



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

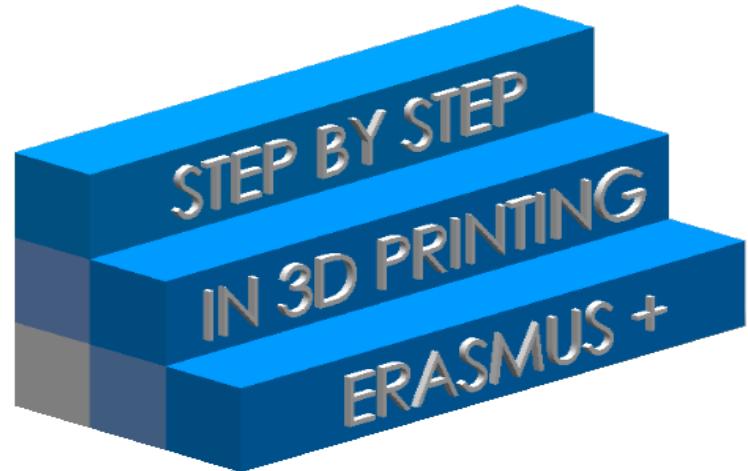


Erasmus+
Enriching lives, opening minds.

Step by Step in 3D printing

Priručnik

2023-1-RS01-KA210-VET-00015403



Autori:

Samioti Violeta

Aleksić Vojislav

Pilipovikj Vladimir



O priručniku

Priručnik „Korak po korak u 3D štampi“ je nastao kao deo odobrenog Evropskog programa Erasmus+, KA2 Mala partnerstva u oblasti stručnog obrazovanja i obuke, pod brojem ugovora 2023-1-RS01-KA210-VET-00015403.

To je rezultat saradnje stručnih škola Tehnička škola iz Pirot-a, Srbija, SOU Goce Delchev iz Valandova, Severna Makedonija, i 1. EPAL Eleftheroupolija iz Grčke, koje su sve aktivno učestvovali u osmišljavanju i razvoju njegovog sadržaja. Autori su profesori stručne grupe predmeta u ovim školama: Aleksić Vojislav (Srbija), Pilipovikj Vladimir (Severna Makedonija) i Violeta Samioti (Grčka). Saradnici na projektu su: Olivera Petrović, prevodilac i Emilija Zafirova Petkov, autor prilagođene verzije ovog priručnika.

Glavni cilj priručnika je da pruži jasan, detaljan i pristupačan vodič za proces 3D štampanja. Namenjen je nastavnicima, učenicima i svima koji su zainteresovani da se upoznaju sa osnovnim principima i koracima 3D štampanja. Kroz svoje stranice, priručnik ima za cilj da upozna čitaoce sa konceptima i tehnikama 3D štampanja, objasni korak po korak proces od dizajna do proizvodnje, unapredi kreativnost, inovacije i digitalne veštine i podrži interdisciplinarno učenje integracijom 3D štampanja u različite oblasti nauke.

Ovaj priručnik služi i kao alat za učenje i kao izvor inspiracije za one koji žele da istraže potencijal ove tehnologije. Doprinosi razvoju digitalnih veština i promociji kreativnog razmišljanja. Dostupan je besplatno svim profesorima i đacima ove tri škole i nije na prodaju. Pored toga, korišćenje ovog priručnika u svrhu zarade je strogo zabranjeno.

Godina izdanja 2025.

Sadržaj

Deo 1: Sve o 3D štampi	4
Uvodni deo.....	4
1. Šta je 3D štampa i kako funkcioniše?	4
1.1. Istorijski prikaz 3D štampe	5
1.2 Kako radi 3D?.....	6
1.3 Komponente 3D stampača.....	7
1.4 Materijali za štampu.....	10
2. 3D programi za dizajn.....	12
2.1 Sweet Home 3D	13
2.2 DreamPlan Home Design Software	14
2.3 TinkerCAD	15
2.4 FreeCAD	16
2.5 Onshape.....	16
2.6 Make Human.....	17
2.7 Carbide Create	18
2.8 Blender.....	19
2.9 Potter Draw	20
2.10 Model Air Design	21
2.11 Wings 3D	22
3. Prednosti i mane 3D štampe	25
3.1 Prednosti	25
3.2 Mane	26
4. 3D štampa u industriji.....	27
4.1 Vazduhoplovstvo.....	28
4.2 Automobilska industrija.....	29
4.3 Medicina	30
4.4 Farmakologija	33
4.5 Industrija hrane	34
4.6 Pakovanje	35
4.7 Arhitektura i građevina	37
4.8 Gejming industrija	38
4.9 Umetnost	39
Zaključak.....	43

Deo 2 : FreeCAD program	44
Uvod.....	44
1. Šta je FreeCAD?	44
1.1 Instalacija	45
2. 2D crtež	48
3. 2D crtež: definisanje o grničenja, crtanje geometrijskih oblika.....	59
4. 3D model: Prizmatični delovi	74
5. 3D model: Osnosimetrični delovi	85
6. 3D model: Izrada tipskih oblika slivanjem preseka (Loft)	97
7. 3D model: izrada tipskih oblika izvlačenjem duž krive (Additive pipe)	102
Deo 3: Šta je Cura program?	109
Uvod.....	109
1. Šta je Cura?	109
2. Instalacija	110
3. Podešavanje jezika	112
4. Učitavanje 3D modela u programu Cura.	116
5. Komande	117
5.1 Gornja traka menija.....	117
5.2 Operacijska traka	118
5.3 Podešavanje modela.....	123
5.4 Podešavanje štampe	136
5.5. Zidovi	126
5.6 Materijali.....	130
5.7 Pijanjanje na radnu površinu.....	135
5.8 Napredna podešavanja	135
Primeri.....	140
Izvori	153

Deo 1: Sve o 3D štampi

Uvodni deo

Cilj dela priručnika „Korak po korak u 3D štampanju“ je, prvo, da se prikaže evolucija 3D štampanja, a zatim da se analizira proces proizvodnje i rada 3D štampača. To znači da ovaj deo priručnika ima za cilj da objasni kako je tehnologija 3D štampanja evoluirala tokom vremena, istovremeno pružajući detalje o tome kako se 3D štampači prave i kako funkcionišu. Očekuje se da će ova analiza obuhvatiti tehničke karakteristike, procese i izazove u vezi sa njihovim radom.

Štaviše, ovde će se istražiti moderne primene 3D štampanja u industriji. Izraz „brojne moderne primene“ podrazumeva da se 3D štampa koristi u mnogim sektorima industrije, a ova raznovrsnost aplikacija će biti predstavljena kako bi se razumela širina i značaj ove tehnologije u praksi.

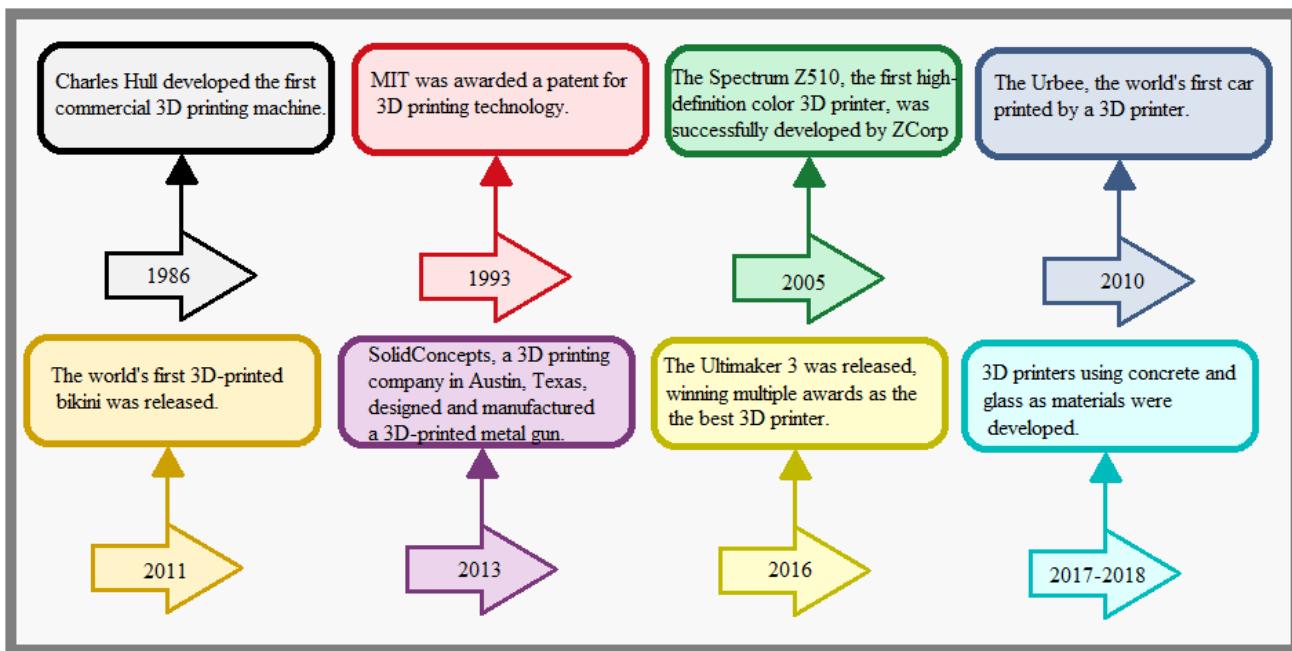
Ukratko, ovaj deo priručnika se bavi teorijskim i praktičnim aspektima 3D štampanja, od njegovog istorijskog razvoja do njegove tehnologije i primene u savremenom industrijskom sektoru.

1. Šta je 3D štampa i kako funkcioniše?

3D štampa (ili aditivna proizvodnja) je tehnologija koja omogućava kreiranje fizičkih objekata iz digitalnih datoteka dodavanjem materijala sloj po sloj. Za razliku od tradicionalnih metoda proizvodnje, kao što je sečenje ili oduzimanje materijala, 3D štampa gradi predmet sa preciznim dimenzijama i geometrijskom preciznošću, nudeći fleksibilnost i mogućnost kreiranja složenih dizajna. Ova tehnologija se koristi u različitim oblastima, omogućavajući proizvodnju delova, modela, prototika i drugih proizvoda sa povećanom preciznošću i prilagođavajući se potrebama korisnika.

1.1. Istorijski prikaz 3D štampe

- 1986. Čarls Hal je razvio prvu komercijalnu mašinu za 3D štampanje.
- 1993. godine MIT je dobio patent za tehnologiju 3D štampanja.
- Američka kompanija ZCorp je 1995. godine dobila ekskluzivnu licencu Masačusetskog tehnološkog instituta i razvila 3D štampače.
- ZCorp je 2005. godine uspešno razvio Spectrum Z510, prvi 3D štampač u boji visoke definicije.
- U novembru 2010. Urbee, prvi automobil na svetu odštampan 3D štampačem.
- 6. juna 2011. objavljen je prvi 3D stampani bikini na svetu.
- U julu 2011. britanski istraživači razvili su prvi svetski 3D čokoladni štampač.
- U avgustu 2011. inženjeri na Univerzitetu Sautempton razvili su prvi 3D stampani avion na svetu.
- U novembru 2012. godine, škotski naučnici su prvi put koristili ljudske ćelije za štampanje veštačkog tkiva jetre pomoću 3D štampača.
- U novembru 2013. SolidConcepts, kompanija za 3D štampanje iz Ostina, Teksas, dizajnirala je i proizvela metalni pištolj odštampan na 3D štampaču.
- Švedska kompanija Cellink je 2015. godine predstavila prvo standardizovano komercijalno bio-mastilo na tržištu, napravljeno od neceluloznog alginatnog materijala dobijenog od morskih algi.
- 2016. godine izašao je Ultimaker 3, koji je osvojio više nagrada kao najbolji 3D štampač.
- U godinama 2017-2018 razvijeni su 3D štampači koji koriste beton i staklo kao materijale.
- U godinama koje su usledile, razvoj tehnologije 3D štampača je bio brz. Danas postoji preko 170 proizvođača sistema za 3D štampanje širom sveta. Ova lista uključuje: 3D sisteme, Stratasys, Fusion3, Formlabs, Desktop Metal, Prusa i Voxel8, i mnoge druge.



Slika 1: Razvoj 3D štampe

1.2 Kako radi 3D?

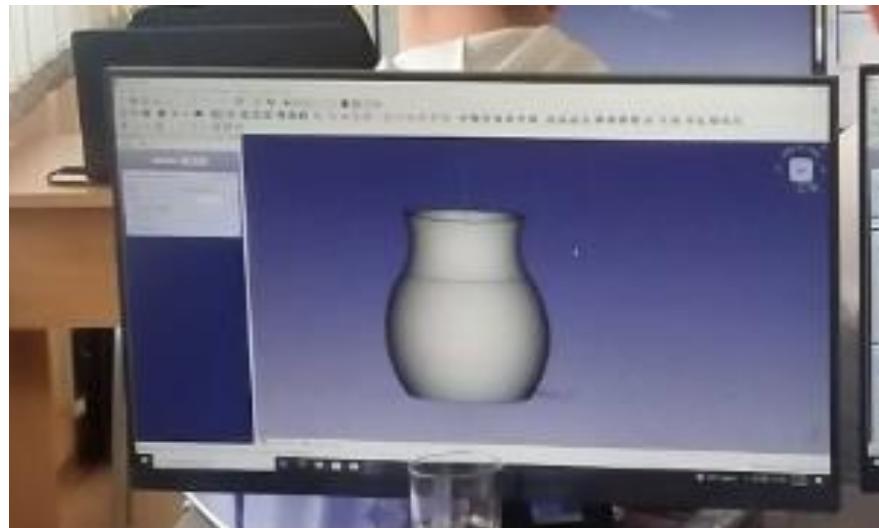
Osnovni ciklus rada 3D štampača uključuje sledeće korake:

1. Dizajniranje modela: Prvi korak je kreiranje digitalnog 3D modela predmeta koji želite da odštampate, koristeći program za dizajn.

2. Priprema modela: 3D model se 'seče' na tanke horizontalne slojeve, ovaj proces se naziva "rezanjem". Svaki sloj se zatim pretvara u kod pogodan za štampač.

- Štampanje:** Tokom procesa štampanja, štampač koristi materijal, obično plastiku, koji se topi i deponuje na željenoj lokaciji svakog sloja. Štampač se pomera duž dve ose (Ks i I) da bi postavio materijal na određene pozicije, dok se ploča za štampanje pomera svaki put kada se sloj završi (Z osa).
- Sloj po sloj:** Štampač ponavlja proces nanošenja slojeva i štampanja za svaki sloj dok konačna verzija predmeta ne bude završena. Mogućnost aditivne proizvodnje omogućava stvaranje složenih geometrijskih oblika i unutrašnjih struktura.

3. **Hlađenje:** Kada se štampanje završi, predmet se hlađi. Nakon toga, može biti potrebna neka naknadna obrada, kao što je uklanjanje ostataka ili nanošenje boje, da bi se postigao željeni estetski rezultat.

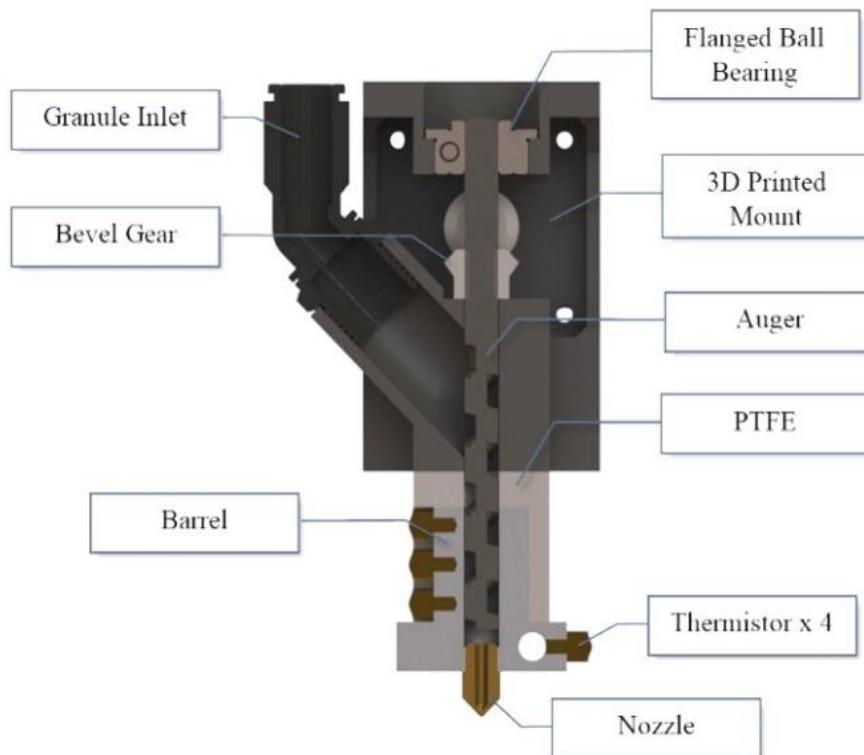


Slika 2: Proces dizajniranja predmeta

1.3 Komponente 3D štampača

Za rad 3D štampača potrebne su određene bitne komponente i on mora imati neophodnu opremu. Lista ovih komponenti može da varira u zavisnosti od tipa 3D štampača, ali sve one imaju sledeće osnovne elemente.

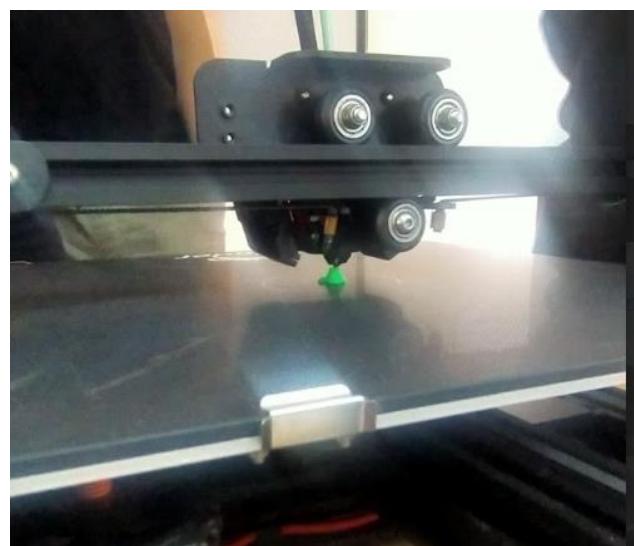
Ekstruder: Glava za štampanje je odgovorna za rukovanje materijalom (kao što je plastika ili metal) i njegovo odlaganje u 3D prostor. Neki štampači koriste više glava za štampanje sa više boja ili otiske sa različitim materijalima.



Slika 3: Eksperimentalni ekstruder 3D štampača

(Izvor: Potencijali recikliranog PLA u 3D stampi: Osrtv: Mohammad Raquibul Hasan a., Ian J. Davies b...)

Radna površina: Radna površina je površina na kojoj se predmet izliva sloj po sloj. Neke radne površine se zagrevaju da bi se poboljšala adhezija materijala.



Slika 4: Radna površina 3D štampača

Sistem osovina: Pokretne ose omogućavaju štampaču da se kreće u različitim pravcima. Obično postoje tri glavne ose: X, Y i Z. X i Y ose su odgovorne za kretanje glave štampača, dok Z osa podešava visinu glave tokom štampanja.

Filament: Materijal za štampanje je obično u obliku kalema u različitim bojama i može uključivati različite materijale, o čemu će se detaljno govoriti u odeljku 2.5 ovog poglavlja.



Slika 5: Filamenti za 3D štampače

(Izvor: <https://3pitech.com/cdn/shop/products/3D-Filament-Family.jpg?v=1686258344>)

Sistem za uvlačenje filimenta: Plastična cev prenosi materijal za štampanje sa kalema na glavu štampača. Obično ovo uključuje mehanizam za štampanje, poznat kao ekstruder, koji unosi materijal u glavu štampača.

Matična ploča: 3D štampači zahtevaju kontrolni sistem i računar da bi dobili uputstva za štampanje.

Kontrolni softver: Kontrolni softver je odgovoran za pretvaranje 3D modela u komande koje štampač razume. Takođe pruža opcije podešavanja za parametre kao što su brzina štampanja, temperatura i drugi. Kontrolni softver se razlikuje u zavisnosti od proizvođača i modela 3D štampača.

1.4 Materijali za štampu

Materijal za štampanje, ili filament, je primarni materijal koji se koristi u 3D stampaču za kreiranje predmeta. Postoje različite vrste materijala za štampu, a izbor zavisi od zahteva projekta i želje korisnika.

PLA (polilaktična kiselina):

Karakteristike: PLA je ekološki prihvatljiv, proizveden od biljnog materijala (obično od kukuruza) i biorazgradiv. Pogodan je za štampanje predmeta koji ne zahtevaju otpornost na visoke temperature.

Upotreba: Razne primene, kao što su izrada ukrasnih predmeta, igračaka i prototipovi.

ABS (akrilonitril-butadien-stiren):

Karakteristike: ABS je jak i izdržljiv, sa dobrom otpornošću na visoke temperature.

Upotreba: Funkcionalni predmeti, aplikacije koje zahtevaju izdržljivost i otpornost na toplotu.

PETG (polietilen tereftalat glikol):

Karakteristike: PETG je kombinacija transparentnosti PET-a sa čvrstoćom ABS-a. To je izdržljiv i fleksibilan materijal.

Upotreba: Funkcionalni predmeti, flaše, zaštitne futrole.

Najlon:

Karakteristike: Najlon je lagan, izdržljiv i veoma lako upija. Zahteva posebnu pripremu za štampanje.

Upotreba: Preporučuje se za primene koje zahtevaju otpornost na habanje i izuzetnu čvrstoću.

TPE (termoplastični elastomer):

Karakteristike: TPE je fleksibilan, elastičan i veoma otporan na udarce. Pogodan je za otiske koji zahtevaju elastičnost.

Upotreba: Obično se koristi za pravljenje gumenih predmeta, kao što su gume i zaptivke.

Keramički materijali

Da bi se postigao aditivni metod korišćenjem keramičkih materijala, mora se koristiti 3D stampač prilagođen specifičnom zadatku.

Štampanje keramičkih materijala se uglavnom vrši korišćenjem četiri tehnologije: modeliranje fuzionog taloženja (FDM), fuzija u prahu, selektivno lasersko sinterovanje i fotopolimerizacija.

FDM metoda za štampanje keramičkih materijala zahteva specijalizovane štampače koji se napajaju glinom u tečnom stanju, koja se ekstrudira pomoću odgovarajućeg mehanizma pritiska. Primena ove metode zahteva dva dodatna koraka u poređenju sa tradicionalnom metodom koja koristi polimere. Konkretno, potrebna je odgovarajuća predobrada gline pre ekstruzije, kao i naknadna obrada finalnog komada, koja podrazumeva pečenje finalnog proizvoda u peći za očvršćavanje. Naknadna obrada se odnosi i na druge metode štampanja. Stoga je glavno ograničenje primene 3D štampanja keramike cena specijalizovanih štampača i potreba peći.



Slika 6: Keramički predmeti napravljeni uz pomoć 3D štampača.

Pre kupovine filimenta, uvek uzmite u obzir sledeće:

1. Svojstva materijala

Jedan od najvažnijih faktora koji treba uzeti u obzir pri izboru pravog filimenta su svojstva materijala. Njegove mehaničke, termičke i hemijske karakteristike određuju performanse i pogodnost objekta koji ćete kreirati za njegovu predviđenu primenu.

2. Boja i završna obrada

Boja i završna obrada filimenta su takođe važni faktori koje treba uzeti u obzir. Filimenti su dostupni u širokom spektru boja i završnih obrada, od neprozirnih i providnih, do metalik. Razmotrite željenu estetiku vašeg projekta i izaberite filament koji će naglasiti izgled koji zamišljate i koji želite za vaš predmet.

3. Proizvođač i kvalitet

Izaberite pouzdanog proizvođača visokokvalitetnih filamenata. Filament nižeg kvaliteta može dovesti do lošeg kvaliteta štampe, začepljenja mlaznica, neželjenog odvajanja i mnogih drugih problema.

4. Kompatibilnost sa vašim štampačem

Neki štampači mogu biti kompatibilni samo sa određenim materijalima ili zahtevaju specijalizovanu nadogradnju hardvera za štampanje određenih filamenata.

Pored toga, neki materijali mogu zahtevati određeni prečnik mlaznice ili prilagođavanje brzine štampanja. Obavezno istražite kompatibilnost filimenta sa vašim štampačem pre kupovine.

2. 3D programi za dizajn

Dizajn i vizuelizacija trodimenzionalnih predmeta je posebna kategorija grafike koja obično za ciljnu grupu ima grafičke dizajnere. Međutim, to ne znači da običan korisnik ne može da radi sa njima, pod uslovom da imaju neko osnovno znanje o predmetu i volju da uče.

Programi za 3D dizajn su osnovni alat za profesionalne dizajnere, arhitekte, inženjere i uopšte za svakoga ko treba da radi sa takvim aplikacijama. Napredna 3D tehnologija nam omogućava da kreiramo realistične vizuelizacije, razvijamo originalne ideje i jasno i precizno komuniciramo naše kreacije.

U današnjem svetu, gde se tehnologija brzo razvija, postoji mnoštvo besplatnih 3D programa sa odličnim karakteristikama koji dolaze bez visokih troškova ili komplikovanih načina učenja. Ovi alati se sastoje od visokokvalitetnog softvera koji korisnicima omogućava da izraze svoju kreativnost i kreiraju impresivna dela.

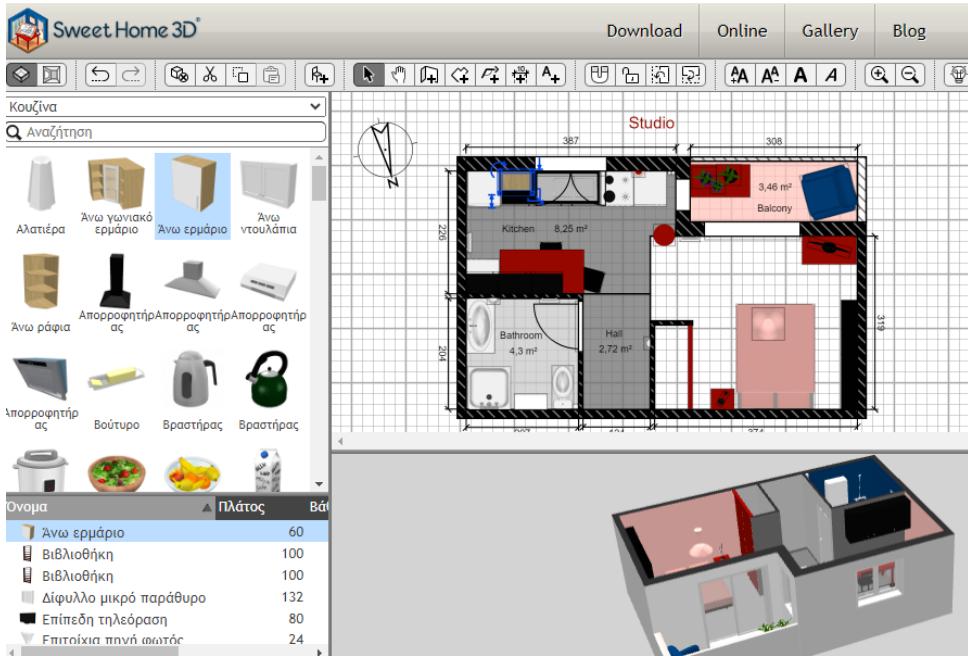
Ovde ćemo pomenuti neke od najboljih besplatnih programa za 3D dizajn i modeliranje dostupnih široj javnosti. Svaki od njih nudi jedinstvene karakteristike i alate koji mogu da zadovolje potrebe i očekivanja svojih korisnika.

Od aplikacija koje su idealne za početnike, studente i amaterske entuzijaste tehnologije do naprednih programa namenjenih profesionalcima, ova lista pokriva širok spektar potreba, naglašavajući mogućnosti i performanse svake od njih.

2.1 Sweet Home 3D

Sweet Home 3D je namenjen onima koji žele da sami dizajniraju svoje sobe u kući. Pruža vam mogućnost da kreirate zidove vaših soba, menjate njihove boje, dimenzije i dodajete nameštaj. Takođe možete da uvezete 3D modele koje ste kreirali ili da pronađete odgovarajuće na različitim veb lokacijama, promenite veličinu i orijentisevte svaki komad nameštaja i istovremeno vidite promene u dizajnu u 3D prikazu. Pored toga, možete odštampati dizajn.

Zvaničan veb-sajt: <https://www.sweethome3d.com/>



Slika 7: Sweet Home Softver

(Izvor:<https://encryptedtbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSNF2fPcgxESyfQw3Qt52K5lPxsCcHqyVJE2zdKG9TeeNbKe50t>)

2.2 DreamPlan Home Design Software

Vaš dom iz snova može biti dizajniran i vizualizovan realističnim trodimenzionalnim modelom. Dizajnirajte pod svog prostora i prilagodite boje, teksture, nameštaj i bilo šta drugo što možete zamisliti da biste kreirali prostor koji u potpunosti zadovoljava vaše potrebe i estetiku.

Softver vam omogućava da prelazite između 3D i 2D režima gledanja da biste usavršili pod, koristili funkciju skeniranja, iskoristili postojeće dizajne iz obezbeđenih biblioteka, dizajnirali spoljašnje prostore (npr. dvorišta, bašte, garaže) i mnoge druge funkcije.

Softver nije na mreži; zahteva instalaciju na vašem računaru. Besplatnu verziju možete preuzeti sa sledećeg linka.

<https://www.nchsoftware.com/design/designsetup.exe>

Nije potrebna registracija.



Slika 8: DreamPlan Home Design Softver

(Izvor: <https://www.nchsoftware.com/design/images/webp/kitchen4.webp>)

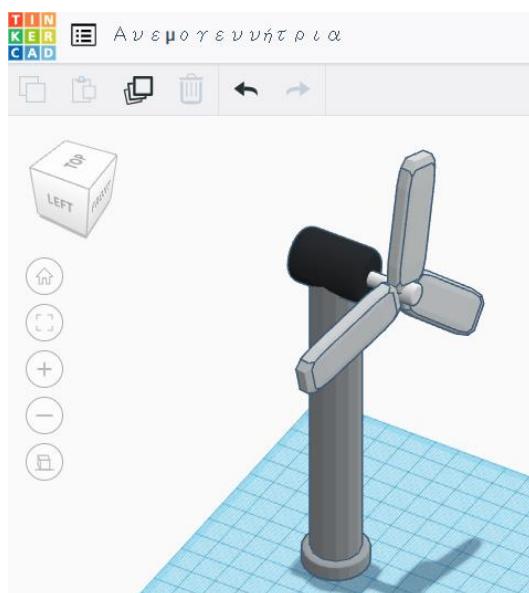
2.3 TinkerCAD

Tinkercad je besplatni onlajn program za 3D modeliranje koji radi u veb pretraživaču, poznat po svojoj jednostavnosti i lakoći korišćenja. Zbog ovih karakteristika brzo je postao popularan u školama. Nastavnici širom sveta koriste Tinkercad da pomognu studentima da se upoznaju sa 3D dizajnom pre nego što prođu obuku softvera za profesionalnu upotrebu. Iako je idealan za početnike, to ne znači da iskusniji korisnici ne mogu da ga koriste za kreiranje impresivnih modela.

Tinkercad je dostupan na mreži, a da biste ga koristili, jednostavno morate da otvorite nalog. Proces je brz i lak, prateći korake prikazane na ekranu.

Možete uživati u funkcijama TinkerCAD-a na sledećem linku:

<https://www.tinkercad.com/join>



Slika 9: TinkerCAD

2.4 FreeCAD

FreeCAD je parametarski alat za 3D modeliranje zasnovan na funkcijama za opštu upotrebu u CAD, MCAD, CAk, CAE i PLM. Prvenstveno je namenjen inženjeringu i dizajnu proizvoda, ali se takođe uklapa u širok spektar inženjerskih aplikacija, kao što su arhitektura i druge inženjerske specijalnosti. On je 100% otvorenog koda i veoma modularan, što omogućava napredno proširenje i prilagođavanje.

Njegova jednostavnost učinila ga je prilično popularnim u školama, gde se uglavnom koristi u stručnom obrazovanju, približavajući učenicima profesionalni dizajn.

Poglavlja 1 i 2 ovog priručnika fokusiraju se na učenje FreeCAD softvera.

2.5 Onshape

Onshape je softver za projektovanje pomoću računara (CAD), koji se isporučuje preko interneta koristeći model softvera kao usluge (SaaS). U velikoj meri koristi rad u oblaku, sa obradom i prikazivanjem koji zahtevaju veliku računarsku snagu na serverima zasnovanim na Internetu, dok korisnici mogu da komuniciraju sa sistemom preko veb pretraživača ili preko iOS i Android aplikacija. Kao SaaS sistem, Onshape ažuriranja se objavljaju direktno na veb interfejsu, a softver ne zahteva održavanje od strane korisnika. Prilično ga je lako naučiti i veoma je sličan po funkcionalnost i rukovanju sa FreeCAD-om. Njegova glavna prednost je sposobnost samoučenja. Kroz niz lekcija koje pruža sam program, korisnici, čak i potpuni početnici, imaju priliku da sami počnu i razviju se u sposobne dizajnere. Po završetku kurseva, korisnik može po niskoj ceni odštampati sertifikat, što ga odmah kvalifikuje kao profesionalnog dizajnera i omogućava mu ulazak na tržište rada.

Možete kreirati nalog na sledećem linku: <https://www.onshape.com/en/products/free>



Slika 10: Certified Onshape Professional

(Izvor:https://d36at2hkxl16us.cloudfront.net/thoughtindustries/image/upload/a_exif,c_fill,w_800,h_450/v1/course-uploads/6e557ed6-d03d-4c48-9492-4d18d145d7a1/tkifcukd7h2d-certprobadge800x450-01.png)

2.6 Make Human

MakeHuman je softver otvorenog koda za kreiranje 3D modela ljudskih likova.

Prvenstveno se fokusira na brzo i lako kreiranje prilagođenih ljudskih oblika, koji se mogu koristiti u različite svrhe, kao što su 3D modeliranje, grafika, igre, filmovi i naučna istraživanja.

Omogućava korisnicima da menjaju parametre kao što su pol, starost, etnička pripadnost, oblik tela i crte lica. Pored toga, omogućava izbor i primenu različite odeće, frizura, dodataka i stilova za modele.

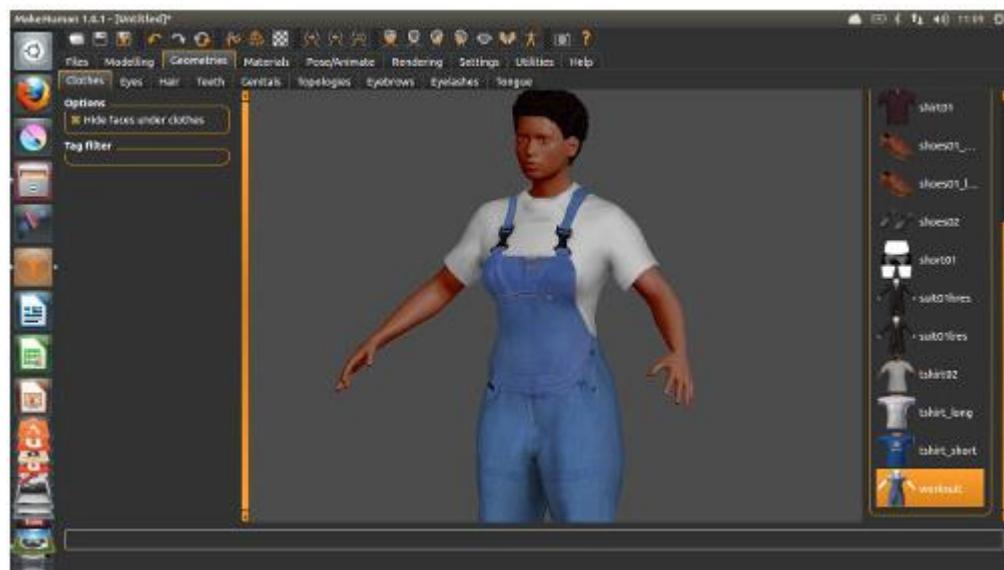
Kreirani modeli se mogu eksportovati sa potpuno prilagođenim skeletnim sistemom.

Takođe podržava izvoz modela u popularnim formatima datoteka kao što su OBJ, FBKS, DAE i STL, što ih čini kompatibilnim sa drugim softverom za dizajn i 3D uređivanje radi daljeg usavršavanja predmeta. Njegov interfejs prilagođen korisniku omogućava brzo prilagođavanje modela bez potrebe za posebnim znanjem.

Dostupan je za Windows i Mac OS X. Da biste pokrenuli aplikaciju, nakon preuzimanja datoteke, raspakujte je i pokrenite izvršnu datoteku „makehuman“.

Aplikaciju možete preuzeti sa sledećeg linka:

<https://makehuman.en.softonic.com/>



Slika 11: MakeHuman Softver

(Izvor: <https://www.studiorola.com/wp-content/uploads/2014/07/makehuman.jpg>)

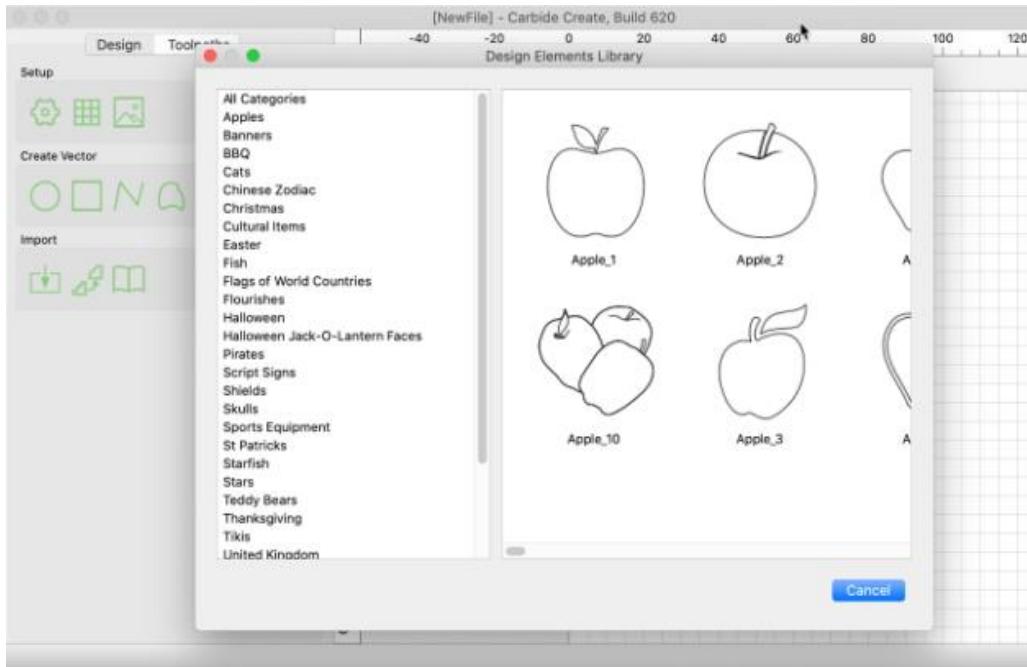
2.7 Carbide Create

Kombinujte snagu 2D dizajna i uređivanja sa 3D simulacijom i gledajte kako vaši dizajni postaju realnost. Carbide Create, koji je razvio Carbide 3D, dizajniran je da pojednostavi kreiranje i proizvodnju 2D i 3D objekata za CNC mašine. Posebno je popularan među početnicima i iskusnim korisnicima koji rade sa CNC mašinama za sečenje i graviranje projekata, a idealan je i za one koji se bave 3D štampanjem.

Carbide Create je softver za preuzimanje kompatibilan sa Windows-om i macOS. Još bitnije, to je jedini CAD/CAM softver na više platformi koji se ne oslanja na „Oblak“. Što je najvažnije, nudi se besplatno — ne samo Carbide 3D kupcima, već i svima.

Da biste mu pristupili, potrebna je registracija. Kada se registrujete, dobićete e-poruku koja sadrži vezu za preuzimanje softvera, zajedno sa video zapisima sa objašnjenjima koji će vas voditi kroz njegovu upotrebu.

