alternativno, kada kliknemo na kvadratić, pojavi se mali unos brojeve vrijednosti – tu možemo ručno upisati točne dimenzije (u milimetrima, po zadanoj postavci). Na dnu radne plohe nalazi se i postavka "*Snap Grid*" koja definira korak pomaka/veličine pri pomicanju ili skaliranju – za finije izmjene možemo smanjiti taj korak ili ga isključiti.

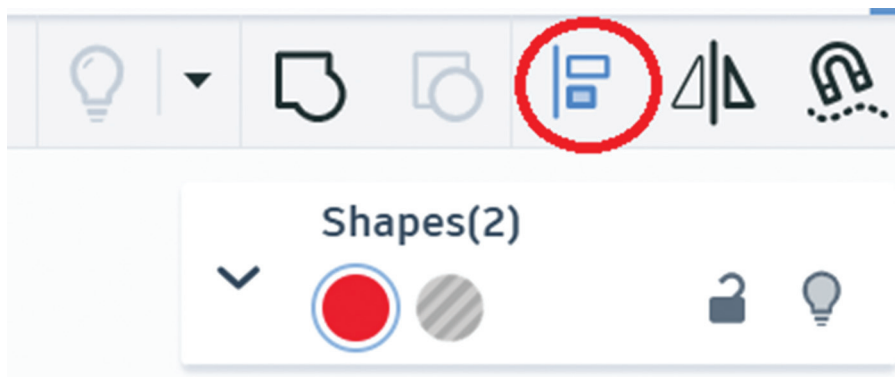


Slika 24. Promjena dimenzija kocke (kvadra) pomoću bijelih kvadratića

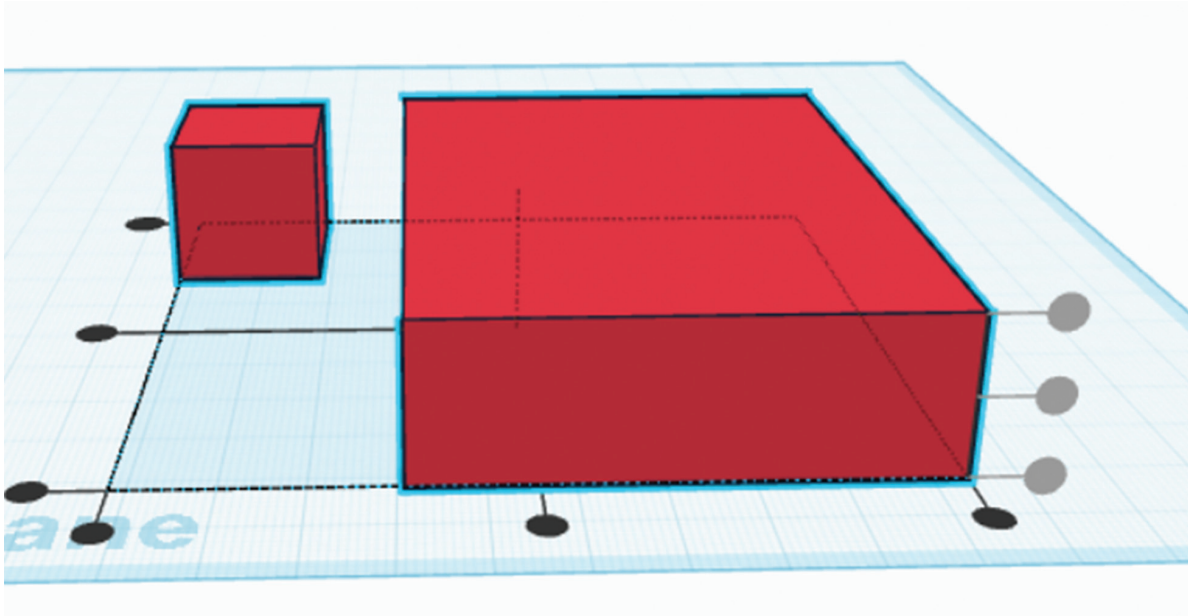


Slika 25. Promjena dimenzija kocke (kvadra) pomoću crnih kvadratića

Alat za poravnavanje pomaže nam precizno postaviti jedan ili više objekata relativno jedan prema drugom. Poravnavanje je dostupno tek kad su odabrana barem dva objekta. Tada se u gornjoj traci izbornika pojavljuje ikona *Align* (Poravnaj) koja izgleda kao dva pravokutnika poravnata po rubu. Klikom na tu ikonu pojavljuju se vodiči za poravnavanje: crne točke oko odabira koje predstavljaju moguće linije poravnanja (lijevo, desno, centrirano po X osi, sprijeda, straga, centrirano po Y osi, te poravnanje po visini – gore, dolje, centar po Z osi). Kliknemo li npr. središnju točku na tlu, objekti će se poravnati po sredini baze; ako kliknemo središnju točku na bočnoj strani, objekti će se centrirati jedan prema drugom. Poravnavanje je ključno kada želimo staviti, primjerice, krov točno na sredinu kuće ili poravnati kotače na istoj osi.



Slika 26. Prikaz alata za poravnanje



Slika 27. Prikaz opcije poravnanja

Grupiranje (ikonica *Group* u gornjem izborniku, izgleda kao spojeni kvadratić i kuglica) spaja više odabranih objekata u jedan objekt. Kada grupiramo oblike, oni poprimaju zajedničku boju (po zadanoj postavci) i ponašaju se kao jedan predmet. Grupiranje je važno kada završimo slaganje neke složenije cjeline i želimo je učiniti jedinstvenom (npr. kućicu sastavljenu od više oblika možemo grupirati da postane jedan objekt koji se onda može premještati ili kopirati u cijelosti). Također, grupiranje je način na koji u *Tinkercadu* oduzimamo materijal: ako su neki od odabranih objekata postavljeni kao rupe (*Hole*), grupiranjem s ostalima oni će se izrezati iz tih objekata. Primjer: pravokutnik postavljen kao rupa unutar zida i grupiran sa zidom – rezultira pravokutnim otvorom (rupom) u zidu. Za razdvajanje grupa koristi se *Ungroup* (ikona lokota koji se otključava ili tipka *Ctrl+Shift+G*).

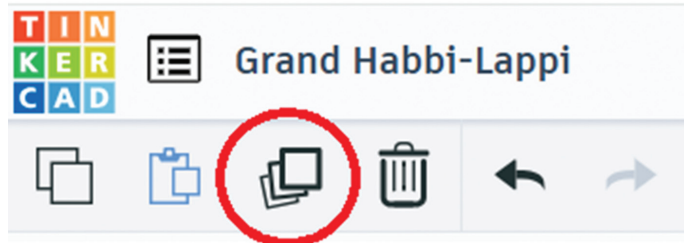
Važna napomena: opcija neće biti aktivna dok nismo označili barem dva objekta.



Slika 28. Opcija "group"

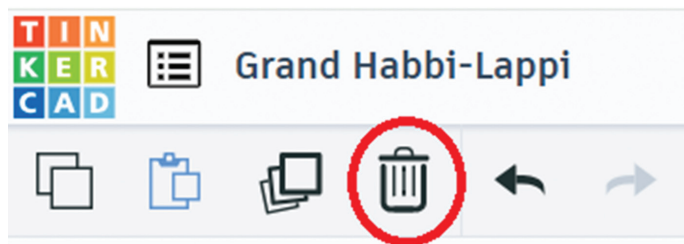
Za umnožavanje objekata možemo koristiti klasične naredbe *Copy/Paste* (Kopiraj/Zalijepi, tipke *Ctrl+C* pa *Ctrl+V*). Kopirani objekt pojaviti će se s malim pomakom u odnosu na original. No još korisnija funkcija u *Tinkercadu* je *Duplicate* (Dupliciraj, tipka *Ctrl+D*). Duplication radi odmah

duplikat odabranog objekta na istom mjestu. Ako nakon duplikacije pomaknemo objekt, *Tinkercad* pamti taj pomak – pa sljedećim pozivom dupliciranja ponavlja isti pomak s novim duplikatom. Na taj način možemo brzo stvoriti niz jednakih razmaknutih objekata. U sučelju, opcija *Duplicate/Repeat* dostupna je također u izborniku (ikona za dupliranje).



Slika 29. Prikaz opcije dupliciranja

Za uklanjanje objekta koristimo tipku *Delete* na tipkovnici ili ikonu smeća (koš za smeće) u gornjem lijevom kutu iznad radne plohe. Brisanjem uklanjamo odabrani objekt iz dizajna. Ako nešto izbrišemo greškom, uvijek se možemo poslužiti naredbom *Undo* (Poništi, tipka *Ctrl+Z* ili strelica u vrhu ekrana) da vratimo korak unatrag.



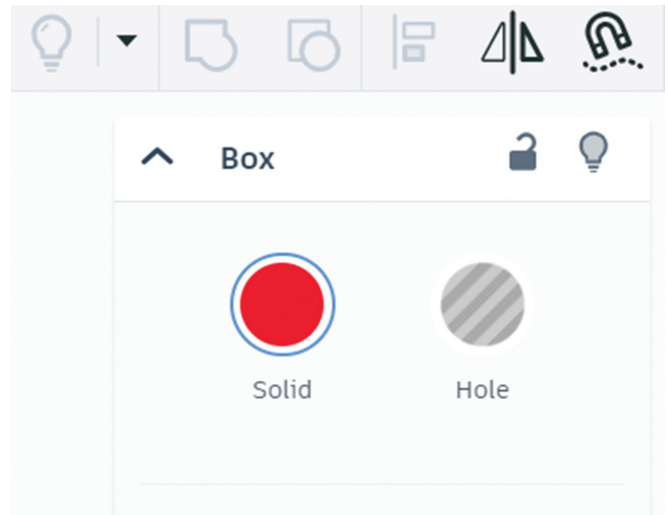
Slika 30. Opcija brisanja

Napomena: Osnovni alati (poravnanje, grupiranje, itd.) nalaze se u gornjoj alatnoj traci *Tinkercad* sučelja koja se prikazuje kada su objekti odabrani. Većinu navedenih akcija moguće je izvesti i tipkovničkim kraticama koje smo naveli u zagradama – to ubrzava rad iskusnijim korisnicima.

3.4. Korištenje funkcije „Hole” (Rupe) u *Tinkercadu*

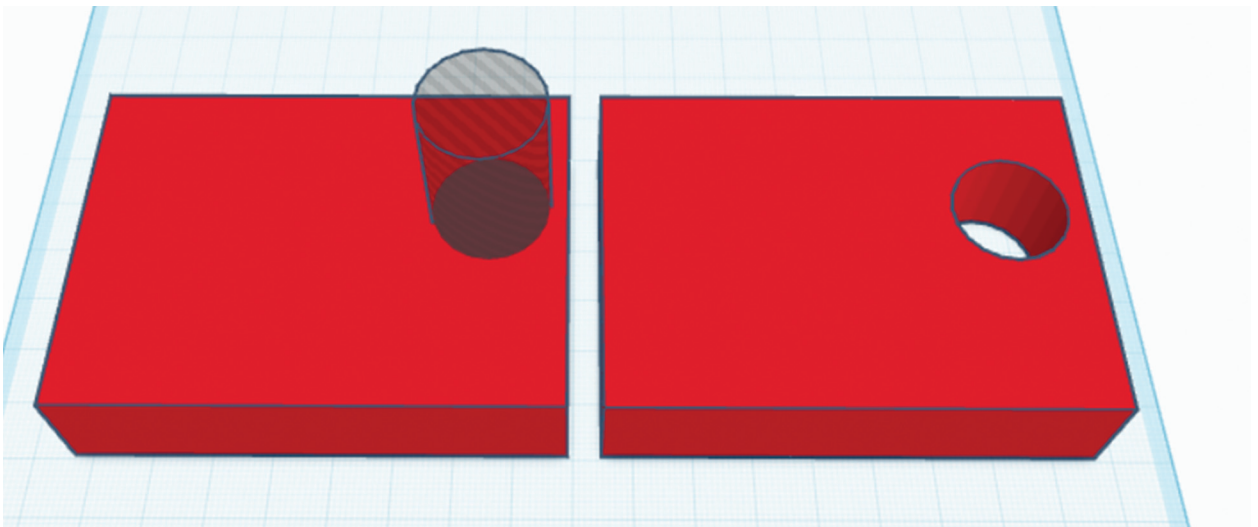
U *Tinkercadu*, rupa (engl. *Hole*) predstavlja poseban negativan oblik koji ne dodaje materijal modelu, već ga oduzima. Drugim riječima, rupa je alat kojim možemo *izrezati* ili izdubiti dio drugog oblika. Kada takav negativan oblik kombiniramo (grupiramo) s nekim solidnim objektom, on iz tog objekta uklanja sav materijal na mjestu preklapanja

Možemo si to predočiti poput bušenja rupe bušilicom ili probijanja papira bušačem za papir – dio materijala nestane i ostane otvor. U *Tinkercadu* svaki osnovni 3D oblik može postati rupa: dovoljno je odabrati objekt i uključiti opciju *Hole* (rupa) umjesto *Solid* (puno/ispunjeno) u izborniku svojstava oblika. Kada je objekt postavljen kao rupa, prikazuje se sivom/prozirnom bojom i s iscrtanim dijagonalnim prugama, što vizualno označava da taj oblik neće biti čvrst već će služiti za rezanje drugog oblika.