Zvanični link: <https://carbide3d.com/>



Slika 12: Carbide Create Software

(Izvor: <https://carbide3d.com/images/blog/cc620.png>)

2.8 Blender

Jedan od najboljih besplatnih programa za kreiranje 3D predmeta. Koristi se za 3D modeliranje, nudeći alate za kreiranje i uređivanje složenih 3D predmeta sa karakteristikama kao što su poligonalno modeliranje, vajanje i modeliranje površine. Podržava animaciju karaktera i predmeta kroz napredne alate za animaciju i montiranje. Uključuje moćni Cycles mehanizam za renderovanje, kao i Eevee, mehanizam za renderovanje u realnom vremenu koji daje rezultate visokog kvaliteta. Takođe ima integrisani video editor koji omogućava rezanje, dodavanje efekata i upravljanje zvukom. Pored toga, podržava kreiranje vizuelnih efekata i praćenje pokreta, što ga čini idealnim za upotrebu u filmskoj industriji. Dostupan je za sve glavne operativne sisteme, uključujući Windows, Linux, and macOS.

Zvanični link: <https://www.blender.org/>



Slika 13: Blender Softver

(Izvor :https://miro.medium.com/v2/resize:fit:720/format:webp/1*kHCirek7ELBS_tfA_agg.jpeg)

2.9 Potter Draw

PotterDraw je besplatni softver za dizajn koji omogućava kreiranje 3D keramičkih predmeta i posuda kroz intuitivan i kreativan interfejs. Prvenstveno cilja na korisnike koji žele da dizajniraju i prilagođavaju keramičke uzorke bez prethodnog iskustva sa CAD ili softverom za 3D modeliranje.

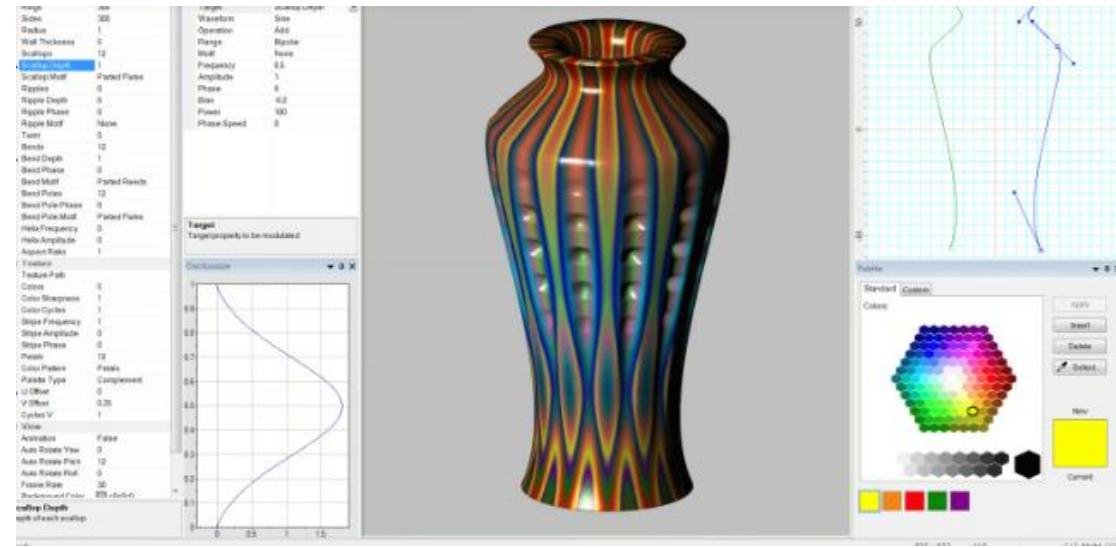
PotterDraw se zasniva na upotrebi rotaciono simetričnih oblika. Korisnici mogu da kreiraju profil, a softver ga automatski transformiše u 3D predmet. Dizajni se mogu izvoziti u formate datoteka kao što je STL, pogodan za upotrebu sa 3D štampačima. Takođe omogućava primenu materijala, boja i tekstura na objekte za simulaciju keramičkih površina.

Softver je kompatibilan sa Windows sistemima i nudi se besplatno, što ga čini dostupnim amaterskim stvaraocima i hobistima.

Zbog svoje prirode prilagođene korisniku, PotterDraw se često koristi u obrazovne svrhe, omogućavajući studentima i početnicima da eksperimentišu sa umetnošću keramike i 3D dizajna.

Aplikaciju možete preuzeti sa sledećeg linka:

<https://potterdraw.sourceforge.io/download.html>



Slika 14: PotterDraw Softver

(Izvor:<https://i.all3dp.com/workers/images/fit=scaledown,w=1536,h=864,gravity=0.5x0.5,format=auto/wp-content/uploads/2017/08/27005927/PotterDraw-screenshot.png>)

2.10 Model Air Design

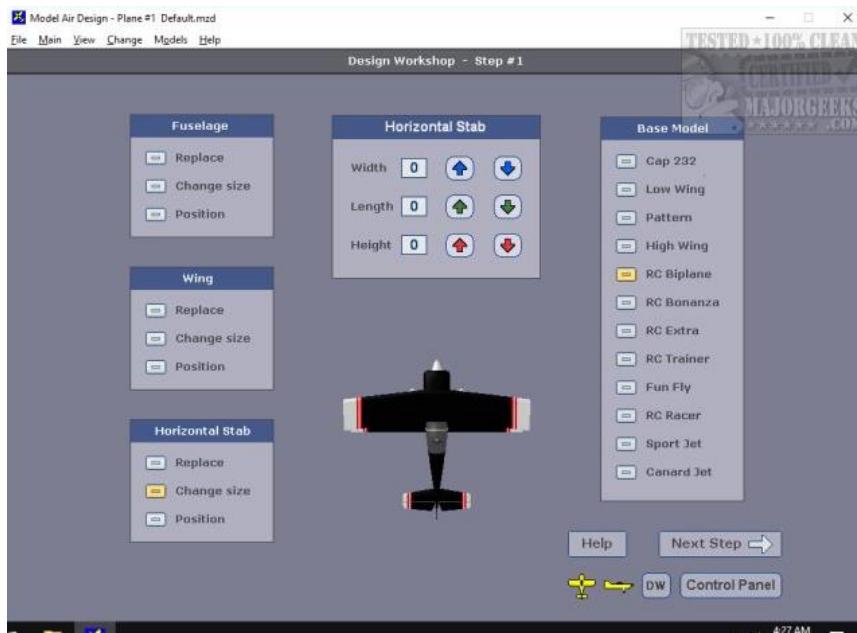
Model Air Design je besplatna, besplatna aplikacija dizajnirana za kreiranje 3D modela aviona. To je odličan alat za hobiste i one koji su zainteresovani za dizajniranje modela aviona bez potrebe za naprednim CAD softverskim veštinama. Softver obezbeđuje šablove i uputstva korak po korak za projektovanje raznih komponenti aviona, kao što su trup, krila, motori i točkovi. Možete birati između različitih unapred definisanih dizajna i prilagoditi njihovu veličinu, položaj i druge karakteristike.

Model Air Design ima intuitivan interfejs koji pojednostavljuje proces modeliranja, čineći ga dostupnim početnicima, a istovremeno nudi dovoljno fleksibilnosti za iskusnije korisnike. Program vam omogućava da pregledate svoje dizajne u 3D, rotirajući ih u svim pravcima, pa čak i simulira osnovno ponašanje leta kako bi vam dao osećaj kako će vaš

model raditi. Takođe uključuje opcije prilagođavanja za boje, šare i druge elemente dizajna.

Ovaj alat je pogodan i za kreatore fizičkih modela i za one koji jednostavno žele da istraže umetnost dizajna aviona digitalno. Model Air Design je dostupan za Windows i može se besplatno preuzeti.

Zvanični link: <https://modelairdesign.com/>



Slika 15: Model Air Design Softver

(Izvor: <https://www.majorgeeks.com>)

2.11 Wings 3D

Wings 3D je besplatan softver za 3D modeliranje otvorenog koda specijalizovan za modeliranje zasnovano na poligonima. Dizajniran je tako da bude lak za upotrebu, nudeći radni prostor fokusiran na jednostavnost i upotrebljivost. Istovremeno, pruža moćne alate koji olakšavaju kreiranje 3D modela, što ga čini idealnim za umetnike i dizajnere koji traže alat lak za korišćenje sa dobro organizovanim načinom rada.

Softver pruža osnovnu podršku za primenu materijala i mapiranje (preslikavanje) teksture, omogućavajući korisnicima da pripreme svoje modele za specijalizovaniju primenu. Iako ne uključuje napredne alate za renderovanje, podržava integraciju sa

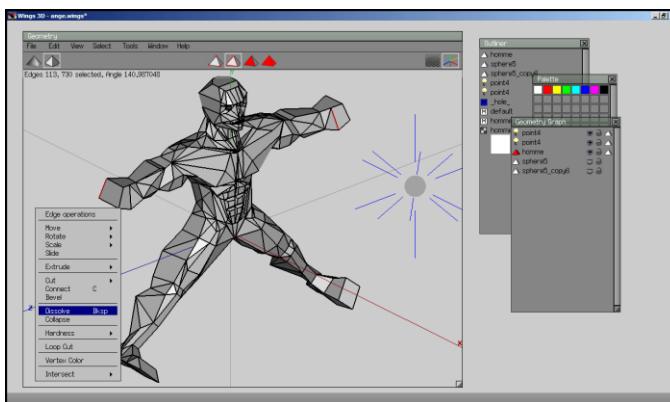
drugim 3D softverom kroz izvoz u različite formate datoteka. Wings 3D je napisan u Erlang programskom jeziku, poznatom po svojoj pouzdanosti, i dostupan je za Windows, macOS i Linux, pokrivači sve glavne platforme.

Jedna od ključnih prednosti Wings 3D je ta što je lagan i brz za upotrebu. Idealan je za početnike koji žele da nauče osnove 3D modeliranja, dok njegova jednostavnost olakšava učenje. Međutim, softver takođe ima neka ograničenja. Ne uključuje ugrađene alate za renderovanje ili animaciju, jer se fokusira isključivo na modeliranje. Pored toga, nedostaju mu napredne funkcije kao što su proceduralno modelovanje ili vajanje, koje bi bile korisne za kreiranje zahtevnijih modela.

Sve u svemu, Wings 3D je odličan izbor za umetnike i kreatore koji žele da dizajniraju modele niske do srednje složenosti. Pogodan je za upotrebu u igrama, simulacijama ili drugim 3D aplikacijama, pružajući osnovne alate za efikasan i kreativan rad.

Aplikaciju možete preuzeti sa sledećeg linka:

<https://www.wings3d.com/download-2/>



Slika 16: The Wings 3D Softver

(Izvor: <https://www.tromjaro.com/wp-content/uploads/2020/03/wings3d-14.png>)

Lista je obimna i nemoguće je dokumentovati sve programe za 3D dizajn u ovom priručniku. Međutim, oni koji su zainteresovani mogu dalje da istraže i otkriju mnoštvo alata i aplikacija koje će zadovoljiti njihove potrebe i želje.

Najnovija dostignuća u tehnologiji omogućavaju štampanje trodimenzionalnih predmeta bez prethodnog procesa dizajniranja. Ovo se postiže upotrebot 3D skenera.

3D skeniranje je proces snimanja trodimenzionalnih predmeta ili okruženja pomoću specijalizovanih sistema ili uređaja koji mogu da otkriju i zabeleže njihovu geometriju i

izgled u tri dimenzije. Ova tehnika je korisna u mnogim oblastima, kao što su industrija, arhitektura, arheologija, medicina i umetnost.

Postoje različiti načini za izvođenje ovog procesa, uključujući upotrebu lasera, fotografije ili čak senzora koji opažaju udaljenost i oblik predmeta. Napredne tehnike se često koriste za kreiranje digitalnih modela koji se mogu koristiti za analizu, dizajn, dokumentaciju ili čak reprodukciju predmeta.



slika 17: 3D Skener

3. Prednosti i mane 3D štampe

Kao što svako tehnološko dostignuće ima pozitivne i negativne strane, tako i tehnologija 3D štampe, koja, iako ima nekoliko prednosti, ima i relativno značajan broj nedostataka. Kao primer navodimo sledeće prednosti i mane.

3.1 Prednosti

1. Manjak aktivnosti koje stvaraju novu vrednost:

Vrednost finalnog proizvoda se ne povećava značajno sa svakom sledećom fazom u proizvodnji, kao što je uobičajeno u tradicionalnim postupcima proizvodnje. Kraći proizvodni lanac za izradu 3D predmeta.

2. Smanjenje troškova u procesu proizvodnje:

Ovo se dešava prvenstveno zbog cene materijala. Sirovine koje se koriste je lako pronaći i prilično su pristupačne. Nema potrebe za velikim proizvodnim lancima, jer su jedini potrebni alati štampač i računar.

3. Direktan kontakt između proizvođača i potrošača:

Zbog jedinstvene prirode ove tehnologije, interakcija između potrošača i proizvođača je direktnija nego u tradicionalnom proizvodnom lancu. Ovde potencijalni kupci biraju artikal za štampanje i odmah kontaktiraju kompaniju, koja zatim prosleđuje porudžbinu dizajneru i pokreće proces kreiranja.

4. Manji broj proizvoda na zalihamama:

Ključna karakteristika 3D štampanja je proizvodnja na zahtev. Zbog toga nema fizičkih prodavnica, a samim tim ni zaliha u magacinima.

5. Manje složenosti u proizvodnom procesu:

Ne postoji mnogo različitih mašina koje bi mogle stvoriti zabunu u proizvodnom procesu. Koraci su jednostavni i svaki put se prate na isti način.

6. Predmeti se mogu lako menjati:

Kada kreirate predmet u digitalnoj datoteci, lako je izvršiti modifikacije, čak i kada je predmet u završnoj fazi projektovanja.

7. Brži proces proizvodnje:

Nema potrebe za velikim količinama porudžbina da bi se pokrenula proizvodnja predmeta, što proces čini jednostavnijim i bržim u poređenju sa tradicionalnim metodama proizvodnje.

8. Lakša replikacija i redizajn proizvoda:

Digitalne datoteke se čuvaju u bazama podataka nakon završetka proizvodnje, što čini redizajn objekta veoma jednostavnim procesom.

9. Raznovrsnost u proizvodnji predmeta različitih oblika:

3D štampač može da kreira predmete sa mnogo različitih oblika svaki put kada štampa. Tradicionalne mašine su manje fleksibilne i imaju ograničeniji opseg formacija.

3.2 Mane

1. Visoki troškovi nabavke opreme:

Nabavne cene 3D štampača koji se koriste u profesionalne svrhe su prilično visoke. Oni počinju od 500 evra za mala preduzeća sa ograničenom proizvodnjom i mogu da dođu do 10.000 evra. Ove cene se stalno menjaju kako se tehnologija 3D štampanja razvija.

2. Procesi koji se ponavljaju do savršenstva predmeta:

Sposobnost dizajnera da uređuje digitalnu datoteku u bilo kojoj fazi, na osnovu preferencija klijenta, je nešto što se obično ne nalazi u tradicionalnim proizvodnim lancima. Međutim, to ponekad može uzrokovati kašnjenje u kreiranju predmeta i može rezultirati ponavljanjem istih procesa više od dva puta.

3. Male proizvodne količine:

U velikom proizvodnom lancu moguće je istovremeno proizvoditi velike količine. To nije slučaj sa 3D proizvodnjom. Ovde, ako je predmet veliki, kreira se samo jedan proizvod u jednom trenutku, sa trajanjem od jednog sata do 5-6 sati, u zavisnosti od brzine štampača. Iako je tehnologija napredovala, a postoje štampači koji mogu istovremeno da stampaju nekoliko modela, još uvek nisu dostignute količine koje se proizvode tradicionalnim metodama proizvodnje.

4. Nemogućnost proizvodnje velikih delova predmeta:

5. Većina 3D štampača, posebno onih dizajniranih za kućnu upotrebu, mogu da stampaju proizvode do određene veličine, obično ne mnogo veće od njihovih dimenzija. U industriji 3D stampanja, veliki predmeti se štampaju u delovima, a zatim sklapaju.

6. Zaštita intelektualne svojine:

Prisustvo onlajn prodavnica za naručivanje različitih predmeta primorava većinu kompanija da izlože articke koje dizajniraju na različitim onlajn platformama. Kao rezultat toga, lični podaci dizajnera nisu zaštićeni. Jednostavno rečeno, intelektualna svojina predmeta nije obezbeđena.

7. Nedostatak prodavnica:

So far, stores selling products derived from 3D printing are exclusively online. This presents the disadvantage of limited awareness among potential consumers. However, from a professional perspective, this can be seen as an advantage, as it reduces the expenses associated with operating a physical store.

Do sada su prodavnice koje prodaju proizvode proizvedene 3D štampom bile uglavnom onlajn. Ovde nedostatak predstavlja ograničenja svesti među potencijalnim potrošačima. Međutim, iz profesionalne perspektive, ovo se može posmatrati kao prednost, jer smanjuje troškove vezane za rad fizičke prodavnice.

8. Visoka potrošnja energije:

Godine 2009. Masačusetski institut za tehnologiju (MIT) sproveo je istraživanje o potrošnji električne energije tehnologijom fuzije metalnog praha i otkriveno je da ona koristi stotinu puta više energije od tradicionalnog livenja ili obrade metala. Zbog toga su 3D štampači pogodniji za proizvodnju malih serija.

4. 3D štampa u industriji

Aditivna proizvodnja (3D štampa) našla je primenu u mnogim industrijskim sektorima, nudeći nove mogućnosti i poboljšanja u proizvodnim procesima. Od automobilske i vazduhoplovne industrije, gde se koristi za proizvodnju visoko preciznih i lakih komponenti, do oblasti medicine, gde se koristi za kreiranje personalizovanih protetika i medicinskih uređaja, 3D štampa je revolucionirala tradicionalne metode proizvodnje. Pored toga, široko se koristi u arhitekturi za proizvodnju modela i u potrošačkoj industriji

za kreiranje malih serija proizvoda. Fleksibilnost, tačnost i sposobnost stvaranja složenih geometrija učinili su aditivnu proizvodnju ključnim alatom za inovacije i napredak u različitim sektorima.

Pokušaćemo da analiziramo industrijske sektore u kojima se primenjuje 3D štampa i predstavimo što je više moguće praktičnih primena, čak istražujući i polja za koja se u početku čini da je nemoguće da će imati koristi od ove tehnologije.

4.1 Vazduhoplovstvo

3D štampa ima mnogo primena u vazduhoplovstvu, značajno doprinoseći evoluciji tehnologije i proizvodnih procesa. Koristi se za stvaranje lakih i izdržljivih komponenti, smanjujući težinu aviona i svemirskih letelica, što poboljšava efikasnost i energetske performanse. Pored toga, 3D štampa omogućava proizvodnju složenih geometrijskih dizajna koji nisu mogući tradicionalnim metodama, poboljšavajući performanse motora, sistema aviona i strukturnih elemenata svemirskih letelica. Ova tehnologija takođe pruža mogućnost brzog izrade prototipa i testiranja, smanjujući vreme i troškove proizvodnje, dok nudi veću fleksibilnost u dizajnu i proizvodnji.



Slika 18: 3D štampa u vazduhoplovstvu

(Izvor:https://www.indiaherald.com/cdncgi/image/width=750/images/politics/politics_latestnews/3d4k-415x250.jpg)

4.2 Automobilska industrija

U automobilskoj industriji, tehnologija 3D štampanja nudi mogućnost brze proizvodnje sa visokom preciznošću, skraćujući razvojni ciklus i smanjujući troškove proizvodnje. Ove prednosti ga čine veoma cenjenim rešenjem među proizvođačima automobila. Štaviše, upotreba širokog spektra materijala poboljšava kvalitet vozila, dok se istovremeno izbegava velika potrošnja resursa uzrokovana greškama u dizajnu i smanjuje zavisnost od tradicionalnih metoda proizvodnje zasnovanih na kalupima.

Primena 3D štampanja u automobilskoj industriji prevazišla je fazu kreiranja jednostavnih konceptualnih prototipova i sada se širi na funkcionalne komponente, utičući na svaki aspekt proizvodnje delova.

Primene 3D štampanja u automobilskim delovima:

U procesu razvoja:

3D štampa ubrzava fazu istraživanja i razvoja omogućavajući brzo kreiranje prototipova i testiranje složenih dizajna, štedeći i vreme i resurse.

Proizvodnja složenih konstrukcija i komponenti:

Olkšava proizvodnju složenih geometrija, laganih struktura i prilagođenih komponenti koje ispunjavaju specifične zahteve savremenih vozila.

U proizvodnji kalupa:

3D štampa poboljšava proces proizvodnje kalupa, skraćujući razvojni ciklus i omogućava stvaranje složenih i preciznih dizajna po nižoj ceni i za manje vremena.

Prvi električni automobil u potpunosti proizведен korišćenjem tehnologije 3D štampanja bio je X-EV, koji je razvila kineska kompanija Polimejker, specijalizovana za proizvodnju 3D štampanih komponenti. Vozilo sa dva sedišta se sastoji od 57 delova, od kojih su skoro svi 3D štampani, osim šasije, prozora i sedišta.

Vreme proizvodnje, uključujući i proizvodnju njegovih komponenti, nije bilo duže od tri dana.



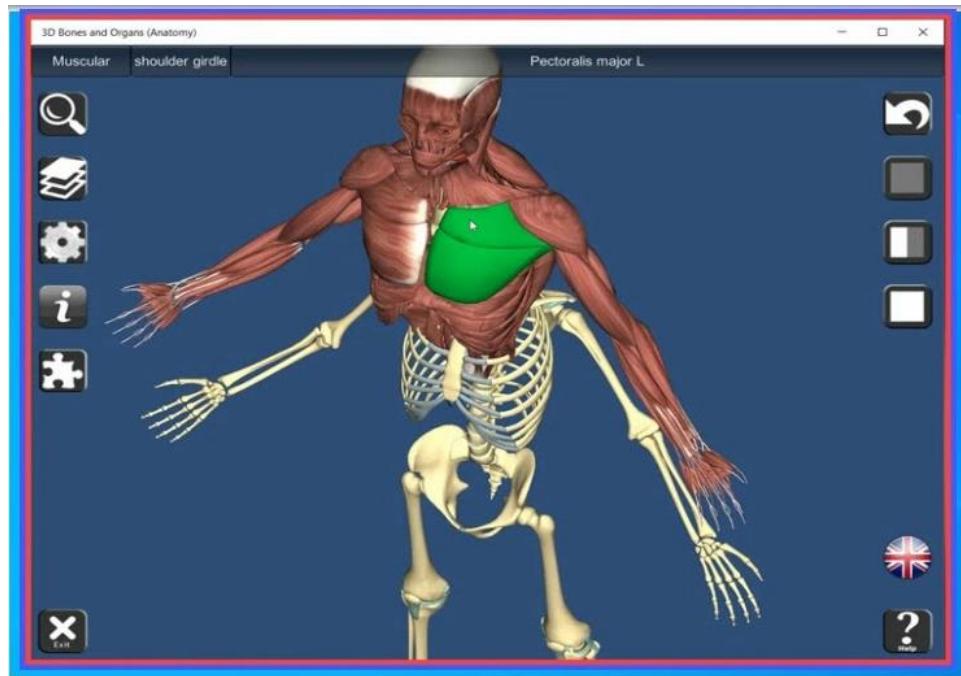
Slike 19: Prvi 3D štampani auto

(Izvor:<https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS2i3PEPyNkxQSzlALiKy7VFo4eLBuIlKlw7Q&s>

4.3 Medicina

Medicina je još jedna naučna oblast koja je imala značajne koristi od prednosti 3D štampanja. Ova tehnologija nalazi primenu u opštem medicinskom obrazovanju, hirurškoj obuci i obrazovanju pacijenata. Trodimenzionalni ljudski modeli se koriste u nastavi i učenju, nudeći učenicima jasnije razumevanje anatomije organa i srodnih bolesti.

Istovremeno, 3D snimanje se pokazalo kao dragoceno sredstvo u planiranju i izvođenju hirurških zahvata. Kreiranjem personalizovanog 3D modela za svakog pacijenta, hirurški timovi mogu precizno proceniti anatomiju pacijenta i dizajnirati optimalne hirurške pristupe. Ovo doprinosi efikasnijim i bržim operacijama uz smanjenje rizika od komplikacija. Pored toga, ovaj proces minimizira vreme operacije, na kraju poboljšavajući ukupan kvalitet medicinske nege.



Slika 20: Proces kreiranja 3D modela čoveka

(Izvor:<https://lens.usercontent.google.com/image?vsrid=CLuR3rzwEQAhgBIiR1YjUxYTU4Zi1jNTg2LTQ3NGYtOGU1NS0xOGUzM TBkM2E5Njk&gsessionid=PJm0lLqcsj0bIMGvnHJasu8HlnRy2jRwggC8aKqUfO6uWDULQE39aw>

3D štampa se efikasno primjenjuje i u oblasti regenerativne medicine koja ima za cilj zamenu obolelih tkiva ili organa. Preciznost i ponovljivost tkiva i organa stvorenih tehnikama dostupnim pre samo nekoliko godina bilo je teško kontrolisati. 3D štampa je kombinovala složenost žvog tkiva sa visokom preciznošću, proizvodeći izuzetno efikasne modele. Stvaranje 3D štampanih kožnih tkiva, srčanog tkiva, kostiju, hrskavice i brojnih drugih transplantata sada je stvarnost, što dovodi do značajnog napretka u medicini. Omogućio je razvoj personalizovanih tretmana, smanjio potrebu za donatorima i poboljšao kvalitet života pacijenata.



Slika 21: Proces dizajniranja 3D modela čoveka

(Izvor:https://lens.usercontent.google.com/image?vsrid=_CNT7l50CEAIYASIkYWMzMjgyNzAtNjU4ZC00OTg0LTK2YmEtODg4YzQ3OGJIMmY4&gsessionid=Lrm5r_KyqhjiTQnlpCxqSkT2Nu-OTip9y97bljIZCnD9RPVn2_sjlQ)

Još jedna primena 3D štampe koja je zadobila poverenje javnosti je oblast protetike. Asortiman 3D štampanih komponenti, proizvedenih korišćenjem metoda kao što su modeliranje organa i fuzija materijala, široko se koristi za zadovoljavanje potreba pacijenata u ortopediji, stomatologiji, onkologiji i plastičnoj hirurgiji. Protetski modeli se ističu po svojoj preciznosti, prilagođavanju i prilagodljivosti, pružajući rešenja koja poboljšavaju funkcionalnost i poboljšavaju kvalitet života pacijenata.



Slika 22: 3D štampanje protetičke ruke

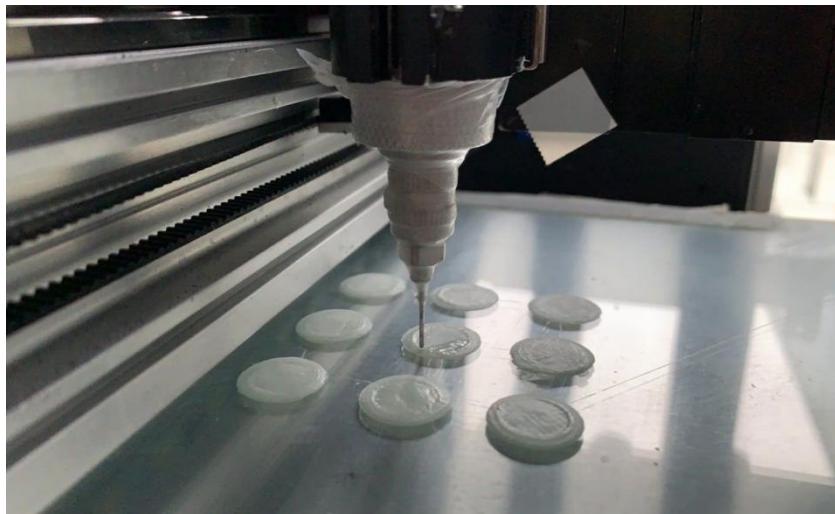
(Izvor:<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.jaguar-kktc.com%2Fabout-jaguar%2Fjag-style%2Fjag-tech%2Fteknoloji-gelecek-geldi-3d-yazicilar-evimizde&psig=AOvVaw2HyVIRRYOsnfBT-zlhIXXU&ust=1732906056247000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxq>

4.4 Farmakologija

3D štampa se takođe probila u oblasti farmaceutskih proizvoda. Do 2022. ostao je u eksperimentalnoj fazi, ali se sada aktivno koristi, približavajući sektor personalizovanoj medicini. 3D štampači proizvode farmaceutske formulacije i omogućavaju prilagođavanje oblika pilula i premaza, omogućavajući oslobađanje aktivnih sastojaka prema specifičnim potrebama svakog pacijenta. Takođe postoji mogućnost kombinovanja više aktivnih sastojaka. Celokupni režim lečenja za pacijenta može da se primeni čak i u obliku jedne tablete, u bilo kojoj potreboj dozi.

Glavne prednosti ove tehnologije su jednostavnost upotrebe, neograničene mogućnosti, brzina i preciznost u proizvodnji farmaceutskih formulacija. To je takođe ekološki prihvatljiva tehnologija i naravno, mnogo isplativija od tradicionalnih metoda proizvodnje lekova, jer značajno smanjuje troškove proizvodnje. U pogledu geometrijskih karakteristika oralnih lekova, ona nudi prednost promene oblika i veličine prema specifičnim potrebama svakog pacijenta. Ova sposobnost je posebno korisna u pedijatrijskim i gerijatrijskim lekovima.

Konačno, direktna proizvodnja farmaceutske formulacije izuzetno je korisna u ordinacijama, ambulantama ili kriznim zonama, i kao takva je ključna za upotrebu lekova sa kratkim rokom trajanja ili stabilnošću.



Slika 23: Proizvodnja farmaceutskih tableta uz pomoć 3D štampača.

(Izvor: <https://www.voria.gr/article/i-trisdiastati-ektiposi-anaschediazi-to-mellon-tis-farmakeftikis>)

4.5 Industrija hrane

Iako mnogima može izgledati neverovatno, 3D štampa je našla primenu u oblasti prehrambene tehnologije. S obzirom da na izbor potrošača na tržištu hrane utiču kriterijumi kao što su ukus, kvalitet i sastojci proizvoda, 3D štampa ispunjava ove zahteve omogućavajući kreiranje personalizovanih prehrambenih proizvoda. Ova inovacija je posebno korisna za određene grupe potrošača, kao što su deca, starije osobe, pacijenti i sportisti, jer prilagođava hranu tako da zadovolji njihove jedinstvene potrebe. Štaviše, primene u oblasti upravljanja ishranom su izvanredne, a kompanije je koriste za razvoj personalizovanih obroka koji podržavaju ciljeve kao što su gubitak težine ili atletske performanse, prilagođene individualnim potrebama svakog kupca.

Pored mogućnosti stvaranja visokokvalitetnih namirnica sa superiornom nutritivnom vrednošću i jedinstvenim ukusima, 3D štampači su uveli umetničku dimenziju u pripremu hrane. Kuvari sada imaju priliku da eksperimentišu sa inovativnim dizajnom i zamršenim oblicima, podižući lestvicu kreativnosti i estetike u visokoj kuhinji. Istovremeno, sada su postignuti rezultati koje je bilo nemoguće postići tradicionalnim metodama, a proces pripreme obroka postaje efikasniji i štedi dragoceno vreme.

Iako 3D štampanje hrane sve više raste i pojavljuje se kao inovativno rešenje u oblasti ishrane, ono se i dalje suočava sa izazovom prihvatanja potrošača. Mnogi potrošači su i

dalje skeptični prema ovoj novoj tehnologiji, bilo zbog nedostatka informacija ili zabrinutosti oko kvaliteta, sigurnosti ili čak prirodnosti štampane hrane. Prevazilaženje ove prepreke zahteva veću svest, obrazovanje i poverenje kako bi se osiguralo da potencijal ove tehnologije bude široko prihvaćen.



Slika 24: Digitalna gastronomija

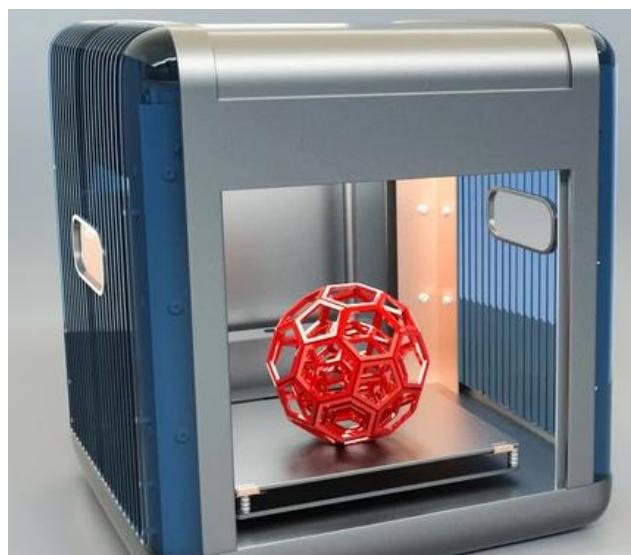
(Izvor:https://www.nutri-book.gr/images/article_images/nutri-book-psifiaki-gastronomia-3d-trofima-stin-ypiresia-tis-diaitologias.jpg)

4.6 Pakovanje

3D štampa je postala vredan saveznik u industriji ambalaže, uvodeći novi način projektovanja i proizvodnje koji radikalno transformiše ovu oblast. Jedna od njenih najznačajnijih prednosti je mogućnost kreiranja pakovanja prilagođenog potrebama potrošača ili proizvoda. Bilo da se radi o inovativnom dizajnu koji odražava identitet proizvoda ili funkcionalnom pakovanju koje pruža veću zaštitu njegovog sadržaja, 3D štampa nudi preciznost i raznovrsnost materijala za ispunjavanje čak i najzahtevnijih želja. Industrija kozmetike i parfema, poznata po naglasku na originalnosti i jedinstvenosti ambalaže, jedan je od najjačih zagovornika 3D štampe. Zahvaljujući ovoj tehnologiji, kompanije mogu kreirati impresivne dizajne koji se ističu, poboljšavajući identitet i luksuz svojih proizvoda. Štaviše, 3D štampa omogućava brz razvoj prototipova i testiranje novih ideja, štedeći vreme i resurse, istovremeno omogućavajući proizvodnju malih serija za ekskluzivne kolekcije. Na ovaj način pakovanje kozmetike i parfema postaje još upečatljivije i prilagođeno željama kupaca.

Još jedna značajna prednost 3D štampanja je smanjenje troškova proizvodnje i vremena. Tehnologija omogućava brzo stvaranje prototipova, minimizirajući potrebu za tradicionalnim kalupima ili proizvodnim procesima velikih razmara. Ovo ne samo da ubrzava lansiranje novih proizvoda na tržiste, već i smanjuje otpad, jer se štampaju samo neophodni delovi. Pored toga, kompanije mogu brzo da prilagode svoju ambalažu kako bi odgovorile na tržišne trendove ili zahteve kupaca.

Održivost je još jedna oblast u kojoj se 3D štampa u ambalaži pokazuje kao izuzetno korisna. Korišćenjem ekološki prihvatljivih materijala koji se mogu reciklirati, kompanije mogu da smanje svoj ekološki otpad, usklađujući se sa zahtevom za više „zelenih“ rešenja. Štaviše, mogućnost štampanja lakše, ali jednak izdržljive ambalaže pomaže u smanjenju troškova transporta i potrošnje energije. Dakle, 3D štampa kombinuje inovaciju sa održivošću, što je čini jednom od najperspektivnijih tehnologija u industriji ambalaže.



Slika 25: Dizajn parfema na 3D štampaču

(Izvor:https://icdn.tradew.com/file/202011/1574707/jpg/7467918.jpg?x-oss-process=image/quality,Q_90/format,webp)

4.7 Arhitektura i građevina

Arhitekte su bile prve koje su koristile 3D štampanje u građevinskoj industriji, koristeći tehnologiju za kreiranje impresivnih i preciznih modela zgrada. Sa mogućnošću štampanja 3D dizajna i modela, arhitektonski dizajn je značajno evoluirao, omogućavajući profesionalcima da predstave svoje projekte sa većom preciznošću i detaljima, a istovremeno nudeći klijentima sveobuhvatniji pogled na konačni rezultat.

3D štampa je omogućila arhitektama da eksperimentišu sa složenijim i smelijim arhitektonskim formama koje bi bilo teško postići tradicionalnim metodama. Sposobnost stvaranja zamršenih geometrija i kombinacija materijala otvorila je nove horizonte za modernu arhitekturu, omogućavajući projektovanje i izgradnju zgrada koje nisu samo funkcionalne već i estetski upečatljive.

Zatim je došla građevinska industrija, koja je iskoristila mogućnosti koje nudi 3D štampa, revolucionišući način na koji se zgrade grade. Danas ova tehnologija omogućava štampanje celih kuća sa velikom preciznošću i za veoma kratko vreme. Ovaj razvoj omogućava stvaranje konstrukcija koje su trajnije, isplativije i održivije u poređenju sa tradicionalnim metodama gradnje.

Mogućnost štampanja celih kuća pomoću 3D štampača takođe omogućava upotrebu novih materijala, koji obezbeđuju bolju topotnu i zvučnu izolaciju, a istovremeno smanjuju otpad tokom izgradnje. Ova metoda može značajno smanjiti troškove izgradnje, jer zahteva manje rada i materijala, a istovremeno ubrzava proces završetka. Dakle, građevinski sektor se nadograđuje, nudeći pristupačnija i održivija rešenja za izgradnju domova i drugih objekata.

U Meksiku je džinovski 3D štampač, visok 33 stope (10m), korišćen za stvaranje čitavog naselja za porodice kojima je potrebna. Ova inovativna inicijativa, saradnja između organizacija kao što su New Story i ICON, imala je za cilj da reši problem nedostatka stanova u ruralnim oblastima. 3D stampane kuće su dizajnirane da izdrže seizmičku aktivnost u regionu i rizike od poplava, a izgrađene su korišćenjem naprednih materijala koji nude bolju izdržljivost i izolaciju od tradicionalnih domova. Izgradnja svake kuće trajala je otprilike 24 sata.

Proces izgradnje 3D štampanih kuća predstavlja inovativan i revolucionaran razvoj u oblasti građevinarstva, jer omogućava brzo i isplativo stvaranje domova. Međutim, ova

tehnologija nosi i značajan rizik: potencijalni gubitak mnogih poslova. Automatizacija procesa izgradnje pomoću 3D štampača mogla bi smanjiti potrebu za tradicionalnim ručnim radom, ugrožavajući poslove vezane koje rade ljudi, kao što su radnici, građevinari i zanatlije. Iako inovativne tehnologije nesumnjivo nude prednosti, one takođe stvaraju potrebu za pažljivom ravnotežom između napretka i društvenog uticaja.



Slika 26: House made by 3D printer

(Izvor: <https://i.ytimg.com/vi/K3N7kA7bxel/maxresdefault.jpg>)

4.8 Gejming industrija

Minijature za društvene igre su među najdinamičnijim segmentima industrije zabave, sa sve većom potražnjom gejming entuzijasta, kolekcionara i kreatora. Koriste se u raznim igrama, od društvenih i strateških igara do kartaških igara, pa čak i digitalnih medija poput video igara. Ova mala umetnička dela poboljšavaju iskustvo priovedanja i igranja igara, stvarajući impresivniju interakciju za korisnike.

Tradicionalna metoda izrade minijatura uključuje vajanje, livenje i reprodukciju pomoću kalupa — procese koji zahtevaju značajan ručni rad i vreme. Uprkos visokom kvalitetu koji se može postići, ove metode su često skupe i nedovoljno fleksibilne za masovnu proizvodnju ili prilagođene dizajne. 3D štampa je napravila revoluciju u ovoj oblasti omogućavajući stvaranje minijatura sa većom brzinom, preciznošću i smanjenim troškovima.

Koristeći 3D štampu, dizajneri igara mogu kreirati prototipove i finalne proizvode sa složenim detaljima koje bi bilo teško postići tradicionalnim metodama. Ova tehnologija takođe otvara put za proizvodnju prilagođenih miniaturama, omogućavajući korisnicima da dizajniraju jedinstvene likove ili predmete za svoje igre. Shodno tome, 3D štampa ne samo da poboljšava efikasnost industrije, već i obogaćuje iskustvo igrača, čineći minijature sastavnim delom kreativne i zabavne produkcije.



Slika 27: 3D štampa u gejming industriji

(Izvor:<https://gr.china3dprinting.com/Content/uploads/2022850312/20221025094929ed146c8221cd4b7a9d92d6861c169bb9.jpg>)

4.9 Umetnost

3D štampa je, između ostalog, sredstvo izražavanja i stvaranja, i iz tog razloga nije mogla da izostane iz sveta umetnosti. Kroz ovu tehnologiju, umetnici su dobili priliku da kreiraju radove sa preciznim detaljima i složenošću, nešto što je u prošlosti izgledalo nemoguće ili, ako je bilo moguće, bilo je neverovatno dugotrajno.

Upotreba 3D štampe u umetnosti omogućila je eksperimentalno istraživanje novih materijala i oblika. Umetnici sada imaju mogućnost da istražuju nove načine kombinovanja materijala kao što su plastika, metali, pa čak i biološke supstance da bi stvorili umetnička dela sa jedinstvenim svojstvima. Sposobnost preciznog repliciranja i prilagođavanja štampanih formi uvela je novu dimenziju u proizvodnju i kolekciju umetnosti, omogućavajući umetnicima da ponovo kreiraju iste forme u različitim razmerama ili sa različitim materijalima – nešto što je bilo nemoguće sa tradicionalnim umetničkim tehnikama.

3D štampa u umetnosti je takođe otvorila nove mogućnosti u oblasti personalizovane umetnosti. Umetnici sada imaju mogućnost da kreiraju komade koji savršeno odgovaraju željama njihovih klijenata, kao što su prilagođene skulpture i poprsja koje precizno hvataju crte lica osobe, kao i umetnička dela koja odražavaju individualne ukuse ili interesovanja. Ovo je donelo novi nivo popularnosti umetnosti, jer kolekcionari i entuzijasti sve više traže jedinstvene komade koji odražavaju njihov lični identitet.

Konačno, 3D štampa je doprinela evoluciji digitalnog sveta umetnosti omogućavajući umetnicima da svoje digitalne kreacije prenesu u fizički svet. Integracija digitalnih tehnologija sa tradicionalnom umetnošću dovila je do novog oblika „digitalne skulpture“, gde umetnici mogu da dizajniraju svoja dela koristeći softver, a zatim da ih štampaju pomoću 3D štampača. Ovo novo polje omogućava umetnosti da se razvija i izražava na načine koji su donedavno bili nezamislivi.



Slika 28: Kuća napravljena od 3D štampača

(Izvor:[https://images.cults3d.com/9sisYYV1EQPCloQySU4IIzb9lw=/246x246/filters:no_upscale\(\)/https://fb.i.cults3d.com/uploaders/26846188/illustration-file/892e8726-4d60-4986-9554_49d6c986dca8/image.jpg](https://images.cults3d.com/9sisYYV1EQPCloQySU4IIzb9lw=/246x246/filters:no_upscale()/https://fb.i.cults3d.com/uploaders/26846188/illustration-file/892e8726-4d60-4986-9554_49d6c986dca8/image.jpg))

Veb lokacije za proširenje znanja o tehnologijama 3D štampanja

Ispod je lista veb lokacija koje ističu različite primene 3D štampanja u industriji, sa ciljem da se unapredi znanje čitalaca ovog priručnika i promoviše razumevanje inovativnih tehnologija.

1. Bambu Lab X1 Series | Introduction

<https://youtu.be/Eci4iFoyoS4>

2. 3D Printed Metal vs CNC Machined - How Strong? <https://youtu.be/Js3bJ1B8ySM>

3. 3D Printing Food and Cooking It With Lasers

<https://youtu.be/5IpqV15frb4>

4. 3D printing in Automotive: How Škoda Auto made it

<https://youtu.be/d606FD9cItc>

5. 3D printing in the auto industry

<https://youtu.be/yIRn40wDkr8>

6. 3D Printing Is Changing the World

<https://youtu.be/GV8zPtqOyqg>

7. 10 AMAZING 3D Printing Projects: Rocky Mountain RepRap Festival 2023

https://youtu.be/ZXg_Ml6xJGU

8. Developing 3D Printed Drugs for Personalized Medicine with FabRx | 3D Interviews | 3Dnatives

<https://youtu.be/nyJReEPmcow>

9. How 3D Printed Food Can Change the Way We Look at Eating

<https://youtu.be/TeeSYhPeCLw>

10. How 3D printing is spurring revolutionary advances in manufacturing and design.

<https://youtu.be/Adl1Sn86ojs>

11. How Good are Professional 3D Printed Metal Parts?

<https://youtu.be/o1vrfEl1uc8>

12. How medical 3D printing could solve the shortage of organ donations.

<https://youtu.be/LTwHsiCbbgs>

13. MATT Architecture: Rapid model making with 3D printing - Ultimaker: 3D Printing Story

https://youtu.be/mMU_FG-KuX4

14. Metal 3D Printing | The Future of Manufacturing?

<https://youtu.be/NkMRzpobmQQ>

15. Next Generation of 3D Printed Surgical Instruments

<https://youtu.be/2XIHMRO1NYA>

16. Prusa XL at Volkswagen Academy - How 3D Printing Is Used There

<https://youtu.be/q9-ut8EgUHs>

17. The 3D printing revolution | DW Documentary

<https://youtu.be/k0poVtBhIsQ>

18. The Genius of 3D Printed Rockets

<https://youtu.be/kz165f1g8-E>

19. Can 3D Printing be Art?

https://www.youtube.com/shorts/fz7LXsJb_o?feature=share

20. 3D Printing Transforming the Gaming Industry

<https://youtu.be/axTJXnojuIY>

Internet sadrži mnoštvo video snimaka koji prikazuju impresivne primene 3D štampanja u industriji, nudeći gledaocima jedinstvenu priliku da istraže ovu inovativnu tehnologiju. Kroz ove video snimke može se posmatrati kako se 3D stampa koristi za izradu prototipa, kreiranje prilagođenih proizvoda ili proizvodnju komponenti visoke preciznosti. Gledaoci stiču sposobnost da razumeju funkcionalnost tehnologije, crpe inspiraciju iz njenih kreativnih primena i identifikuju načine da je iskoriste u svojim oblastima. Ovi video snimci služe kao obrazovna sredstva, pružajući praktične ideje i primere koji mogu inspirisati učenike da inoviraju ili poboljšaju profesionalne aktivnosti koje mogu razviti u budućnosti korišćenjem 3D dizajna i štampanja.

Zaključak

3D štampa u industriji je dokazala svoju sposobnost da revolucioniše i podstiče inovacije, utičući na širok spektar sektora. Mogućnost kreiranja specijalizovanih predmeta sa željenom preciznošću, čak i sa složenim geometrijama koje je nemoguće proizvesti tradicionalnim metodama, povećava produktivnost i smanjuje greške. Ovo, zauzvrat, povećava fleksibilnost i brzinu u proizvodnim procesima, omogućavajući brži razvoj novih proizvoda i tehnologija, a istovremeno doprinosi održivosti minimiziranjem otpada i optimizacijom upotrebe sirovina.

Iako ova tehnologija nudi brojne prednosti, nije bez izazova. Jedna od najvećih prepreka je potreba za specijalizovanom obukom i prilagođavanjem radnika novim metodama proizvodnje. Automatizacija i upotreba 3D štampača izazivaju zabrinutost u vezi sa gubitkom posla, jer su određeni procesi koji su nekada zahtevali ručni rad sada zamjenjeni mašinama. Uprkos ovim zabrinutostima, povoljne mogućnosti koje nudi 3D štampa čine ovu tehnologiju kamenom temeljcem za industriju budućnosti. Sve u svemu, 3D štampa može dovesti do istinske transformacije u proizvodnim i kreatorskim sektorima, poboljšavajući upravljanje resursima i povećavajući efikasnost. Istovremeno, predstavlja nove mogućnosti za poboljšanje kvaliteta života, bilo kroz personalizovane proizvode ili nudeći pristupačnija i održivija rešenja. Uz pravu strategiju i prilagođavanje izazovima koji se mogu pojavitи, 3D štampa može da igra centralnu ulogu u izgradnji naprednije i zelenije budućnosti za industriju.

Deo 2 : FreeCAD program

Uvod

Drugi deo ovog priručnika prati metodologiju korak po korak i uči vas da koristite softver za dizajn FreeCAD za pravljenje parametarskih 3D čvrstih komponenti, kao i za pravljenje 2D crteža. Ovaj priručnik se ne fokusira samo na upotrebu alata i komandi FreeCAD-a, već i na koncept dizajna. Svako poglavlje u ovom priručniku sadrži uputstva koja korisnicima pružaju uputstva korak po korak za lako kreiranje dizajna i crteža. Svako poglavlje se završava praktičnim testom koji omogućava korisnicima da iskuse prilagođene i moćne mogućnosti FreeCAD-a za poboljšanje veština na kraju svakog poglavlja i dodatne beleške i savete. Uputstva za obavljanje bilo koje radnje su obezbeđena maksimalnim brojem ilustracija tako da korisnik može lako i efikasno da izvrši radnje o kojima se govori u knjizi. Postoji puno ilustracija koje čine proces učenja efikasnim. Štaviše, većina alata u ovom priručniku se razmatra u obliku uputstva korak po korak. Počevši od osnova, istražićete interfejs i terminologiju FreeCAD-a, postavljajući jaku osnovu za vašu avanturu 3D modeliranja.

1. Šta je FreeCAD?

FreeCAD je aplikacija za parametarsko 3D modeliranje otvorenog koda, napravljena prvenstveno za dizajniranje objekata iz stvarnog života. Parametrijsko modeliranje opisuje određeni tip modeliranja, gde se parametrima kontrolisu oblik 3D objekata koje dizajnirate. Na primer, oblik cigle se može kontrolisati pomoću tri parametra: visine, širine i dužine. U FreeCAD-u, kao i u drugim parametarskim modelarima, ovi parametri su deo objekta i mogu se menjati u bilo kom trenutku, nakon što je objekat kreiran. Neki objekti mogu imati druge objekte kao parametre, na primer, možete imati objekat koji uzima našu ciglu kao ulaz i kreira kolonu od nje. Parametarski objekat možete zamisliti kao mali program koji kreira geometriju iz parametara. FreeCAD nije dizajniran za određenu vrstu posla, ili za pravljenje određene vrste objekata. Umesto toga, omogućava širok spektar upotreba i dozvoljava korisnicima da proizvode modele svih veličina i

namena, od malih elektronskih komponenti do delova za 3D štampanje, pa sve do zgrada. Svaki od ovih zadataka ima različite namenske skupove alata i tokova posla.

FreeCAD je takođe multiplatforman (radi na potpuno isti način na Windows, Mac OS i Linux platformama) i otvorenog je koda. Budući da je otvorenog koda, FreeCAD ima koristi od doprinosa i napora velike zajednice programera, entuzijasta i korisnika širom sveta. FreeCAD je u suštini aplikacija koju su napravili ljudi koji je koriste, umesto da je napravi kompanija koja pokušava da vam proda proizvod. I naravno, to takođe znači da je FreeCAD besplatan, ne samo za korišćenje, već i za distribuciju, kopiranje, modifikovanje ili čak prodaju.

1.1 Instalacija

FreeCAD FreeCAD koristi LGPL licencu, što znači da možete slobodno da preuzimate, instalirate, redistribuirate i koristite FreeCAD na način na koji želite, bez obzira na vrstu posla koji ćete sa njim obavljati (komercijalni ili nekomercijalni). Niste obavezni ni na jednu klauzulu ili ograničenje, a fajlovi koje pravite uz to su u potpunosti vaši. Jedina stvar koju licenca zaista zabranjuje je da tvrdite da ste sami programirali FreeCAD!

Podešavanje osnovnih parametara

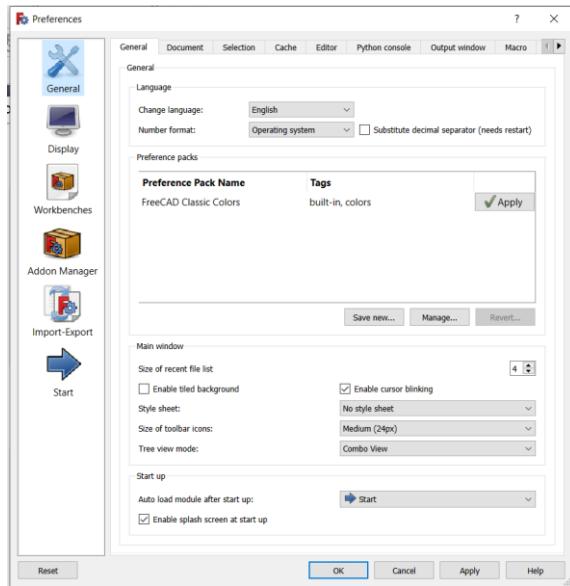
Kada se FreeCAD instalira, možda ćete želeti da ga otvorite i podešavate nekoliko podešavanja. Podešavanja u FreeCAD-u se nalaze u meniju

Edit – Preferences-General

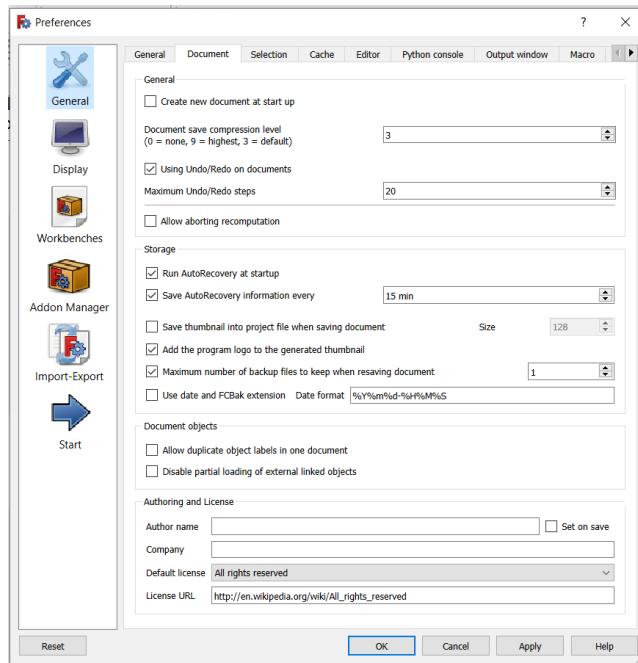
Jezik:

FreeCAD će automatski izabrati jezik vašeg operativnog sistema, ali možda biste želeteli da to promenite.

General – Language - Change language



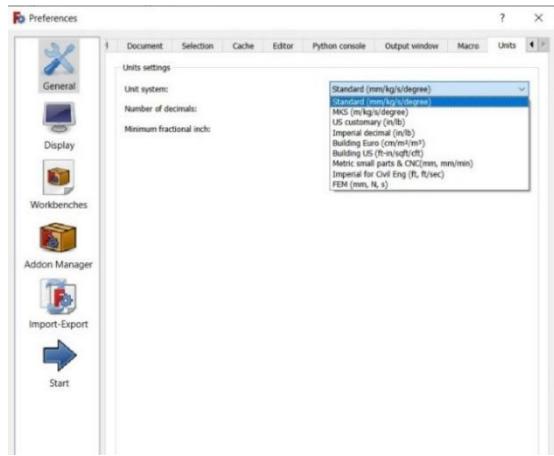
Opcije skladištenja: Kao i svaka složena aplikacija, FreeCAD se može s vremenom srušiti. Ovde možete da konfigurišete nekoliko opcija koje će vam pomoći da oporavite svoj rad u slučaju pada.



Document - Save AutoRecovery information every (staviti 10min)

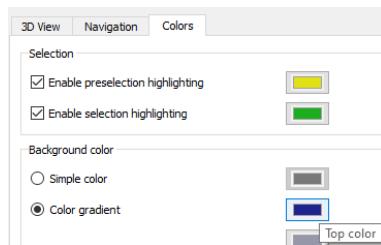
Jedinice: Ovde možete postaviti podrazumevane jedinice koje želite da koristite. Kasnije će se lakše raditi na primerima, ako ostanu u **mm/kg/s/degree**.

Unit – Unit system

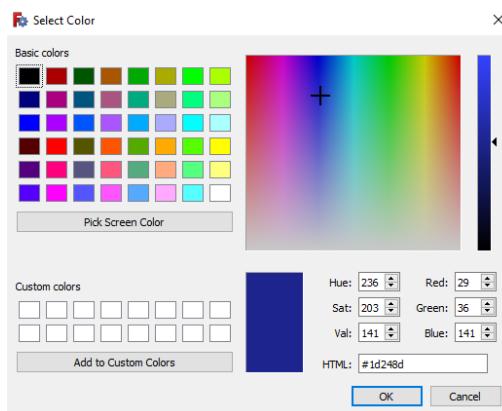


Promena boje pozadine:

Edit – Preferences-Display-Colors-Color gradient



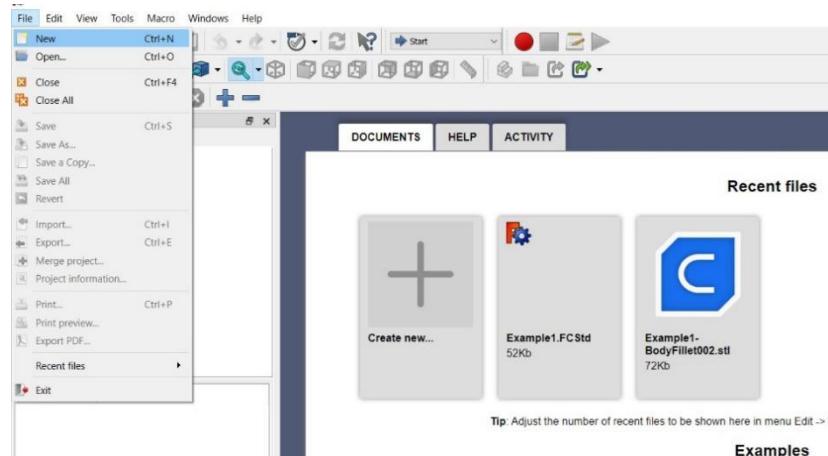
Klikom na okvir **Top color**, otvara nam se novi prozor u kome možemo izabrati boju pozadine.



Prevlačenjem pokazivača miša biramo osnovnu boju, a vertikalnim klizačem biramo nijansu te boje.

2. 2D crtež

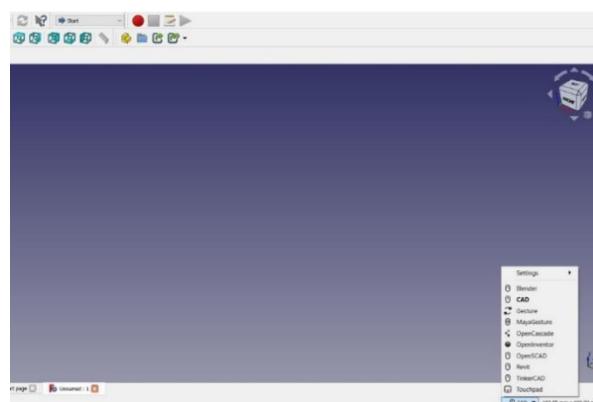
Da bi smo kreirali nov FreeCAD dokument idemo na karticu **File→New**.



Slika 2-01

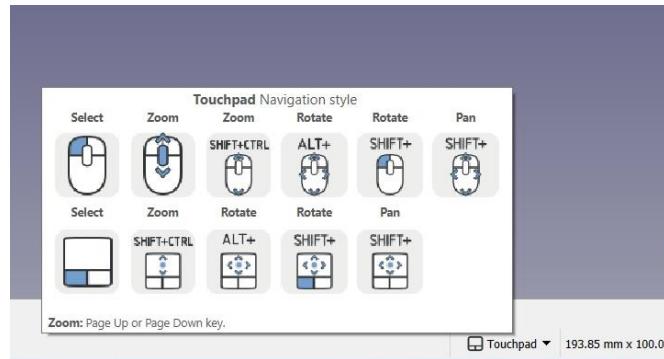
Nakon otvaranja novog dokumenta, potrebno je izabrati način manipulacije upotrebom miša.

Otvaranjem kartice **CAD** pojavljuju se različite mogućnosti manipulacija.



Slika 2-02

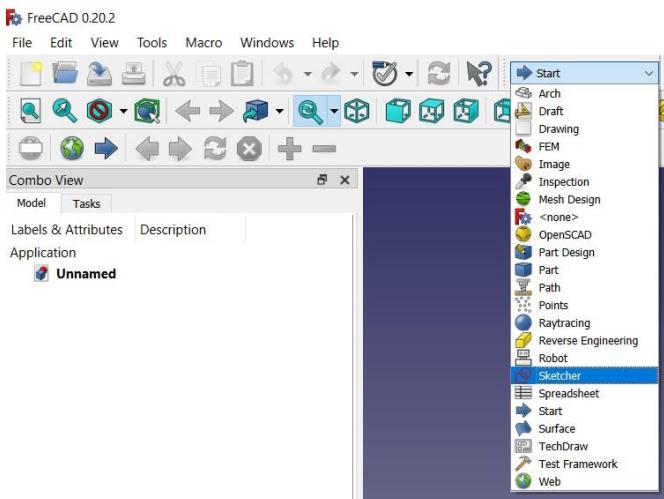
Biramo karticu **Touchpad**. Nakon njenog otvaranja zadržimo cursor miša na njoj da bi se pojavio Touchpad stil navigacije. Vidimo da postoje 10 tak stilova navigacije. U ovom tutorialu ćemo koristiti Touchpad stil navigacije zato što mogu da ga koriste i korisnici koji isključivo koriste Touchpad na svojim laptopovima. Ovde je slikovito predstavljeno uputstvo za selektovanje, zumiranje, rotiranje i pomeranje. Kako za rukovanje tačpadom tako i za rukovanje mišem.



Slika 2-03

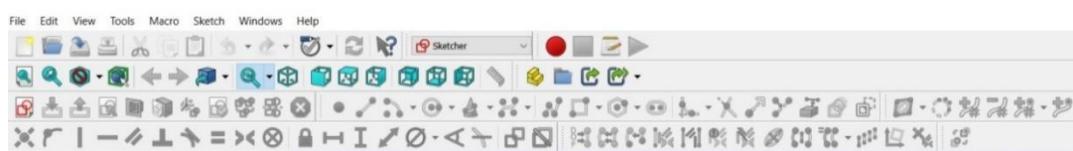
Da bi smo isprobali kako to praktično funkcioniše, nacrtaćemo jedan prost crtež i na njemu praktično isprobati sve mogućnosti.

Postupak za aktiviranje prozora u kome ćemo nacrtati naš crtež je sledeći: klikom na padajući meni **Start→Sketcher**



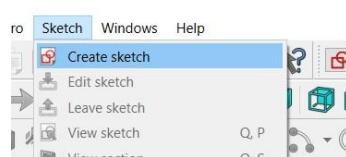
Slika 2-04

Klikom na **Sketcher** karticu pojavljuje nam se veći broj ikona kao na sledećoj slici 2-05:



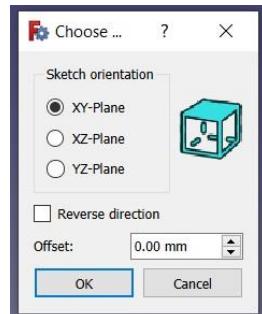
Slika 2-05

Klikom na meni **Sketch→Create sketch**



Slika 2-06

Pojavljuje se sledeći prozor za izbor ravni u kojij želimo da nacrtamo naš crtež. Ovde je ponuđena XY ravan što prihvatom klikom na OK.



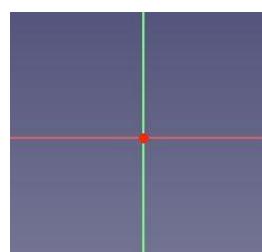
Slika 2-08

Kao što vidimo, mnoge od ikonica za crtanje su sada postale aktivne.



Slika 2-09

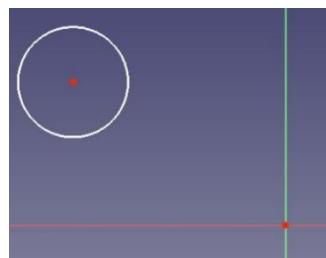
Takođe, pojavljuje se koordinatni sistem sa X (crvena linija) i Y (zeleni liniji), i centar koordinatnog sistema (crvena tačka, u daljem tekstu CKS)



Slika 2-08



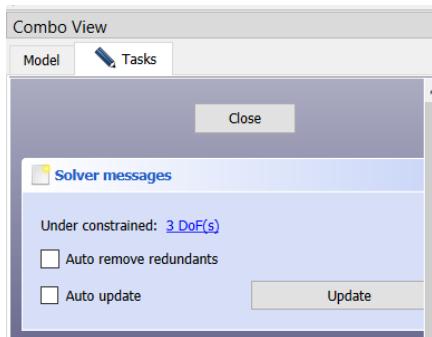
Prvo ćemo da nacrtamo jednu kružnicu. Klikom na naredbu za crtanje kružnica (levi klik mišem, udaljavamo se od centra kružnice koliko želimo pa zatim ponovo levi klik mišem).



Slika 2-10

NAPOMENA: nakon crtanja kružnice, naredba za crtanje je još uvek aktivna tako da možemo da crtamo narednu kružnicu. Kada nam više nije potrebna, isključujemo je pomoću tipke ESC na tastaturi računara ili desnim klikom miša.

U levom delu ekrana u prozoru **Combo View**→**Solver messages** →**Under constrained** postoji poruka **3 Dof(s)** (*degree of freedom*), što znači da našoj kružnici treba da definišemo 3 parametra: udaljenost centra po X i Y pravcu i prečnik kružnice.



Slika 2-11

Stepen slobode (DOF) ukazuje na moguće kretanje jednog elementa. Na primer, tačka se može pomerati i u horizontalnom i u vertikalnom pravcu, tako da ima dva stepena slobode. Prava je definisana sa dve tačke, tako da ukupno ima četiri stepena slobode. Ako definišemo jednu od tih tačaka, onda ceo sistem ima na raspolaganju samo dva stepena slobode; ako dodatno fiksiramo horizontalno kretanje preostale tačke, ostaje nam samo jedan stepen slobode; a ako fiksiramo i vertikalno kretanje ove tačke, onda poslednji stepen slobode nestaje i linija se više ne može pomeriti sa svog položaja.

Ograničenja su „pravila“ koja nam govore pod kojim uslovima se geometrijski objekat može pomerati i za koliko. Koriste se za uklanjanje stepena slobode tako da skica ima stabilan oblik. Ako eliminišemo sve stepene slobode, onda je skica potpuno ograničena i ima fiksni oblik, tj. potpuno je definisana odnosno njene tačke se uopšte ne mogu pomerati. Uopšteno govoreći, dobra je ideja potpuno ograničiti skice jer će to rezultirati stabilnim modelima.

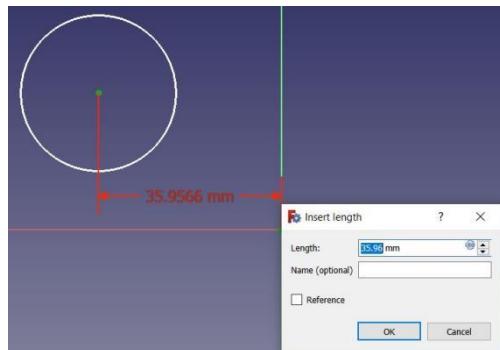
Postoje dve glavne vrste ograničenja:

Geometrijska ograničenja definišu karakteristike oblika bez definisanja tačnih dimenzija, na primer, horizontalnost, vertikalnost, paralelnost, upravnost i tangentnost.

Datumska ograničenja definišu karakteristike oblika navođenjem dimenzija, na primer, numeričke dužine ili ugla.

Sada ćemo da dimenzionišemo našu kružnicu da bi kompletno bila definisana u našem

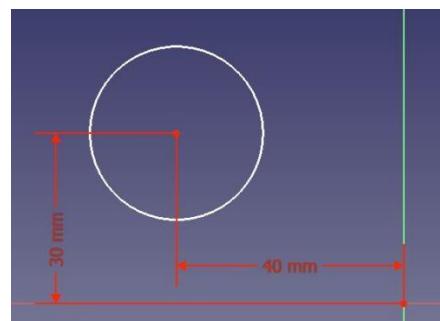
radnom prostoru. Klikom na naredbu **Constrain horizontal distance** , a zatim selektujemo centar kružnice pa zatim selektujemo CKS pojavljuje se prozor **Insert Length** u kome unosimo željenu vrednost po X osi (npr.40mm).



Slika 2-12

Postupak se ponavlja i za definisanje centra kružnice u Y pravcu koordinatnog sistema

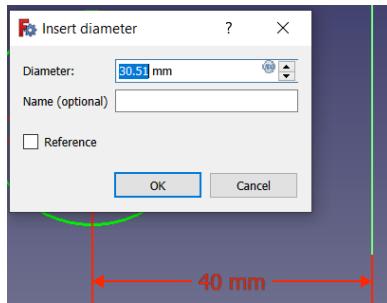
 korišćenjem komande , prvo selektujemo centar kružnice, a zatim selektujemo CKS. Ovde možemo uneti vrednost 30mm.



Slika 2-14

Sada nam ostaje samo još da definišemo prečnik kružnice klikom na komandu **Constrain**

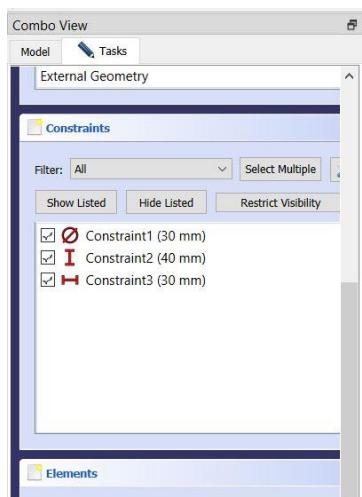
 **arc or circle** , a zatim klikom na kružnicu nakon čega se pojavljuje prozor **Insert diameter**, gde unosimo željeni prečnik kružnice, npr. 45mm (Slika 2-15).



Slika 2-15

NAPOMENA: ukoliko se desi da unesemo pogrešnu vrednost za dimenzijske ili naknadno želimo da je izmenimo, pridemo pokazivačem miša do željene dimenzijske (npr. prečnika kružnice) dok ne promeni boju (ne požuti) pa dvoklikom opet aktiviramo prozor **Insert diameter** u kome unesemo željene izmene.

NAPOMENA: drugi način za promenu dimenzijskih je upotrebom **Combo View** prozora u kome nađemo **Constrains** prozor. Ovde vidimo 3 dimenzijske kružnice. Dvoklikom na neku od njih opet se pojavljuje prozor **Insert** u kome unosimo željene izmene.



Slika 2-16

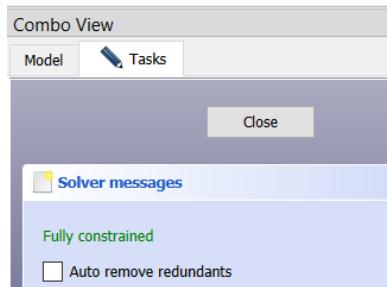
NAPOMENA: takođe, ukoliko se kote (dimenzijske) preklapaju, možemo ih pomerati levo, desno, gore, dole kako bi postale pregledne. Takođe pridemo pokazivačem miša dok dimenzijska ne promeni boju (ne požuti), kliknemo na nju i vršimo pomeraj u željenom pravcu.

NAPOMENA: ako želite da privremeno onemogućite ograničenje, možete ga selektovati **Activate/deactivate constraint**. Kada želite ponovo da ga aktivirate, ponovite postupak



Slika 2-17

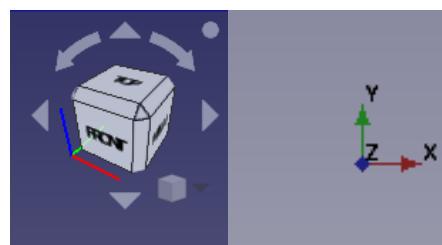
Na ovaj način smo kompletno definisali našu kružnicu u odnosu na CKS, a u prozoru **Combo View→Solver messages** je sada **Fully constrained**, što znači da je kružnica, odnosno naša skica potpuno definisana.



Slika 2-18

Sada u prozoru **Combo View**, idemo na **Close** čime izlazimo iz aktivnog prozora za crtanje i vidimo naš crtež i izometriji.

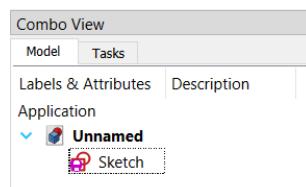
Sa desne strane u gornjem uglu ekrana (slika 2-20) vidimo kocku za navigaciju. Klikom na neku od strelica, vršimo rotaciju našeg crteža. Možemo kliknuti i na stranicu same kocke, recimo TOP stranicu da vidimo prikaz crteža u XY ravni u kojoj smo i crtali. Paralelno sa rotiranjem našeg crteža, rotira se i koordinatni sistem koji se vidi u donjem desnom uglu ekrana (slika 2-21).



Slika 2-20 Slika 2-21

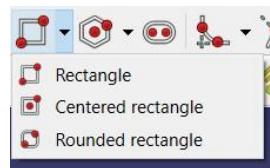
Komande za drugi način manipulacije crtežom, prikazane su na slici 2-03. Kombinacijom tastera SHIFT, CTRL i ALT sa tasterima miša moguće su razne kombinacije selektovanja, rotiranja, zumiranja i pomeranja crteža u zavisnosti od naše potrebe. Ove komande je potrebno dobro uvežbati kako bi smo mogli da postavimo crtež odnosno kasnije 3D model onako kako želimo.

Sada ćemo da nacrtamo jedan pravougaonik dimenzija 60x40mm, koji je udaljen 20mm u X pravcu od CKS i 25mm u Y pravcu od CKS. Da bi smo to uradili treba da se vratimo u radni prostor u kome je moguće crtati. U prozoru **Combo View**, aktiviramo **Sketch** dvoklikom (slika 2-22),



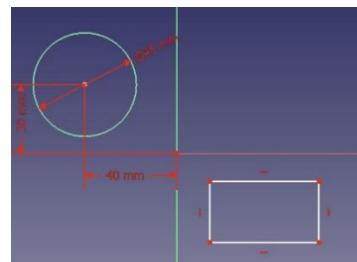
Slika 2-22

a zatim koristimo naredbu **Create rectangles**, koja ima nekoliko opcija. Izabraćemo opciju **Rectangle** (slika 2-23).



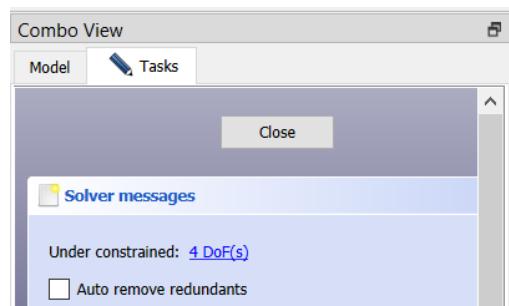
Slika 2-23

Zatim crtamo pravougaonik.



Slika 2-24

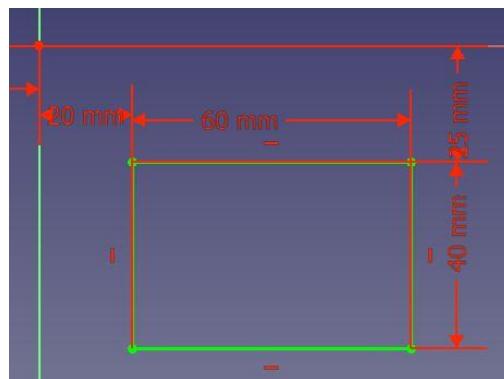
U **Combo view** prozoru vidimo da se javljuju 4 nedefinisana parametra pravougaonika **4 DoF(s)** (crvena strelica, slika 2-25).



Slika 2-25

To su sledeći parametri: širina i dužina pravougaonika, položaj pravougaonika u X I Y pravcu u odnosu na PKS. Sada ćemo da definišemo te parametre uz pomoć naredbi opisanih kod definisanja kružnice. Kada unesemo ove parametre na crtežu u prozoru **Combo View** će se pojaviti poruka **Fully constrained** što znači da smo sve uspešno definisali.

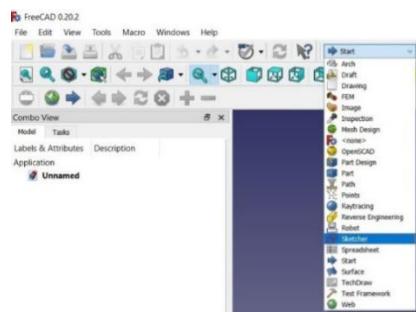
Ove horizontalne i vertikalne crtice pored stranica pravougaonika označavaju da su te stranice paralelne sa X, odnosno Y osom koordinatnog sistema.



Slika 2-26

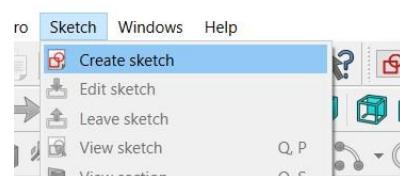
Nacrtajmo sada još jednu kružnicu, prečnika 30mm, udaljenu od CKS 30mm u +X pravcu i 40mm u +Y pravcu ali u novom radnom prostoru za crtanje.

Postupak za aktiviranje prozora u kome ćemo nacrtati naš novi crtež je opisan na početku tutoriala (Slika 2-04): klikom na padajući meni **Start→Sketcher**



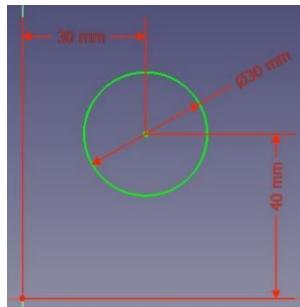
Slika 2-27

Zatim klikom na meni **Sketch→Create sketch**



Slika 2-28

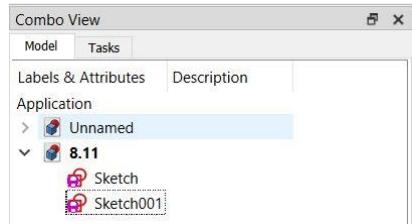
Pojavljuje se prozor za izbor ravni u koji želimo da nacrtamo naš novi crtež. Opet je ponuđena XY ravan što prihvatom klikom na OK i crtamo našu kružnicu i sa zadatim parametrima.



Slika 2-29

NAPOMENA: ovde takođe tasterom ESC na tastaturi izlazimo iz neke aktivne naredbe, npr. za horizontalno ili vertikalno dimenzionisanje kružnice ili za definisanje prečnika kružnice.

Kada smo završili crtanje naše nove kružnice, opet u prozoru **Combo View** idemo na **Close**, nakon čega u njemu vidimo naša dva radna prostora za crtanie , Sketch-a.



Slika 2-30

U radnom prostoru Sketch smo nacrtali prvu kružnicu i pravougaonik, a u Sketch001 smo nacrtali našu drugu kružnicu.

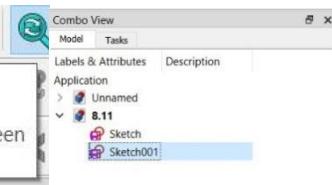
Komandom **Fit all** (slika 2-31), zumiramo na radnom prostoru sve crteže, a komandom **Fit selection** zumiramo samo selektovani Sketch, koji selektujemo u prozoru **Combo View** (slika 2-33), npr. Sketch001



Slika 2-31



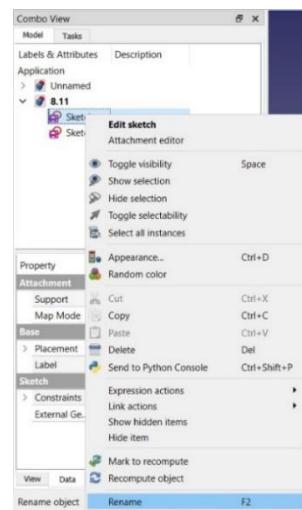
Slika 2-32



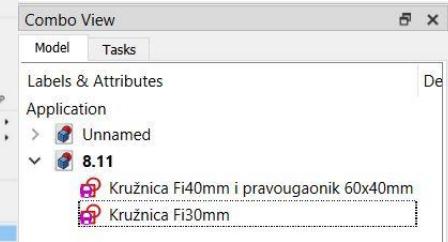
Slika 2-33

U rozoru **Combo View** desnim klikom miša pa selekcijom Rename (slika 2-34), menjamo ime našeg prvog Sketch-a u: Kružnica Ø45mm i pravougaonik 60x40mm.