Slika 31. Položaj opcije "hole"

Negativni oblici (rupe) izuzetno su korisni pri izradi složenijih modela, jer omogućuju "oduzimanje" materijala iz postojećih oblika. Bilo koji osnovni oblik možemo iskoristiti kao alat za rezanje drugog objekta. Postupak je sljedeći: postavimo željeni oblik-rupu na mjesto gdje želimo izrezati materijal iz drugog objekta, označimo oba objekta i grupiramo ih. Nakon grupiranja, vidjet ćemo da se dio osnovnog objekta „izrezao“ točno u obliku koji je definirala rupa.

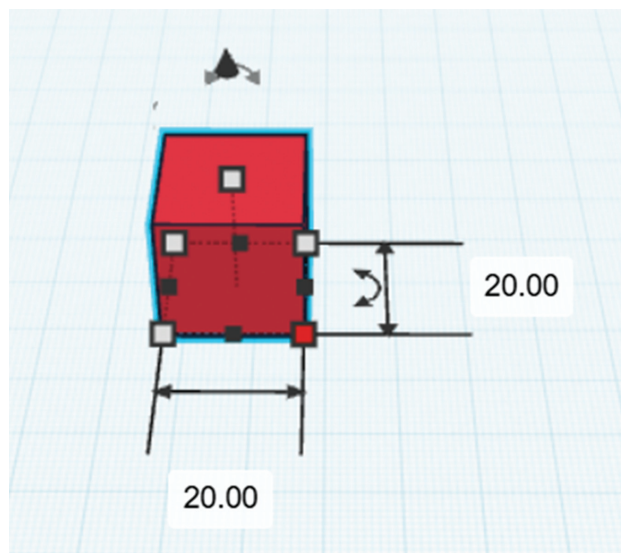


Slika 32. Prikaz praznine prije i nakon grupiranja

3. 4. 1. Primjer – cilindar kao rupa u kocki (korak po korak)

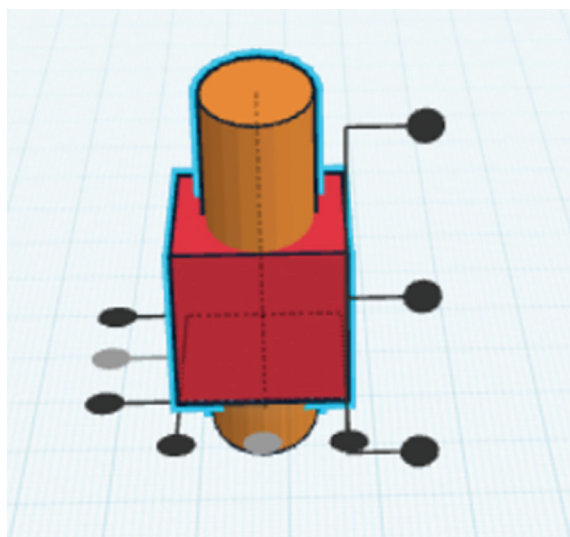
Sada ćemo na konkretnom primjeru izraditi rupu unutar čvrstog oblika. Kao osnovu ćemo uzeti kocku (kvadar), a kao alat za izrezivanje poslužiti će nam *cilindar* postavljen kao rupa. Slijedite ove korake pažljivo:

1. U *Tinkercadu* odaberite osnovni oblik *Box* (kocka) iz izbornika *Basic shapes*. Kliknite i povucite kocku na radnu površinu (plavu mrežastu podlogu). Kocka će se pojaviti kao čvrsti (puni) objekt, najčešće u crvenoj boji, dimenzija $20 \times 20 \times 20$ mm (zadane vrijednosti). Po želji, možete promijeniti dimenzije kocke pomoću bijelih kvadratića za skaliranje, no za ovaj primjer ostavit ćemo je u izvornim dimenzijama.



Slika 33. Početna kocka

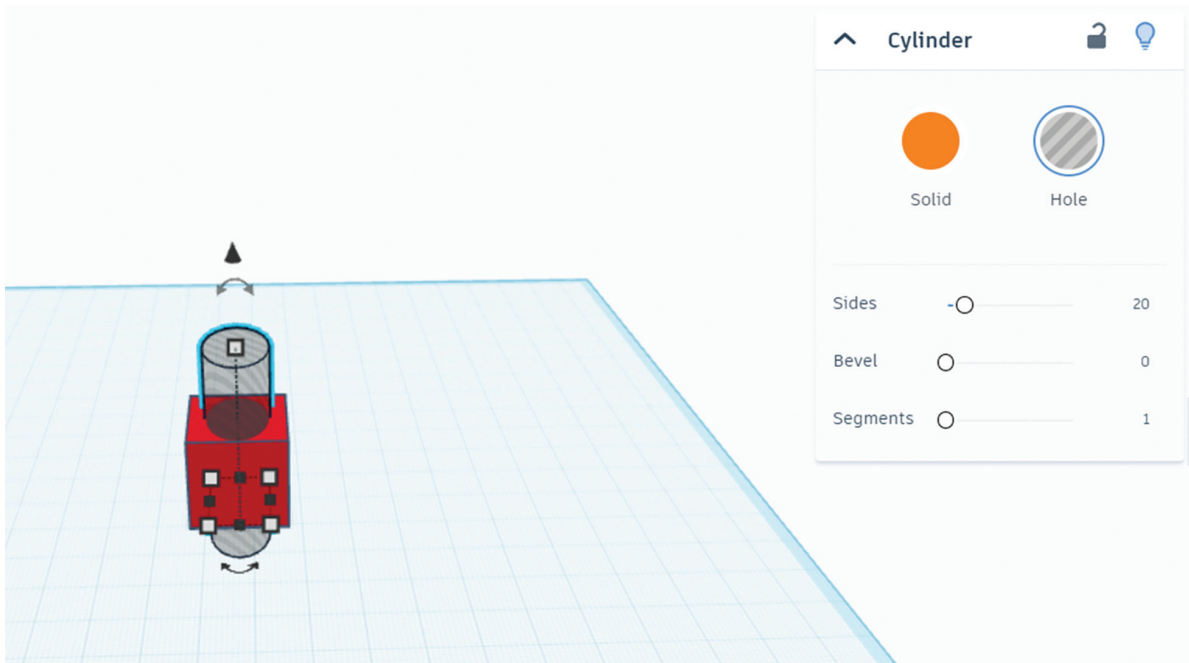
2. Iz izbornika osnovnih oblika odaberite *Cylinder* (Cilindar). Povucite cilindar na radnu površinu i smjestite ga tako da se djelomično *preklapa* s kockom. Cilindar možemo koristiti kao "bušilicu" koja će napraviti okruglu rupu u kocki. Kako bismo dobili rupu koja prolazi skroz kroz kocku, trebamo osigurati da je cilindar dovoljno visok i pravilno pozicioniran: podesite visinu cilindra (vrijednost *Height*) tako da bude jednaka ili veća od visine kocke (npr. 20 mm ili više). Zatim pomaknite cilindar unutar kocke – idealno je centrirati ga kako bi rupa bila točno u sredini kocke. Za precizno pozicioniranje upotrijebite alat *Align* (Poravnaj): prvo označite i kocku i cilindar



Slika 34. Cilindar postavljen unutar kocke

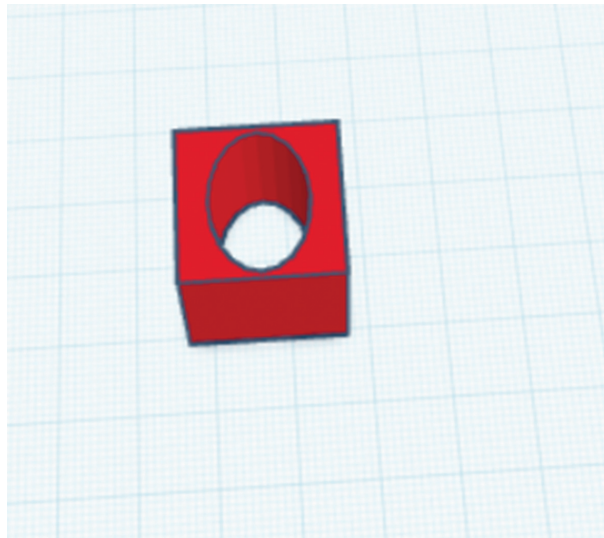
(držite *Shift* i kliknite na oba objekta), zatim kliknite na ikonu *Align* (dva pravokutnika s poravnanjem) u gornjoj traci. Pojavit će se vodiči za poravnavanje – kliknite središnje točke na vodoravnoj ravnini kako biste centralizirali cilindar u odnosu na kocku po dužini i širini. Nakon poravnanja, cilindar bi trebao ravnomjerno viriti s obje strane kocke.

3. Kada je cilindar pravilno smješten unutar kocke, odaberite cilindar klikom (oprez: samo cilindar). U desnom izborniku *Shape* (Svojstva oblika) pronađite opcije *Solid* i *Hole*. Odaberite opciju *Hole* kako biste cilindar pretvorili u rupu. Cilindar će promijeniti izgled u sivkasto-prozirni oblik s prugama, što znači da sada više nije čvrst objekt, već negativan oblik koji će poslužiti za rezanje. (Napomena: alternativno, mogli smo umjesto običnog cilindra odmah izabrati probušeni cilindar iz biblioteke oblika – označen sivom bojom – no upoznavanje s ručnim podešavanjem oblika u rupu je edukativno korisno.)



Slika 35. Prikaz opcije "hole" i "šupljeg" cilindra

4. Označite oba objekta – i kocku (*solid*) i cilindar (*hole*). To možete učiniti tako da kliknete i povučete okvir selekcije oko oba oblika ili držite tipku *Shift* pa kliknete na svaki oblik pojedinačno. Kada su oba objekta selektirana, pritisnite gumb *Group* (grupiraj) u vrhu ekrana (ikona izgleda kao kvadrat spojene s kuglom) ili upotrijebite tipkovnički prečac *Ctrl + G*. *Tinkercad* će sada spojiti objekte u jednu grupu. Budući da je jedan od tih objekata definiran kao rupa, rezultat spajanja bit će taj da rupa *izreže* dio materijala kocke na mjestu gdje su se preklapali. Ovaj proces odvija se automatski pri grupiranju – praktički, kao da smo naložili *Tinkercadu*: “Od A oduzmi B”. Pričekajte trenutak da se grupiranje izvrši.