Na isti način promenimo ime i drugom crtežu, Sketch001 u: Kružnica Fi30mm (slika 2-35)

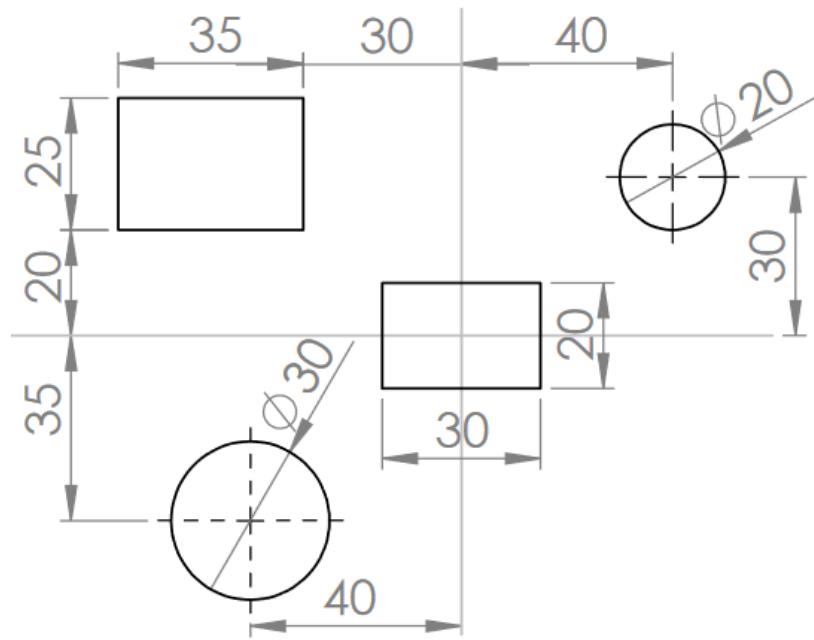


Slika 2-34



Slika 2-35

ZADATAK ZA VEŽBU



Potrebno je nacrtati 2 pravougaonika i 2 kružnice. Pravougaonik 35x25mm i kružnicu Ø20 nacrtati u Sketch-u, a pravougaonik 30x20 i kružnicu Ø30 u Sketch001-u, a zatim im promeniti imena u „Crtež01“ i „Crtež02“

3. 2D crtež: definisanje o grničenja, crtanje geometrijskih oblika

Now Sada ćemo da nacrtamo, trougao, petougao,kružni luk (četvrtinu kružnice) koji tangira pravu liniju, upotrebu komandi za zaobljenje i upotrebu komande za crtanje više spojenih linija

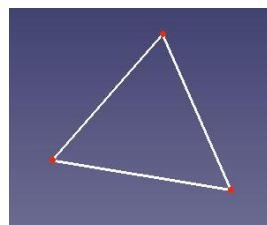
Potrebno je nacrtati jednakostranični trougao, čija je stranica dužine 20mm. Ovaj trougao treba da bude udaljen po 20mm u -X i Y pravcu od CKS.

Otvaramo nov dokument i otvaramo Sketcher. Biramo komandu za crtanje linije **Create line** pa zatim crtamo proizvoljni trougao.



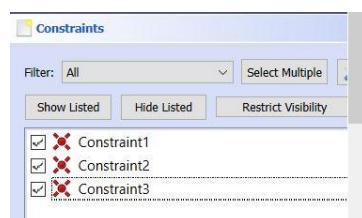
Slika 3-01

NAPOMENA: Izborom ove komande primećujemo da se kursor miša pretvorio u beli krstić. Nakon nacrtane prve linije, prilazimo krstićem na krajnju tačku prve duži i tada se pojavljuje i crveni krstić. Tada klik mišem i nacrtamo i drugu liniju. Na ovaj način obezbeđujemo da linije budu povezane. Zatim prelazimo i na crtanje 3 linije.



Slika 3-02

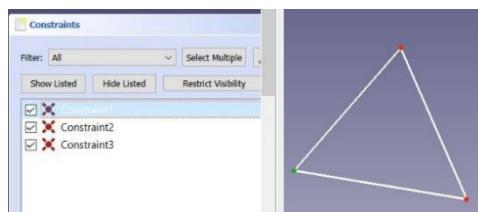
Sa leve strane u **Combo View** vidimo da u okviru prozora **Constraints** imamo 3 ograničenja: Constraints1, Constraints2 i Constraints3



Slika 3-03

Klikom na neki od **Constraints**-a videćemo na trouglu zeleno teme trougla. To znači da su dve duži trougla spojene u toj tački. U sledećem slučaju je selektovan Constraints1 koji

pokazuje levo teme trougla. U prozoru **Combo View** → **Constrains** čemo videti sva ograničenja koja čemo dodeliti našem crtežu.



Slika 3-04

Na sledećoj slici se vide moguća ograničenja.

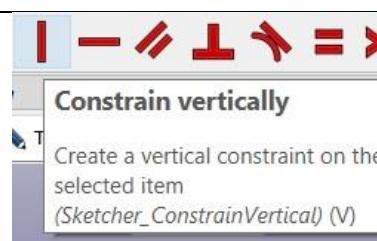


Slika 3-05

Objasnićemo neke od njih.



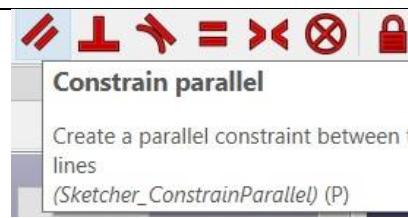
Slika 3-06



Slika 3-07



Slika 3-08



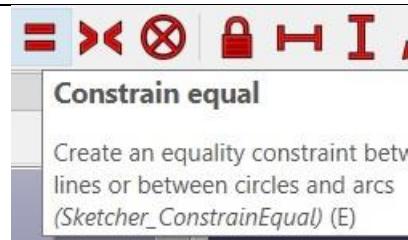
Slika 3-09



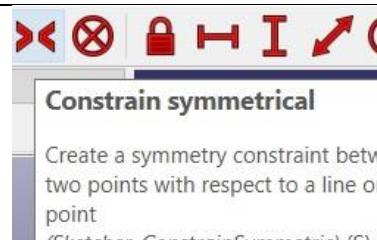
Slika 3-10



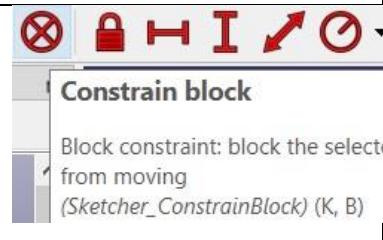
Slika 3-11



Slika 3-12



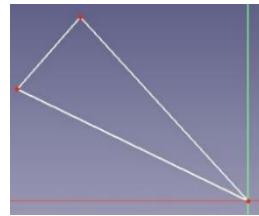
Slika 3-13



Slika 3-14

Constrain coincident -ograničenje koincidentnosti- poklapanja (Slika 3-06) – ovo ograničenje omogućava da se 2 tačke poklapaju. Selektujemo komandu, kliknemo na

desno teme trougla, zatim na CKS. Nakon toga će teme preći u CKS (slika 3-15). Nakon isprobane komande idemo na **Edit→Undo** kako bi smo se vratili korak nazad.



Slika 3-15

Nacrtaćemo dve proizvoljne linije.



Slika 3-16

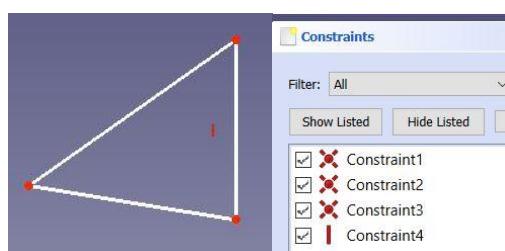
Zatim aktiviramo komandu **Constrain coincident**, kliknemo na desni kraj prve duži, zatim na kraj druge. Videćemo da su se duži spojile u jednoj tački.



Slika 3-17

NAPOMENA: Ona tačka koju smo prvo selektovali, ostaje fiksna, a druga tačka se lepi na prvu.

Constrain vertically – postavljanje ograničenja vertikalnosti neke linije (slika 3-7). Selektujemo komandu, zatim kliknemo na desnu stranicu trougla. Primećujemo da je postala vertikalna i da pored nje postoji mala crvena linija koja označava vertikalnost. To možemo da vidimo i u Combo View→ Constraints (Slika 3-17). Klikom na Constraint4 mala crvena linija koja označava vertikalnost će postati zelena . Nakon isprobane komande idemo na **Edit→Undo** kako bi smo se vratili korak nazad.



Slika 3-16

Slika 3-17

Constrain horizontally - postavljanje ograničenja horizontalnosti neke linije (slika 3-8).

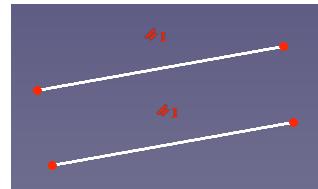
Constrain parallel – postavljanje ograničenja paralelnosti (slika 3-9). Ovo ograničenje koristimo kada želimo da dve linije budu paralelne.



Slika 3-17a

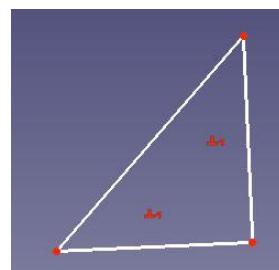


Nacrtaćemo dve proizvoljne linije. Zatim klik na komandu **Constrain parallel** , pa na te te dve linije. Linije će postati paralelne.



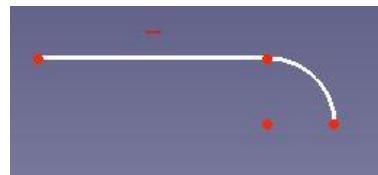
Slika 3-17b

Constrain perpendicular – postavljanje ograničenja upravnosti (slika 3-10) kada želimo da 2 linije budu pod uglom od 90 stepeni. Na sledećoj slici vidimo da su donja i desna stranica trougla pod pravim uglom (slika 2-18).



Slika 2-18

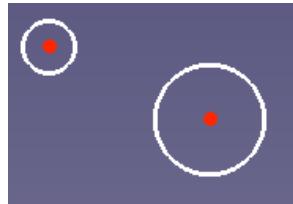
Constrain tangent – postavljanje ograničenja tangentnosti (3-11) kada želimo da se recimo jedna duž i kružni luk tangiraju (slika 3-19).



Slika 3-19

Constrain equal – postavljanje ograničenja jednakosti (slika 3-12) kada želimo da dve ili više linija, kružnica ili bilo koji geometrijski oblici budu jednaki.

Nacrtaćemo 3 proizvoljne kružnice kao na slici.

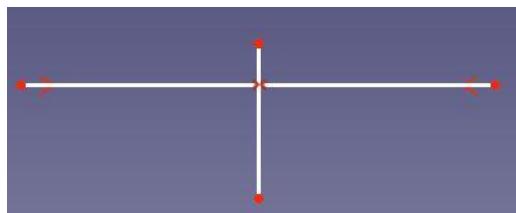


Slika 3-19b

Zatim klik na komandu **Constrain equal** , zatim na prvu pa na drugu kružnicu. Videćemo da će kružnice postati iste.

NAPOMENA: Koji kružnicu prvo selektujemo, takvih dimenzija će biti i sledeća.

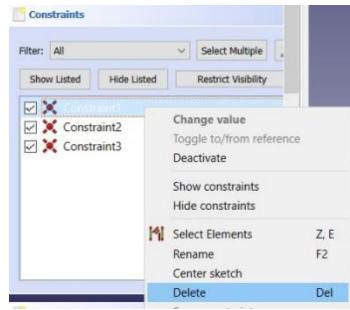
Constrain symmetrical – postavljanje ograničenja simetričnosti (slika 3-13) kada želimo da recimo 2 tačke duži (odnosno duž) budu na simetričnom rastojanju u odnosu na zadatu duž. Na slici 3-20 se vidi da je upotrebom ove komande vertikalna duž postala simetrala horizontalnoj duži. **Poslupak je sledeći:** selektujemo prvo jednu tačku horizontalne duži, zatim drugu i na kraju vertikalnu duž pa zatim komandu **Constrain symmetrical**



Slika 3-20

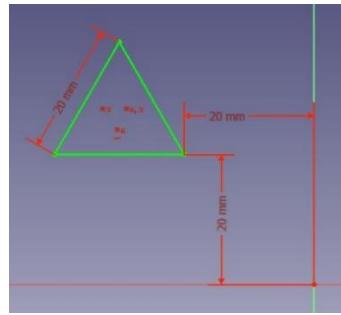
Constrain block – postavljanje ograničenja fiksiranja jedne ili više linija (slika 3-14). Nakon upotrebe ovog ograničenja nije moguće pomerati selektovane linije ili geometrijske oblike.

NAPOMENA: Sva ograničenja koja smo postavili se vide u Combo View→ Constraints. Ukoliko nam neko ograničenje nije više potrebno, selektujemo ga desnim klikom miša pa zatim Delete u pojavljenom meniju. (slika 3-21).



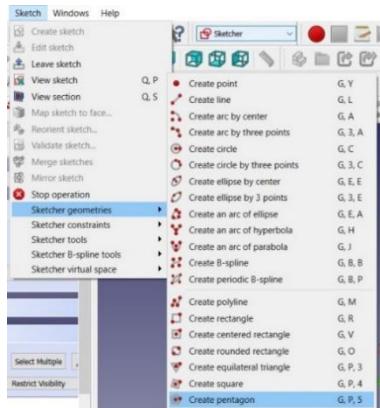
Slika 3-21

Sada možemo nacrtati naš jednakostranični trougao, čija je stranica dužine 20mm. Ovaj trougao treba da bude udaljen po 20mm u -X i Y pravcu od CKS. Za donju stranicu trougla postaviti ograničenje da je horizontalna, a sve tri stranice treba da budu jednake (po 20mm). Trougao bi trebalo bi da izgleda ovako kao na sledećoj slici.



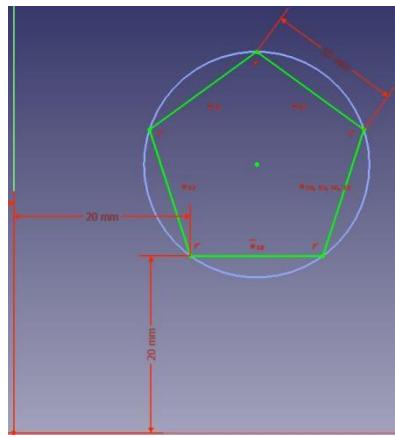
Slika 3-22

Na ovaj način smo naučili upotrebu nekih ograničenja. Naš trougao smo mogli i vrlo lakše nacrtati upotrebom komande **Sketch→Sketch geometries→ Create equilateral triangle**. Sada ćemo da nacrtamo u XY delu jedan petougao, čija je donja stranica horizontalna, a stranice su mu po 15mm. Udaljen od CKS po 20mm u pravcu X i Y ose. Da bi smo izabrali naredbu za crtanje petougla idemo **Sketch→Sketch geometries→Create pentagon**. (slika 3-23). Kao što vidimo, ovde su komande za crtanje svih geometrijskih oblika koji su nam potrebani: tačka, linija, kružnica, kružni luk, pravougaonik, elipsa, hiperbola, pravougaonik, kvadrat itd.



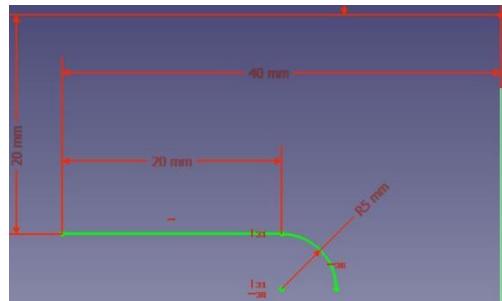
Slika 3-23

Crtež bi trebalo da izgleda kao na slici 3-24.



Slika 3-24

Naredni naš crtež je kružni luk (četvrtina kružnice) koji tangira pravu liniju u $-X-Y$ delu koordinatnog sistema. Crtež bi trebalo da izgleda kao na sledećoj slici.



Slika 3-25

Postupak je sledeći: nacrtamo duž 20mm čiji je početak udaljen u $-X$ pravcu 40mm, u $-Y$ pravcu 20mm. Zatim **Sketch→Sketch geometries→Create arc by center**.

Kliknemo ispod desnog kraja duži i krstićem priđemo desnom kraju duži. Kada se pojavi i crveni krstić, kliknemo kako bi naš kružni luk bio vezan za duž. Zatim nacrtamo otprilike

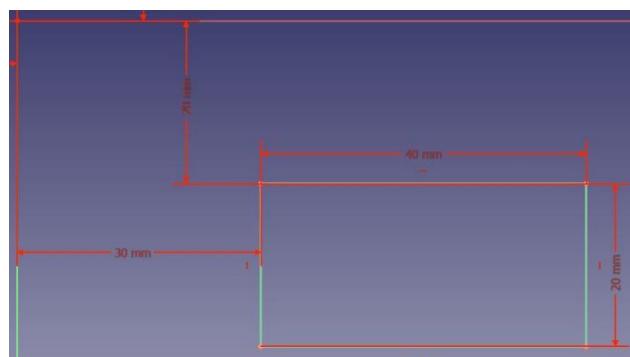
četvrtinu kružnice. Da bi smo bili sigurni da je to prava četvrtina, moramo uvesti ograničenja. Klikom na centar kruga i desnu tačku kružnice pa zatim na horizontalno ograničenje. Levi klik mišem ili ESC na tastaturi da bi smo napustili komandu.

Klikom na centar kruga i gornju tačku kružnice pa zatim na vertikalno ograničenje.

Sada smo sigurni da je u pianju četvrtina kružnice. A da bismo bili sigurni i da tangira duž, uvešćemo i ograničenje tangiranja **Constrain tangent**. Kliknemo na duž pa na kružni luk pa zatim na ovo graničenje. Zatim **OK** na iskačući prozor obaveštenja i čime i završavamo naš crtež.

Upotreba komandi za zaobljenje

Crtamo pravougaonik 60x40mm koji je udaljen 20mm u pravcu X ose i 30mm u pravcu – Y ose.



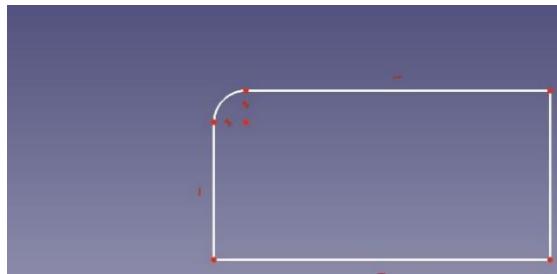
Slika 3-26

Ovde imamo dve komande za zaobljenje: **Sketch fillet** i **Constraint-preserving sketch fillet**



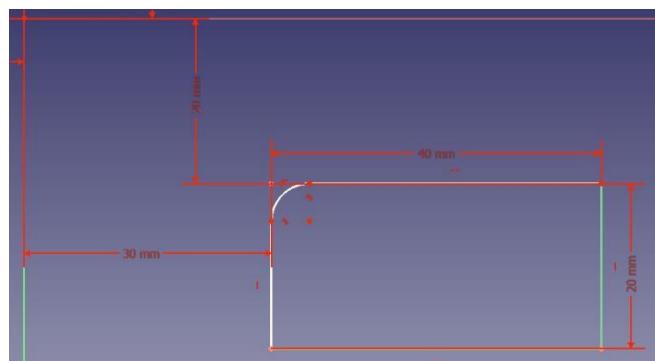
Slika 3-27

Izvršićemo zaobljenje levog gornjeg ugla pravougaonika prvo jednom pa drugom komandom da vidimo razliku. Aktiviramo prvo **Sketch fillet** pa selektujemo levu i gornju stranicu našeg pravougaonika. Dobićemo zaobljenje kao na sledećoj slici.



Slika 3-28

Sada idemo korak unazad **Edit→Undo**, pa selektujemo drugu komandu **Constraint - preserving sketch fillet** i ponovimo postupak. Dobićemo zaobljenje kao na slici 3-29.



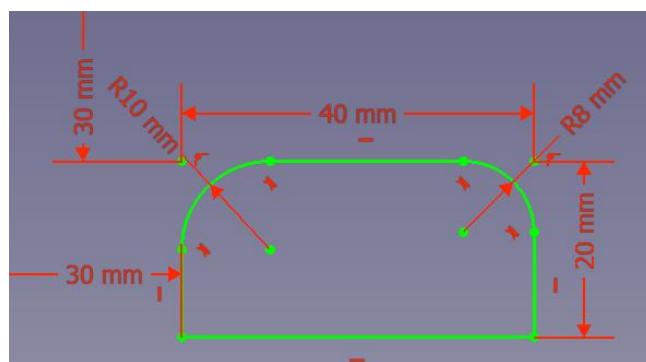
Slika 3-29

Primećujemo da smo upotrebom druge komande sačuvali sve dimenzije našeg crteža kao što i samo ime komande govori.

Sada ćemo dimenzionisati naše zaobljenje upotrebom komande **Constrain arc or circle**

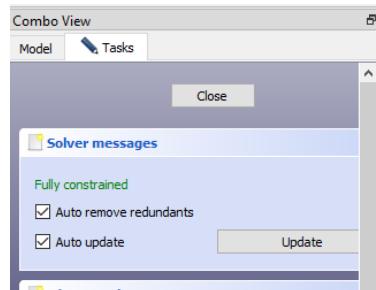


i unećemo vrednost 10mm. Zatim unosimo još jedno zaobljenje sa desne strane i dimenzionišemo ga istom komandom i dodeljujemo vrednost od 8mm kao na slici.



Slika 3-29a

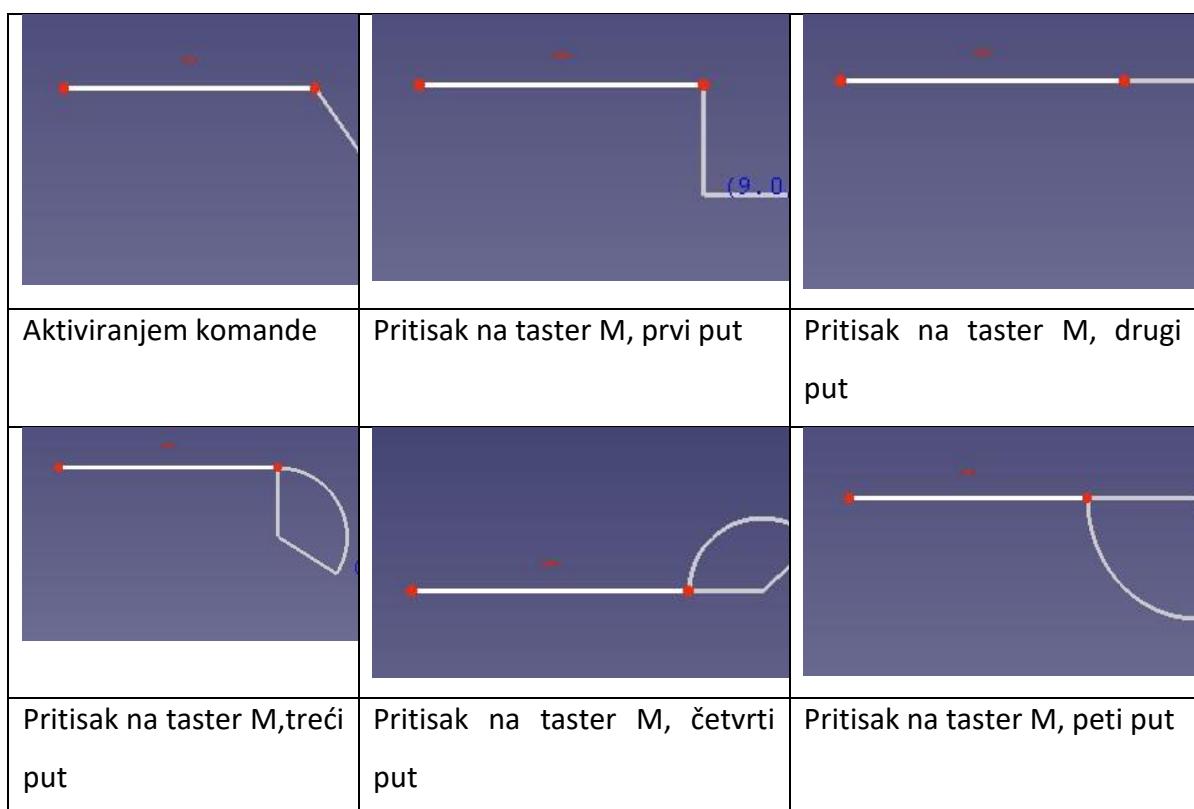
Sa leve strane u prozoru **Combo View** vidimo da je naš crtež potpuno definisan dimenzionisanim oba zaobljenja (Fully constrained).



Slika 3-29b

1. Korišćenje komande za crtanje više spojenih linija – **Create polyline**

Ova komanda je vrlo korisna za crtanje crteža, naročito upotrebom magičnog slova M na tastaturi našeg računara. Aktiviramo je sa **Create polyline**.



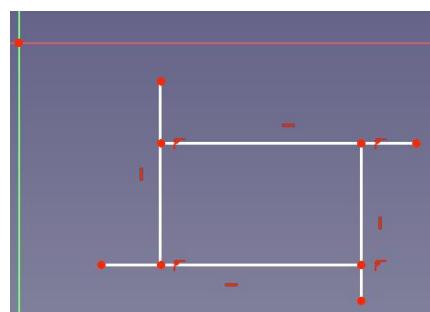
Slika 3-30

- Aktiviranjem komande nakon nacrtane linije, sledeću liniju crtamo proizvolljno pod bilo kojim uglom

- Pritiskom na taster M prvi put, crtamo paralelnu liniju u prvoj stišim što ih spaja poprečna linija
- Pritiskom na taster M drugi put, crtamo pravu liniju tangencijalnu prvoj i upravnu na nju
- Pritiskom na taster M treći put, crtamo tangencijalni kružni luk koji se nadovezuje na prvu
- Pritiskom na taster M četvrti put, crtamo kružni luk normalan na prethodnu liniju sa leve strane
- Pritiskom na taster M peti put, crtamo kružni luk normalan na prethodnu liniju sa desne strane

Korišćenje komande za isecanje linija - Trim edge

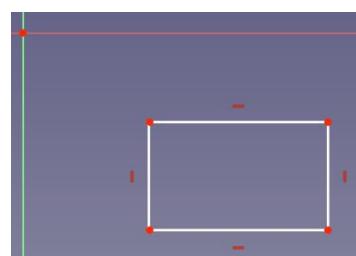
Potrebno je nacrtati crtež približno kao na sledećoj slici sa ograničenjima da linije budu horizontalne i vertikalne.



Slika 3-31



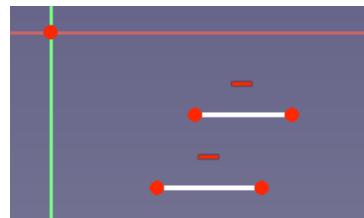
Nakon toga aktiviramo komandu **Trim edge** i priđemo do linija koje su praktično višak u odnosu na pravougaonik na slici. Zatim kliknemo na svaku od njih da bi smo oblisali taj višak. Nakon toga, trebalo bi da na crtežu ostane samo pravougaonik.



Slika 3-32

Korišćenje komande za produžetak linija - Extend edge

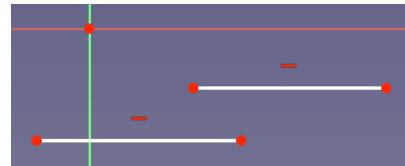
Potrebno je nacrtati 2 linije približno kao na sledećoj slici sa ograničenjima tako da linije budu horizontalne.



Slika 3-33



Nakon toga aktiviramo komandu **Extend edge** i priđemo do prve linije, kliknemo negde na njoj, a zatim pomerimo opokazivač miša na desno da bi smo je produžili, pa zatim kliknemo još jednom da bi smo završili sa produžetkom. Isto uradimo i sa drugom linijom, samo što nju produžimo ka $-X$ osi. Trebalo bi da linije izgledaju ovako nakon završetka.



Slika 3-34

8. Korišćenje komande za deljenje linija - Split edge

Potrebno je nacrtati jednu liniju približno kao na sledećoj slici sa ograničenjem da linija bude horizontalna.

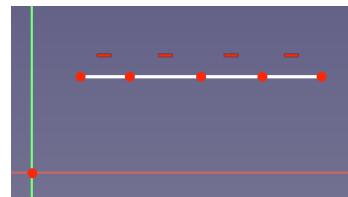


Slika 3-35



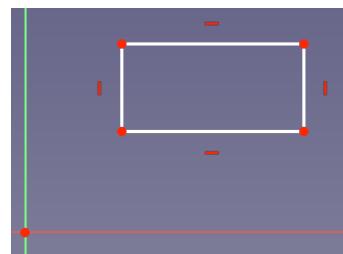
Nakon toga aktiviramo komandu **Split edge**, zatim priđemo do linije, kliknemo negde na njoj, a zatim pomerimo opokazivač miša na desno, pa zatim opet kliknemo na

liniju, pa to ponovimo još jednom. Trebalo bi da prvobitna linija bude podeljena na 4 linije kao na slici.



Slika 3-36

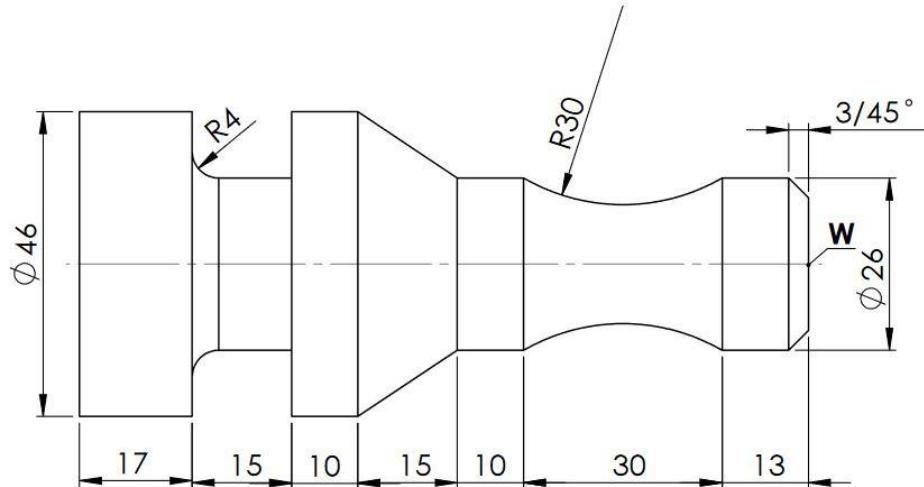
Kao što vidimo ograničenje horizontalnosti je ostalo. Ukoliko ova ograničenja izbrišemo i dodamo nova, npr. ograničenja vertikalnosti na dve linije, moguće je od prvobitne linije napraviti pravougaonik.



Slika 3-37

Zadatak za vežbu

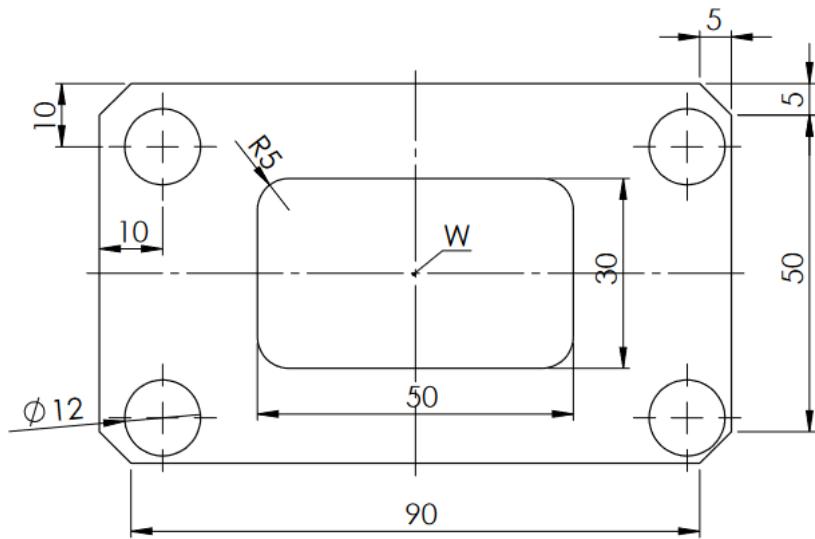
Potrebno je nacrtati crtež kao na sledećoj slici. Voditi računa da se tačka W na crtežu poklapa sa CKS.



Slika 3-38

Zadatak za vežbu

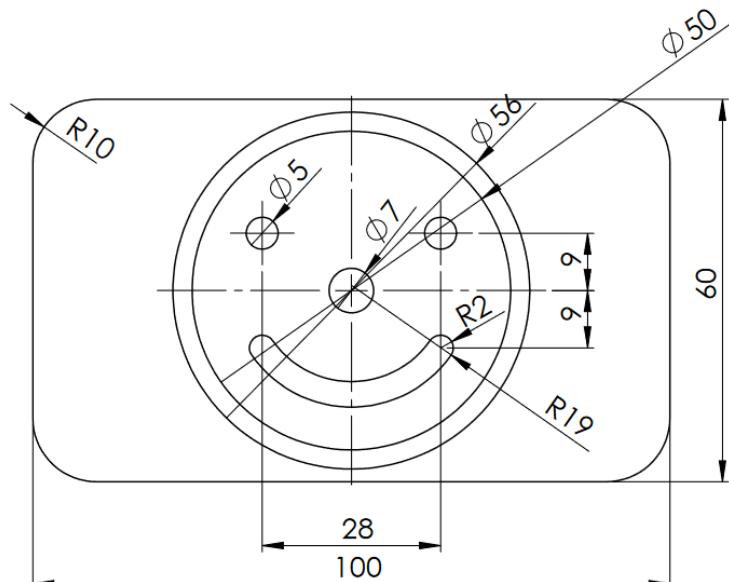
Potrebno je nacrtati crtež kao na sledećoj slici. Voditi računa da se tačka W na crtežu poklapa sa CKS.



Slika 3-39

Zadatak za vežbu

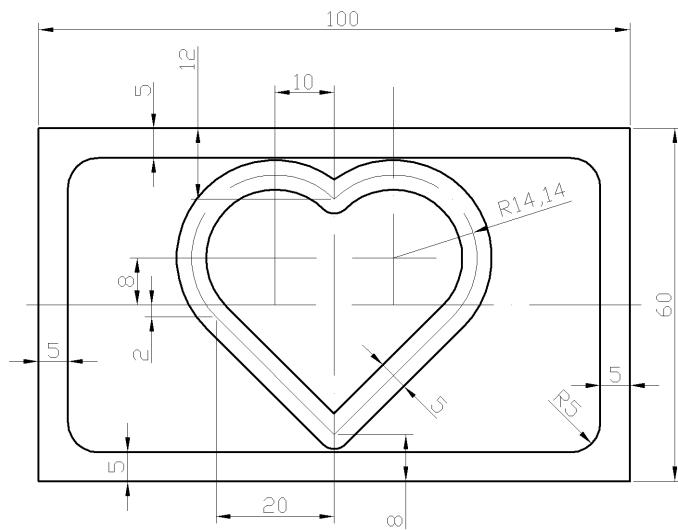
Potrebno je nacrtati crtež kao na sledećoj slici.



Slika 3-40

Zadatak za vežbu

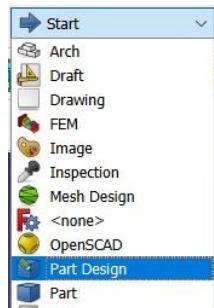
Potrebno je nacrtati crtež kao na sledećoj slici.



Slika 3-41

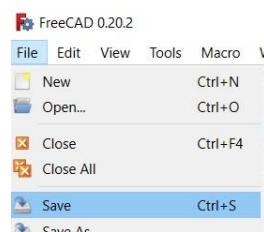
4. 3D model: Prizmatični delovi

From Sa padajućeg menja biramo **Part Design**



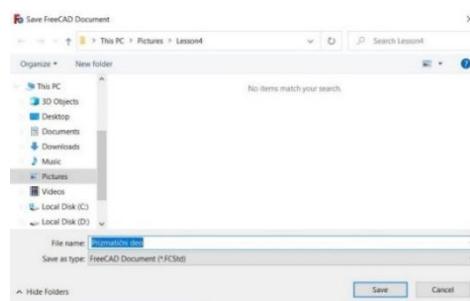
Slika 4-01

Zatim snimamo naš budući fajl.



Slika 4-02

Dajemo ime našem budućem modelu. npr. Prizmatični deo.



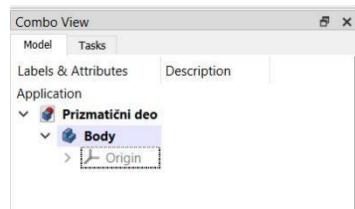
Slika 4-03

Kliknemo na ikonu **Create body**.



Slika 4-04

U Combo view prozoru se pojavljuje **Body**, koji vidimo da je aktivan.



Slika 4-05

Kliknemo na **Create sketch**.

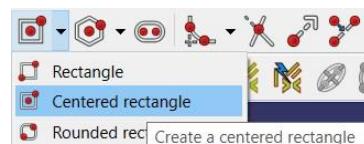


Slika 4-06

Biramo željenu ravan ili u **Combo view** prozoru ili na radnoj površini selektovanjem željene ravni (taster Shift+LKM pomeranjem miša vršimo rotaciju ravni).

Biramo XY ravan u kojoj ćemo nacrtati našu crtež. Nacrtaćemo pravougaonik dimenzija 100x60mm čiji se centar poklapa sa CKS.

Selektujemo naredbu **Centered rectangle** pa zatim crtamo naš pravougaonik.



Slika 4-07

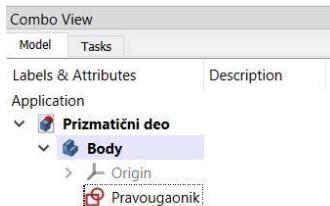
Crtanje krećemo iz centra koordinativnog sistema da bi se centar pravougaonika poklapao sa CKS. Nakon crtanja, našem crtežu dodamo željene dimenzijske linije.



Slika 4-08

Vidimo da je crtež zelene boje nakon dimenzionisanja što znači da je potpuno definisan.

Idemo na **Close** u **Combo View** prozoru, zatim desni DKM na **Sketch→Rename** da bi promenili ime našeg crteža u “Pravougaonik”.



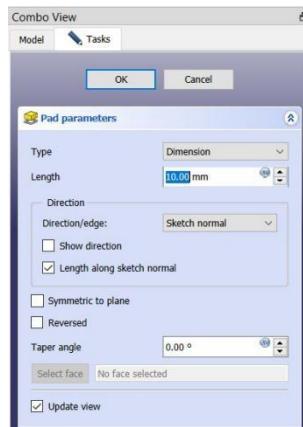
Slika 4-09

Da bi smo od našeg crteža dobili 3D prizmatični model, koristimo komandu **Pad**



Slika 4-10

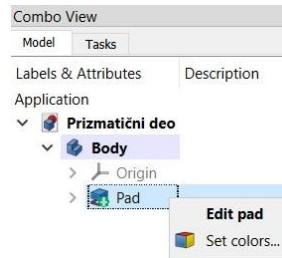
Vidimo da se u prozoru **Combo View** pojavljuje prozor **Pad parameters** u kome možemo da menjamo različite parametre našeg 3D modela.



Slika 4-11

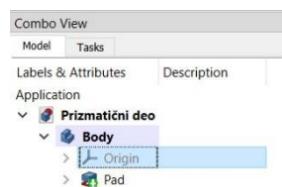
U Length unesemo 30mm i LKM van Combo View prozora da bi smo videli promenu. Ukoliko pritisnemo **Enter** na tastaturi izlazimo iz prozora **Pad parameters**. Ako želimo da unesemo neke izmene na našem 3D modelu, u prozoru Combo View DKM na **Pad→Edit pad**.

Sada opet možemo menjati parametre po zelji našeg modela.



Slika 4-12

Kliknemo na Enter ili OK u Combo View prozoru kada završimo izmene. Da bi smo videli gde se naš 3D model nalazi u koordinativnom sistemu, moramo ga učiniti vidljivim. To radimo na sledeći način: selektujemo **Origin** pa zatim pritisnemo dugme Space na tastaturi.



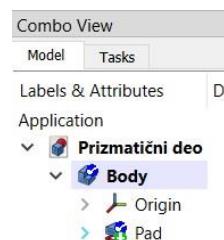
Slika 4-13

Vidimo da su sve 3 ravni (XY, XZ, YZ) postale vidljive.

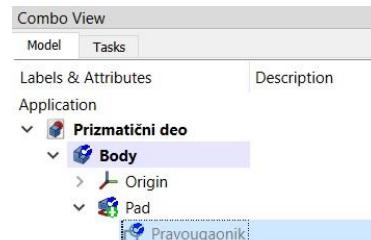
Da bi smo shvatili mogućnosti promene parametara opet aktiviramo prozor **Pad parameters** (DKM na **Pad**→**Edit pad**). Nakon eksperimentisanja, vraćamo se na naš model.

Ukoliko želimo da nešto promenimo na našem modelu po pitanju dimenzija osnovnog crteža, to radimo na sledeći način:

Klikom na strelicu levo od Pad, pojavljuje se naš osnovni crtež "Pravougaonik"

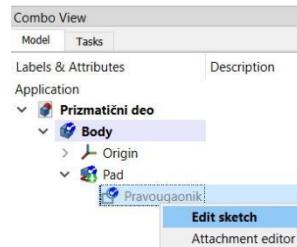


Slika 4-14



Slika 4-15

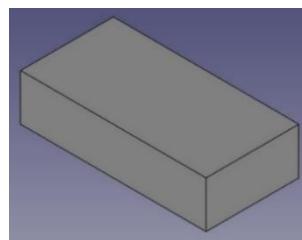
DKM na Pravougaonik pa zatim **Edit sketch**



Slika 4-15

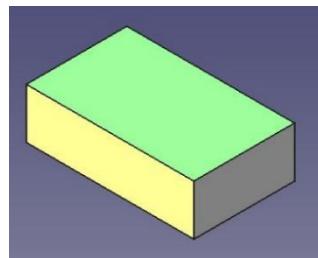
Sada možemo da menjamo naš osnovni crtež na osnovu koga dobijamo 3D model. Promenićemo širinu pravougaonika na 120mm (priđemo kurzorom do dimenzije, kada požuti dvoklik LTM, promenimo dimenziju pa OK).

Pritiskom na Close u prozoru Combo View zatvaramo naš Sketch „Pravougaonik“ i vidimo da se i naš 3D model promenio. Sada je 120x60x30mm.



Slika 4-17

Sada ćemo da napravimo 2 kružna džepa na 3D modelu. Proverimo da smo u **Part Design** modu, a zatim selektujemo gornju površinu 3D modela



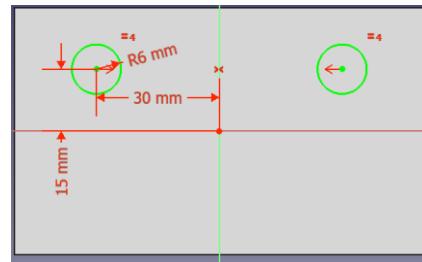
Slika 4-18

Pa zatim izaberemo **Create Sketch**



Slika 4-19

Sada crtamo 2 kružnice na selektovanoj površini kao na sledećoj slici, udaljene po 30mm i 15mm od CKS, prečnika 12mm



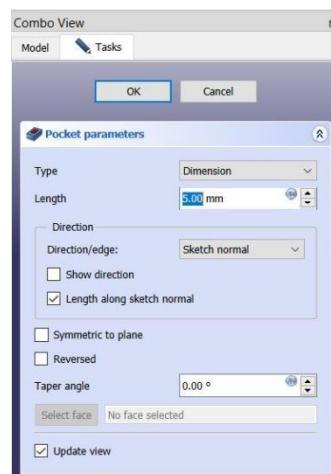
Slika 4-20

Idemo na **Close** u **Combo View** prozoru, pa zatim selektujemo komandu **Pocket**.



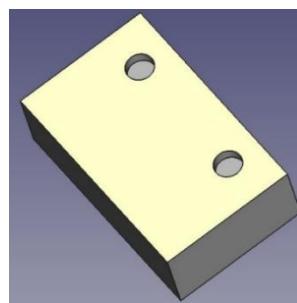
Slika 4-21

Pojavljuje se novi prozor **Pocket parameters** u kojem imamo razne mogućnosti za menjanje parametara naša 2 kružna džepa.



Slika 4-22

U **Length** unesemo 5mm i pritisnemo **OK** u **Combo View** prozoru. Na ovaj način smo kreirali 2 kružna džepa na našem modelu.



Slika 4-23

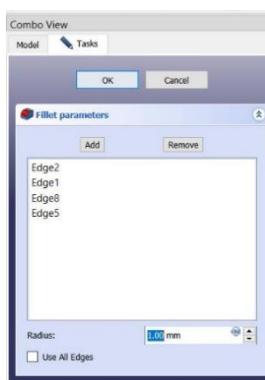
Sada ćemo izvršimo zaobljenje 4 vertikalne ivice našeg modela upotrebom komande **Fillet**.

Selektujemo prvo četri vertikalne ivice našeg modela. Pritisnemo taster **Ctrl** na tastaturi i LKM selektujemo jednu po jednu ivicu uz rotiranje modela. Kada smo selektovali sve 4 ivice, kliknemo na komandu **Fillet**



Slika 4-24

Pojavljuje se novi prozor **Fillet parameters**.



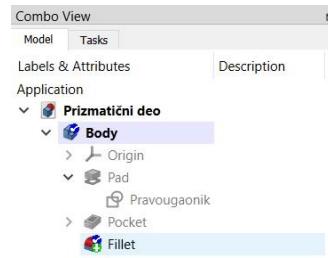
Slika 4-25

U **Radius** unesemo 10mm, zatim **OK**. Na ovaj način smo izvršili zaobljenje selektovanih ivica.



Slika 4-26

Ukoliko želimo da izvršimo neku promenu na modelu, recimo da gornje 2 ivice ne budu zaobljene u Combo View prozoru dvoklikom na **Fillet** opet aktiviramo **Fillet parameters** prozor.



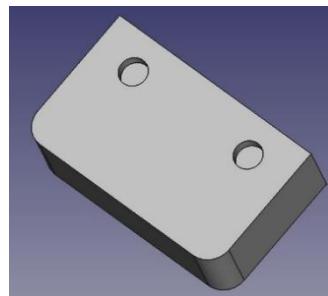
Slika 4-27

U ovom prozoru selektujemo redom ivice: Edge2, Edge1, Edge8 i Edge5 da bi smo utvrdili koje su gornje ivice (selektovana ivica pozeleni na modelu). Kada utvrdimo koje su 2 ivice gornje, obrišemo ih pritiskom tastera **Delete** na tastaturi.



Slika 4-28

Brisanjem te 2 ivice sada bi naš model trebalo da izgleda kao na sledećoj slici:



Slika 4-29

Sada ćemo izvršimo zakošenje 2 gornje vertikalne ivice našeg modela upotrebom komande **Chamfer**.

Prvo izvršimo selekciju gornjih ivica, zatim aktiviramo komandu **Chamfer**.



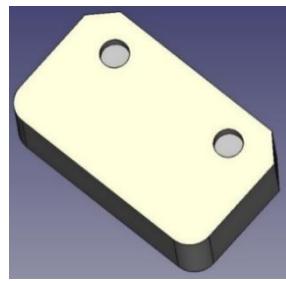
Slika 4-30

Pojavljuje se novi prozor **Chamfer parameters**.



Slika 4-31

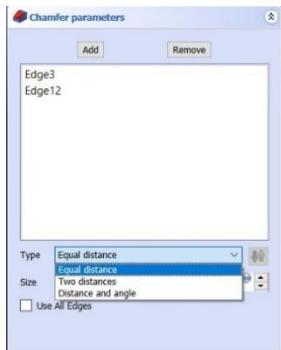
U **Size** unesemo vrednost npr. 10mm i kliknemo na **OK**. Sada bi naš model trebalo da izgleda kao na sledećoj slici:



Slika 4-32

Sada dvoklikom na **Chamfer** u Combo View prozoru ponovo aktiviramo Chamfer parameter.

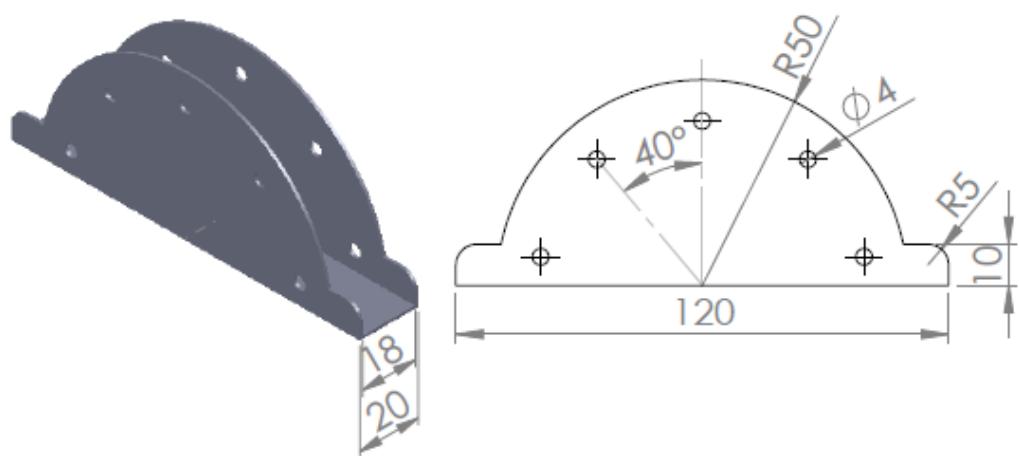
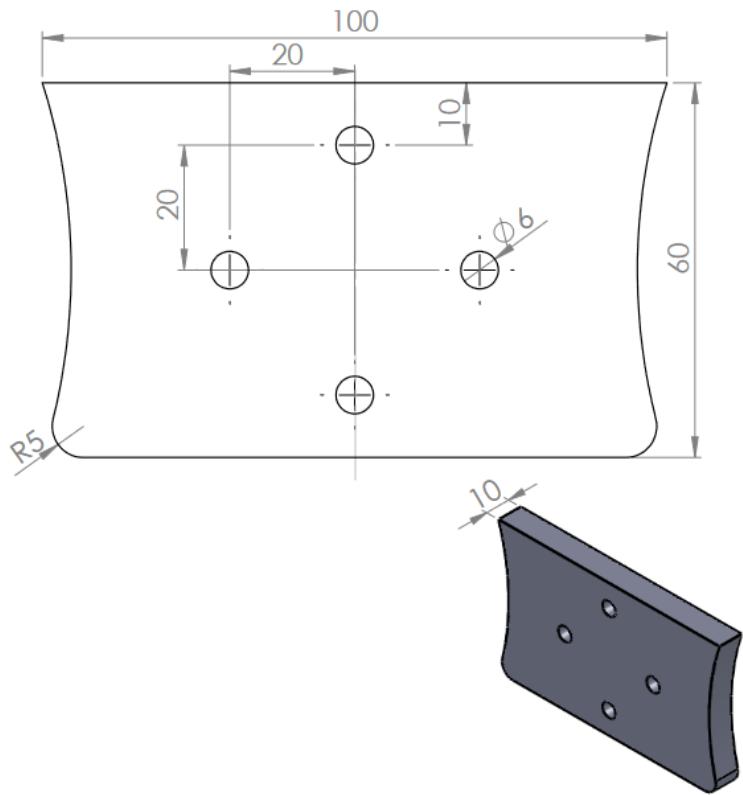
U prozoru **Chamfer parameter** → **Type** primećujemo različite mogućnosti obaranja ivica.

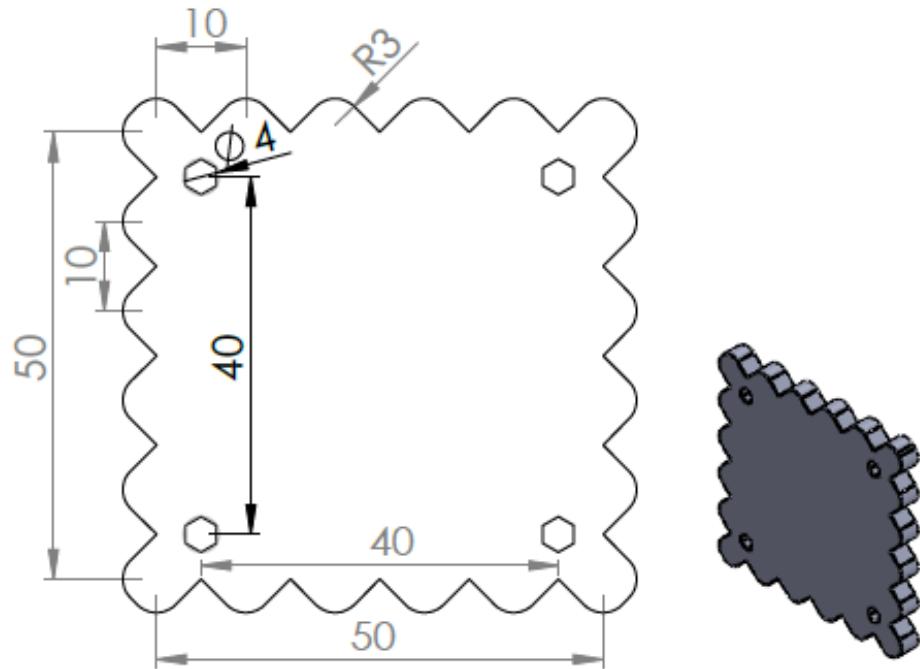


Slika 4-33

Ovde bi trebalo malo eksperimentisati sa ovim mogućnostima.

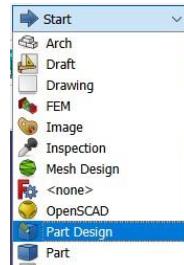
Zadaci za vežbu





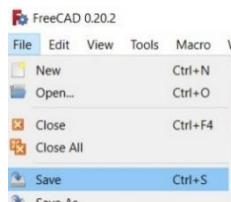
5. 3D model: osnosimetrični delovi

Sa padajućeg menja biramo **Part Design**



Slika 5-01

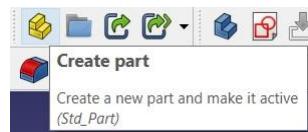
Zatim snimamo naš budući fajl.



Slika 5-02

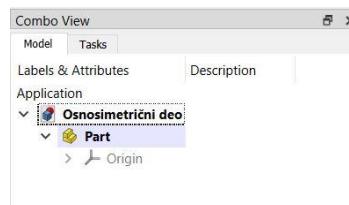
Dajemo ime našem budućem modelu. npr. osnosimetrični deo.

Kliknemo na ikonu **Create part**.



Slika 5-03

U Combo view prozoru se pojavljuje **Part**, koji vidimo da je aktivan



Slika 5-04

Selektujemo **Part**, zatim aktiviramo naredbu **Create Body**.



Slika 5-05

Nakon toga aktiviramo naredbu **Create Sketch**.

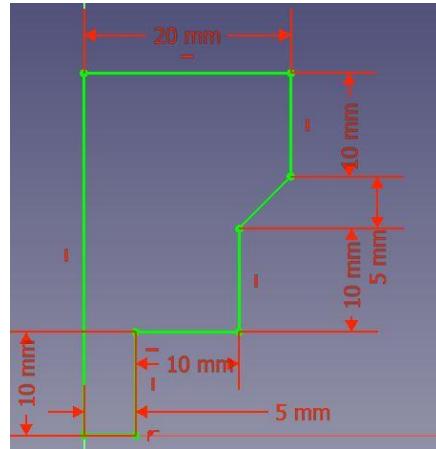


Slika 5-06

Biramo željenu ravan ili u **Combo view** prozoru ili na radnoj površini selektovanjem željene ravni (taster Shift+LKM pomeranjem miša vršimo rotaciju 3 ravni).

Ovde ne biramo XY ravan kao kod crtanja prizmatičnih delova već **XZ** ravan u kojoj se crtaju osnosimetrični delovi.

Nacrtaćemo sad jedan crtež kao na sledećoj slici. CKS je u donjem levom uglu.



Slika 5-07

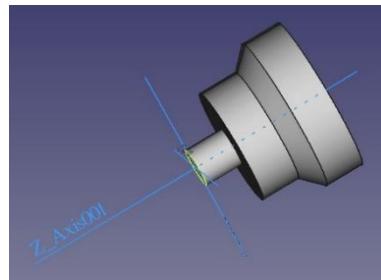
Zatim idemo na **Close**.

Selektujemo komandu **Revolution**



Slika 5-08

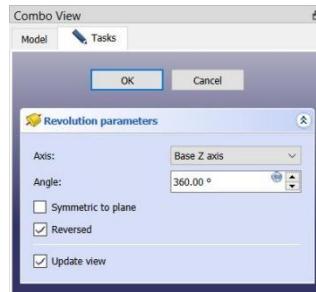
Nakon čega se pojavljuje naš osnosimetrični 3D model kao na sledećoj slici:



Slika 5-09

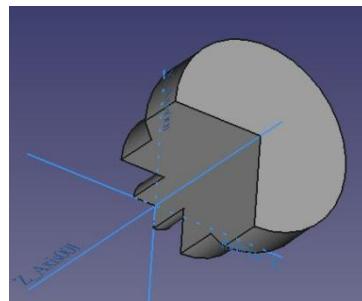
NAPOMENA: Vrlo je bitno da se kod crtanja osnosimetričnih delova izabere XZ ravan ca crtanje skice, kako bi se osa simetrije poklapala sa Z osom, kako zbog štampanja na 3D štampaču tako i zbog izrade ovakvih delova na CNC strugovima.

Vidimo da se Combo View prozoru otvorio prozor **Revolution parameters**.



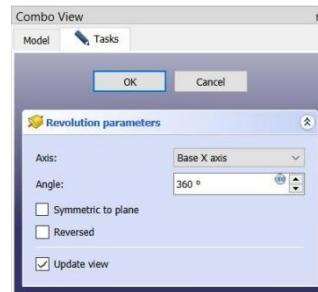
Slika 5-10

Ovde možemo menjati recimo ugao rotacije oko Z ose, npr. 270° i dobićemo sledeći model:



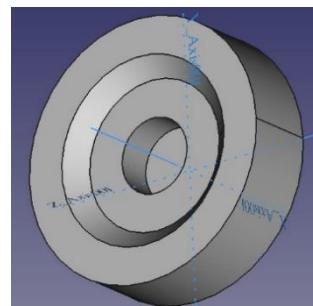
Slika 5-11

Ili promeniti osu rotacije naše skice npr. **Base X Axis** (rotiranje naše skice oko X ose)



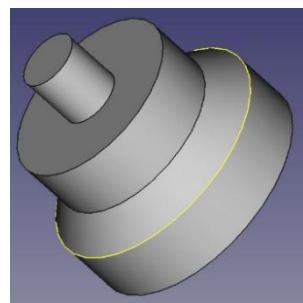
Slika 5-12

Tako da dobijamo model kao na sledećoj skici:



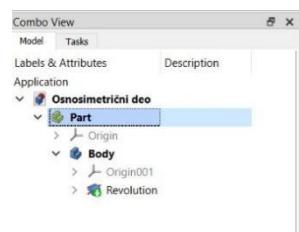
Slika 5-13

Mogućnosti su različite, ali vratimo se na naš potrebni 3D model gde je osa rotacije Z osa.



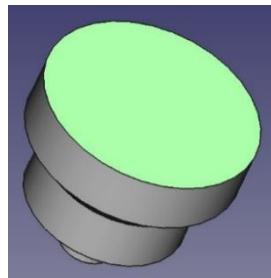
5-14

Selektujemo **Part** u prozoru Combo View,



Slika 5-15

zatim selektujemo površinu na kojoj želimo da crtamo, a to je gornja površina,



5-16

a zatim standardo na **Create sketch**,



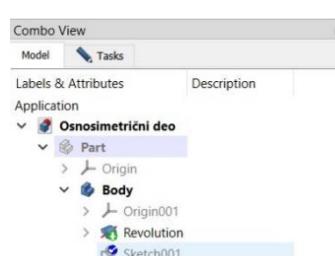
Slika 5-17

zatim u prozoru Combo View idemo na **Model**



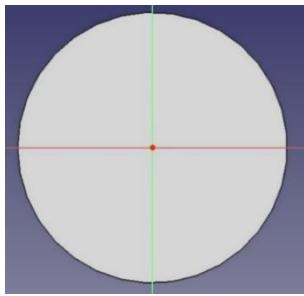
Slika 5-18

Pa dupli klik na Sketch001



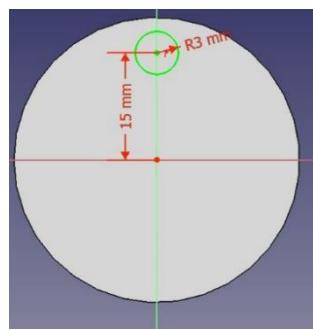
Slika 5-19

Sada nam se otvara mogućnost da crtamo na selektovanoj površini



Slika 5-20

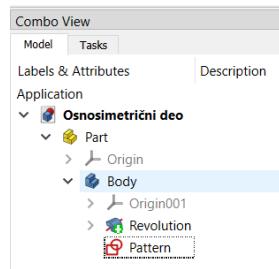
Crtamo kružnicu kao na sledećoj slici:



Slika 5-21

Zatim **Close** u **Combo View** prozoru.

Preimenovaćemo Sketch001 u Pattern



Slika 5-22

Proverimo da je aktivan **Part Design**



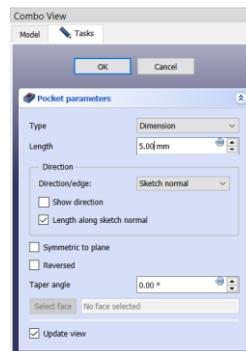
Slika 5-23

pa selektujemo komandu **Pocket**



Slika 5-24

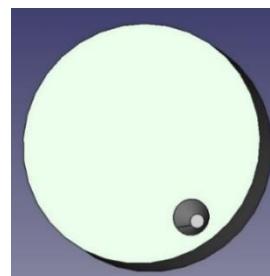
Otvara nam se novi prozor u Combo View prozoru, **Pocket parameters**.



Slika 5-25

Ovde podešavamo dubinu džepa npr. 5mm (Length) i ugao pod kojim je naš džep izdubljen npr. -20° (Taper Angle). Zatim na **OK**.

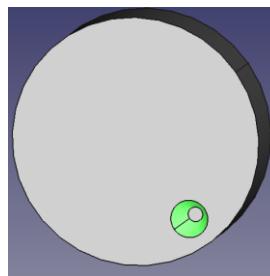
Naš džep bi trebalo da izgleda kao na sledećoj slici:



Slika 5-26

Vidimo da je dno džepa izdubljeno pod uglom od 20°.

Da bi smo ovaj džep iskopirali po kružnici, prvo selektujemo bočnu stranu džepa tako da pozeleni



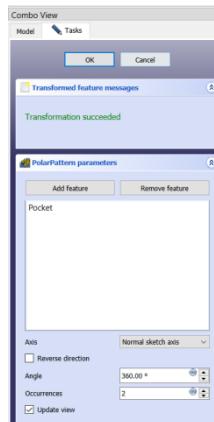
Slika 5-27

Zatim kliknemo na komandu Polar Pattern



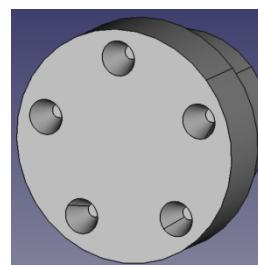
Slika 5-28

I tada se otvara novi prozor u Combo View prozoru, **Polar Pattern parameters**



Slika 5-29

U ovom prozoru sada možemo da menjamo ugao (Angle). Ako je npr. 360° , džep će se kopirati oko cele kružnice. Takođe, ovde određujemo i ukupan broj džepova (Occurrences). Stavimo da je recimo 5 pa OK. Vidimo da imamo 5 džepova ravnomerno raspoređenih.



Slika 5-30

Na sličan način se koristi komanda **Linear Pattern**. Prvo u Combo View prozoru obrišemo **Polar Pattern** (DKM→Delete). Pritisnimo dugme 2 na tastaturi da bi smo imali TOP pogled. Sada selektujemo džep pa aktiviramo naredbu



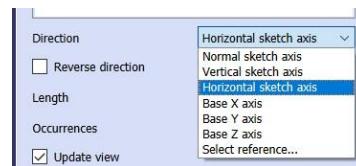
Slika 5-31

Nakon čega se pojavljuje novi prozor u Combo View prozoru **Linear Pattern parameter**



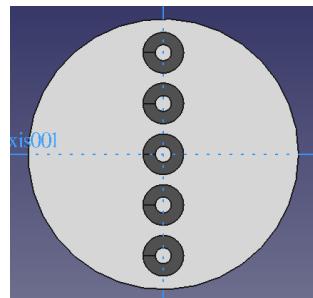
Slika 5-32

U polju **Length** se definiše rastojanje na kom će se džepovi umnožavati (unesemo npr.30mm), a u polju **Occurrences** koliki će ukupan broj džepova biti (unesemo npr.5). U **Direction** postoji padajući meni u kome biramo u kom pravcu će se umnožavati džepovi.



Slika 5-33

Ovde izaberemo **Vertical sketch axis**, i čekiramo **Reverse direction** da bi kopije džepa isle naviše pa idemo na **OK** u Combo View prozoru. Sada bi linearno umnoženi džepovi trebali da izgledaju kao na sledećoj slici sliči:



Slika 5-34

Na vrlo sličan način se koristi i naredba **Mirrored**



Slika 5-35

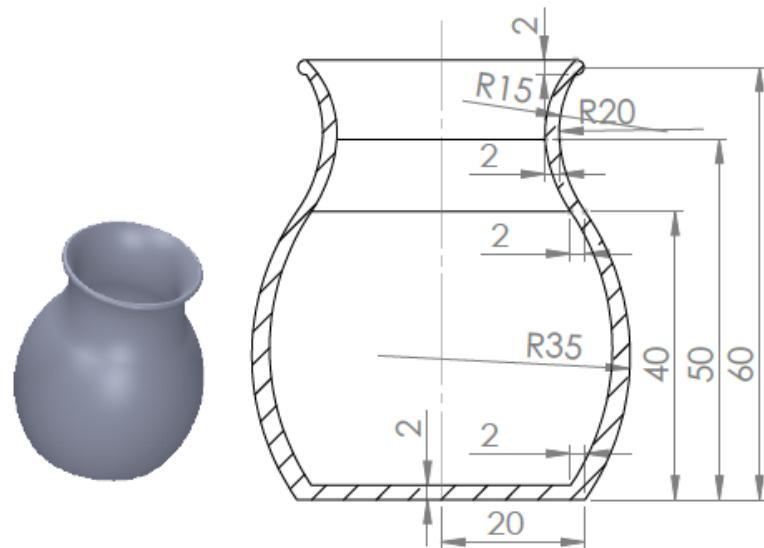
Aktiviranjem naredbe, otvara se novi prozor **Mirrored parameters**



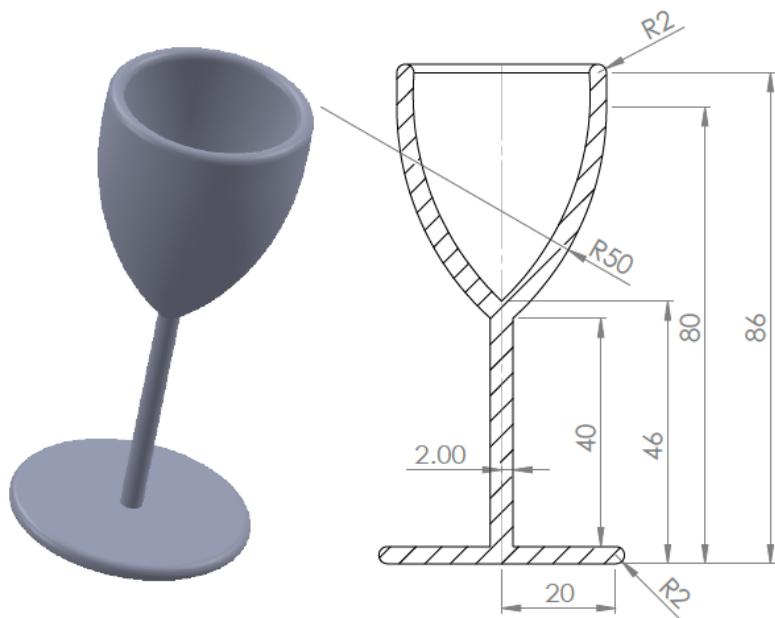
Slika 5-36

U prozoru u okviru padajućeg menija **Plane**, biramo oko koje ravni ili ose će biti kopiran džep.

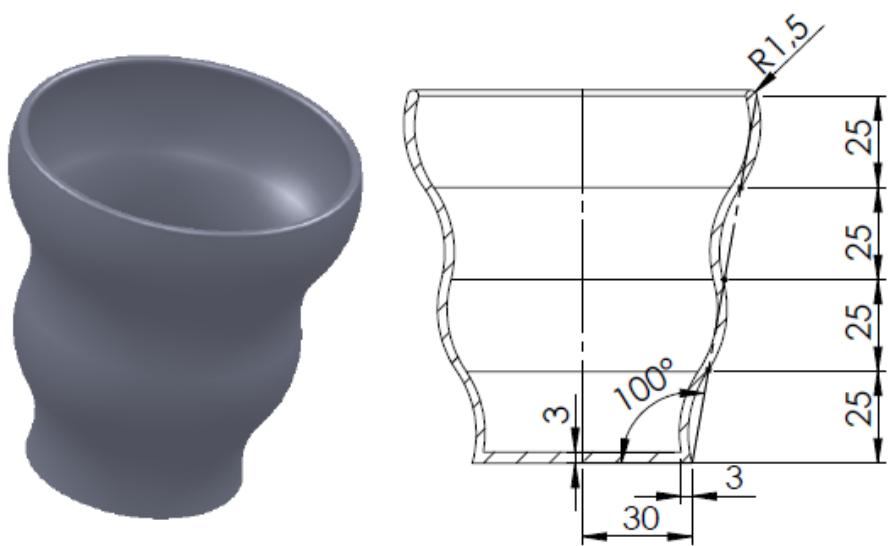
Zadaci za vežbu



Slika 5-37



Slika 5-38



Slika 5-39

6. 3D model: Izrada tipskih oblika slivanjem preseka (Loft)

Kreiramo novi dokument i snimamo ga dajući mu ime po želji.

Idemo na Part Design



Slika 6-01

zatim na **Create part**



Slika 6-01

zatim na **Create body**



Slika 6-02

Zatimna **Create Cketch**



Slika 6-03

Selektujemo XY ravan, pa **OK**.

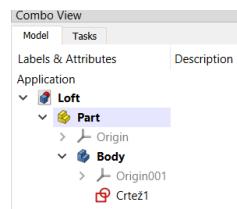
Sada crtamo, recimo pravougaonik dimenzija 100x60mm čiji se centar poklapa sa CKS.



Slika 6-04

Zatim idemo na **Close**.

U Combo View prozoru promenimo ime našeg Sketch-a u Crtež1(DKM→Rename→ Crtež1),



Slika 6-05

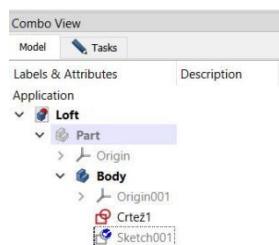
Sada ćemo da kreiramo drugi crtež→**Create Sketch**



Slika 6-06

Biramo XY ravan, zatim **OK** u Combo View prozoru.

Vidimo da na se na radnoj površini ne vidi naš prethodni crtež – pravougaonik. U prozoru Combo View idemo na Model

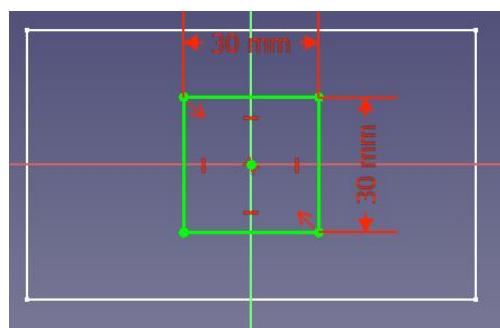


Slika 6-07

Ovde primećujemo da je **Part** neaktivan. Selektujemo ga, zatim na tastaturi računara pritisnemo SPACE da bi postao aktivan. Sada se pojavljuje naš nacrtani pravougaonik.

Menjamo ime Sketch001 u Crtež2, selektujemo ga, a zatim se u Combo View prozoru vraćamo u **Tasks** prozor.

Sada crtamo kvadrat 30x30mm.

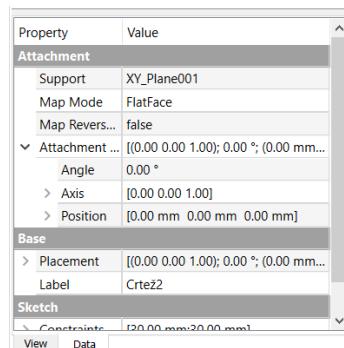


Slika 6-08

A zatim **Close**.

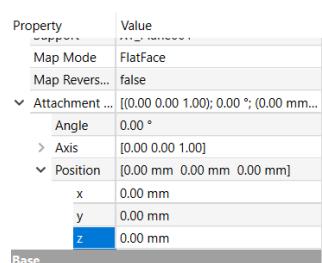
Sada ovaj kvadrat treba da pomerimo u Z pravcu na željeno rastojanje npr.60mm.

Selektujemo Crtež2 pa u prozoru ispod u okviru **Attachment Offset** klik na strelicu > ispred **Position**



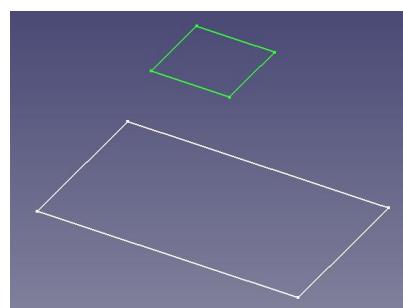
Slika 6-09

Otvara nam se nova mogućnost za promenu Z rastojanja.



Slika 6-10

Sada kliknemo na 0.00mm pored Z pravca i unesemo vrednost npr 60mm.
Vidimo da se naš kvadrat pomerio za 60mm u pravcu +Z ose.

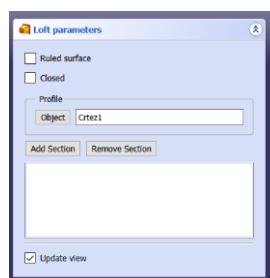


Slika 6-11

Sada selektujemo Crtež1, zatim aktiviramo naredbu

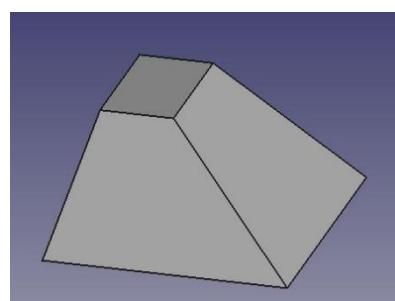


Zatim u prozoru **Loft parameters** na **Add Section** pa selektujemo kvadrat u radnom prostoru.



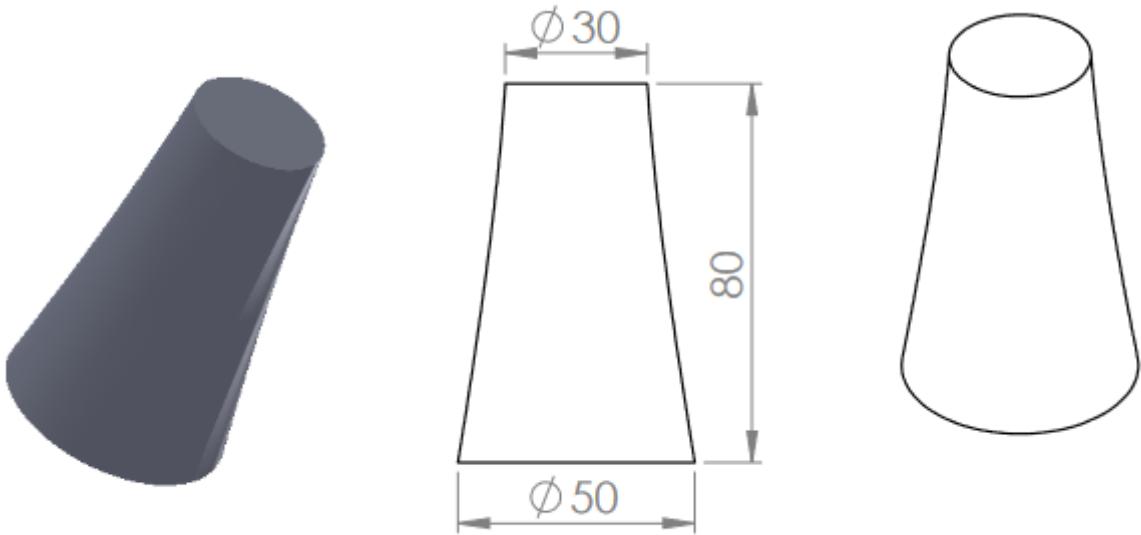
Slika 6-12

Sada smo dobili naš 3D model dobijen slivanjem preseka pravougaonika i kvadrata.

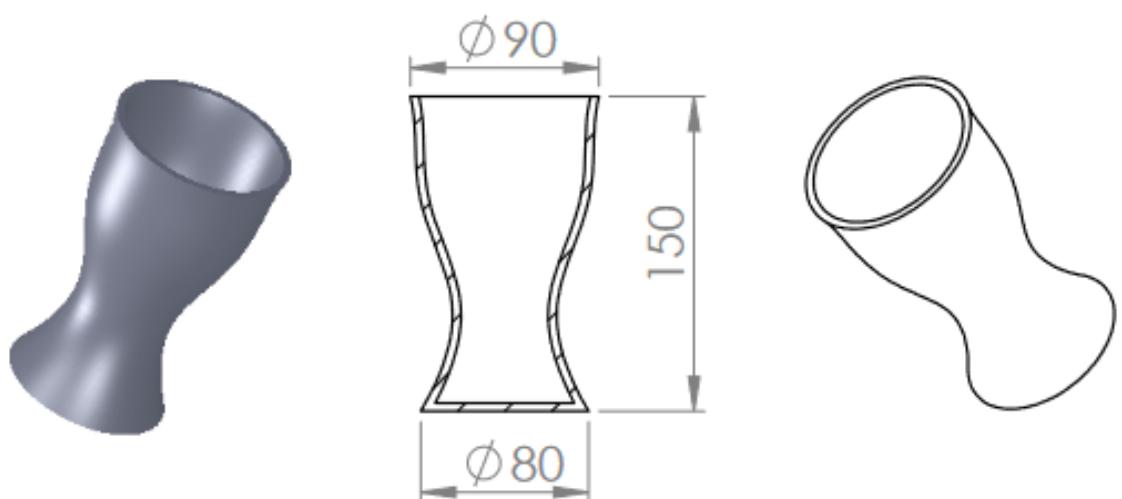


Slika 6-13

Primeri za vežbu



Slika 6-14



Slika 6-15

7. 3D model: izrada tipskih oblika izvlačenjem duž krive (Additive pipe)

Kreiramo novi dokument i snimamo ga dajući mu ime po želji (Additive pipe)

Idemo na Part Design



Slika 7-01

zatim na **Create part**



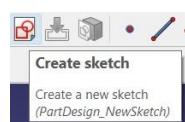
Slika 7-02

zatim na **Create body**



Slika 7-03

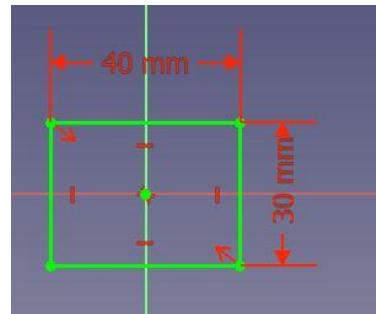
Zatimna **Create Cketch**



Slika 7-04

Selektujemo XY ravan, pa **OK**.

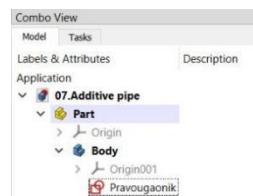
Sada crtamo, recimo pravougaonik dimenzija 40x30mm čiji se centar poklapa sa CKS.



Slika 7-05

Zatim idemo na **Close**.

U Combo View prozoru promenimo ime našeg Sketch-a u Pravougaonik(DKM→Rename→ Pravougaonik),



Slika 7-06

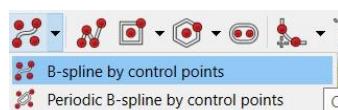
Sada ćemo da kreiramo drugi crtež: selektujemo **Body**→**Create Sketch**



Slika 7-07

Biramo YZ ravan, zatim **OK** u Combo View prozoru.

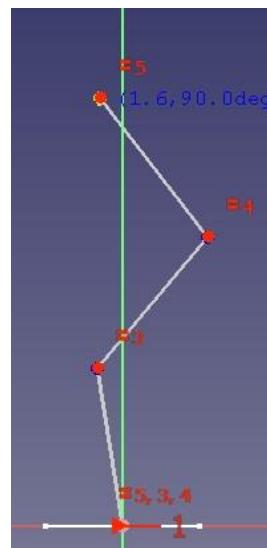
Biramo **B-spline by control points**



Slika 7-08

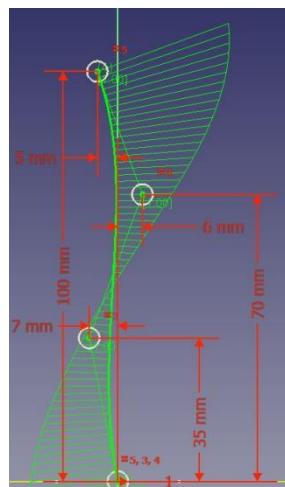
A zatim crtamo izlomljenu liniju otprilike kao na slici pa Esc na tastaturi ili DKM.