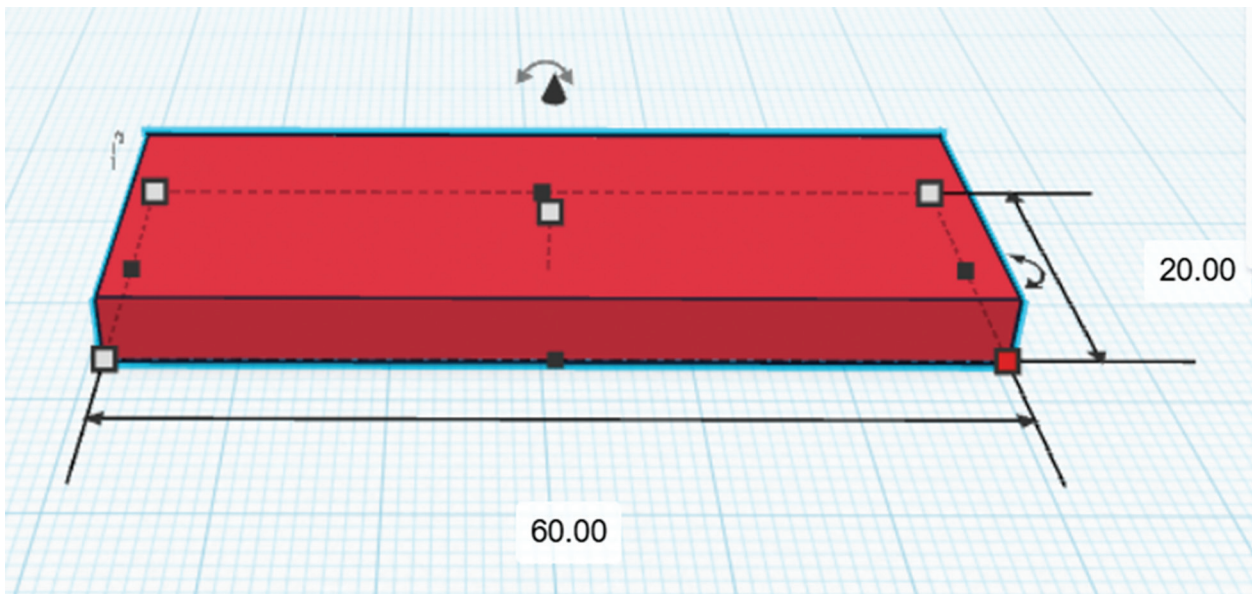
Slika 36. Gotov objekt

4. Izrada jednostavnog 3D privjeska za ključeve

Privjesak će biti izrađen kao ravna pločica (poput pravokutne plohe) koja će imati malu okruglu rupu kroz koju se provlači metalni prsten za ključeve. Na površinu privjeska dodat ćemo natpis (npr. ime ili inicijale) ili neki ukrasni simbol po želji.

Kao osnovu privjeska upotrijebit ćemo oblik pravokutne pločice. U *Tinkercadu* izbornika oblika odaberite *Box* (kutija/kocka) i povucite ju na radnu površinu. Ovaj oblik će predstavljati tijelo privjeska. S obzirom da želimo pločicu, trebamo prilagoditi dimenzije: kliknite na bijele kvadratiće oko oblika kako biste promijenili veličinu.

Postavite duljinu i širinu prema želji – primjerice, za privjesak s imenom možete odabrati duljinu oko 60 mm, a širinu oko 20 mm (pravokutni oblik). Debljinu (visinu) privjeska smanjite na otprilike 5 mm kako bi bio tanak, ali čvrst. To možete učiniti tako da povučete bijeli kvadratić na vrhu oblika prema dolje ili upišete vrijednost "5" u polje za visinu. Sada imate ravnu pravokutnu pločicu koja će služiti kao podloga za daljnje elemente.



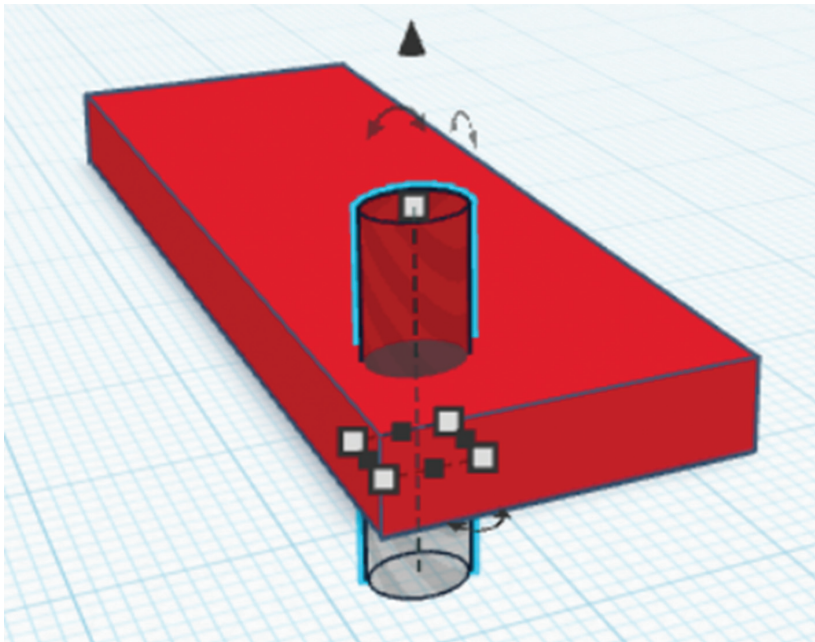
Slika 37. Početna pločica (kocka rastegnuta u kvadar)

Svaki privjesak za ključeve treba rupu kroz koju će proći metalni prsten. Za izradu te rupe iskoristit ćemo funkciju *Hole*.

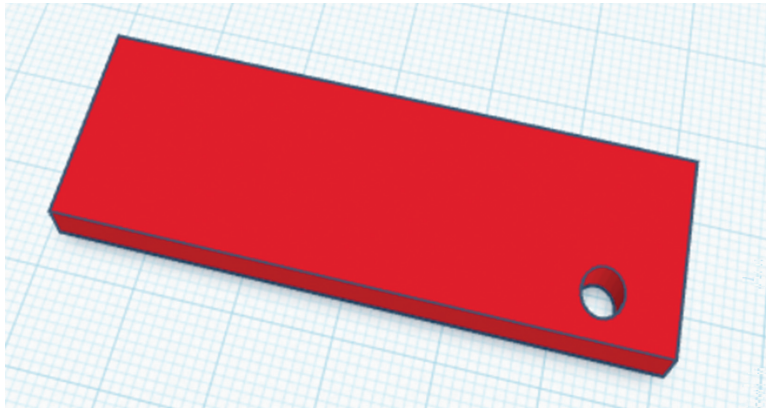
Ponovno odaberite oblik *Cylinder* (cilindar) iz osnovnih oblika i dodajte ga na radnu površinu pored privjeska. Cilindar će predstavljati otvor, pa ga odmah možete postaviti kao rupu: odaberite cilindar i u izborniku svojstava kliknite na *Hole* (ako ste umjesto obojenog cilindra izabrali već "probušeni" cilindar sivih pruga iz biblioteke, on je već postavljen kao rupa).

Sada prilagodite veličinu cilindra – otvor za prsten ne treba biti prevelik, obično je promjer od 5 do 8 mm dovoljan za standardne prstene za ključeve. Primjerice, unesite vrijednost promjera 5 mm (postavite jednak *Length* i *Width* na 5 mm; u *Tinkercadu* su cilindri definirani promjerom baze). Visinu cilindra (*Height*) podesite da bude nešto veća od debljine privjeska (npr. 5 mm ili više) kako bi rupa u potpunosti prošla kroz privjesak.

Sljedeće, cilindar (rupa) treba smjestiti na odgovarajuće mjesto na privjesku: obično se rupa nalazi blizu jednog od krajeva pločice. Kliknite i povucite cilindar preko ruba pravokutne pločice. Položaj rupe birajte tako da bude dovoljno blizu ruba da prsten može proći, ali ipak ostavite malo materijala oko rupe da privjesak ostane čvrst (npr. rupa udaljena 3 mm od ruba privjeska). Možete pogledati privjesak odozgo (pritiskom na gumb *Top* na navigacijskoj kocki u kutu) kako biste precizno namjestili cilindar. Po potrebi, poravnajte otvor s rubom ili centrirajte ga po debljini privjeska koristeći alat *Align* – označite cilindar i pločicu zajedno pa koristite poravnanje na sredinu u vertikalnom smjeru kako bi rupa bila centrirana u odnosu na debljinu privjeska.



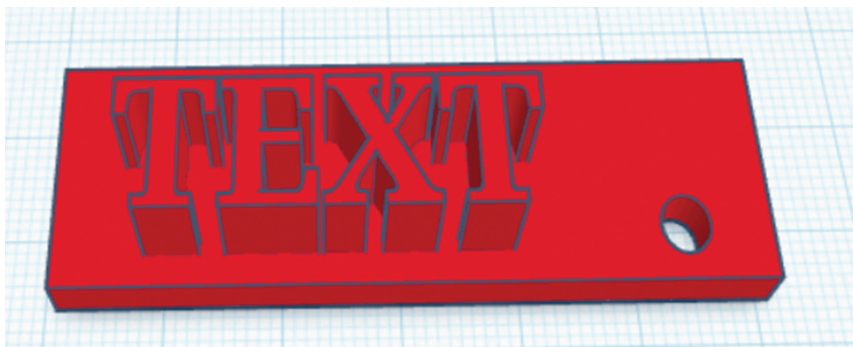
Slika 38. Dodavanja "šupljeg" cilindra



Slika 39. Izgled nakon opcije "group"

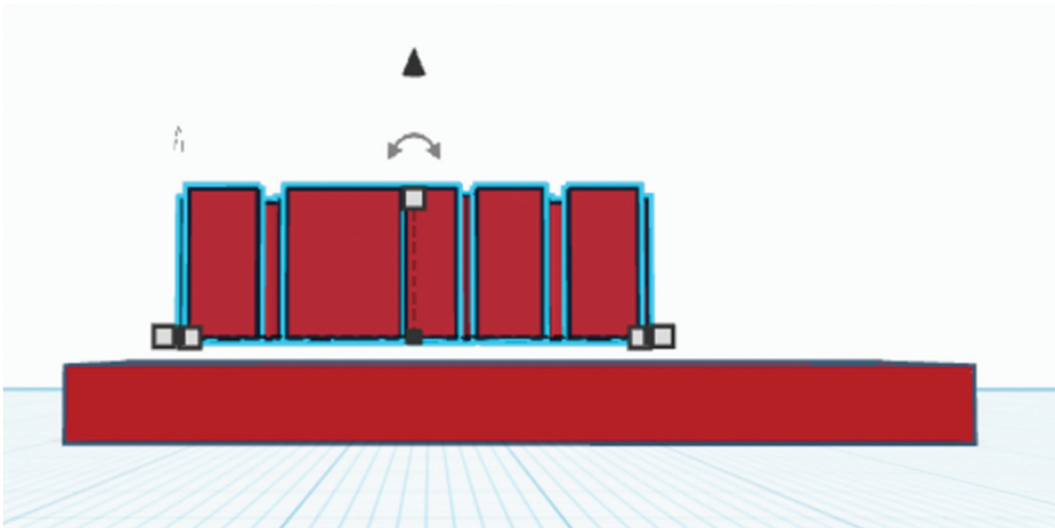
Sada kada privjesak ima predviđen otvor za prsten, možemo ga personalizirati. To može biti ispisano ime, inicijali, broj ili jednostavan ukrasni simbol (poput srca, zvjezdice i sl.). *Tinkercad* nudi osnovni alat za tekst: u izborniku oblika odaberite kategoriju *Text* (Tekst) ili *Basic Shapes* -> *Text*. Povucite objekt *Text* na radnu površinu. S desne strane pojavit će se opcije za tekst – možete upisati željenu riječ ili slova u polje *Text* (zadano piše "Text"). Upišite, na primjer, svoje ime ili inicijale. Odaberite font ako je dostupno više opcija (*Tinkercad* nudi nekoliko jednostavnih fontova). Tekst će se pojaviti kao trodimenzionalan objekt (slova su istaknuta kao volumeni).

Sada prilagodite veličinu teksta: vjerojatno ćete morati smanjiti tekst da stane na privjesak. Pomoću bijelih kvadratića smanjite duljinu i širinu teksta tako da ga možete smjestiti unutar rubova privjeska. Također smanjite visinu teksta – za privjesak debljine 5 mm, dovoljno je da visina slova bude 5 mm ili čak manje ako želite da su slova urezana a ne izbočena. Provjerite bočni pogled: ako tekst "propadne" kroz pločicu, koristite crnu stožastu strelicu iznad teksta za pomicanje po visini – povucite je gore dok slova ne sjednu točno na gornju plohu privjeska. Ovdje provjerimo dodatno, tekst ne smije „lebdjeti“ jer će to stvoriti probleme kod kasnijeg eventualnog printanja.



Slika 40. Nadodan tekst na pločicu

Prije finalizacije modela, dobro je provjeriti jesu li svi elementi pravilno poravnani i raspoređeni. Označite sve objekte na privjesku (pravokutnu pločicu, cilindar-rupu i tekst/simbol). Upotrijebite alat *Align* (Poravnaj) kako biste centrirali tekst u odnosu na privjesak, ako to želite: klikom na središnju točku po horizontali i vertikali osiguravate da je, primjerice, natpis točno u sredini pločice. Provjerite i da je cilindrična rupa ostala na svojem mjestu blizu ruba. Ako je potrebno, pomaknite pojedine elemente: npr. odmaknite tekst od rupe ako su preblizu, kako se ne bi preklapali. Također, uvjerite se da je *visina* svih elemenata usklađena: tekst treba ležati na gornjoj plohi privjeska, a rupa treba prolaziti kroz cijelu debljinu privjeska. Pogledajte model iz više kuteva (gornji, bočni, perspektivni) kako biste bili sigurni da je sve kako treba prije spajanja u cjelinu.