Donja bela linija je zapravo naš pravougaonik ali u XY ravni (sada smo u YZ ravni).



Slika 7-09

Zatim deminzionišemo ove tri tačke kao na sledećoj slici.



Slika 7-10

Pa Close u Combo View prozoru.

Sada vidimo i pravougaonik u XY ravni i krivu liniju u YZ ravni. Preimenujemo Sketch001 u **Kriva linija**.

Selektujemo crtež Pravougaonik u Combo View prozoru pa aktiviramo komandu **Additiv pipe**



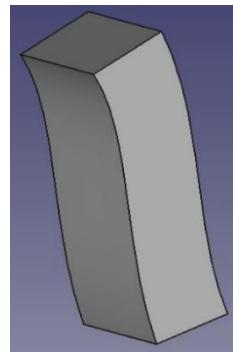
Slika 7-11

Primećujemo da se otvorio novi prozor



Slika 7-12

Da bi smo selektovani pravougaonik pomerili duž naše krive linije kliknemo na **Add Edge** pa zatim selektujemo krivu liniju u radnom prostoru, zatim na OK u Combo View prozoru I dobijamo naš 3D model kao na sledećoj slici.



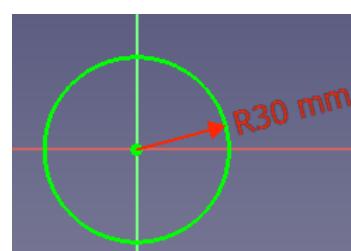
Slika 7-13

Ukoliko želimo da jedan oblik duž linije pretvorimo u drugi, trebaće nam još jedan crtež. Selektujemo Additivepipe pa aktiviramo još jedan Sketch



Slika 7-14

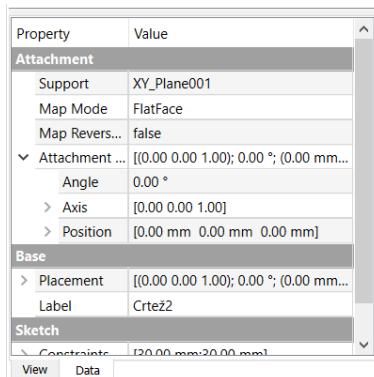
Izaberemo i sada XY ravan pa **OK** u Combo View programu. Sada crtamo kružnicu prečnika 30mm.



Slika 7-15

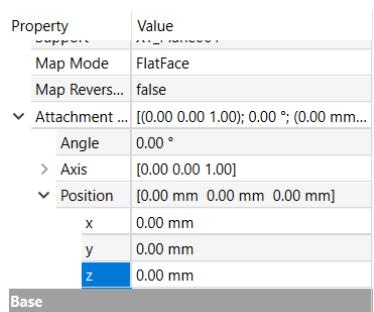
Zatim **Close** u Combo View prozoru. Crtež **Sketch002** preimenujemo u **Kružnica**. Ovu kružnicu pomeramo po Z pravcu za 100mm, koliko je dužina naše krive linije.

Selektujemo kružnicu pa u prozoru ispod u okviru **Attachment Offset** klik na strelicu ">" ispred **Position**



Slika 7-16

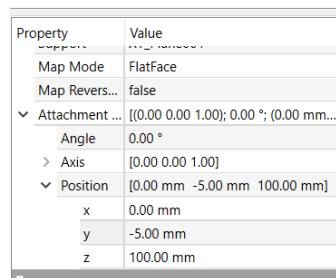
Otvara nam se nova mogućnost za promenu Z rastojanja.



Slika 7-17

Sada kliknemo na 0.00mm pored Z pravca i unesemo vrednost 100mm.

Vidimo da se naša pravougaonik pomerio za 100mm u pravcu +Z ose. Da bi smo našu kružnicu pomerili da se njen centar poklapa sa krajnjom tačkom krive linije pomeranjem za -5mm u Y pravcu (gledamo dimenzije krajnje tačke krive linije u odnosu na CKS).



Slika 7-18

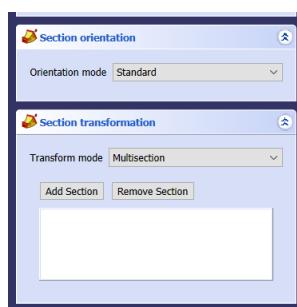
Da bi smo dobili naš 3D model, selektujemo **Additivepipe** u Combo View prozoru duplim klikom.

Sada selektujemo **Pravougaonik**, zatim aktiviramo **Additive Pipe** naredbu.



Slika 7-19

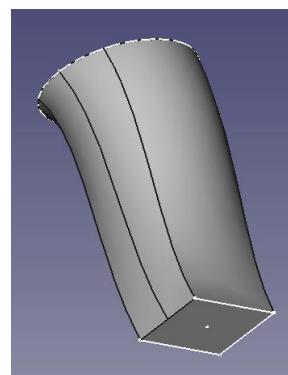
Pa u Combo View prozoru u **Section transformation**, **Transform mode** promenimo u **Multisection**. Zatim klik na **Add Section**, pa selektujemo **Kružnica**.



Slika 7-20

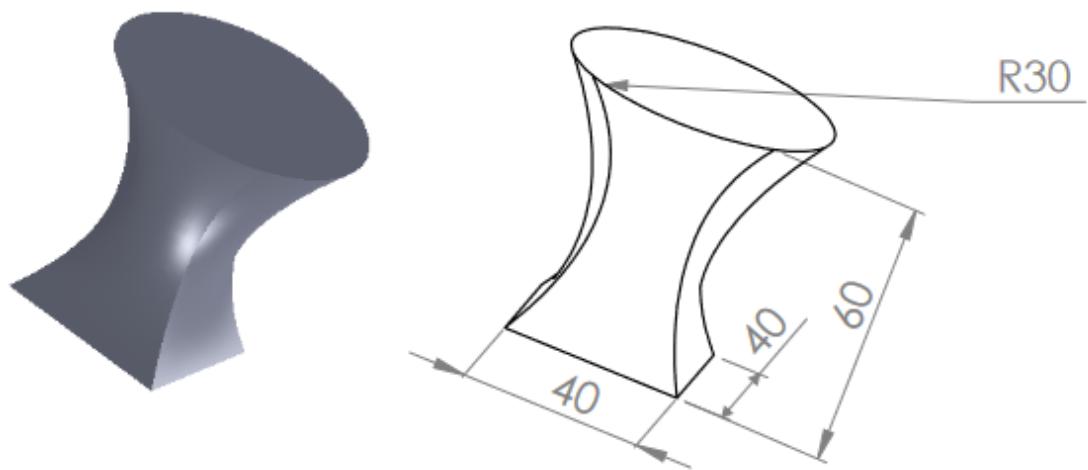
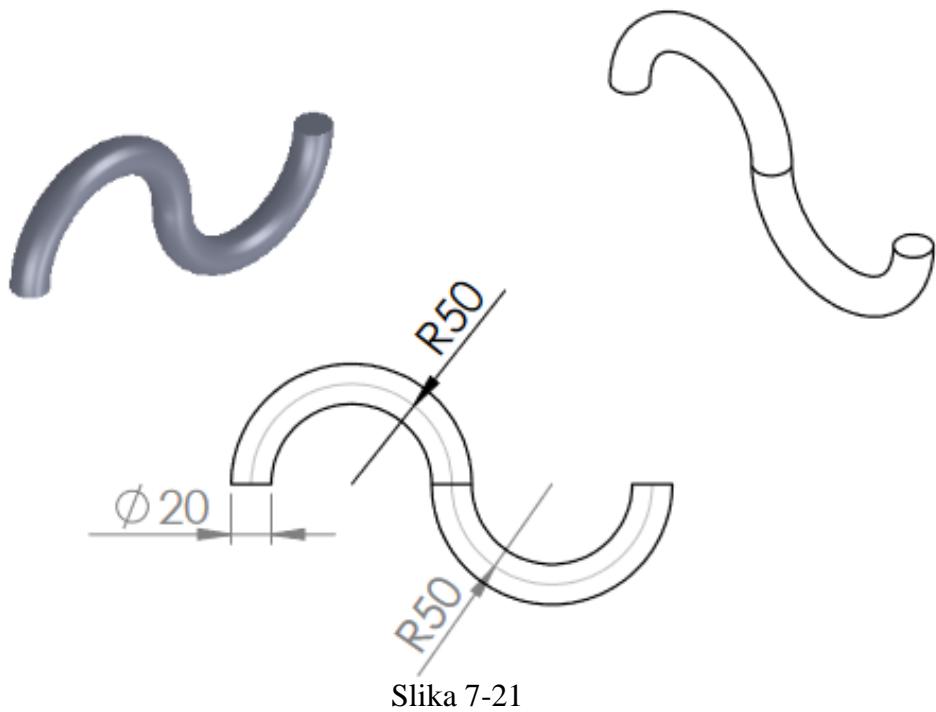
Zatim **OK** u Combo View prozoru.

Na ovaj način smo dobili naš 3D model koji se pretvara iz pravougaonika u kružnicu vođen krivom linijom.



Slika 7-21

Primeri za vežbu



Slika 7-22

Deo 3: Šta je Cura program?

Uvod

Ovaj priručnik sadrži detaljna uputstva (uključujući slike) za instalaciju softvera i njegovu konfiguraciju prema specifičnom 3D štampaču i zahtevima za štampanje korisnika. Pored toga, objašnjava različite funkcije i mogućnosti softvera, uključujući uvoz 3D modela, podešavanje postavki štampe i optimizaciju procesa štampe za različite materijale i željene rezultate. Ovaj priručnik je osmišljen za potrebe projekta "Step by Step in 3D printing".

1. Šta je Cura?

Cura je aplikacija za rezanje fajlova za 3D štampače. Ultimaker Cura funkcioniše tako što deli model korisnika na slojeve i generiše g-code specifičan za štampač. Korisnici mogu pripremiti i iseći 3D modele za štampanje, kao i prilagoditi i optimizovati postavke štampe za razne 3D štampače i materijale. Kada je proces završen, g-code se može poslati štampaču za izradu fizičkog objekta. Cura je moćan i korisniku prijateljski softver za 3D štampanje sa brojnim korisnim funkcijama i mogućnostima.

Cura je dostupna pod LGPLv3 licencom. Prvobitno je objavljena pod otvorenom licencom Afferro General Public License verzija 3, ali je 28. septembra 2017. godine licenca promenjena na LGPLv3. Ovo je preferirani softver za 3D štampanje za Ultimaker 3D štampače, ali se može koristiti i sa drugim štampačima.

Ovaj otvoreni softver, koji je kompatibilan sa većinom desktop 3D štampača, može raditi sa datotekama u najčešćim 3D formatima kao što su STL, OBJ, X3D, 3MF, kao i sa formatima slika kao što su BMP, GIF, JPG i PNG.

Ultimaker Cura je podržana od strane operativnih sistema koji se aktivno održavaju od strane njihovog proizvođača softvera ili zajednice. To trenutno znači da 'Windows 7' i 'MacOS 10.14' više nisu podržani.

Kompatibilni operativni sistemi:

Windows 10 ili noviji, 64-bit

Mac OSX 11 Big Sur ili noviji, 64-bit

Linux, 64-bit

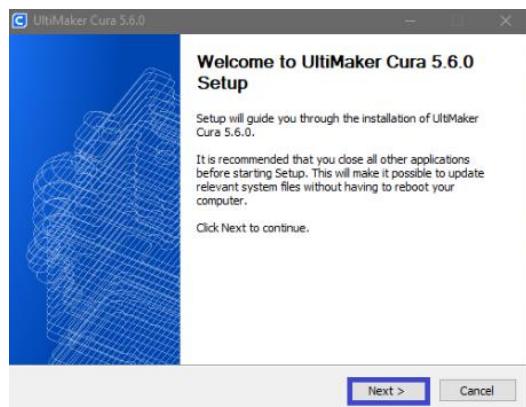
2. Instalacija

Cura je besplatan softver i možete ga preuzeti direktno sa Ultimaker veb sajta na sledećem linku: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>. Kao što je pomenuto u opisu softvera, funkcioniše na više operativnih sistema, pa treba da odaberete instalaciju koja odgovara vašem operativnom sistemu.



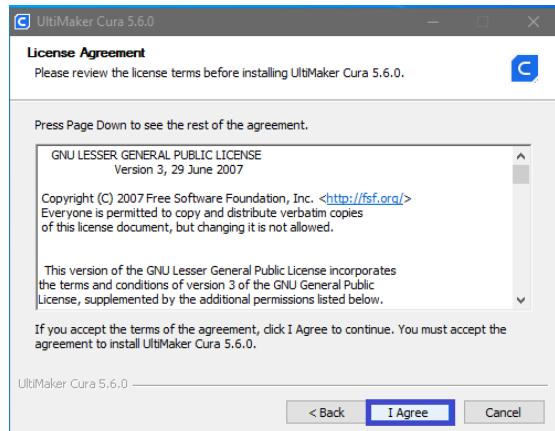
Nakon preuzimanja instalacije, pratite sledeće korake.

Korak 1



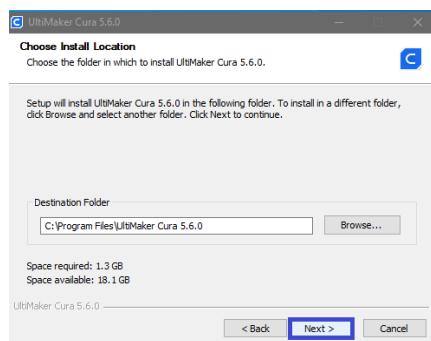
Nakon pokretanja instalacije, pojaviće se prozor dobrodošlice, i preporučuje se da prvo zatvorite ostale aplikacije pre nego što započnete instalaciju. Nakon što zatvorite ostale aplikacije, kliknite na „Next“.

Korak 2



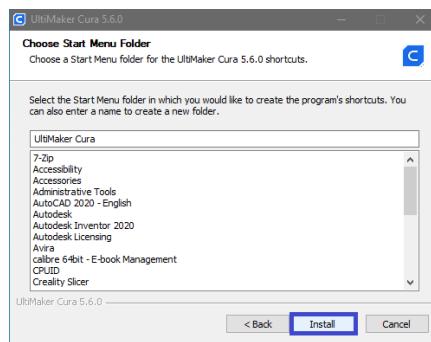
Ako se slažete sa uslovima korišćenja softvera, kliknite na „I Agree“.

Korak 3



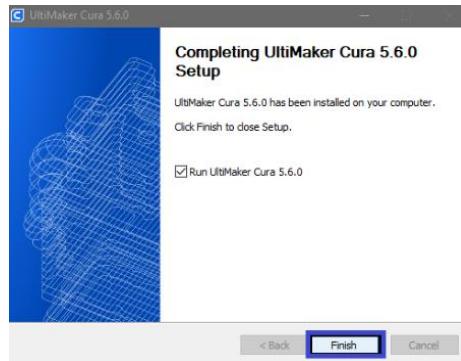
Odaberite lokaciju i fasciklu u kojoj želite da instalirate softver, zatim pritisnite. "Next"

Korak 4



Odaberite fasciklu za Start meni i kliknite. "Install"

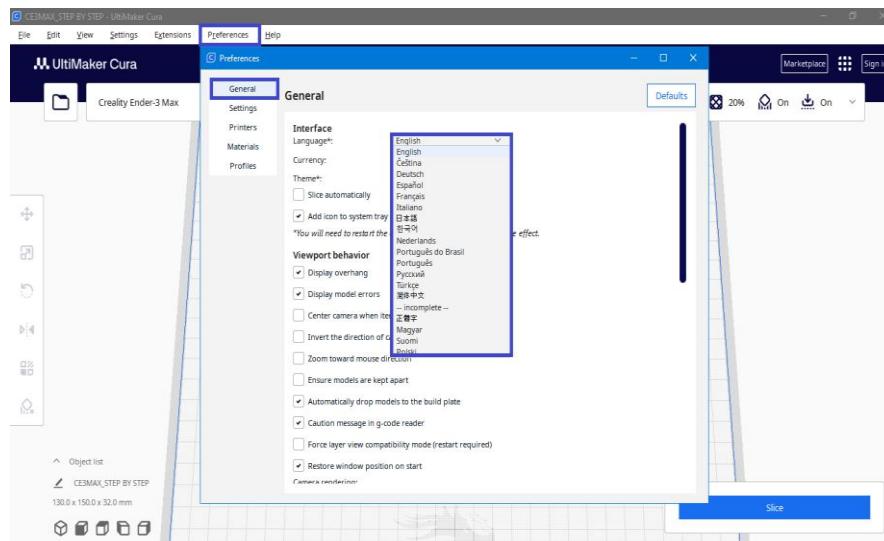
Korak 5



Na kraju, dobíete informaciju koja potvrđuje da je instalacija završena. Takođe, imaćete opciju da odmah pokrenete softver, u zavisnosti od toga da li je odabранo „Pokreni Ultimaker 5.6.0“. Pritisnite "Finish"

3. Podešavanje jezika

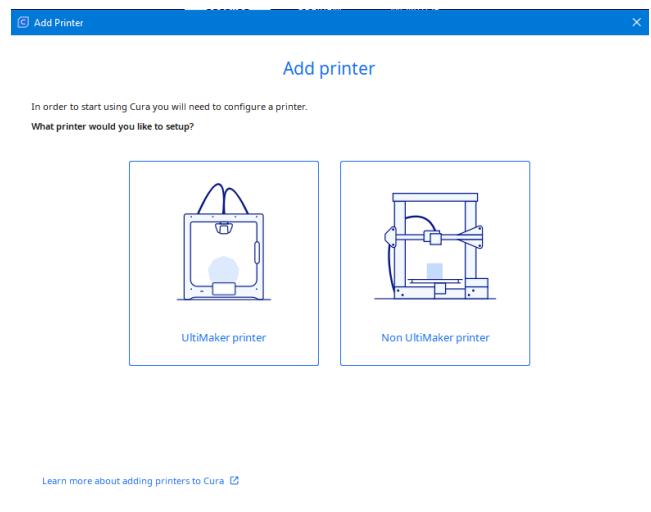
Cura će automatski odabratи jezik vašeg operativnog sistema, ali ga možete promeniti.



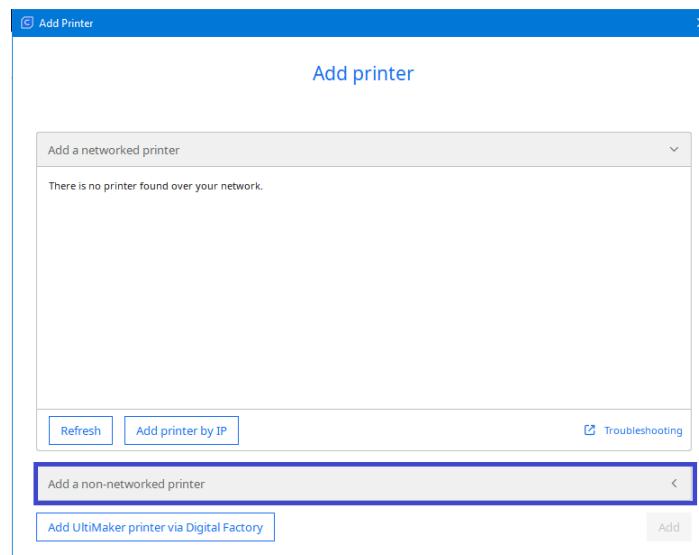
Konfigurišite postavke softvera prema našem 3D štampaču

Nakon pokretanja softvera, treba da odaberete svoj 3D štampač. Cura nudi širok spektar FDM 3D štampača različitih proizvođača, ali ako ne pronađete svoj 3D štampač, možete sami napraviti konfiguraciju prema parametrima štampača koji imate.

Korak 1: Odaberite proizvodača svog 3D štampača.



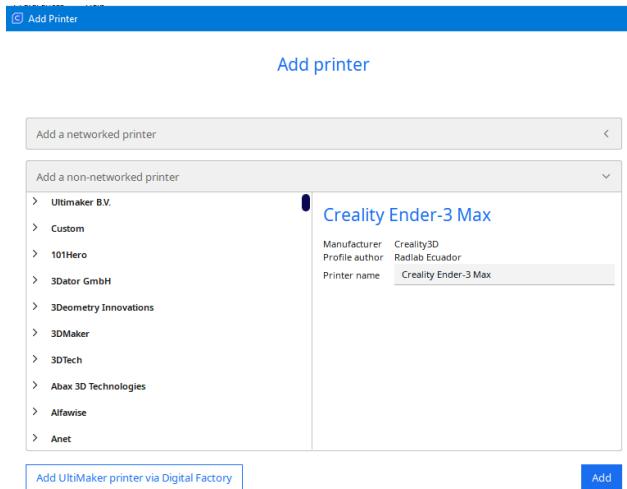
Ako je vaš 3D štampač proizveden od strane Ultimaker, odaberite Ultimaker printer; ako nije, odaberite Non Ultimaker printer
Napomena: Štampač kojim ćemo se baviti u ovom priručniku je Non Ultimaker štampač.



Ako je vaš štampač umrežen sa računarom, automatski će se pojaviti.

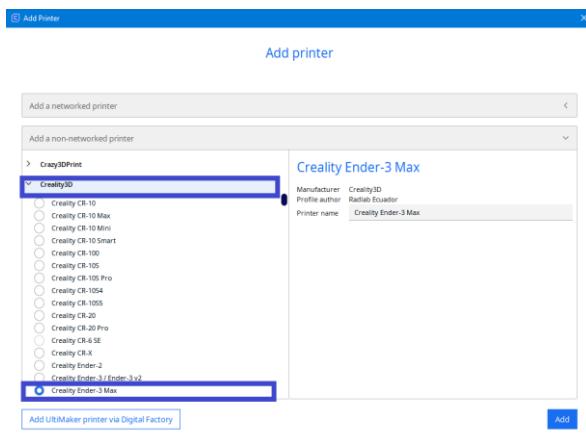
Ako nije, odaberite ".**Add a non-networked printer**"

Step by Step in 3D printing



Na levoj strani su proizvođači 3D štampača, a na desnoj strani imate ime 3D štampača.

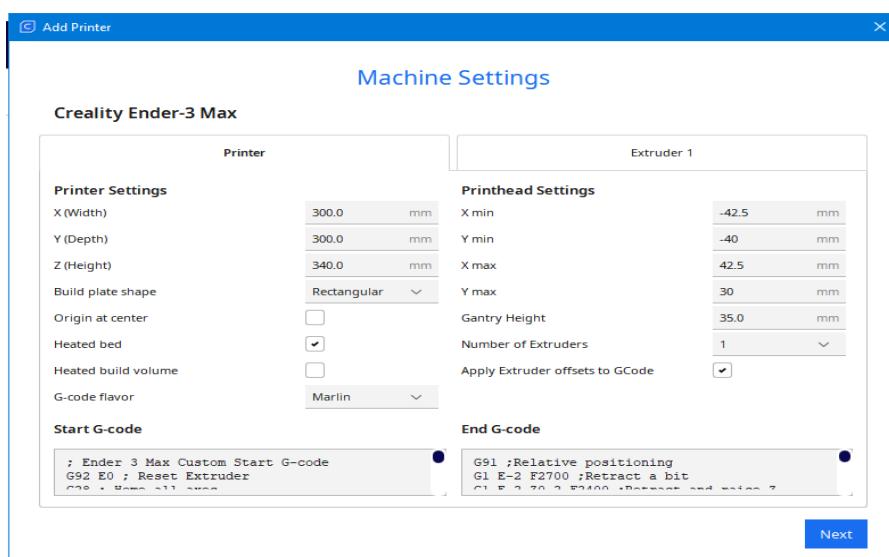
Korak 2: Izaberite svoj 3D štampač



Odabiremo naš 3D štampač i kliknemo "Add"

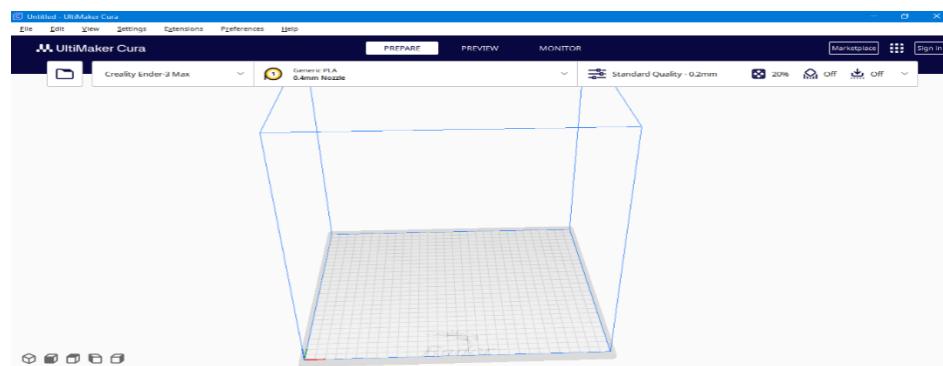
Napomena: Štampač kojim ćemo se baviti u ovom priručniku je Creality Ender 3 Max.

Korak 3: Konfiguracija vašeg 3D štampača.



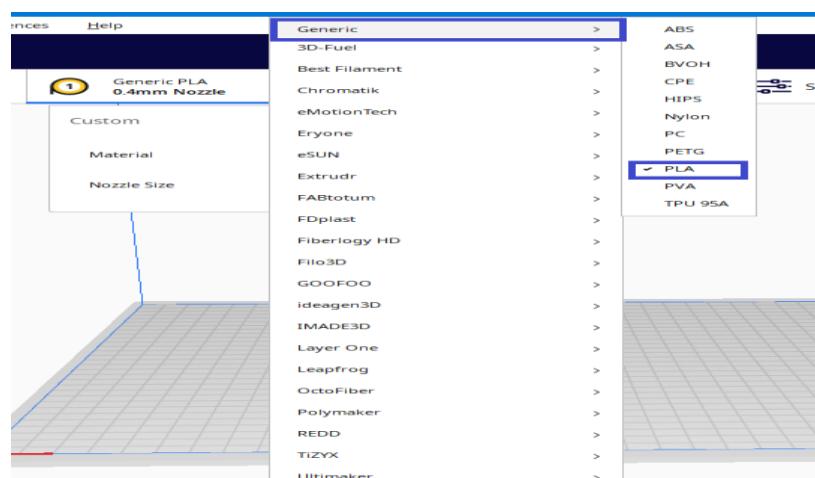
Softver automatski prikazuje parametre za vaš 3D štampač. Ako se, slučajno, ne poklapaju sa parametrima koje je dao proizvođač, imate priliku da ih promenite. Ako je sve u redu, kliknite "Next"

Napomena: Dimenzije za X, Y i Z osu nikada ne smeju biti veće od stvarnih vrednosti osa 3D štampača.



Korak 4:

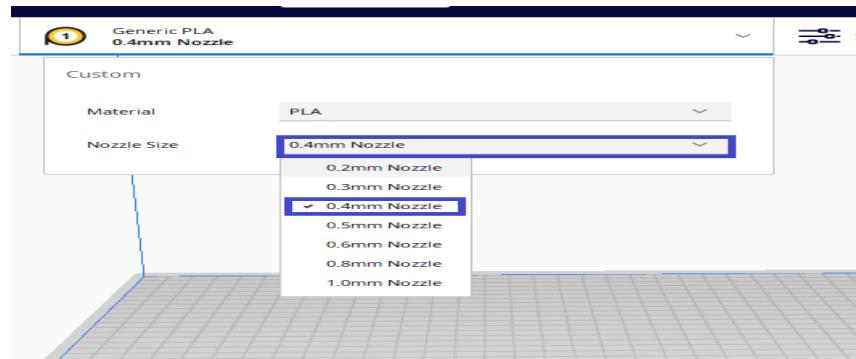
Izbor materijala za štampanje. Nakon pokretanja softvera, treba da odaberete materijal sa kojim ćete štampati. Cura vam nudi veliki izbor štamparskih materijala kao što su ABS, PLA, PETG, TPU i PVA.



Napomena: Mi koristimo PLA filament

Korak 5: Izbor veličine dizne.

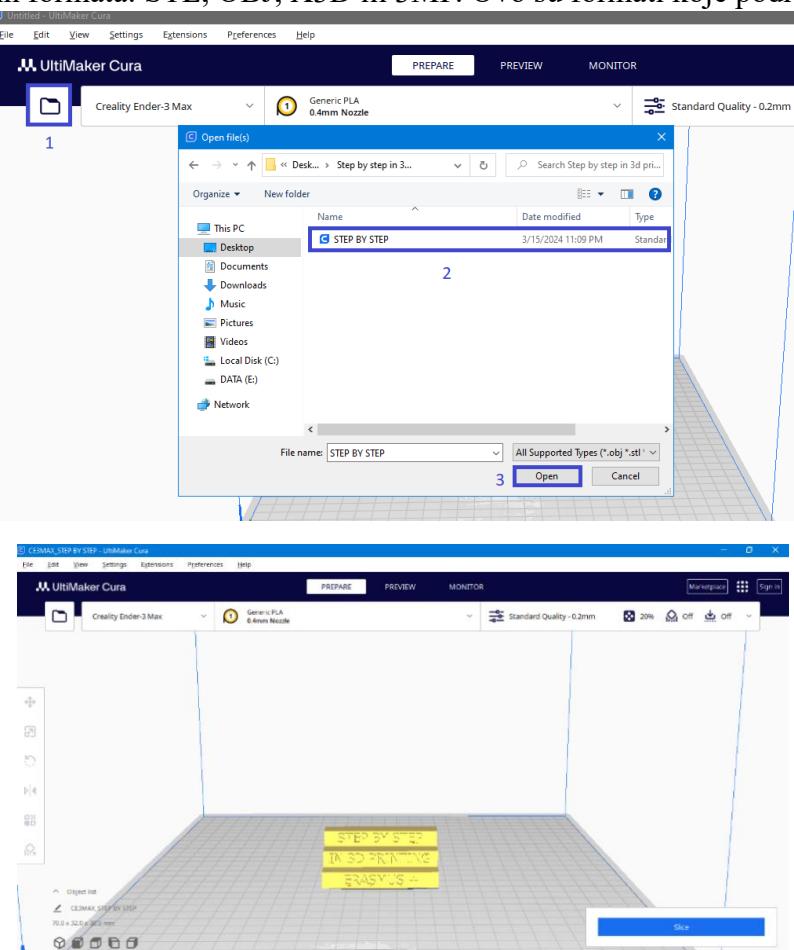
Odaberite veličinu dizne vašeg 3D štampača.



Nampomena: Dizna našeg štampača je 0.4mm

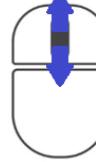
4. Učitavanje 3D modela u programu Cura.

Pre nego što uvezete 3D model u softver, osigurajte da je vaš model konvertovan u jedan od sledećih formata: STL, OBJ, X3D ili 3MF. Ovo su formati koje podržava Cura.



Nakon što vidite 3D model na platformi, možete početi da ga pripremate za 3D štampan

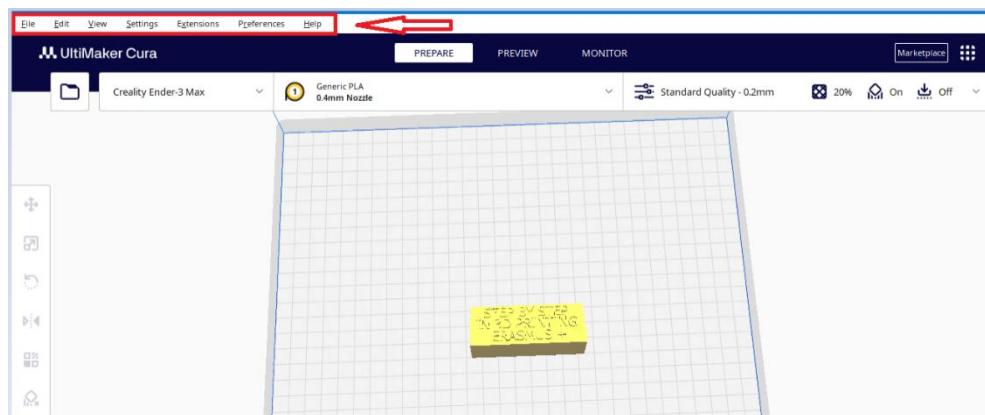
Navigacija

Levi klik – Selektovanje modela	Desni klik- okretanje radne površine	Srednje dugme- pomeranje radne površine	Okretanje srednjeg dugmeta- zumiranje
			

5. Komande

5.1 Gornja traka menija

Gornja traka menija uključuje sledeće opcije: Datoteka, Uredi, Prikaz, Postavke, Ekstenzije, Preferencije i Pomoć.



File

Klikom na **File** otvorice se komande, such as:

- New Project-** Ako želite da započnete novi projekat.
- Open files-** Ako želite da otvorite već postojeći model.
- Open recent-** Ako želite da otvorite model na kojem ste prethodno radili.
- Save project-** Ako želite da sačuvate projekat na kojem trenutno radite.
- Export-** Ako želite da eksportujete model u drugi format.
- Quit-** Ako želite da izadete iz programa.

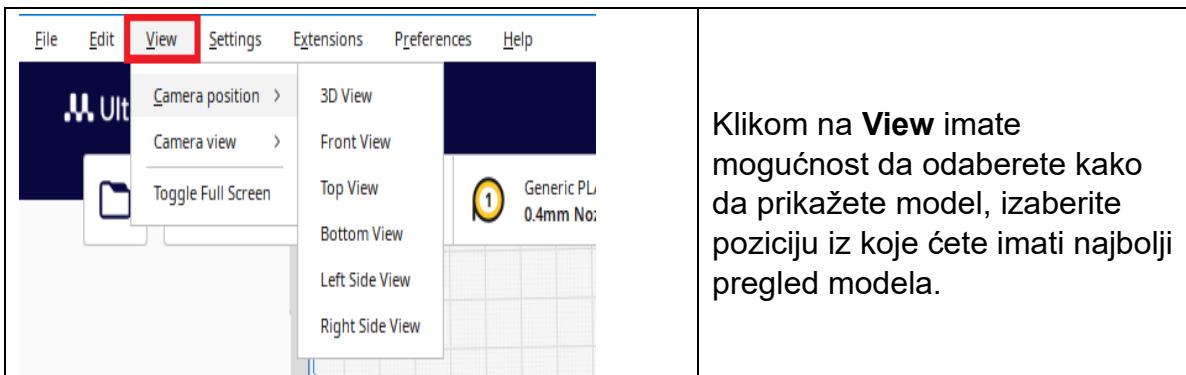
Edit

Klikom na **Edit** otvaraju se opcije kao što su (poništi) otkazivanje date komande i vraćanje na prethodno stanje modela.

(„Undo“ se takođe može izvršiti pritiskom na **ctrl+z** na tastaturi.)

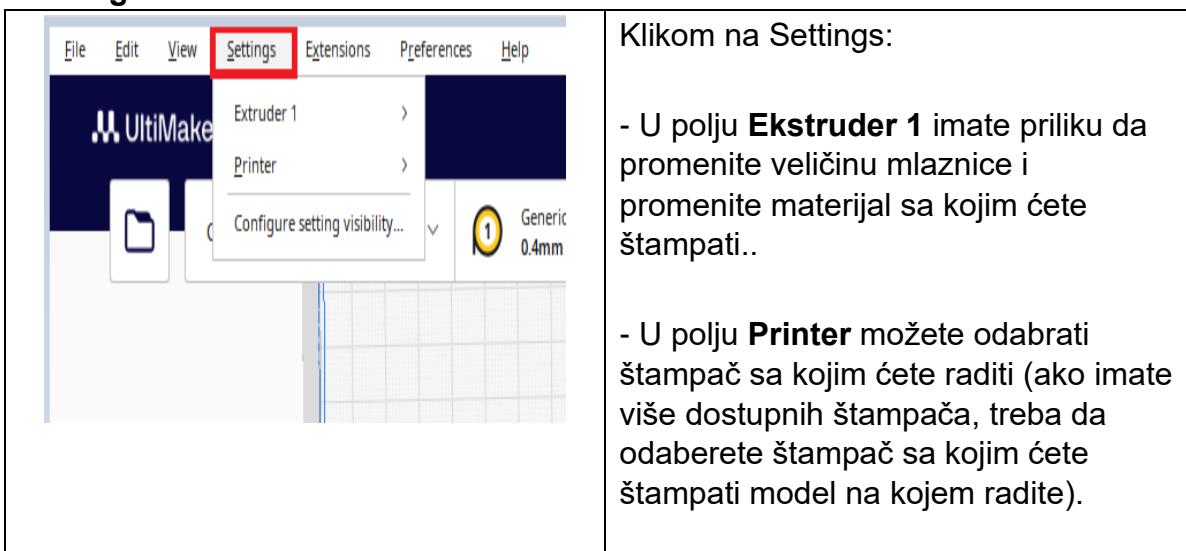
Ostale opcije su opisane u nastavku u sekciji: meni levim klikom.

View



Klikom na **View** imate mogućnost da odaberete kako da prikažete model, izaberite poziciju iz koje ćete imati najbolji pregled modela.

Settings



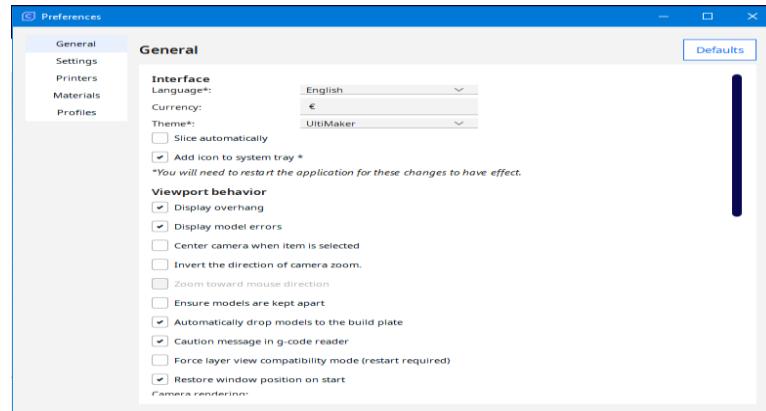
Klikom na Settings:

- U polju **Ekstruder 1** imate priliku da promenite veličinu mlaznice i promenite materijal sa kojim ćete štampati..
- U polju **Printer** možete odabratи štampač sa kojim ćete raditi (ako imate više dostupnih štampača, treba da odaberete štampač sa kojim ćete štampati model na kojem radite).

Preferences

Klikom na **Preferences** i **Configure Cura** imate mogućnost da izvršite sve promene opisane do sada, na naprednom nivou.

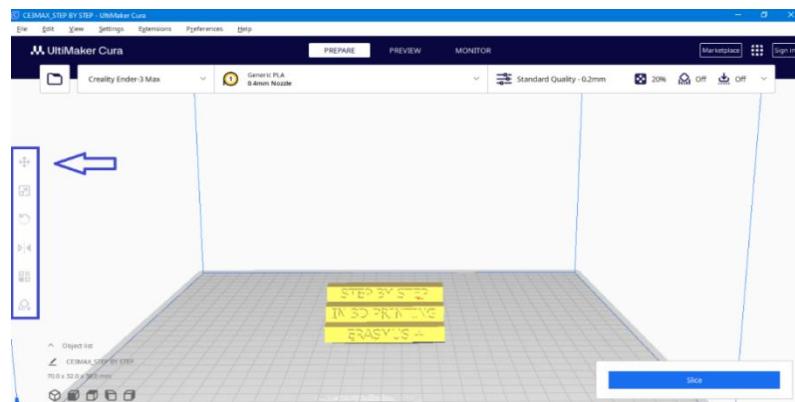




5.2 Operacijska traka

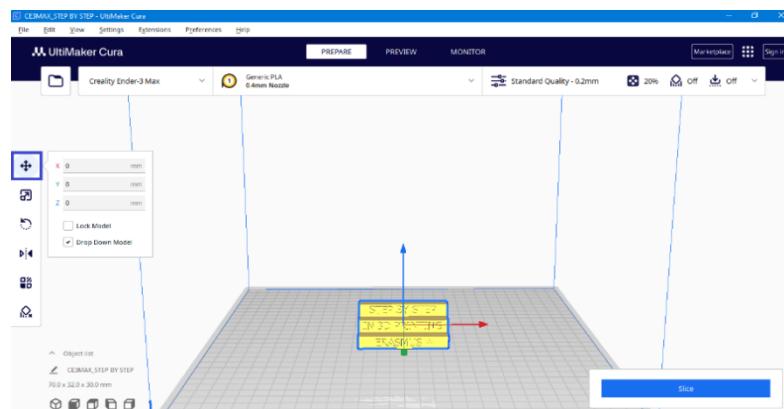
Traka operacija uključuje sledeće funkcije: Pomeri, Skaliraj, Rotiraj, Ogledalo, Postavke po modelu i Blokada podrške.