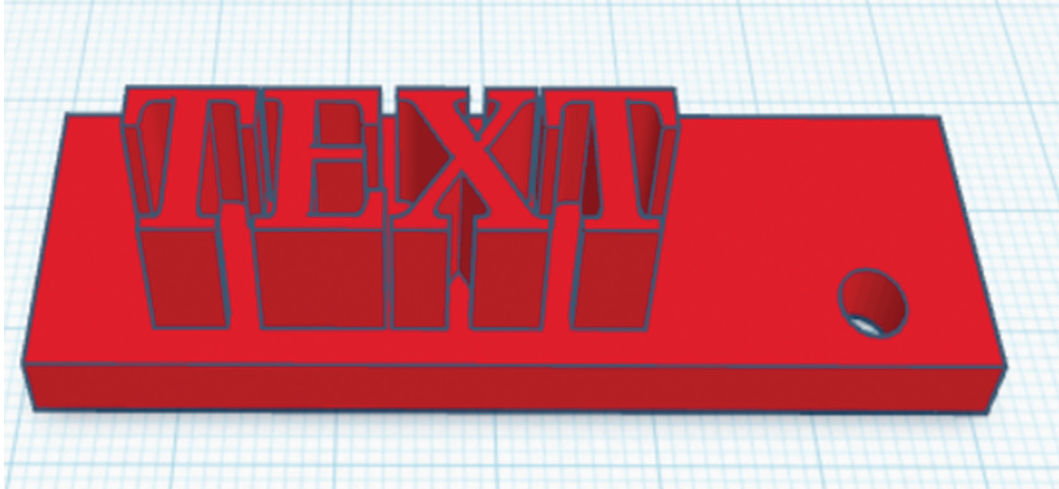
Slika 41. Čest problem – “lebdeći” tekst

Kada ste zadovoljni položajem svih dijelova, vrijeme je da ih spojite u jedan objekt. Označite sve elemente privjeska (pločicu, tekst i cilindar-rupu). Pritisnite gumb *Group* (grupiraj) ili kombinaciju *Ctrl + G* na tipkovnici. *Tinkercad* će grupirati sve odabrane oblike. Rezultat grupiranja bit će gotov privjesak: primijetit ćete da sada cijeli model poprima jednoličnu boju, što znači da *Tinkercad* tretira sve dijelove kao jednu cjelinu. Ako je tekst bio postavljen kao solid, sada će biti čvrsto spojen s bazom privjeska (slova će stršati ili biti u ravnini, ovisno o visini koju ste im postavili).

Ako ste tekst ili simbol pretvorili u hole prije grupiranja, sada će taj natpis biti izrezan kroz privjesak (kao praznina ili prorez u obliku slova).

Cilindrična rupa kod ruba sada je dio modela – točan okrugli otvor spreman za umetanje metalnog prstena.

Pažljivo pregledajte model nakon grupiranja: rotirajte ga i zumirajte da se uvjerite kako su slova čitljiva i da je rupa pravilno probušena. U ovoj fazi, ako nešto nije kako treba, možete koristiti *Ungroup* za razdvajanje i ispravke, no pretpostavit ćemo da je sve u redu.



Slika 42. Završni grupirani model

5. Vježba: Izrada jednostavne 3D kućice

Sada kada smo upoznali osnovne oblike i alate, izradimo korak po korak jednostavan model kućice. U ovom primjeru koristit ćemo kocku kao bazu kuće, piramidu kao krov, cilindar kao dimnjak i upotrijebiti rupu za izrezivanje vrata.

Prvi korak je stvoriti bazu kuće. U paleti osnovnih oblika odaberemo kocku (*Box*) i povučemo je na radnu plohu. Pretpostavimo da želimo da tlocrt kućice bude pravokutnik dimenzija 40×25 mm. Dok je kocka odabrana, povucimo njene bijele kontrolne točke (ili upišimo vrijednosti) tako da širinu podesimo na 40 mm, a dubinu na 25 mm. Visinu baze ostavimo na 20 mm (što je zadana visina kocke u *Tinkercadu*). Sada imamo oblik pravokutnog bloka koji predstavlja zidove kućice (u ovoj pojednostavljenoj verziji kuća je puna – nećemo izdubljivati unutrašnjost).

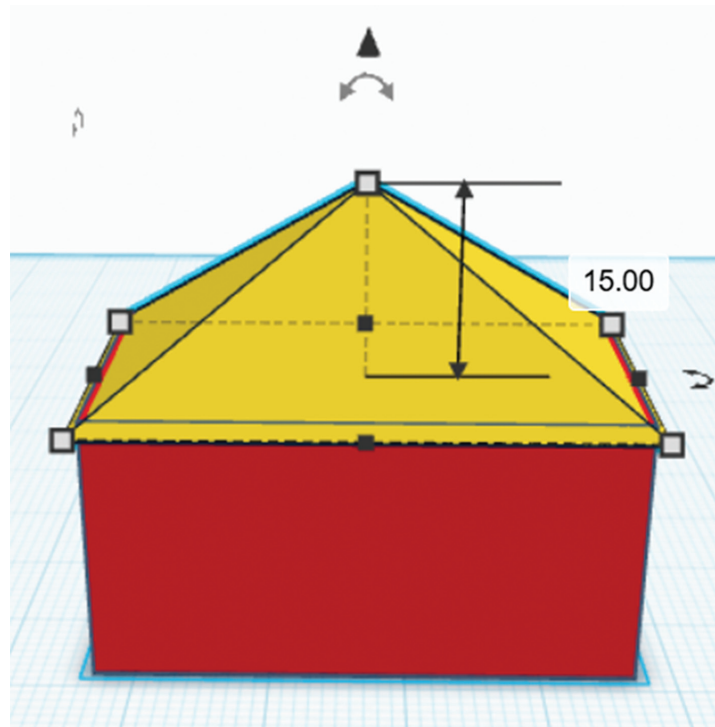
Kada smo zadovoljni dimenzijama baze, možemo ju pozicionirati na radnoj plohi (ako već nije na željenom mjestu). Obično započinjemo ostavljajući bazu na tlu (radnoj plohi) u koordinatnom početku, a druge elemente ćemo poravnavati s njom.

Sljedeće, dodajemo krov. Iz izbornika osnovnih oblika odaberemo piramidu (*Pyramid*) i povučemo je na radnu plohu. Piramida će isprva imati kvadratnu bazu (npr. 20×20 mm). Budući da naša kuća ima pravokutnu osnovu 40×25 mm, trebamo prilagoditi piramidu.

Odaberemo piramidu i skaliramo njezinu bazu – povlačeći bijele kvadratiće – tako da baza piramide postane malo veća od 40×25 mm. Možemo ciljano unijeti vrijednosti: recimo da piramidu postavimo na 42×27 mm u osnovi. Na taj način krov će imati blagi prevjes (2 mm sa svake duže strane i 1 mm sa svake kraće strane prelazi preko rubova baze kuće), što često izgleda prirodnije. Visinu piramide možemo smanjiti na otprilike 15 mm (ovisno želimo li niži ili šiljastiji krov).

Sada piramidu treba poravnati na vrh baze kuće. Pomaknimo piramidu otprilike iznad kocke. Zatim odaberimo oba objekta – bazu (kocku) i krov (piramidu). Kliknemo na alat *Align* (Poravnaj). Pojave se crne točkice za poravnanje. Odaberemo središnju točku po duljini i širini baze – time ćemo centrirati piramidu točno iznad kocke. Potom kliknemo na gornju točku (iznad objekata) da poravnamo piramidu po visini s gornjom plohom kocke. Piramida će "sjesti" na kocku kao krov. Ako je potrebno, provjerimo sa strane da li baza piramide ne prođe u kocku – trebala bi točno ležati na vrhu. Sada imamo krov na mjestu.

Napomena: ovdje će trebati jako puno pregleda objekta i modela sa svih strana. To je normalno i neka vas to ne demotivira. Teško je u prostoru podesiti „iz prve“.

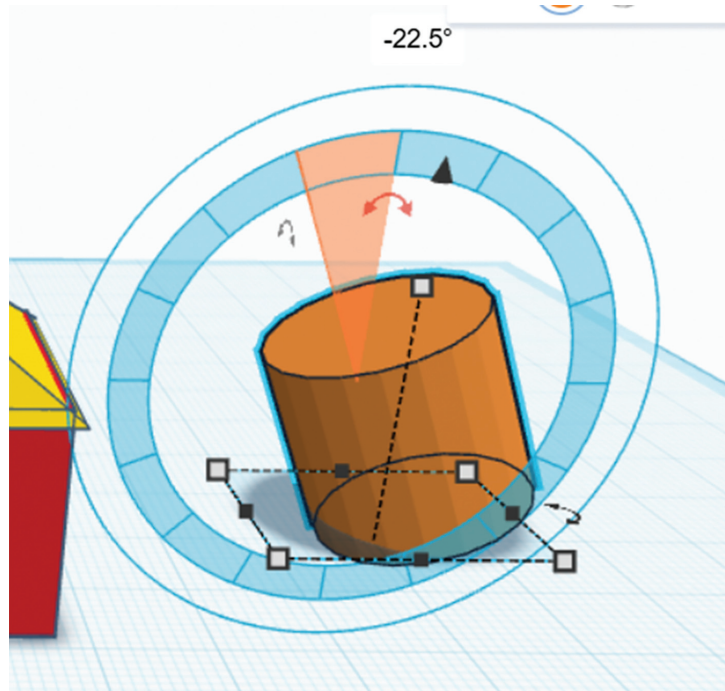


Slika 43. Trenutni izgled naše kućice

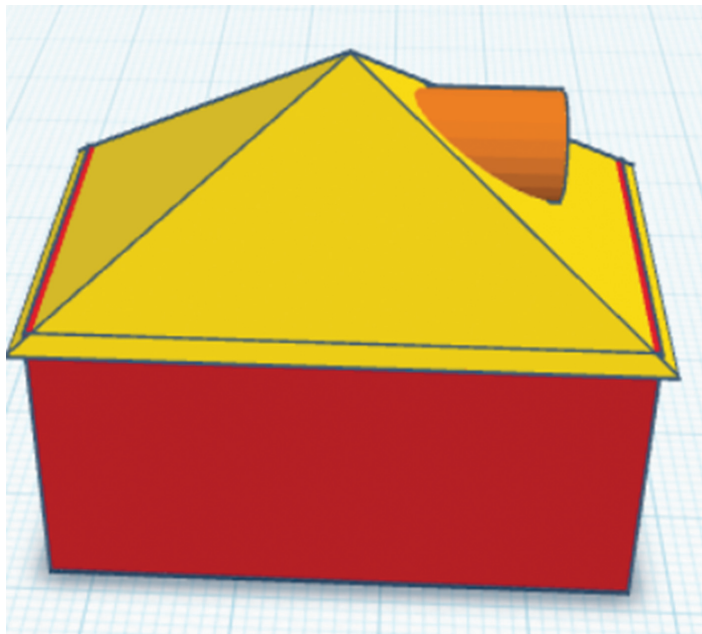
Što je kućica bez dimnjaka? Za dimnjak ćemo upotrijebiti cilindar. Iz osnovnih oblika odaberemo narančasti cilindar i povučemo ga na scenu. Standardni cilindar je uspravan. Želimo ga položiti vodoravno na krov, kao ležeći dimnjak koji viri iz krova. Odaberemo cilindar i potražimo zakrivljene strelice za rotaciju. Uхватimo strelicu koja rotira objekt oko horizontalne osi i povučemo – kod rotacije će se pojaviti oznaka kuta. Zakrenimo cilindar za 90° tako da leži na boku. Sada ga premjestimo na krov kuće: podignemo ga iznad radne plohe (pomoću crne strelice za podizanje objekta gore-dolje) otprilike na visinu krova (oko 20 mm iznad plohe + visina krova 15 mm, znači 35 mm). Zatim ga pomaknemo iznad krova.

Dimnjak možemo smjestiti na stražnju / bočnu stranu krova (kako bi izgledalo da izlazi iz krova). Radi jednostavnosti, recimo da ćemo ga staviti blago položenog na jednu stranu krova. Dio dimnjaka bit će "uronjen" u krov da izgleda kao da izlazi iz njega. To možemo postići spustivši cilindar malo niže tako da upadne u volumen piramide. Alternativno, možemo dimnjak ostaviti neposredno iznad krova i kasnije ga grupirati kao rupu – no ovdje ćemo ići jednostavnijim putem.