Pre nego što možete koristiti ove funkcije, model mora biti odabran.



Pomeranje- Move

Izvršite operacije pomeranja na odabranom modelu, uključujući pomeranje u X/Y/Z osi.

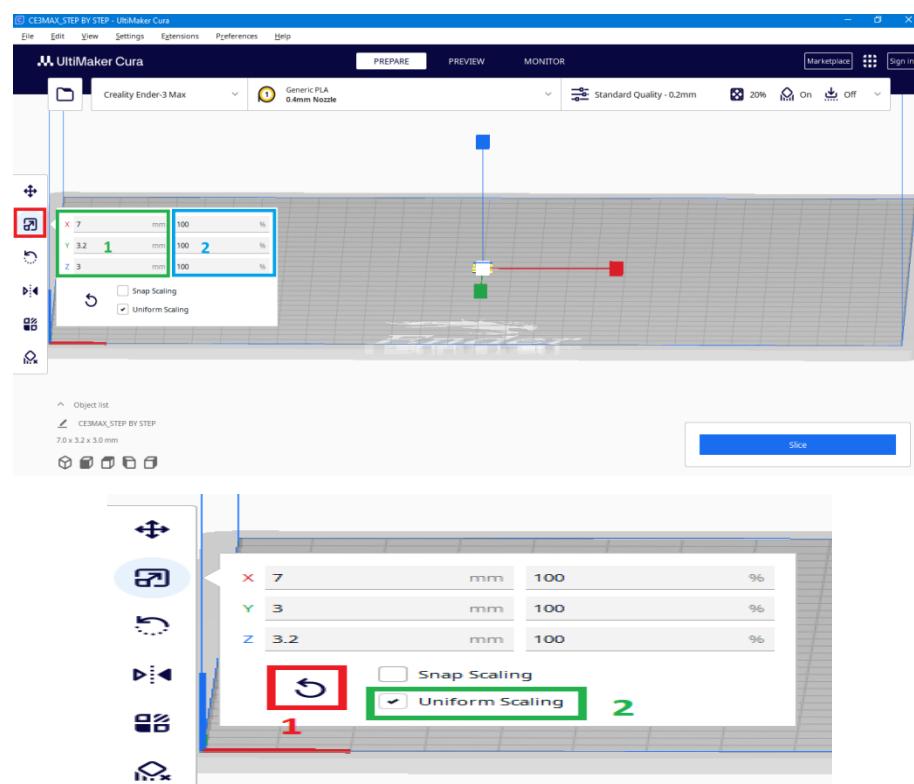


Skaliranje- Scale

Izvršite operacije skaliranja na odabranom modelu, uključujući skaliranje u X/Y/Z pravcima, prebacivanje ili zaključavanje Uniformnog za skaliranje i vraćanje na početno stanje.

NAPOMENA: Kada uvozite modele u Cura, važno je proveriti postavke skaliranja. Ponekad, podrazumevano skaliranje može biti različito (10x manje), što uzrokuje da model izgleda manji. Možete prilagoditi skaliranje u Curi kako biste uskladili veličinu vašeg modela sa veličinom u programu za 3D modeliranje koji ste koristili.

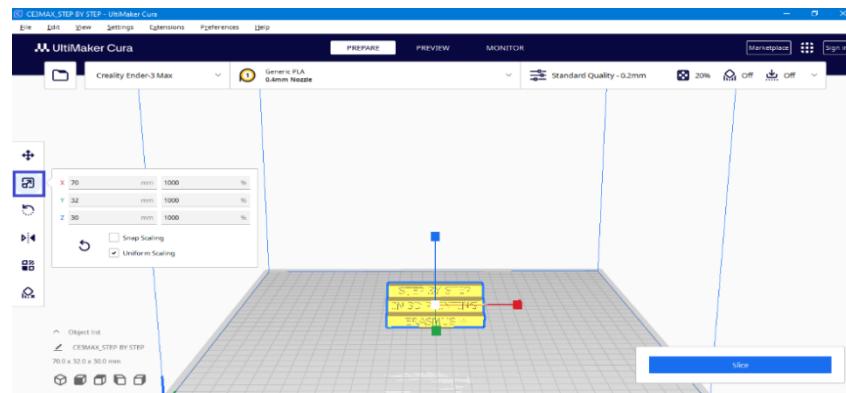
Prvo odaberite model, zatim kliknite na komandu Skaliraj (kutija označena crvenom bojom ispod slike). Nakon što ste izvršili prethodne korake, imate mogućnost da promenite veličinu modela na dva načina. Prvi način je da promenite dimenzije modela u milimetrima, dok je drugi način kroz promenu dimenzija u procentima. Ova dva načina promene su povezana, što znači da ako promenite dimenziju modela u milimetrima, proporcionalna vrednost će se takođe promeniti.



1. **Resetuj** - Komanda za vraćanje dimenzija modela, tj. vraćanje na originalne dimenzije modela.
2. **Uniformno skaliranje** - Odabirom komande uniformnog skaliranja prilikom promene jedne dimenzije, ostale dimenzije će se menjati linearno u istom odnosu

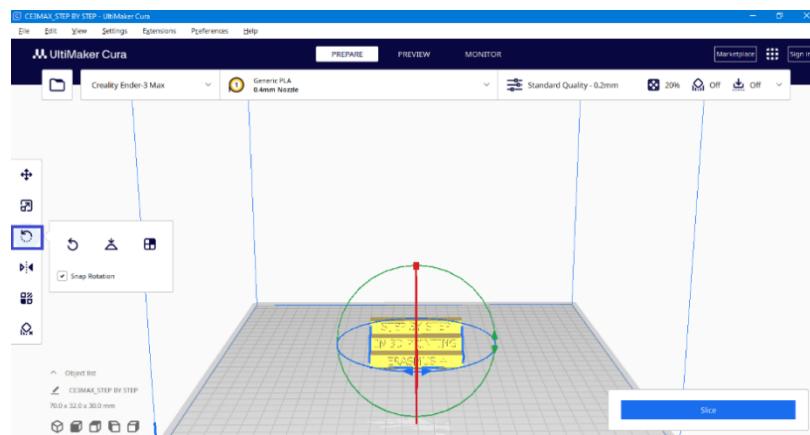
kao što je prethodno odabранo. Ako komanda nije odabrana, možete promeniti dimenzije modela za svaku veličinu posebno (X, Y ili Z).

NAPOMENA: Naš model je 10 puta manji od originalnog, pa ćemo koristiti opciju za promenu dimenzija u procentima ($100 \times 10 = 1000\%$) sa odabranim poljem za uniformno skaliranje.

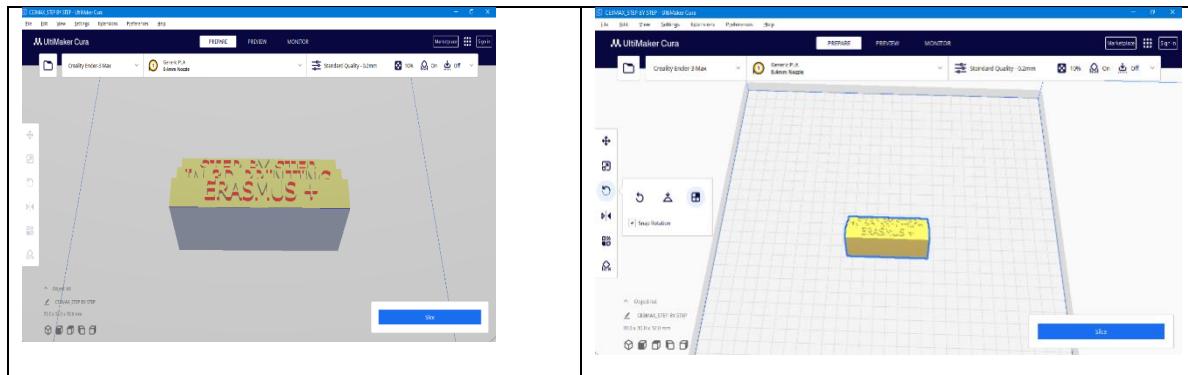


Rotacija- Rotate

Omogućava vam da rotirate model kako želite, izbegavajući potrebu za podrškom.

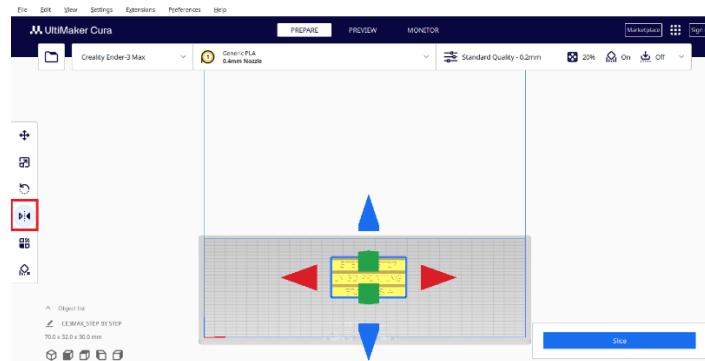


NAPOMENA: Ako model ima delove obeležene crvenom bojom, to ukazuje na to da su ta područja potrebna strukture podrške. Da biste smanjili potrebu za podrškom, prilagodite model tako što ćete eliminisati crvena područja ili smanjiti njihovu prisutnost. Ako rotirate ovaj model, primetićete da su slova na donjoj strani obeležena crvenom bojom, pa ćemo okrenuti ovaj model kako ne bi bilo crvenih delova na njemu.



Preslikavanje- Mirror

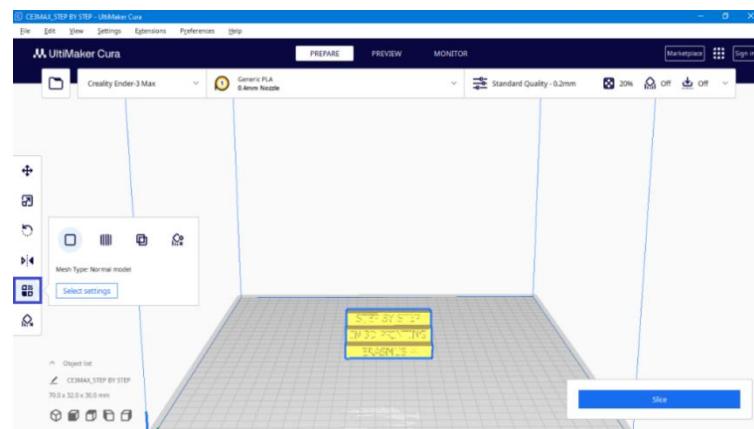
Omogućava vam da preslikavate model kao u ogledalu u pravcu svih osa.



Ovom komandom možete okrenuti modele i na primer, prilagoditi ih za štampu.

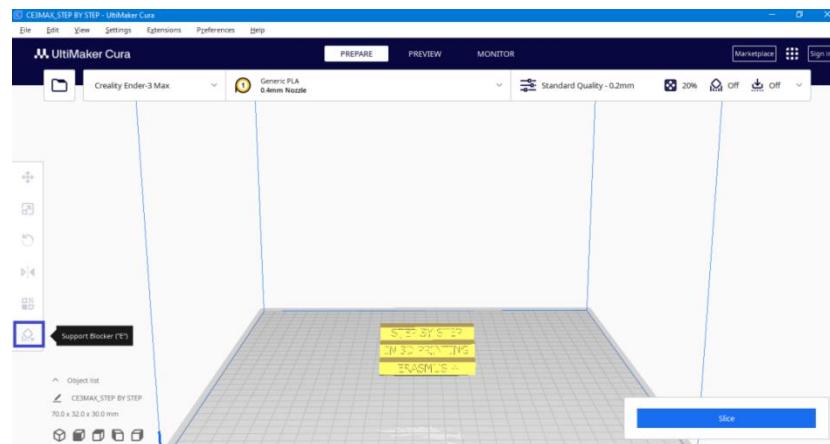
5.3 Podešavanje modela

Omogućava vam da promenite tip mreže i postavke modela.



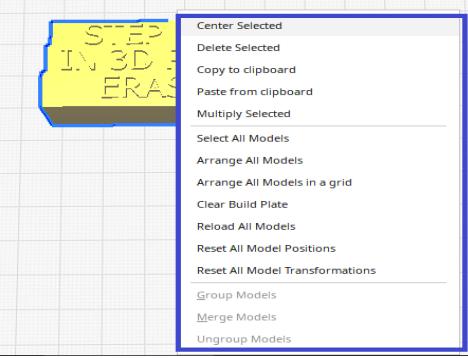
Blokiranje potpora- Support blocker

Omogućava vam da blokirate područje tako da da se potpora neće generisati.



Desni klik meni- Right click menu

Desnim klikom na model otvara se meni u kojem imate nekoliko opcija.



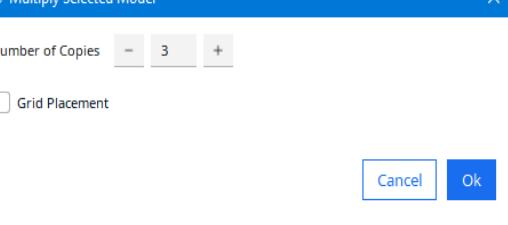
Center selected- pozicionira izabrani model na sredinu prostora za štampanje

Multiply selected- broj kopija modela

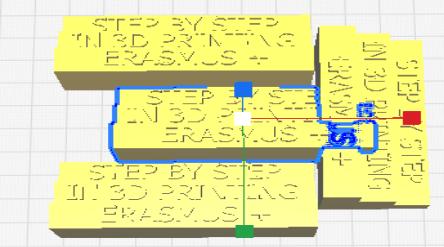
Arrange all models- raspoređuje modele, jedan pored drugog

Arrange all models in a grid- raspoređuje modele na određenoj udaljenosti jedan od drugog, mrežno

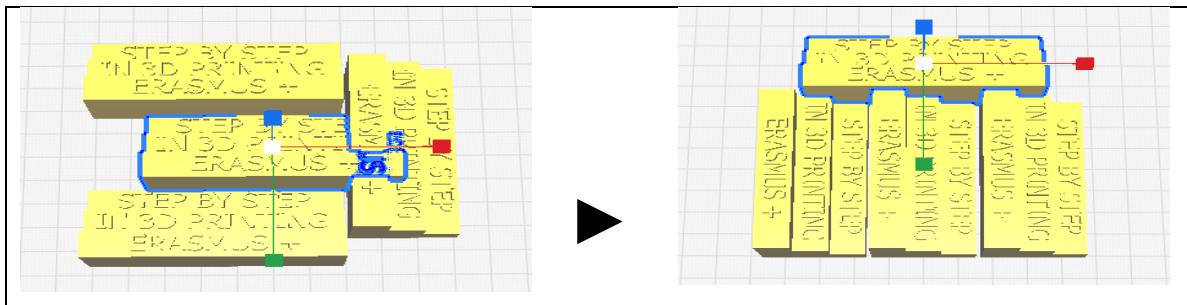
Multiply- Umnožavanje



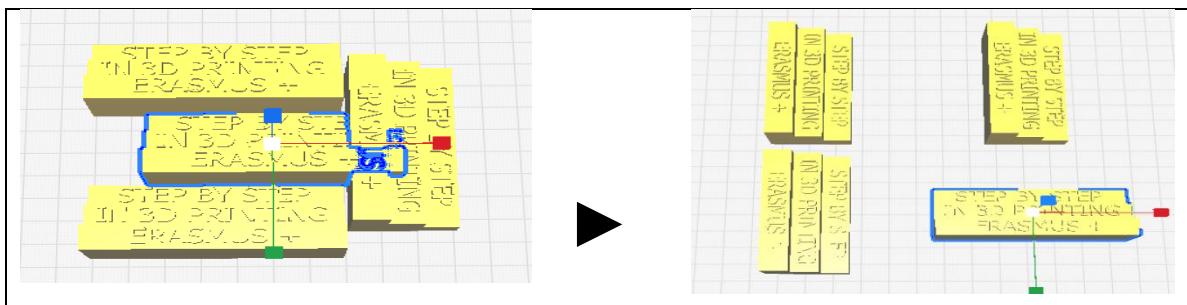




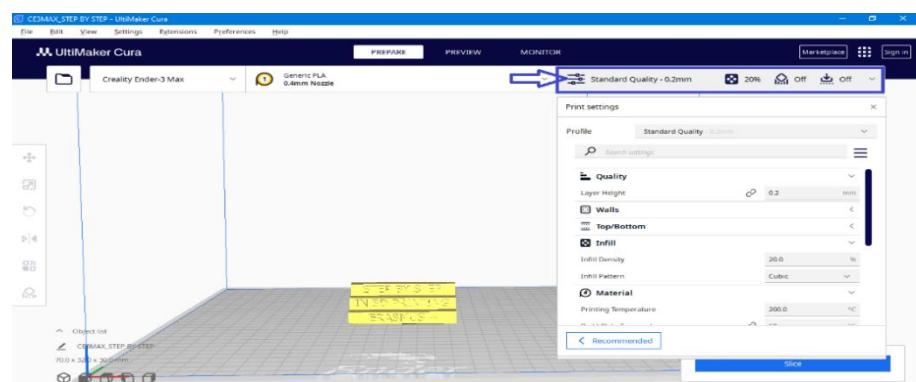
Arrange all models- Raspoređuje sve modele



Arrange all models in a grid- Raspoređuje sve modele, mrežno



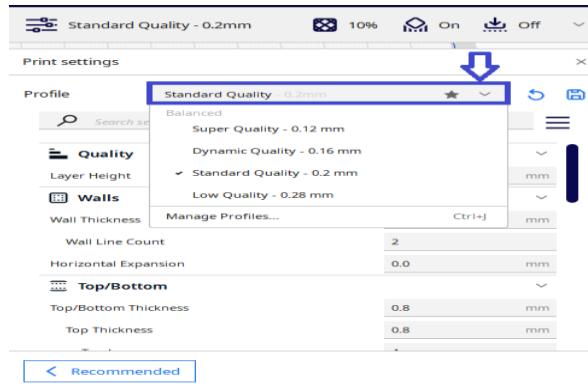
6.4 Podešavanje štampe



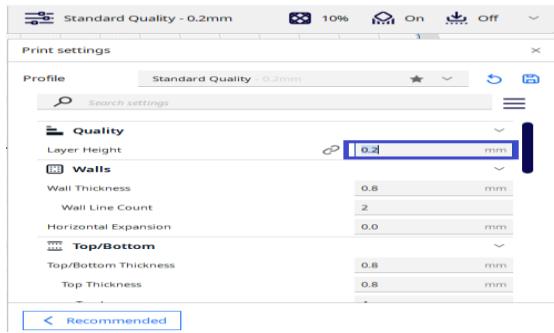
Ovo je polje gde podešavate štampu prema svojim potrebama.

Kvalitet štampe- Print Quality

Ovde odabirete kvalitet štampe za svoj model, tj. visinu sloja. Možete odabrati iz postojećih profila gde su sačuvane vaše prethodne postavke štampe, ili kreirati nove sa prilagođenim parametrima.



Takođe možete ručno uneti visinu sloja u polje Layer height

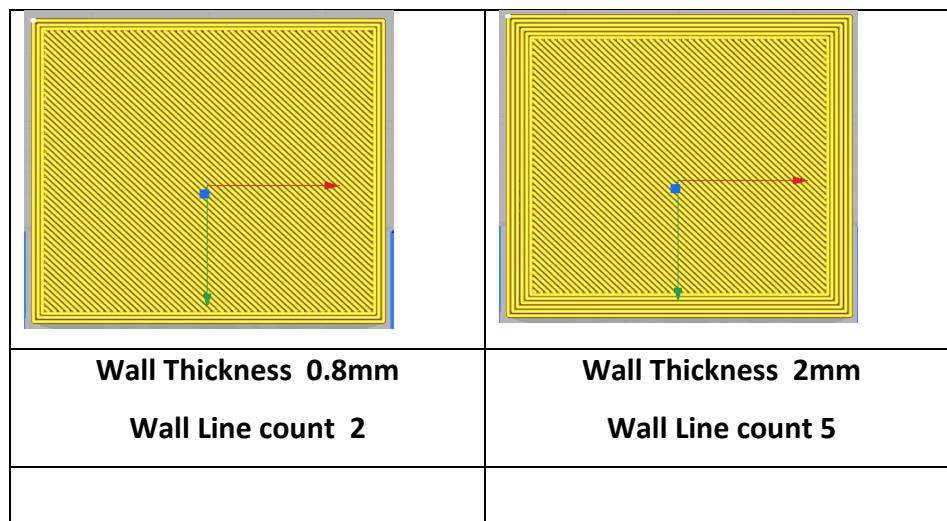


NAPOMENA: Veće vrednosti dovode do brže štampe u nižoj rezoluciji, dok manje vrednosti dovode do sporije štampe u višoj rezoluciji. Za naš model koristimo standardni kvalitet 0.2mm.

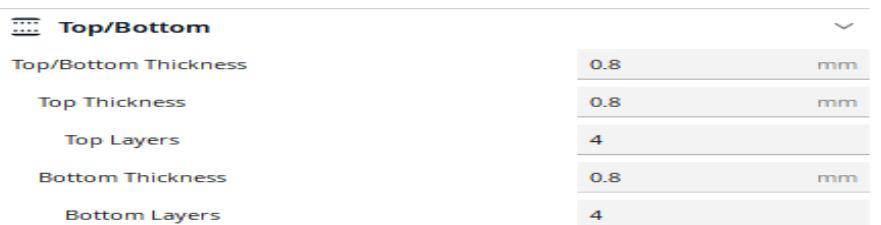
5.5 Zidovi



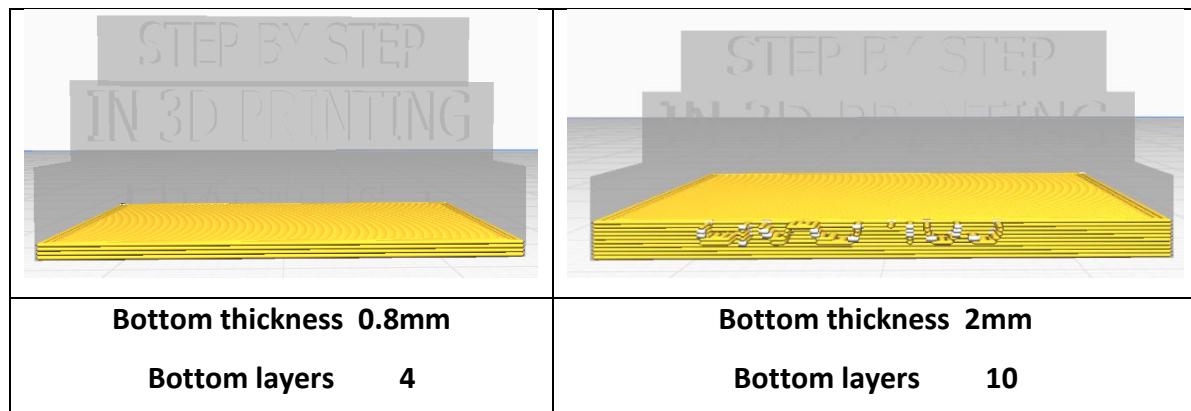
Ovo je polje u kojem je data debljina zidova pre nego što počne da se puni unutrašnji deo modela, tj. broj linija koje ekstruder pravi duž ivica modela. Ova dva polja su međusobno povezana, dok oba zavise od širine sloja.



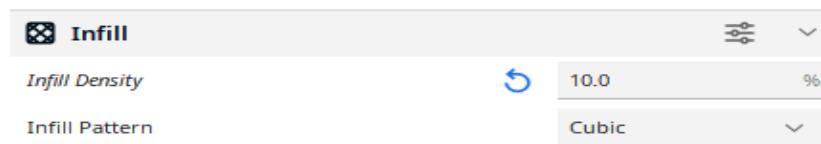
Gornji i donji sloj- Top/Bottom



U ovom polju određujete debljinu dna i vrha modela, tj. koliko slojeva da napravite pre nego što počne punjenje modela. Imate opciju da ih postavite sa istom vrednošću, ali i sa različitim vrednostima za gornji i donji sloj.

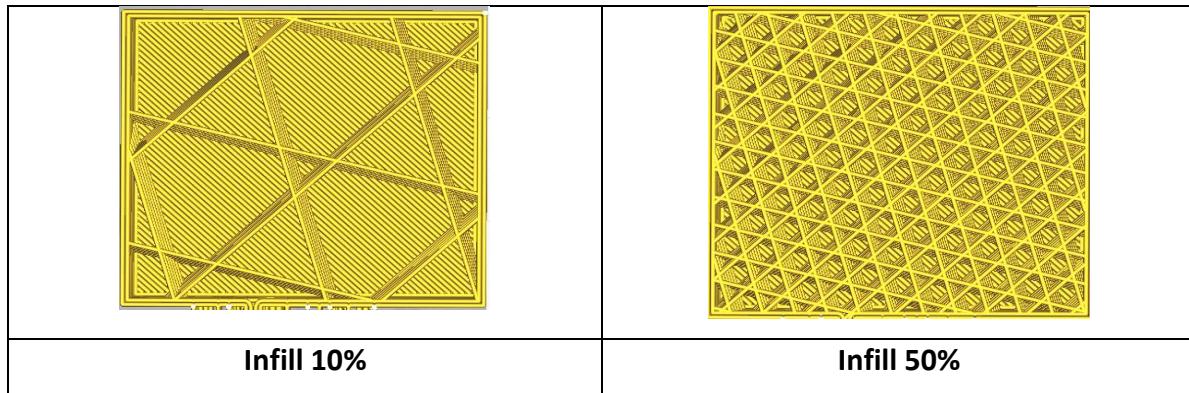


Ispuna- Infill



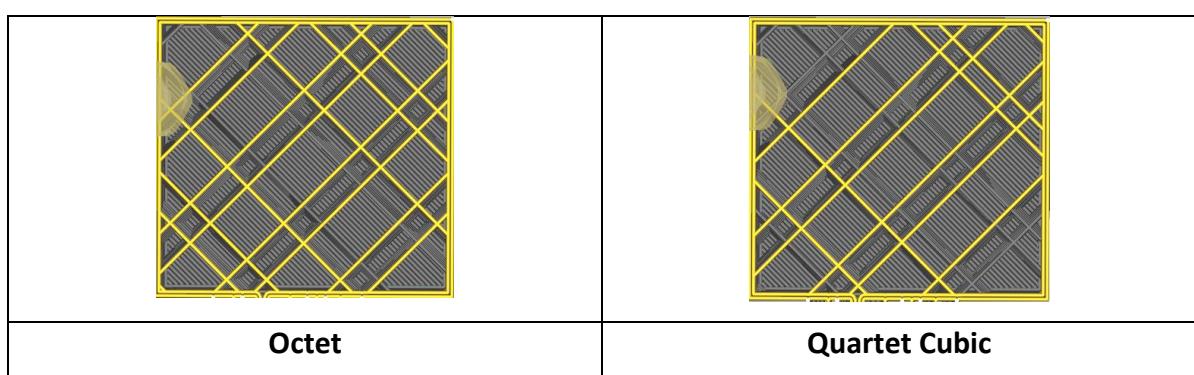
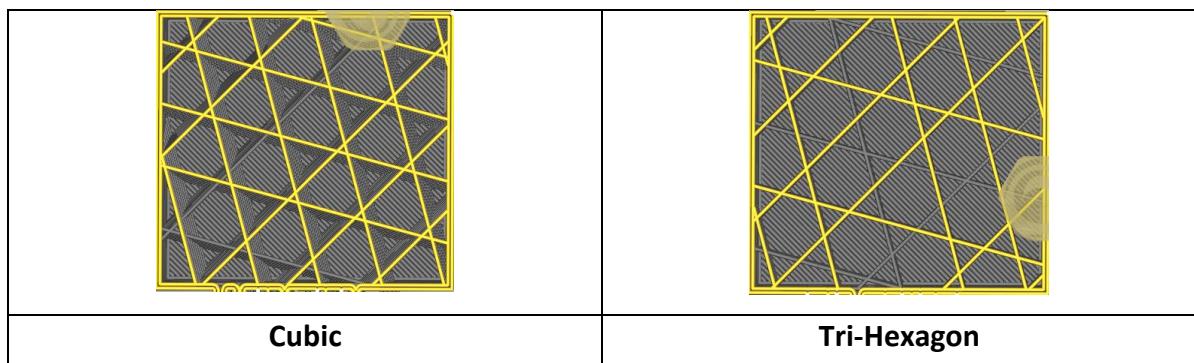
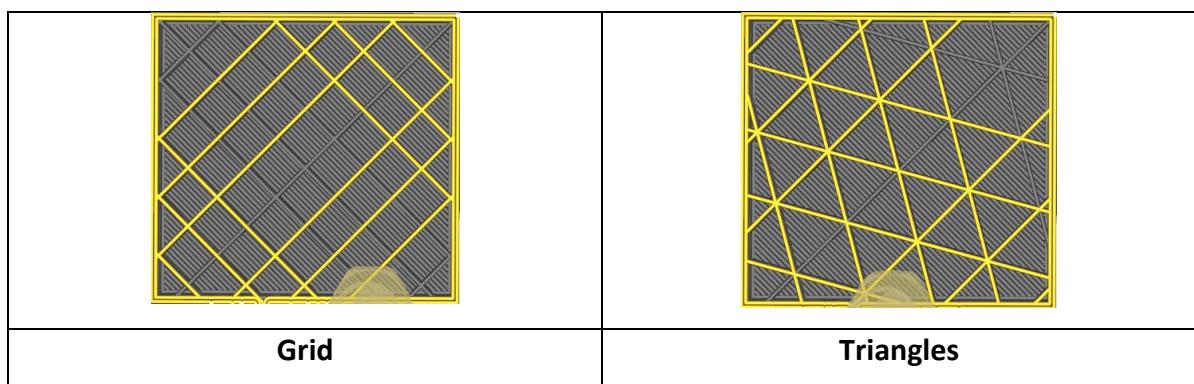
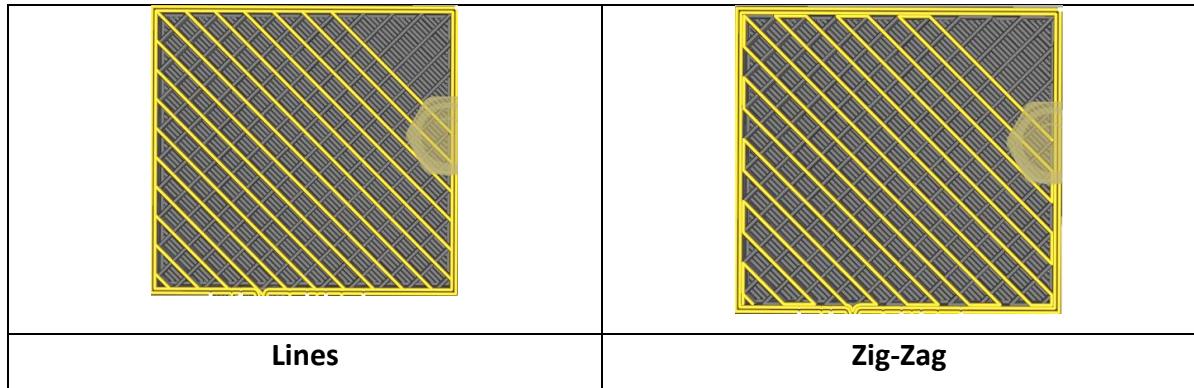
U ovom polju određujete gustinu popunjavanja modela u procentima, kao i oblik popunjavanja. Postoje različite mogućnosti.

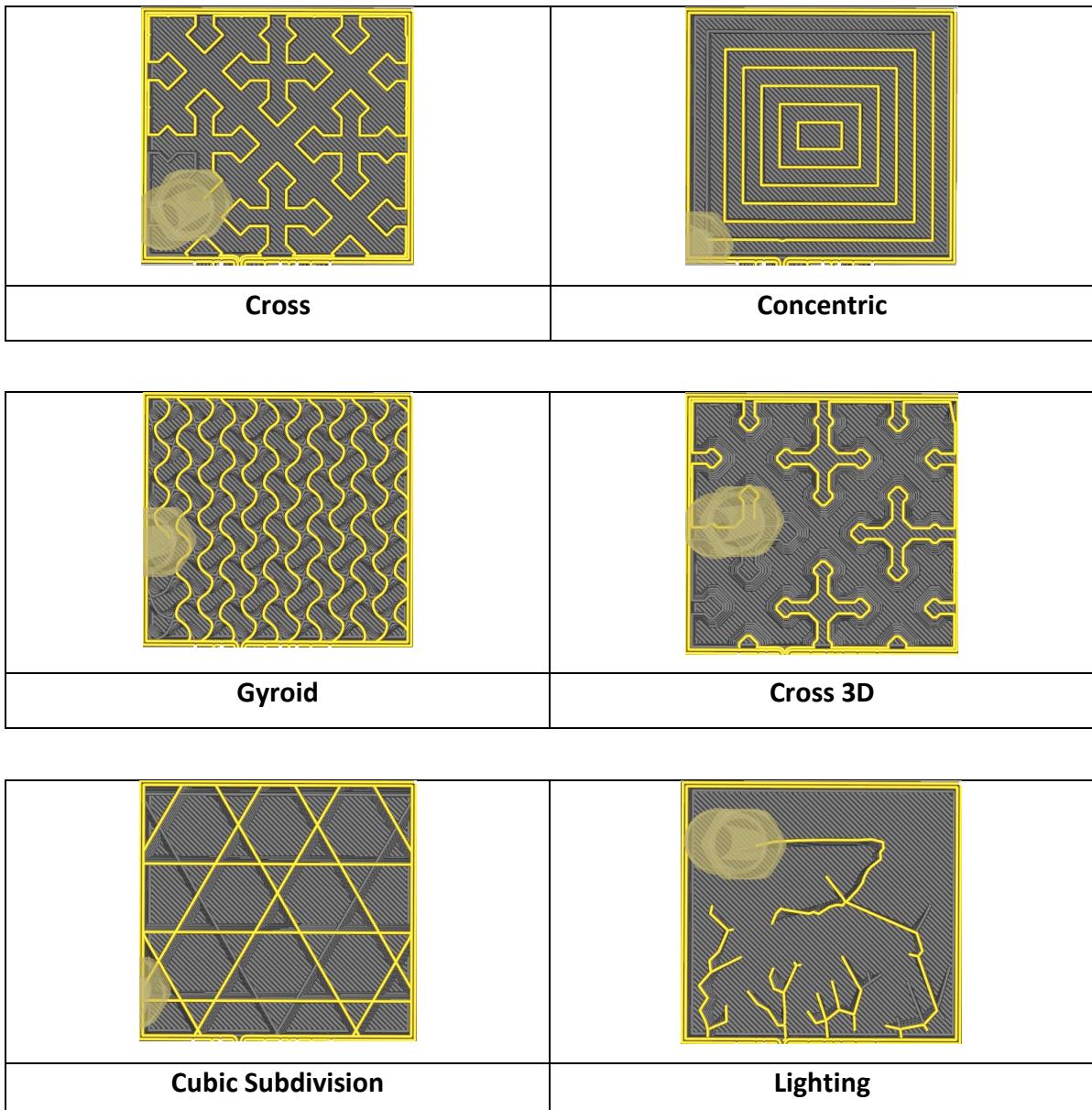
NAPOMENA: Što je veći procenat popunjavanja, model je čvršći, zahteva više materijala i više vremena za izradu, dok niži procenat znači manje materijala (lakši model) i manje vremena za izradu.



Šabloni ispune- Infill pattern

<p>Grid</p> <p>Lines</p> <p>Triangles</p> <p>Tri-Hexagon</p> <p>Cubic</p> <p>Cubic Subdivision</p> <p>Octet</p> <p>Quarter Cubic</p> <p>Concentric</p> <p>Zig Zag</p> <p>Cross</p> <p>Cross 3D</p> <p>Gyroid</p> <p>Lightning</p> <p>Cubic</p>	<p>Šabloni ispune prilikom štampanja:</p> <ul style="list-style-type: none">• Line i zig zag ispune, se smenjuju u pravcu naizmeničnih slojeva, smanjujući količinu materijala• Grid, triangle, tri-hexagon, cubic, octet, quartet cubic, cross i concentric ispune imaju punu štampu u svakom sloju.• Gyroid, cubic, quarter cubic i octet ispune se menjaju sa svakim slojem kako bi se obezbedila ravnomernija raspodela čvrstoće u svim pravcima.• Lighting ispuna pokušava da minimizira popunjavanje, podržavajući samo plafon objekta.
--	---





5.6 Materijali

Material	<input type="button" value="▼"/>
Printing Temperature	200.0 °C
Build Plate Temperature	60 °C

U ovom polju unosite temperaturu mlaznice i temperaturu radne površine (ako 3D štampač s kojim radite ima grejanu radnu površinu).

Temperatura mlaznice i radne površine zavisi od vrste materijala sa kojim štampate.

Materijal	PLA	TPU	ABS
Temperatura štampe (mlaznice)	180 °C to 230 °C	210 °C to 230 °C	240 °C to 260 °C
Temperatura radne površine	40 °C to 60 °C	30 °C to 60 °C	95 °C to 110 °C

Napomena: Temperatura zavisi od uslova u kojima štampate.

Napomena: 3D štampač na kojem ćemo štampati nije zatvoren. Budući da ćemo štampati u uslovima gde će biti kretanja ljudi, preporučuju se maksimalne temperature jer postoji protok vazduha koji hlađi filament, što može dovesti do deformacije štampanog objekta.

Brzina



Brzina kojom se dešava štampanje

Optimalna brzina štampe za vaš objekat zavisi od vaših prioriteta, afiniteta i mogućnosti štampača. Niže brzine štampe mogu poboljšati kvalitet površine, dimenzionalnu tačnost i preciznost, ali takođe povećavaju vreme štampe i rizik od zapušavanja i blokiranja. Više brzine štampe mogu smanjiti vreme štampe i potrošnju materijala, ali takođe smanjuju kvalitet površine, dimenzionalnu tačnost i preciznost.

Putanja- Travel



Povlači filament kada mlaznica prelazi preko neštampane površine.

Povlačenje je funkcija namenjena eliminisanju končića povlačenjem filamentu kada se štampačka glava pomera na novu lokaciju.

Hlađenje- Cooling



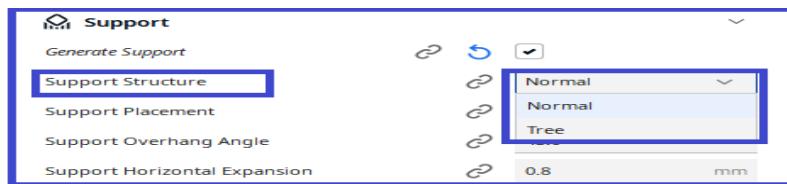
Omogućava ventilatore za hlađenje tokom štampe. Ventilatori poboljšavaju kvalitet štampe na slojevima sa kratkim vremenom nanošenja slojeva na ispuštimi- izbočenjima.

Potpore- Support



Generiše strukture za potporu delovima modela koji imaju izbočenja. Bez ovih struktura, takvi delovi bi se srušili tokom štampe. Softver će obeležiti crvenom bojom deo koji visi i kome je potrebna potpora.

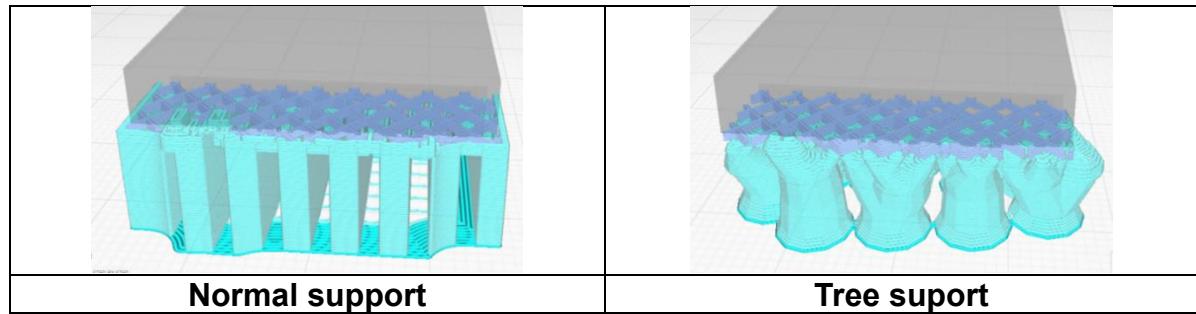
Struktura potpora



Birate između dostupnih tehnika za generisanje potpora.