Kad smo cilindar orijentirali i smjestili gdje treba, možemo ga smanjiti – dimnjak obično nije predugačak. Povucimo kontrolnu točku i skratimo cilindar na željenu duljinu (npr. oko 15 mm). Ako treba, još ga malo namjestimo: pazimo da jedan njegov kraj malo viri iz druge strane krova (kao izlaz dimnjaka), a drugi kraj neka bude otprilike do sredine krova.



Slika 44. Crvene strelice pomažu nam učiniti dimnjak vodoravnim



Slika 45. Položaj narančastog dimnjaka

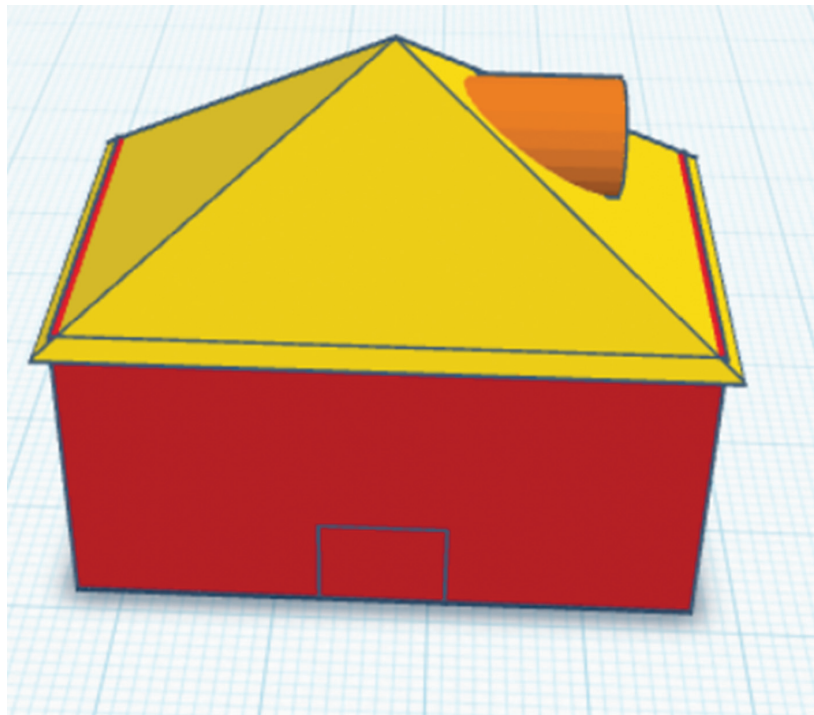
Sada ponovno označimo piramidu i cilindar zajedno i koristimo *Poravnaj* ako je potrebno – no u ovom slučaju, možda želimo namjerno pomaknuti dimnjak u stranu, ne točno centriran. Zadovoljni pozicijom dimnjaka, ostavimo ga zasad kao zaseban objekt (ne grupiramo ga još s krovom, jer prije toga želimo dodati vrata).

Još nam je ostalo napraviti vrata na kućici. Vrata ćemo izvesti tako da “izrežemo” otvor na prednjoj strani baze. To radimo pomoću negativnog oblika – tzv. rupe.

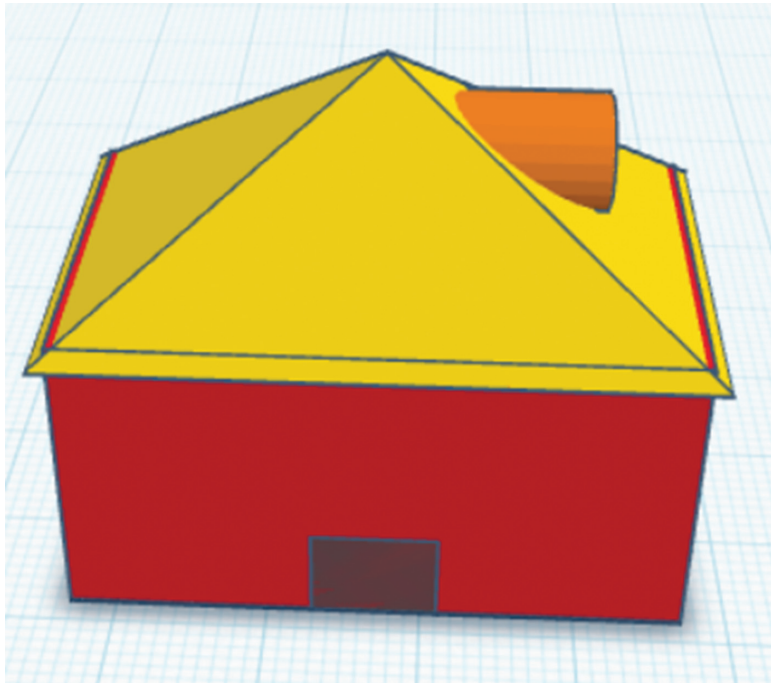
Od osnovnih oblika odaberemo kutiju (Box) i odmah je prebacimo u način *Hole* (to možemo učiniti klikom na opciju “*Hole*” u gornjem desnom kutu dok je objekt odabran – objekt postaje prozirno siva rupa). Oblik rupe koristit ćemo kao kalup za vrata.

Skalirajmo tu kutiju-ropu na veličinu vrata: npr. širinu 10 mm, debljinu (dubinu) neka bude nešto veća od debljine zida (stavimo 5 mm, dovoljno da prođe kroz zid debljine 25 mm), a visinu 15 mm. Pozicioniramo tu pravokutnu rupu na prednju stranu kuće – pomaknemo je ispred baze kocke i poravnamo: centrirajmo je vodoravno s bazom (*Align* alat – centar po širini prednje strane) i poravnajmo je na tlo (da dno rupe sjedne na istu razinu kao dno baze).

Potom je gurnemo prema unutra tako da prolazi kroz prednju plohu baze. Provjerimo pogledom sa strane: rupa (pravokutnik) treba potpuno proći kroz zid kocke.



Slika 46. Kocka/kvadar “uguran” u kućicu



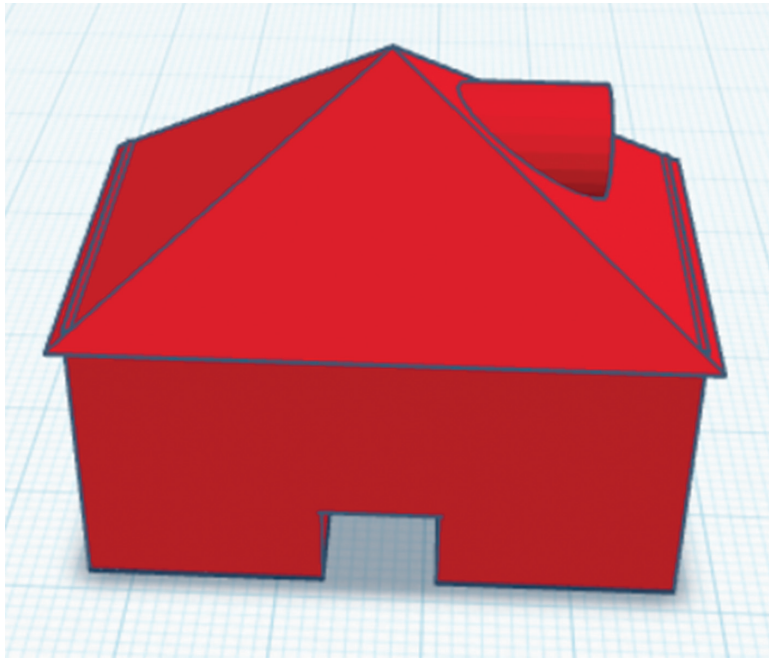
Slika 47. Odabrana opcija "hole"

Sada odaberemo baznu kocku i pravokutnik-rupu zajedno i kliknemo *Group* (Grupiraj). Pravokutna rupa oduzeta je od baze – na prednjoj strani kuće pojavit će se otvor koja predstavlja vrata. Ako smo ispravno grupirali, rupa (vrata) bit će zapravo praznina – možemo "vidjeti kroz" na radnu plohu. Time smo načinili vrata.

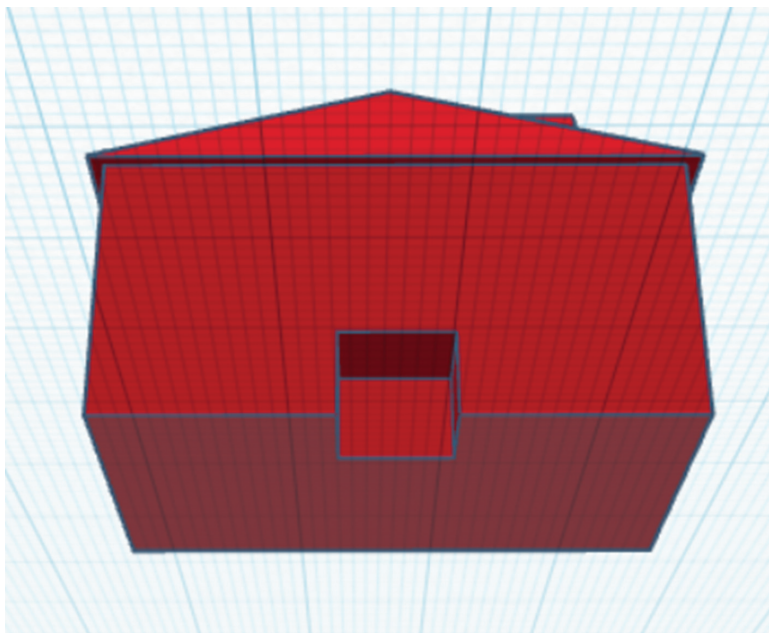
(Ako je nakon grupiranja cijela kuća poprimila jednaku boju, ne brinite – Tinkercad po defaultu oboji grupu jednom bojom. Važno je da vidimo otvor.)

Posljednji korak je spajanje svega u gotov model. Sada imamo bazu sa izrezanim vratima, krov na njoj i dimnjak koji prolazi kroz krov. Odaberimo sve dijelove (kocku s vratima, piramidu i cilindar). Kliknimo *Group* kako bismo ih spojili u jedan objekt. Dimnjak (cilindar) koji je bio čvrst objekt sada će se spojiti s krovom – budući da ga nismo označili kao rupu, on će ostati vidljiv (što i želimo). Vrata, koja su već bila rupa grupirana s bazom, ostat će otvor.

Dobivamo jedinstveni model kućice.



Slika 48. Izrađeni model kućice – prikaz 1



Slika 49. Izrađeni model kućice – prikaz 2

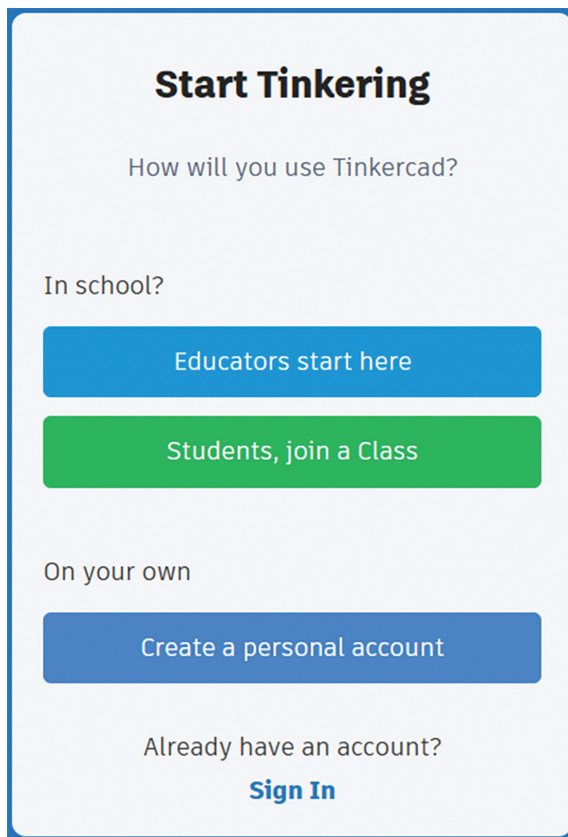
DODATAK

A. Postavljanje digitalne učionice u Tinkercadu s nadimcima za učenike – perspektiva nastavnika

Ovo poglavlje namijenjeno je nastavnicima i objašnjava korak-po-korak kako uspostaviti digitalnu učionicu (*Classroom*) u *Tinkercadu*. Poseban naglasak je na prijavi učenika pomoću nadimka, bez korištenja osobnih e-mail adresa učenika. Slijedite dolje navedene upute za stvaranje razreda, dodavanje učenika i omogućavanje sigurnog pristupa pomoću nadimaka.

Prvi korak je registracija na *Tinkercad* kao učitelj:

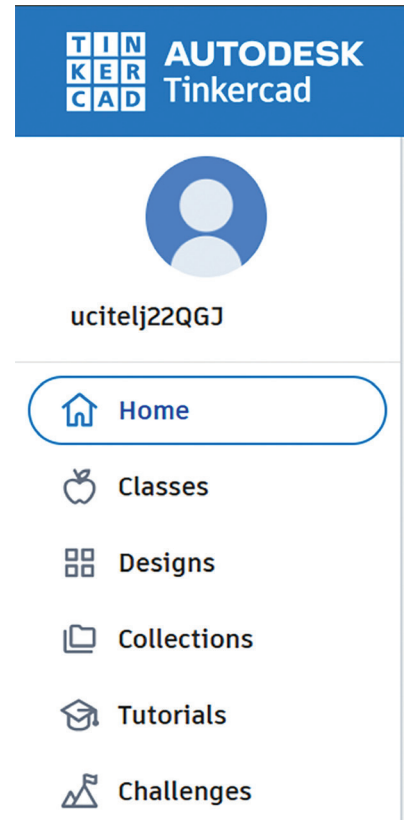
- Otvorite preglednik i idite na adresu tinkercad.com.
- Kliknite gumb “Join Now” (Registrirajte se). Pojavit će se opcije za odabir tipa korisnika. Ako već imate *Autodesk* račun, možete odabrati “Sign In” (Prijava) i prijaviti se s postojećim podacima. U suprotnom, nastavite s registracijom.
- Prilikom registracije odaberite “Educators, start here” (Učitelji, započnite ovdje) kako biste otvorili račun kao učitelj. Trebat ćete unijeti svoje podatke i postaviti lozinku. Također ćete morati prihvatiti uvjete korištenja i politiku privatnosti za rad s djecom.
- Postavite ulogu učitelja: Nakon kreiranja računa, *Tinkercad* će vas upitati za vašu ulogu u sustavu. Odaberite opciju *Teacher* (Učitelj) kao svoju primarnu ulogu. (Ako ste već imali račun, provjerite u postavkama profila je li odabrana uloga učitelja kako biste mogli stvarati razrede.)



The screenshot shows the 'Start Tinkering' registration page. At the top, it asks 'How will you use Tinkercad?'. Under the 'In school?' section, there are two buttons: a blue one labeled 'Educators start here' and a green one labeled 'Students, join a Class'. Under the 'On your own' section, there is a blue button labeled 'Create a personal account'. At the bottom, it asks 'Already have an account?' with a blue link labeled 'Sign In'.

Slika 50. Prikaz opcije za prijavu nastavnika

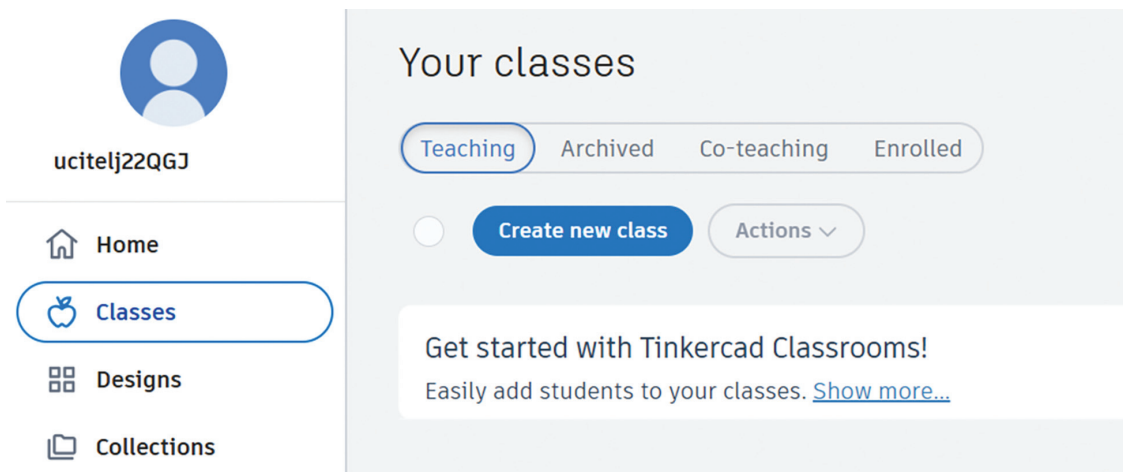
- Pristupite izborniku za učitelje: Nakon prijave kao učitelj, na vrhu ili bočnoj stranici trebali biste vidjeti karticu ili gumb “Classes” ili “Teach”. Kliknite na “Classes” ili “Teach” i potom odaberite opciju “Let’s go to Classroom” (Idemo u učionicu) ili direktno “Classes” kako biste ušli u sučelje za upravljanje razredima.



Nakon što ste ušli u *Tinkercadovo* sučelje za učitelje, možete stvoriti digitalni razred za svoje učenike:

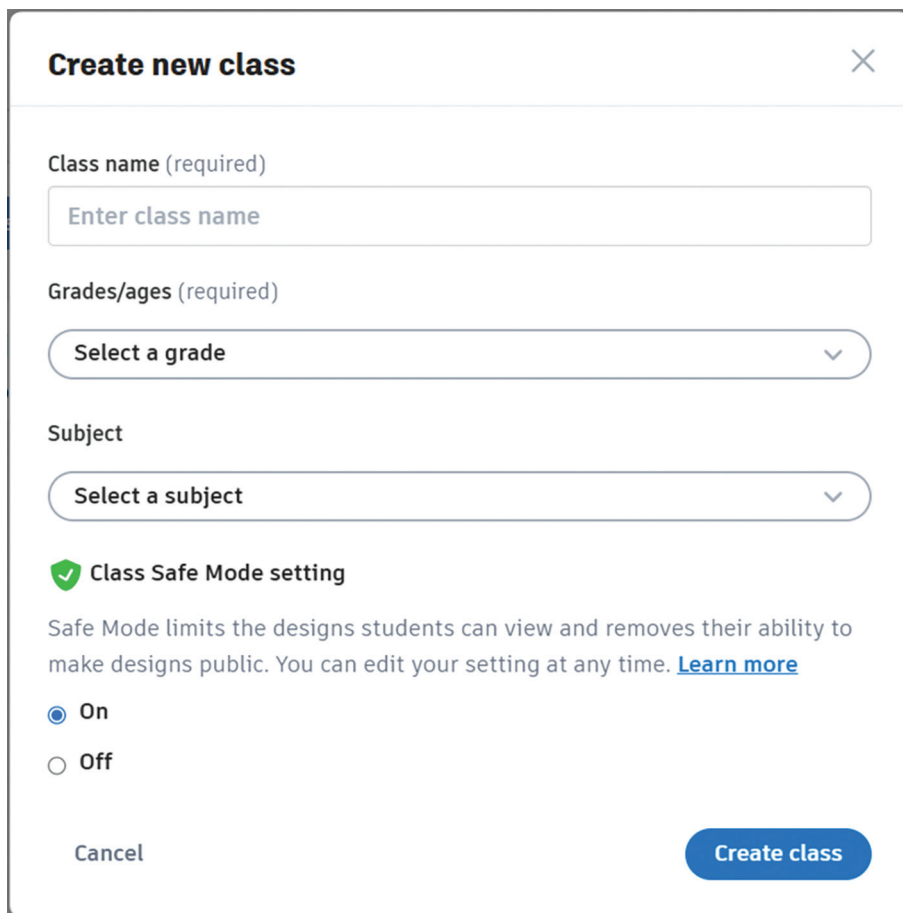
1. U odjeljku *Classes* (Razredi) kliknite gumb “Create new class” (Stvori novi razred). Time započinjete postupak definiranja vašeg razreda.

Slika 51. Izbornik za učitelje



Slika 52. Opcija “Create new class”

2. Pojavit će se prozor pod nazivom “New class” (Novi razred). Unesite potrebne podatke:
- **Class name (Naziv razreda):** Upišite naziv vaše grupe/razreda, npr. “5. razred Tehnička kultura – 3D” ili prema vlastitoj shemi imenovanja.
 - **Grade/Age (Razina razreda/dob):** Odaberite odgovarajuću dobnu skupinu ili razred učenika (npr. 10-11 godina ili 5th grade – ovisno o ponuđenim opcijama u izborniku).
 - **Subject (Predmet):** Odaberite predmet ili područje na koje se vaš razred odnosi (npr. Tehnička kultura, Informatika ili STEM – opcije su na engleskom, pa odaberite najbližu odgovarajuću kategoriju).
 - **Safe mode (Rad u sigurnom načinu rada):** ukoliko je „safe mode“ uključen, učenici ne mogu učiniti svoje radove javnima. Drugim riječima, radovi ostaju privatni, na razini digitalnog razreda.



Create new class ✕

Class name (required)

Grades/ages (required)

Subject

Class Safe Mode setting

Safe Mode limits the designs students can view and removes their ability to make designs public. You can edit your setting at any time. [Learn more](#)

On
 Off

Cancel Create class

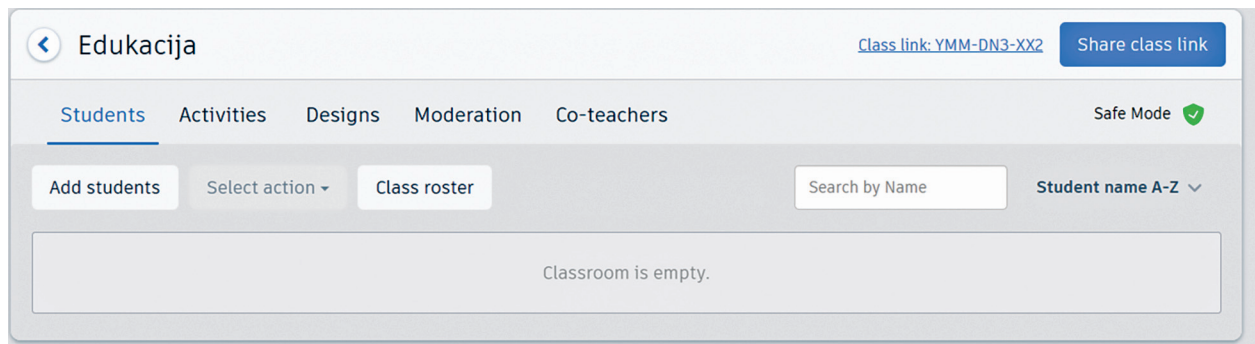
Slika 53. Izbornik za stvaranje razreda

- Nakon što ste ispunili naziv, razinu i predmet, kliknite gumb “*Create class*” (Kreiraj razred). *Tinkercad* će sada stvoriti vaš razred i prikazati ga na popisu razreda.

Kako generirati pristupni kôd ili poveznicu za učenike

Sada kada ste stvorili razred, potrebno je omogućiti učenicima da mu pristupe. *Tinkercad* za svaki razred automatski generira jedinstveni pristupni kod razreda (*Class code*) i pripadajuću poveznicu. Evo kako doći do koda i poveznice te ih podijeliti s učenicima:

- Kliknite na naziv vašeg novokreiranog razreda da uđete u njegovu stranicu. U gornjem dijelu sučelja razreda vidjet ćete opcije poput “*Add Students*” (Dodaj učenike) i “*Class Code*” (Kôd razreda) ili “*Share class link*” (Podijeli poveznicu razreda).



Slika 54. Prikaz mogućnosti za dijeljenja poveznice ili kôda

- *Class Code* (kôd): Ovo je niz od nekoliko znakova (kombinacija slova i brojeva) koji je jedinstven za vaš razred. Kôd obično ima oko 6 do 12 znakova i služi kao ključ koji učenici unose kako bi se pridružili vašem razredu.
- *Class Link* (poveznica): Uz kôd, *Tinkercad* pruža i posebnu URL adresu koja je izravno povezana s vašim razredom. Dijeljenjem te poveznice, učenici mogu jednim klikom doći do stranice za pridruživanje vašem razredu (kôd će već biti predunesen preko te poveznice).

Zapišite ili kopirajte ovaj kôd te ga dostavite svojim učenicima. To možete učiniti preko e-maila (učeničkog ili roditeljskog), putem školskog komunikacijskog sustava, ili čak ispisati i podijeliti na papiru u učionici. Alternativno, pošaljite im generiranu poveznicu razreda koja sadrži kôd.

Napomena: Svaki učenik uz kôd treba dobiti i svoj osobni nadimak (koji ćete izraditi u idućem koraku) da bi se mogao prijaviti.

Napomena: Pristupni kôd je obično trajan za taj razred. Nastavnik ima opciju generiranja novog kôda po potrebi, no imajte na umu da ako se kôd promijeni, stari više neće vrijediti. Poveznica razreda također sadržava kôd u sebi. Za praktičnost, preporučuje se učenicima *bookmarkirati* (spremiti u oznake) stranicu s vašim razredom nakon što joj pristupe prvi put, kako bi kasnije lakše ulazili.

- Sljedeći korak je dodavanje učenika u vaš digitalni razred i dodjeljivanje nadimaka koje će koristiti za prijavu. Prednost *Tinkercad Classrooms* sustava je što učitelj stvara "račune" za učenike kroz nadimke, pa učenici ne moraju koristiti vlastite e-mail adrese niti samostalno izrađivati račune. Postupak je sljedeći:
 - U sučelju vašeg razreda kliknite na "Add Students" (Dodaj učenike). Otvorit će se dijaloški okvir za dodavanje učenika.
 - Unos imena i odabir nadimka: Za svakog učenika unesite identifikator i nadimak:
 - U polje *Name* (Ime) možete unijeti ime i/ili prezime učenika ili neki njegov identifikator. (Napomena: Ne morate koristiti puna stvarna imena – možete staviti inicijale, broj učenika, ili neki dogovoreni pseudonim, prema pravilima škole o zaštiti podataka. Ovaj unos služi vama da znate tko je tko u razredu. Primjerice, možete unijeti "učenik1".)
 - U polju *Nickname* (Nadimak) dodijelite učeniku unikatni nadimak koji će koristiti za prijavu. *Tinkercad* ponekad automatski predloži nadimak (npr. kombinaciju riječi), no možete ga i sami odabrati. Nadimak mora biti jedinstven unutar vašeg razreda. Primjer: "MaliZmaj", "RobotIvan" ili bilo koja kombinacija slova i brojeva koja neće biti dvosmislena. *Važno: Nadimak ne smije sadržavati razmake niti posebne znakove osim slova/brojeva, i bitno je da ga točno zapišete jer će ga učenik morati unijeti upravo tako.*
 - Nakon unosa imena i nadimka, kliknite "Save" ili "Save changes" (Spremi promjene) za tog učenika. Učenik će se pojaviti na popisu učenika razreda. Ponovite postupak za svakog učenika kojeg želite dodati. (*Tinkercad* također nudi opciju "Paste a list of students" gdje možete odjednom zalijepiti popis više imena, i sustav će generirati nadimke automatski – no za početak je lakše dodati jednog po jednog da biste sami kontrolirali nadimke.)
 - Kada ste unijeli sve učenike, vidjet ćete u svom razredu listu sa svim dodanim imenima. Pored svakog će biti prikazan dodijeljeni nadimak. U početku, uz imena učenika može stajati neka oznaka (npr. siva ikona) koja pokazuje da se učenik još nije pridružio (nije aktivirao svoj račun). Nakon što se učenik prvi put prijavi s nadimkom, ta ikona može promijeniti boju ili status, signalizirajući da je učenik aktivan u sustavu.

Sada ste kreirali "sjedeca mjesta" za učenike u svojoj digitalnoj učionici. Svaki učenik ima svoj nadimak i spreman je za pristup razredu koristeći onaj kod koji ste prethodno dobili.

| Students | Login info | Type | Last active | Badges New! | Safe | Menu |
|----------|------------|------|-------------|--------------------------|------|------|
| | ucenik1 | Seat | | 0 | | |
| | ucenik2 | Seat | | 0 | | |
| | ucenik3 | Seat | | 0 | | |
| | ucenik4 | Seat | | 0 | | |
| | ucenik5 | Seat | | 0 | | |

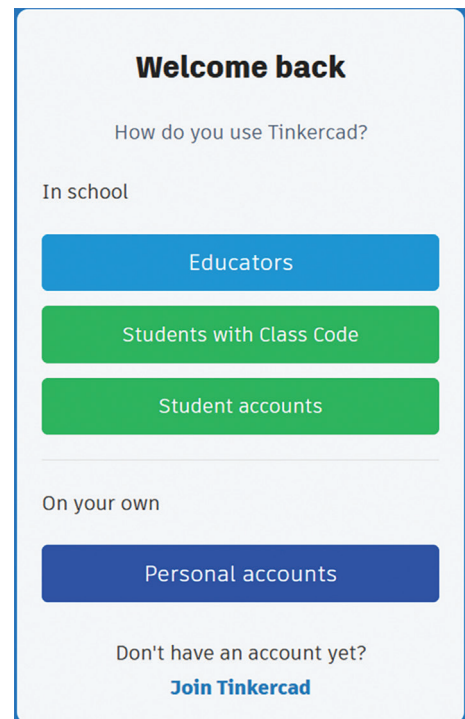
Slika 55. Prikaz nadodanih nadimaka za učenike u digitalnom razredu

Kako učenici pristupaju učionici pomoću nadimka (korak-po-korak)

Nakon što ste učenicima dodijelili nadimke i dali im *Class code* (pristupni kôd) ili poveznicu, oni se mogu pridružiti vašem razredu. Najveća prednost je što učenici ne trebaju izrađivati vlastiti *Tinkercad* račun niti unositi e-mail; dovoljno je da slijede ove korake za pristup putem nadimka.

Koraci za učenike:

- Učenik ide u web-pregledniku na stranicu tinkercad.com.
- Na početnoj stranici klikne "Join Now" (Pridruži se/Registriraj se). Budući da učenik koristi *Classroom* pristup, bira opciju "Student, join your class" (Student/učenik, pridruži se svom razredu).
- Kada se odabere opcija pridruživanja razredu, sustav će tražiti *Class code*. Učenik treba upisati pristupni kod razreda koji mu je učitelj dao (kombinacija slova i brojeva, npr. ABCD1234). Nakon upisa koda, učenik potvrđuje (tipkom "Go to my class" ili Dalje).



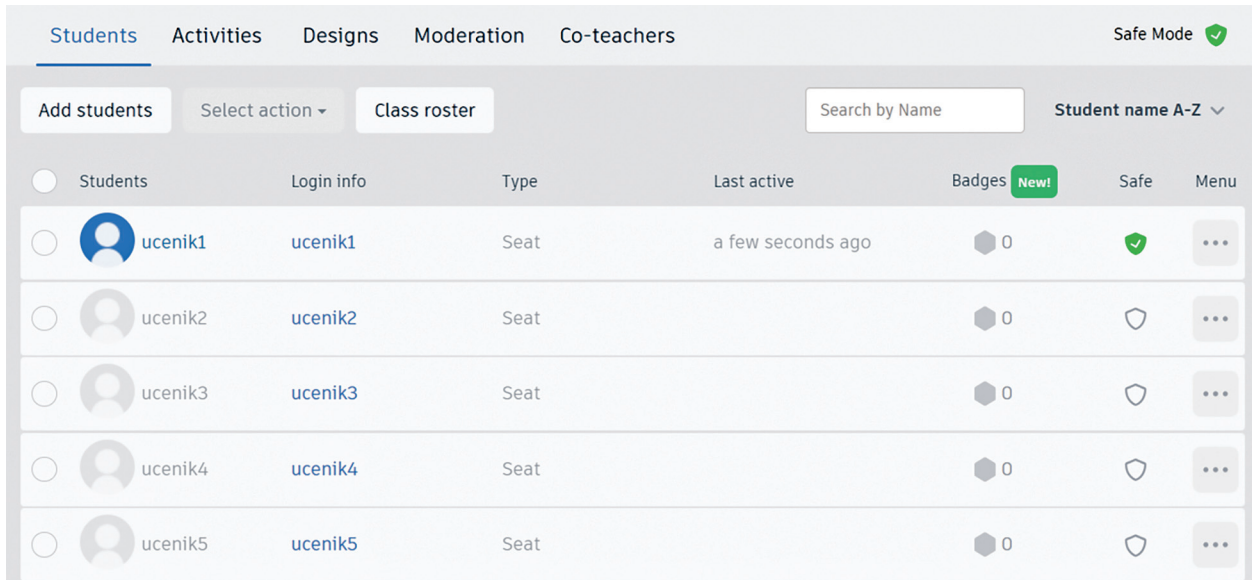
Slika 56. Prikaz opcije za prijavu učenika

- U sljedećem koraku, *Tinkercad* će tražiti *Nickname* (Nadimak). Učenik upisuje točno onaj nadimak koji mu je dodijeljen za taj razred (npr. učenik1). Pazite na velika i mala slova ako ih ima – nadimak mora biti identičan onome koji je učitelj postavio. Učenik zatim potvrđuje/prijavljuje se.
- Ako su kod i nadimak ispravni, učenik će biti prijavljen u *Tinkercad* i direktno povezan s vašim razredom. Kod prvog pristupa moguće je da će se učeniku prikazati kratki uvodni tutorial ili upute za korištenje *Tinkercada* (npr. *Learning the Moves* lekcija). Učenik može te početne korake odraditi ili ih preskočiti. Nakon toga, na ekranu će vidjeti svoj *Tinkercad dashboard* (nadzornu ploču) unutar razreda.
- Na vašoj strani (učiteljski račun), osvježite stranicu razreda i provjerite listu učenika. Učenik koji se uspješno pridružio sada će imati drugačiji status ili obojenu ikonicu pokraj imena, što označava da je aktivan. Time znate da je taj učenik u sustavu. Sada on može početi raditi projekte u *Tinkercadu*, a vi možete pratiti njegov rad.

Gdje učitelj vidi nadimke učenika, njihove projekte i napredak

Tinkercad Classroom pruža učitelju centralno mjesto za nadzor svih učenika u razredu.

- Unutar vašeg razreda (*Classroom* sučelja) vidljiv je popis svih dodanih učenika. Uz svako ime nalazi se dodijeljeni nadimak. Tu možete lako provjeriti tko je koji nadimak, što je korisno kada učenici pristupaju kako biste ih identificirali.
- Pored imena ili ikone učenika obično je indikator statusa. Kada je učenik tek dodan ali se nije još prijavio, prikazuje se neutralna/siva ikona. Nakon što se učenik prvi put prijavi svojim nadimkom, ta ikonica može postati obojena ili ispunjena, što vizualno pokazuje da je račun aktiviran. Tako odmah znate tko se pridružio, a tko još nije.
- Kao nastavnik, možete vidjeti sve projekte i dizajne svojih učenika unutar razreda. Kad u razredu kliknete na ime ili nadimak određenog učenika, otvorit će se njegov profil s prikazom nadzorne ploče učenika – to izgleda slično kao običan *Tinkercad dashboard*, ali sadrži samo radove tog učenika. Tamo ćete vidjeti popis svih 3D modela, sklopova ili kodnih blokova koje je učenik izradio i spremio.
- Možete pregledavati svaki pojedini učenički projekt. Klikom na projekt, otvara se mogućnost da ga pregledate ili uredite (*Tinkercad* omogućuje opciju "*Copy and Tinker*" – Kopiraj i popravi – što znači da možete napraviti kopiju učenikova rada i detaljno ga razgledati ili čak doraditi bez da mijenjate original). Na ovaj način možete pratiti koliko je učenik napravio, je li dovršio zadatak ili vježbu, te uočiti treba li pomoć.
- U bilo kojem trenutku, kao učitelj možete dodati nove učenike ili urediti postojeće. Možete promijeniti nadimak učenika (ako, primjerice, izgubio je ili želite iz sigurnosnih razloga promijeniti), no imajte na umu da ćete o promjeni morati obavijestiti tog učenika (stari nadimak više neće raditi). Također, možete ukloniti učenika iz razreda ako je potrebno.



Slika 57. Promjena u nastavničkom prikazu nakon što se ucenik1 prijavio

Klikom na ucenik1 (ili klikom na bilo koji drugi profil), možete otvoriti vlastitu stranicu učenika i provjeriti što modelira.

Prednosti ovakvog pristupa (*Classroom s nadimcima*)

Uvođenje *Tinkercad* u nastavu tehničke kulture ili informatike donosi brojne pedagoške i organizacijske prednosti, osobito kada se koristi kroz sustav *Tinkercad Classrooms*. Ova funkcionalnost omogućuje učiteljima da stvore vlastiti digitalni razred i da učenici pristupe sustavu pomoću nadimka, bez potrebe za registracijom putem osobnih e-mail adresa. Takav način rada pokazao se kao izuzetno koristan u radu s osnovnoškolcima, jer pruža sigurnost, jednostavnost i potpunu učiteljsku kontrolu.

Prije svega, ističe se sigurnost i privatnost učenika. Budući da učenici ne trebaju unositi osobne podatke niti koristiti vlastite adrese e-pošte, značajno se smanjuje rizik od povrede privatnosti. Svi podaci i radovi ostaju unutar digitalnog razreda pod nadzorom učitelja, čime se poštuju zakoni o zaštiti djece na internetu i izbjegavaju tehničke i administrativne komplikacije povezane s roditeljskim suglasnostima.

Druga važna prednost je jednostavna prijava. Učenici za pristup trebaju samo znati kod razreda i svoj nadimak, što im omogućuje brz i bezbrižan ulazak u sustav. Ovakav pristup posebno olakšava rad s mlađim učenicima koji još nemaju e-mail adresu ili iskustvo s izradom korisničkih računa. Učitelj ne mora brinuti o gubitku lozinki ili neuspjelim aktivacijama, a učenici se brzo osposobe za samostalan rad.

Kroz ovaj sustav, učitelj ima potpunu kontrolu nad digitalnim razredom – od kreiranja pristupa svakom učeniku, do praćenja svih izrađenih modela i zadataka. Sve aktivnosti su transparentne, a učitelj u svakom trenutku može intervenirati, pomoći ili dodijeliti nove zadatke. Osim toga, moguće je jednostavno dodavati ili uklanjati učenike iz razreda, prilagoditi pristup i upravljati nadimcima.

Digitalna učionica osigurava zatvoreno i sigurno okruženje, bez vanjskih distrakcija. Učenici ne mogu objavljivati svoje radove u javnim galerijama niti komunicirati s korisnicima izvan razreda. Njihova interakcija ograničena je na sam alat i njihove vlastite projekte, što znatno smanjuje mogućnost pojave neprimjerenog sadržaja ili neželjene komunikacije.

Još jedna važna značajka je olakšano upravljanje dobnim ograničenjima. Za djecu mlađu od 13 godina, *Tinkercad* inače traži roditeljski pristanak prilikom otvaranja samostalnog računa. Međutim, unutar *Tinkercad Classrooms* sustava, taj zahtjev se zaobilazi jer učenici rade pod učiteljskim računom i odgovornošću, čime se pojednostavljuje administracija i štedi vrijeme.

Napokon, važno je napomenuti i mogućnost prijenosa radova. Ako učenik u nekom trenutku poželi nastaviti rad na vlastitom računu – primjerice, nakon završetka projekta ili prelaska u viši razred – postoji opcija da prenese svoje projekte iz učeničkog profila unutar *Classrooms* sustava u svoj osobni korisnički račun. Time rad ostaje u vlasništvu učenika, ali dok god je u digitalnom razredu, ostaje pod nadzorom nastavnika.

B. Izvoz modela iz *Tinkercada* u *STL* format

U *Tinkercadu* je moguće spremiti izrađeni 3D model u datoteku koju može čitati 3D pisač. Na slici ispod prikazano je sučelje *Tinkercada* s istaknutim gumbom *Export* (Izvoz) u gornjem desnom kutu. Klikom na taj gumb možemo izvesti svoj model iz *Tinkercada* – najčešće u formatu *STL*, koji je standardni format za 3D ispis. *STL* datoteka sadrži oblik našeg modela kao mrežu trokutastih ploha (tzv. stereolitografija) te ju kasnije možemo otvoriti u programu za pripremu 3D ispisa.



Slika 58. Opcija „export“

Koraci izvoza:

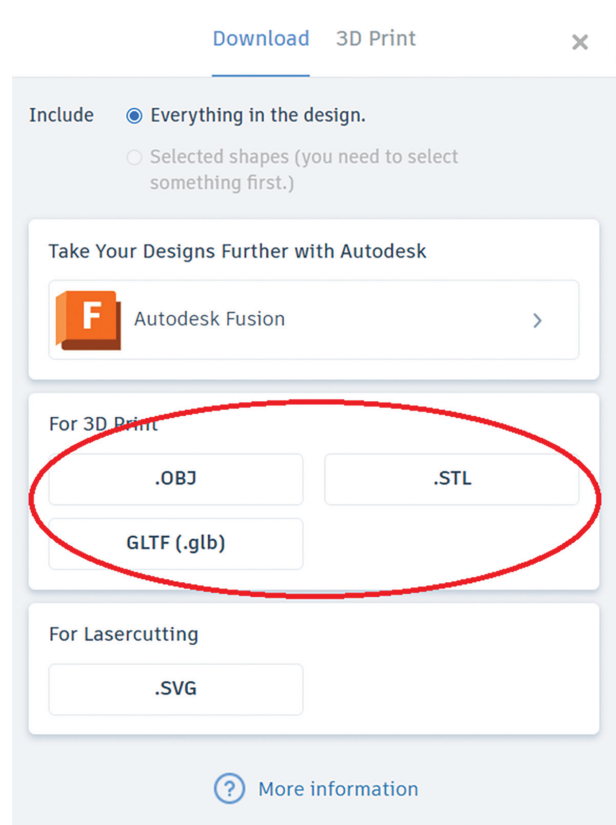
1. Kad ste završili dizajn svog modela u *Tinkercadu*, kliknite na gumb Export u gornjem desnom kutu sučelja. Otvorit će se prozor s opcijama za izvoz datoteke.
2. U prozoru za izvoz pronađite dio označen "For 3D Print" (Za 3D ispis). Kliknite na gumb .STL kako biste odabrali STL format za izvoz. Time ćete spremi (preuzeti) svoj model kao STL datoteku na računalo.
3. Pronađite preuzetu STL datoteku na računalo (obično u mapi "Downloads/Preuzimanja"). Ova datoteka predstavlja vaš 3D model i spremna je za sljedeći korak – pripremu za ispis u posebnom programu zvanom *slicer*.

Nakon što se model izveze iz *Tinkercada* u STL formatu, sljedeći korak je priprema za 3D ispis pomoću posebnog softvera zvanog *slicer*. *Slicer* je program koji STL datoteku – 3D geometrijski model – pretvara u *G-code*, odnosno skup preciznih uputa koje 3D pisač može razumjeti i izvesti.

Primjeri popularnih slicer programa su *Ultimaker Cura* i *PrusaSlicer*. U njima se otvara STL datoteka te se prikazuje na virtualnoj podlozi koja predstavlja ispisnu površinu 3D pisača. Na toj podlozi moguće je model pozicionirati, skalirati, rotirati, te dodati razne tehničke postavke ispisa.

U *sliceru* se mogu prilagoditi parametri poput:

- Vrsta filamenta (npr. *PLA*, *PETG*, *ABS*),
- Debljina sloja (npr. 0.12 mm za visoku kvalitetu),
- Gustoća ispune (engl. *infill*, npr. 5 % za šuplje modele, više za čvrstoću),
- Potpore (supports) za viseće dijelove,
- Vrsta podloge za prianjanje (*skirt*, *brim*, *raft*).



Slika 59. Odabir STL formata datoteke

Kada su svi parametri podešeni, *slicer* program "reže" model na horizontalne slojeve i generira *G-code* datoteku. *G-code* sadrži sve potrebne informacije o kretanju mlaznice, temperaturi, brzini, količini istisnutog filameta i vremenu ispisa. Ta se datoteka potom prenosi na 3D pisac putem SD kartice, USB-a ili mrežne veze, te je spremna za ispis.

Ovako pripremljeni modeli mogu se sigurno i precizno ispisivati, uz optimizaciju trajanja ispisa i potrošnje materijala.

Koraci za pripremu *STL* modela za *slicanje*⁵ (rezanje modela):⁶

1. Pokrenite program Cura, PrusaSlicer ili bilo koji drugi *slicer* na računalu. Otvorite (*import*) prethodno spremljenu *STL* datoteku modela. Model će se pojaviti na virtualnoj platformi za ispis.
2. Provjerite je li u *slicer* programu odabran ispravan profil 3D pisaca koji će se koristiti (npr. profil za određeni model pisaca kao što je *Prusa i3 MK3* ili *Creality Ender 5*). Tako *slicer* zna fizičke dimenzije i mogućnosti pisaca.
3. Po potrebi prilagodite skalu (veličinu) modela. Model se može smanjiti ili povećati, ali pazite da stane na radnu površinu pisaca. Zatim provjerite orijentaciju modela – rotirajte ga tako da ravna strana (ili šira baza) leži na podlozi za ispis. Time osiguravamo stabilnost tijekom ispisa.
4. Pomaknite model (*drag & drop* alatima u *sliceru*) u središte radne ploče ako već nije tamo. Model ne smije "visjeti" izvan granica radne površine prikazane u programu. Većina *slicer* programa ima opciju automatskog pozicioniranja modela na centar i ravnjanje na podlogu.
5. Ako model ima dijelove koji vise u zraku ili mostove (npr. izbočine, lukove ili krov koji bi se ispisivali "u zraku"), potrebno je uključiti potpore (*support*). U postavkama potražite opciju *Generate supports* i odaberite primjerenu vrstu potpore – najčešće "*Touching build plate*" (potpore koje dodiruju samo podlogu). *Slicer* će automatski generirati te potporne stupiće ili rešetke ispod visećih dijelova modela. Nakon ispisa, potpore se bez problema mogu ukloniti (odlomiti).
6. Odaberite gustoću ispune (*infill*) – to je postotak kojim će unutrašnjost modela biti ispunjena. Primjerice, 0 % znači potpuno šuplji model, 100 % znači potpuno puni (čvrsti) model. U praksi se za većinu modela koristi oko 15 – 25 % ispune. Manja ispuna (npr. 10 %) dat će brži ispis i uštedjeti materijal, ali objekt će biti lakši i krhkiji. Veća ispuna (npr. 30 % ili više) učinit će model čvršćim, ali će ispis trajati dulje i potrošit će se više filameta. U *sliceru* možete i birati uzorak ispune (pravokutni, trokutasti, sačasti itd.), no za početak je dovoljna zadana vrijednost.

⁵ Izgovor: slajsanje

⁶ Prikazani su općeniti koraci, bez ulaženja u neki posebni *slicer* program

7. Podesite debljinu sloja (*layer height*) prema željenoj kvaliteti ispisa – npr. sloj od 0.2 mm debljine znači brži ispis ali malo grublju površinu, dok 0.1 mm daje finije detalje ali udvostručuje vrijeme ispisa.
8. Provjerite i brzinu ispisa te temperaturu (te postavke će *slicer* obično zadati prema odabranom tipu filameta i pisaču, pa ih početnici ne moraju ručno mijenjati).
9. Kada ste zadovoljni postavkama, pokrenite proces “*Slice*” (rezanje modela na slojeve). Program će izračunati putanju mlaznice i slojeve te generirati *G-code* – datoteku s uputama za pisač. *Slicer* će prikazati i procijenjeno vrijeme ispisa te potrošnju filameta za zadane postavke (npr. “*4 hours 30 min, 15 m filament*”). Pregledajte *Preview* (pregled slojeva) kako biste vidjeli hoće li se model ispisati ispravno (npr. provjerite jesu li potpore dodane gdje treba). Na kraju, spremite *G-code* datoteku – obično preko gumba *Save to File/SD* ili direktno na SD karticu koju ćete umetnuti u pisač.

Sada kada imate *G-code* datoteku, potrebno je osigurati filament, zagrijati 3D printer i pokrenuti ispis vašeg izrađenog modela. Imajte na umu da je proces 3D ispisa vrlo dugotrajan, ali nadasve zanimljiv.

Literatura

- Mrežna stranica tinkercad.com (Zadnji pristup: 7. travnja 2025.)
- Osobna znanja i iskustva autora – znanje i praktična iskustva autora u radu s Tinkercadom korištena su za kreiranje sadržaja priručnika.

Popis pokrata

- CAD** – computer aided design
- CTRL** – control
- 3D** – tri dimenzije (visina, širina, dubina)
- CMD** – command
- STL** – stereolithography⁷
- G-CODE** – Geometric code⁸
- PLA** – Polylactic Acid⁹
- PETG** – Polyethylene Terephthalate Glycol¹⁰
- ABS** – Acrylonitrile Butadiene Styrene¹¹
- SD** – Secure Digital¹²
- USB** – Universal Serial Bus

-
- 7 Vrsta formata modela
 - 8 Vrsta datoteke koju „razumije“ 3D printer
 - 9 Biorazgradiva plastika
 - 10 Obična plastika
 - 11 Termoplastični polimer (plastika)
 - 12 Vrsta memorijske kartice