Normal potpora stvara strukturu podrške direktno ispod delova koji vise i spušta te zone pravo dole.

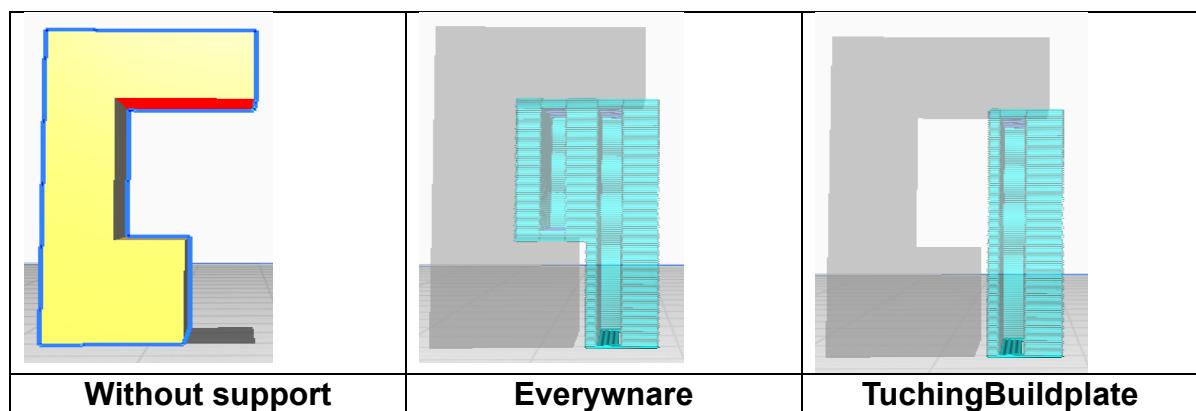
Tree potpora stvara grane prema izbočenim oblastima koje podržavaju model na vrhovima tih grana, i omogućava granama da se kreću oko modela kako bi ga što više podržale sa radne površine.



Potporna postavka



Prilagođava postavljanje strukture potpore. Postavljanje može biti podešeno na dodir sa radnom površinom ili svuda (Everywhere). Kada je postavljeno Everywhere, strukture potpora će se štampati i na modelu.



Ugao izbočenja potpora



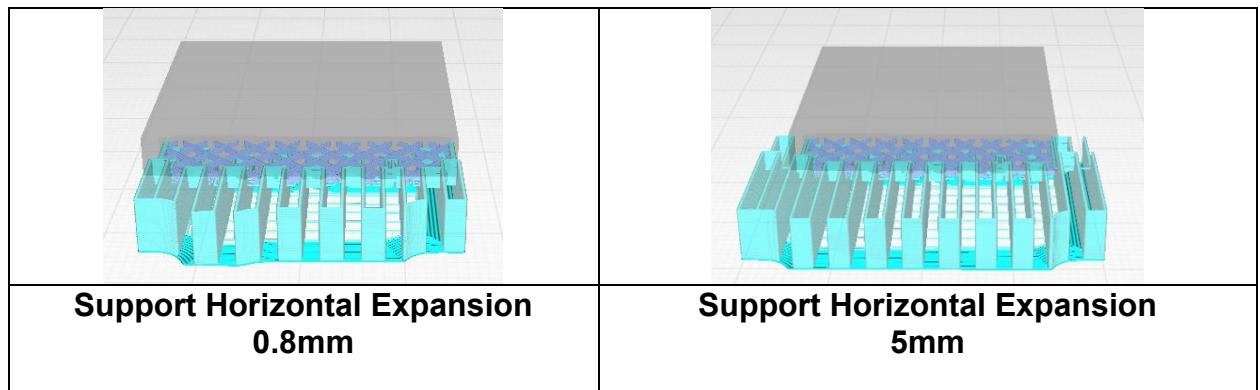
Minimalni ugao izbočenja za koji se dodaje potpora. Pri vrednosti od 0° sva izbočenja su podržana, dok 90° ne pruža nikakvu podršku.

Horizontalno širenje potpora

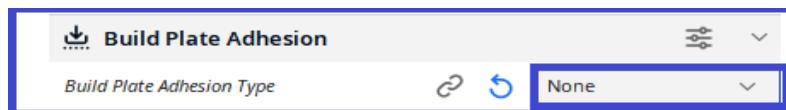


Pomeranje se može primeniti na potporne strukture u pravcima X i Y. Vrednosti veće od 1 čine potporne strukture šire od modela čime se dobija čvršća podrška.

Odabrom oslonaca koji je manji od 1mm, oslonac je manji od modela čime se dobijaju veoma tanke potporne strukture.



5.7 Prijanjanje na radnu površinu



Ova opcija je pogodna ako štampate veći objekat.

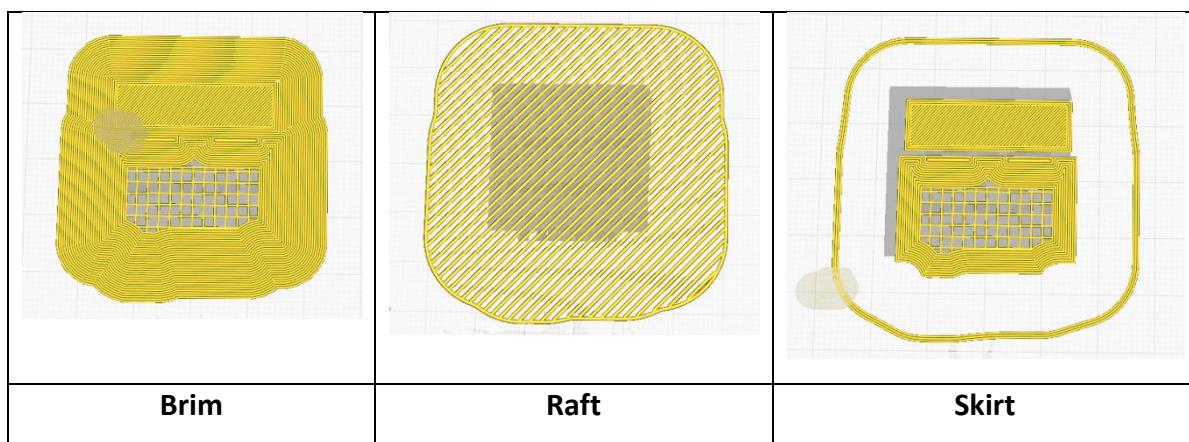
Kada se štampaju veći objekti, dolazi do većih temperaturnih šokova, što može uzrokovati uvijanje objekta i njegovo odvajanje od platforme za štampanje. Da bi se izbegli ovi problemi, koristi se adhezija za osnovnu platformu, koja omogućava da objekat pokrije veću površinu platforme za štampanje i spreči njegovo odvajanje.

Različite opcije pomažu da se poboljša prijanjanje prvog sloja vaše ekstruzije i adhezije na radnu površinu.

Brim dodaje jedan sloj ravne površine oko osnove vašeg modela kako bi se sprečilo uvijanje.

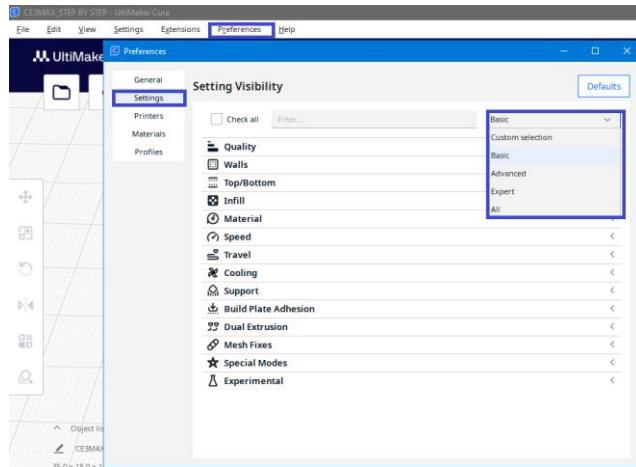
Raft dodaje gustu mrežu ispod modela.

Skirt je linija koja se štampa oko modela, ali nije povezana s njim.



5.8 Napredna podešavanja

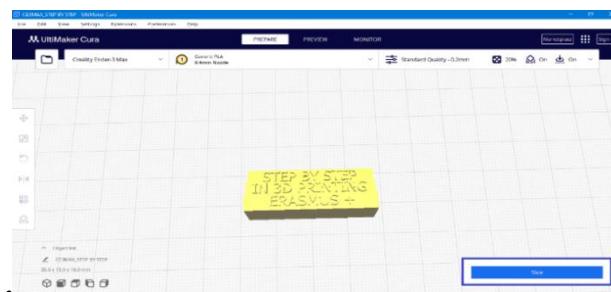
Prethodno pomenuta podešavanja su osnovna. Ako vam trebaju dodatna podešavanja, uvek možete uključiti dodatne opcije.



Da biste aktivirali dodatne opcije, kliknite na "Preferences", zatim izaberite "Settings", i videćete sve dostupne postavke u Curi. Možete odabratи već postojeće profile ili sami konfigurisati odabirom postavki. Nakon što izaberete postavke, one će se pojaviti u podešavanjima štampe.

Sečenje

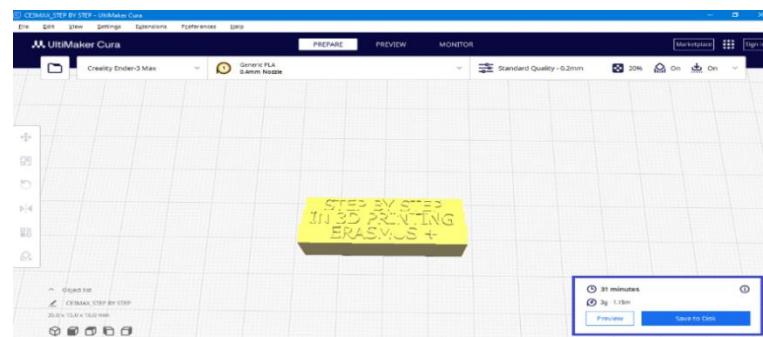
Nakon što ste napravili sve potrebne postavke za vaš model, kliknite na "Slice".



Klikom na "Slice", model se deli na slojeve i spreman je za štampu. Prikazuje vam se vreme štampe i koliko će materijala biti potrošeno tokom štampe. Model se konvertuje u G-code, koji možete sačuvati na svom računaru ili USB disk da biste ga preneli na svoj 3D štampač.

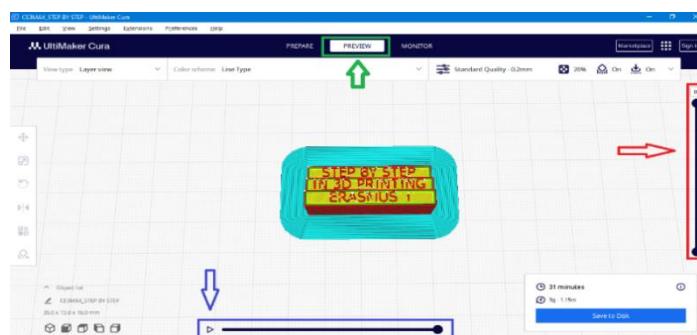
Napomena: Ne možete otvoriti G-code u Cura-i, pa ako želite da sačuvate projekt sa svim izmenama, sačuvajte ga koristeći opciju "Save Project" koja se nalazi u gornjem meniju: File – Save project.

Pre nego što sačuvate G-code iz modela, preporučuje se da pregledate simulaciju štampe kako biste izbegli greške koje se mogu pojaviti tokom podešavanja.



Pregled

Opcija pregleda vam omogućava da vidite simulaciju štampe. Da biste mogli da pregledate izlaz, potrebno je da izvršite sečenje (slice).

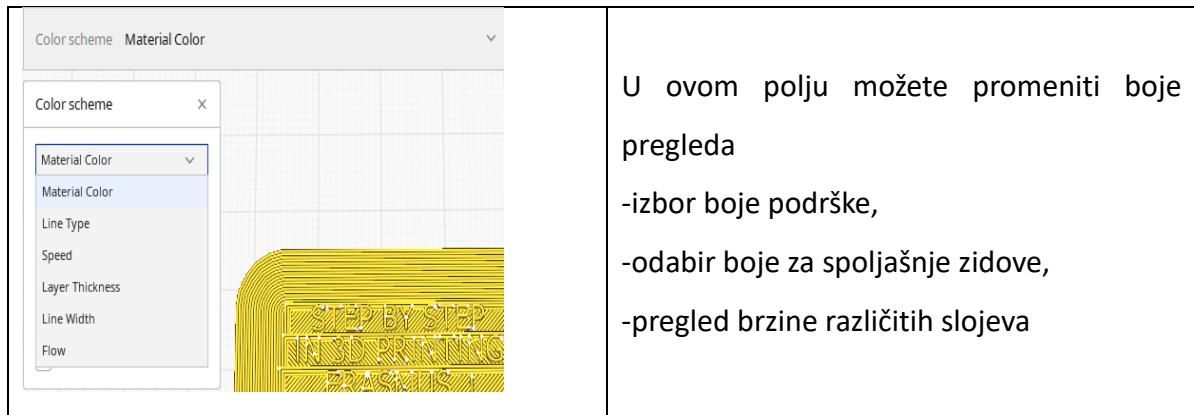


*Na desnoj strani (označenoj crvenom bojom u ovom priručniku) nalazi se skala za svaki sloj štampe, koja vam omogućava da uvek znate koji sloj pregledate.

* Na dnu (označenom plavom bojom u ovom priručniku) nalazi se dugme za reprodukciju koje pokreće pregled (simulaciju).

Uvek možete da se vratite na podešavanja štampe ako želite da prilagodite neke postavke, ali sa svakom izmenom gubite mogućnost pregleda, što znači da morate ponovo kliknuti na "Slice".

Pregled boja



U ovom polju možete promeniti boje pregleda
-izbor boje podrške,
-odabir boje za spoljašnje zidove,
-pregled brzine različitih slojeva

Ako ste zadovoljni rezultatima, možete sačuvati G-code i preneti ga na 3D štampač.

Uživajte u štampi!

Primeri

Primer 1

Prateći priručnik, napravite postavke za model "STAMP":

3D štampač koji koristimo je: Ender 3 Max

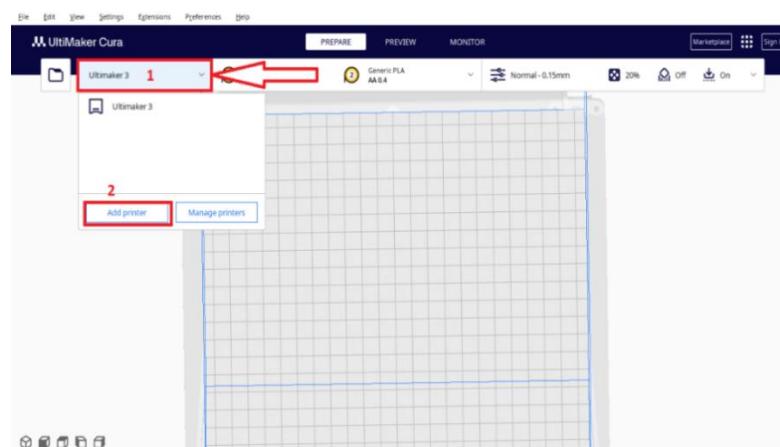
Materijal: PLA 1.75mm

1. Uvezite 3D model.
2. Veličina modela treba da bude 60x40x5 mm.
3. Model ne treba da ima potporu
4. Popunjenoš 20%
5. Napravite model koji će se koristiti kao pečat
6. Sačuvati projekat

Prvo biramo štampač sa kojim ćemo štampati model, u ovom slučaju Creality Ender 3 Max.

"Naš štampač nije na listi, moramo ga dodati pomoću komande 'Dodaj štampač'."

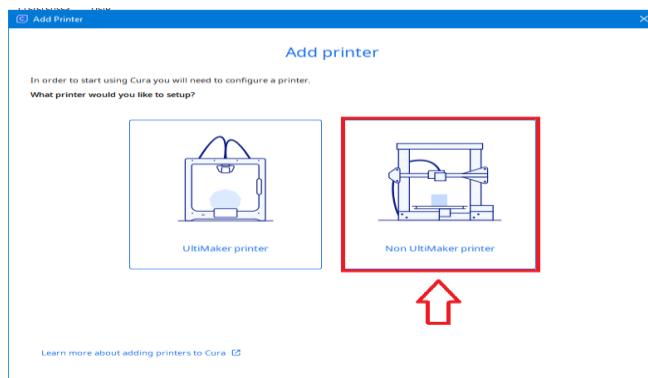
Korak 1



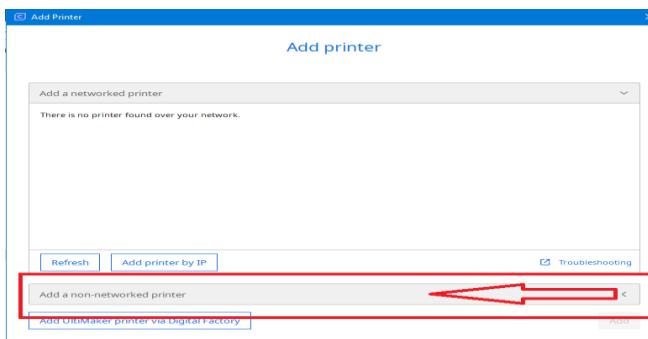
Otvoriće se prozor u kojem moramo odabrati štampač koji nije proizveden od strane Ultimaker-a.

Korak 2

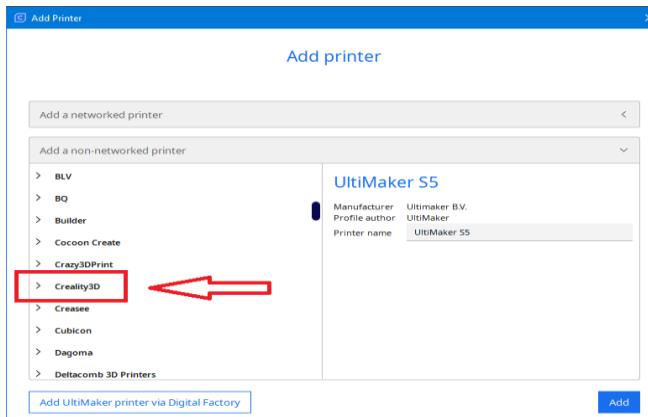
Step by Step in 3D printing



Korak 3

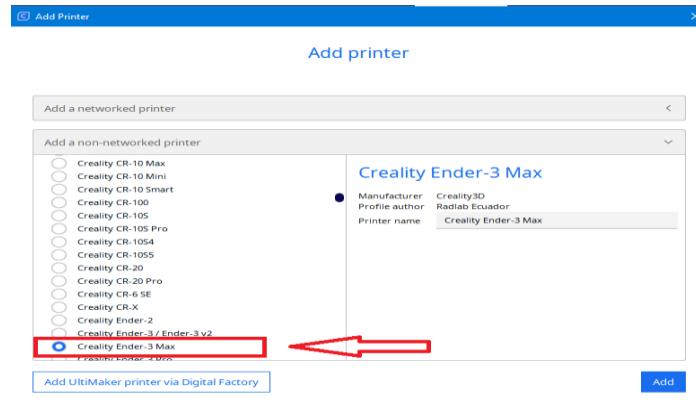


Korak 4

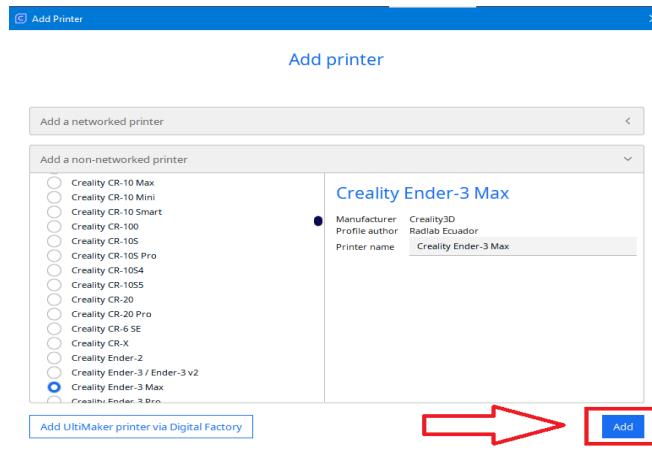


Step by Step in 3D printing

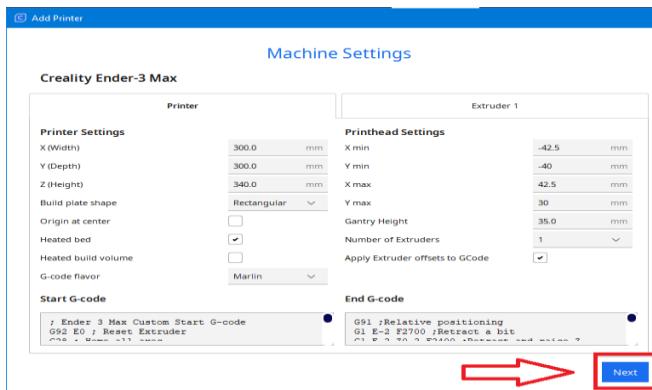
Korak 5



Korak 6



Korak 7

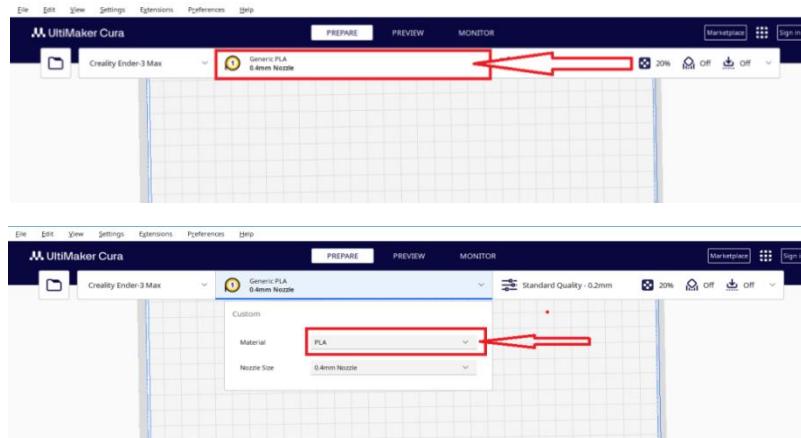


Korak 7 završava selekciju 3D štampača.

Sledeće, treba da izaberemo materijal (PLA) koji ćemo koristiti za štampanje objekta.

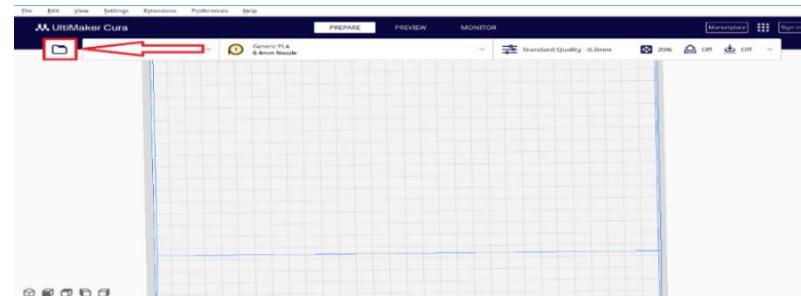
Step by Step in 3D printing

Korak 8

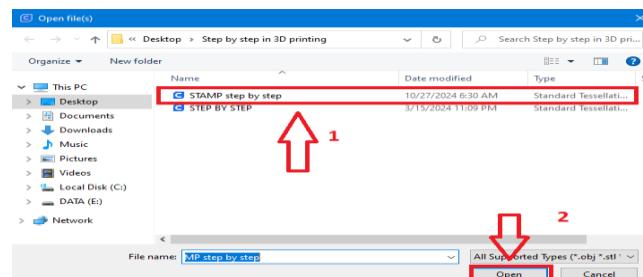


1. Sada možemo da uvezemo model koji želimo da prilagodimo i odštampamo.

Korak 9

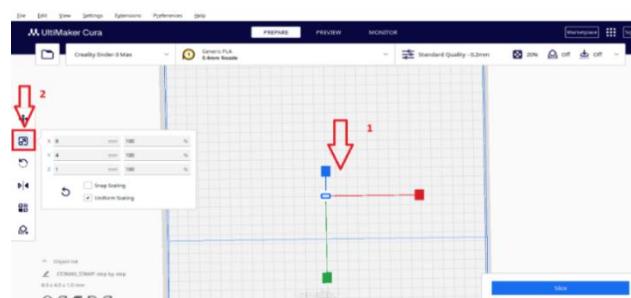


Korak 10



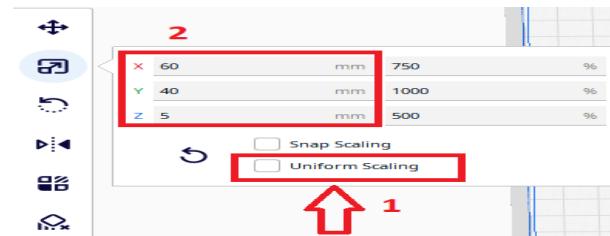
Korak 11- Podešavanje dimenzija objekta 60x40x5mm

Izaberite model i odaberite komandu SCALE.



Korak 12

Isključite uniformno skaliranje i unesite željene dimenzije za x, y i z.

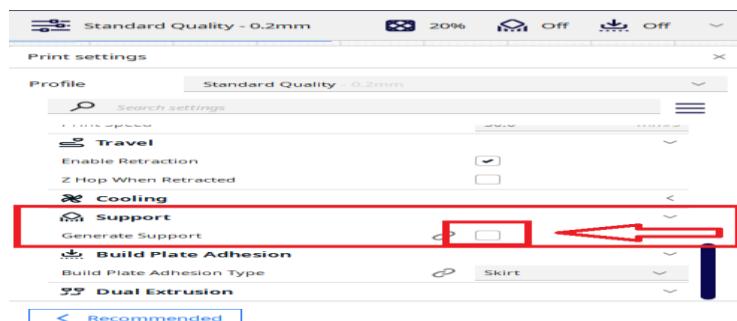


- Isključite opciju za potpor

Korak 13

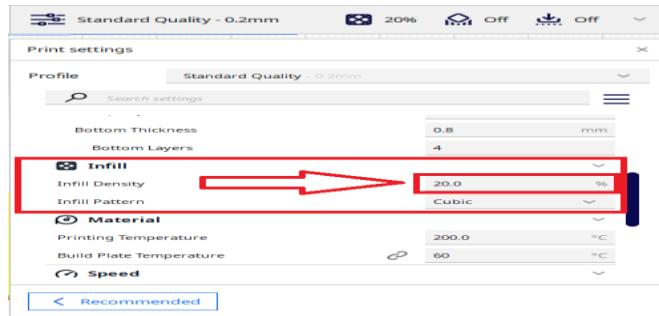


Korak 14



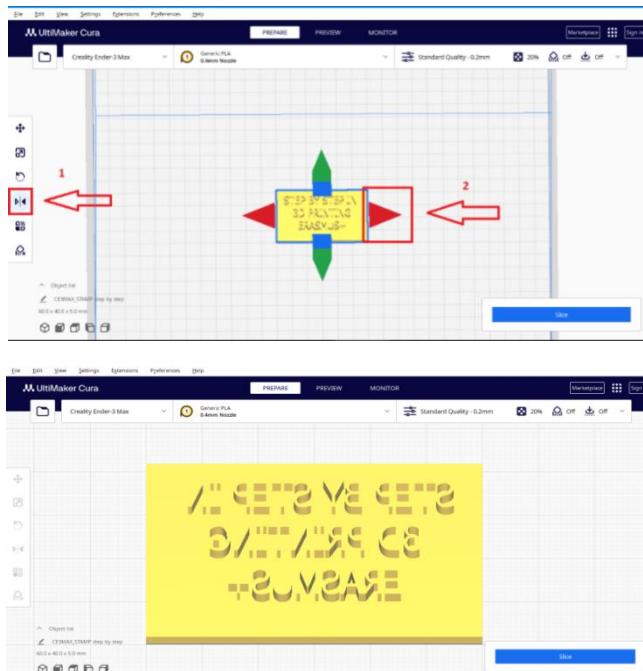
- Popunjavanje modela 20%

Korak 15

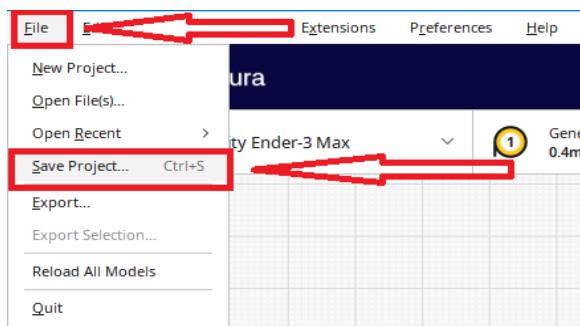


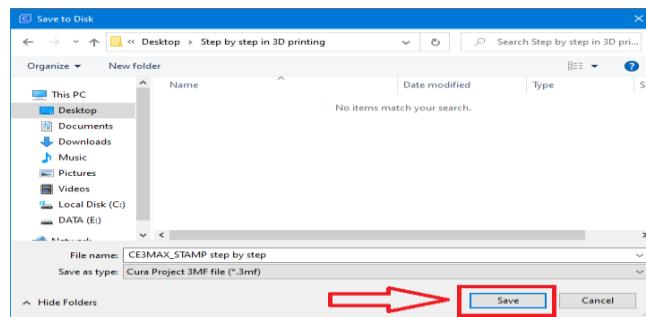
- Pripredite model da bude pogodan za upotrebu kao pečat.

Korak 16



Korak 18- Čuvanje projekta





Primer 2

U skladu sa priručnikom, postavite opcije za model "Slika 1":

3D štampač koji koristimo: Ender 3 Max

Materijal: PLA 1.75mm

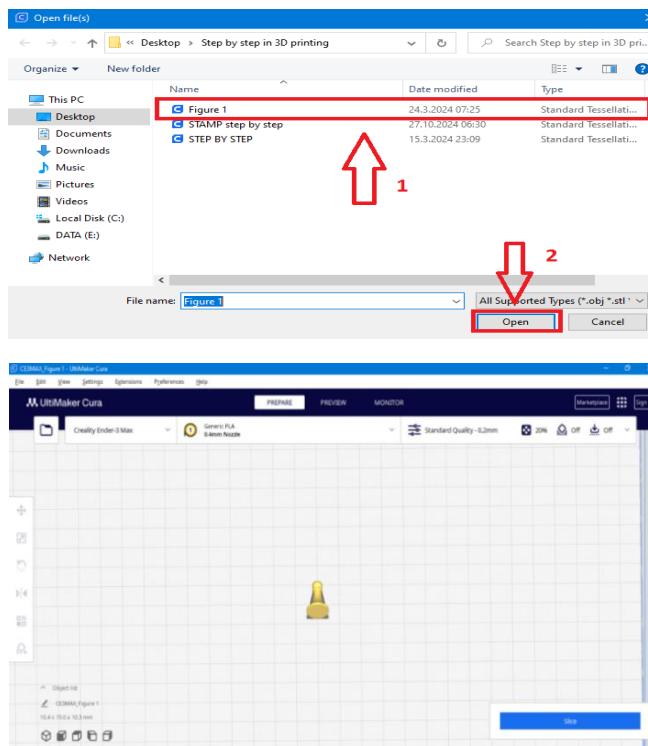
1. Uvezite 3D model.
2. Veličina prve figure treba da bude 10mm širine i 20mm visine.
3. Napravite 4 figure koje će biti raspodeljene na mreži.
4. Premestite figure u donji levi ugao radne površine.
5. Postavite parameter štampe u uslovima gde se ljudi kreću u blizini štampača.
6. Generisati G-kod.

Pošto smo u prethodnom zadatku odabrali isti štampač i materijal, možemo preći na parametre modela.

1. Korak 1- Učitavanje 3D modela



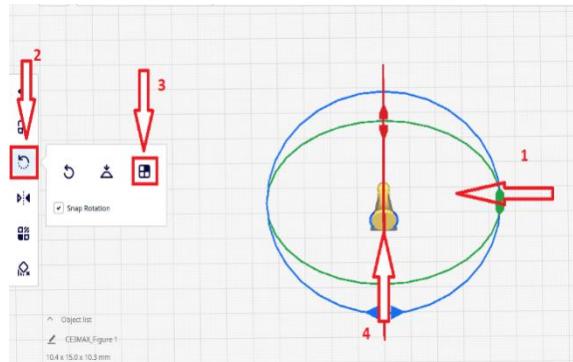
Korak 2



Uvezli smo model, ali vidimo da leži horizontalno; potrebno je da ga uspravimo.

Izaberite model i kliknite na komandu Rotate – izaberite površinu koju želite da poravnate sa radnom platformom, a zatim odaberite donju stranu modela.

Korak 3



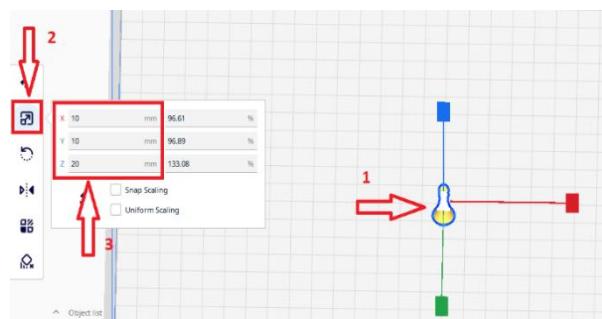


Sad možemo da pređemo na sledeći korak

Korak 4

Veličina figure 1 treba da bude 10mm širine i 20mm visine.

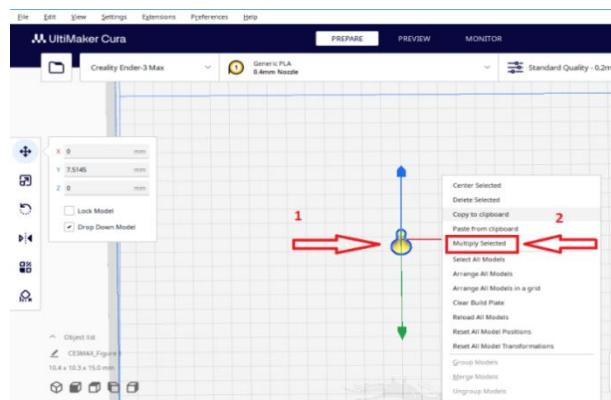
Izaberite model, kliknite na komandu Scale i promenite vrednosti za X, Y i Z.



Korak 5

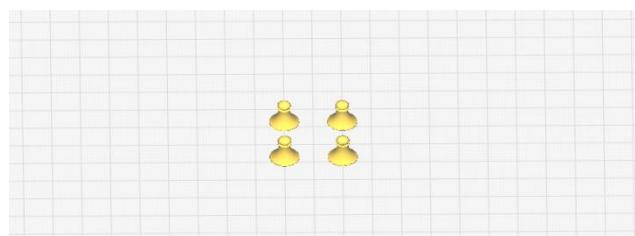
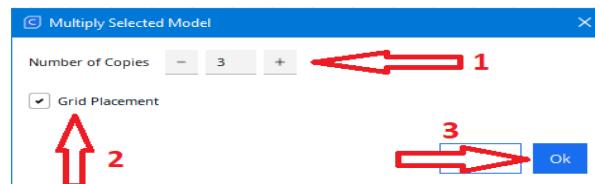
Napravite 4 figure koje će biti raspoređene na mreži.

Desnim klikom na model izaberite komandu "Multiply Selected".



Korak 6

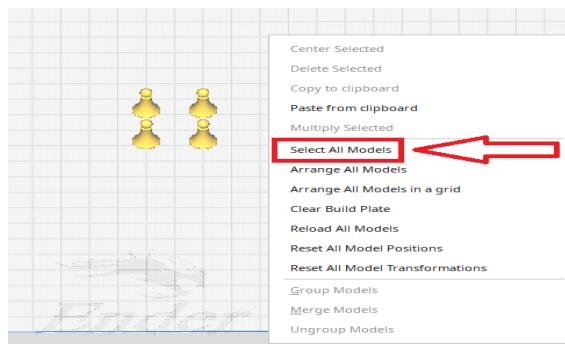
Izaberite broj kopija (u našem slučaju 3), odaberite raspored u mreži i pritisnite OK.



Korak 7

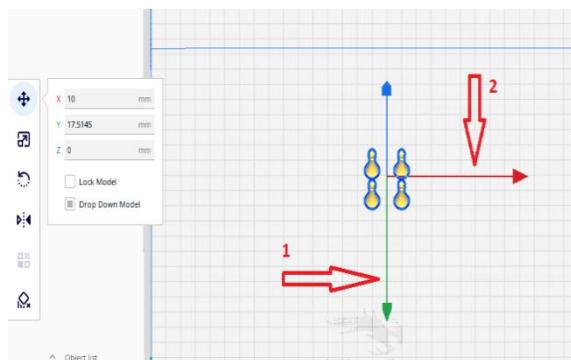
Pomeranje figure u donjem levom ugлу radne površine

Desnim klikom bilo gde na radnoj površini izaberite "Select All Models".



Korak 8

Prvo kliknite na zelenu strelicu i prevucite je prema dole da biste pomerili modele naniže, zatim na crvenu strelicu i prevucite je uлево да бисте померили моделе улево.



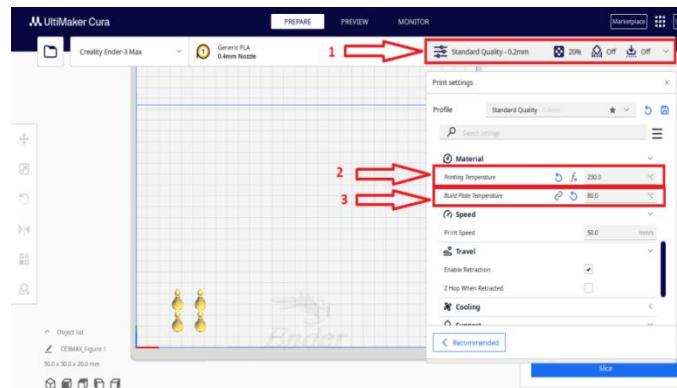


Postavljanje parametara štampe u uslovima gde se ljudi kreću u blizini štampača.

Pošto će se prilikom štampe veći broj ljudi kretati pored štampača, to može stvoriti jači protok vazduha koji može odvojiti objekat sa radne platforme. Da bismo sprečili odvajanje, potrebno je da povećamo temperature štampanja i temperaturu radne platforme, kao i da uključimo build plate adhesion.

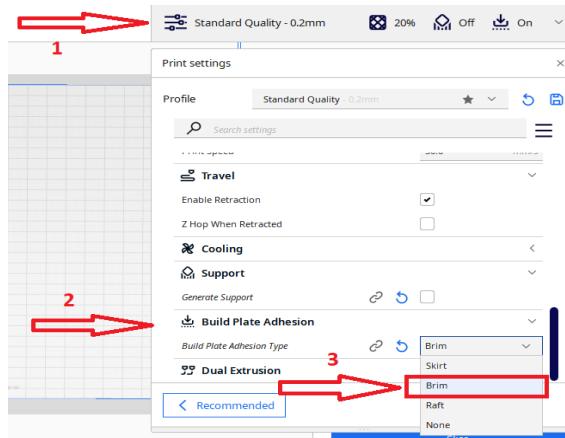
Korak 9

Temperatura štampe: 220°C, temperatura radne platforme: 80°C.



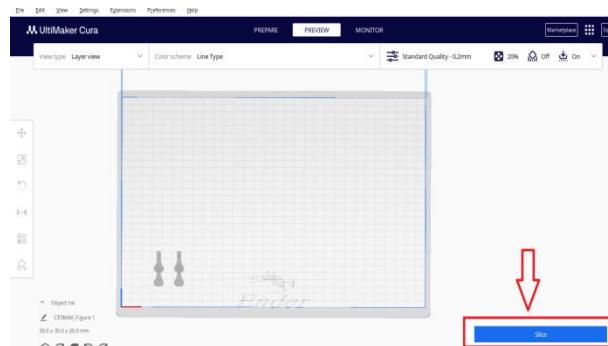
Korak 10

Izaberite opciju Brim u sekciji za prianjanje radne platforme (Build plate adhesion).



Generisanje G-koda

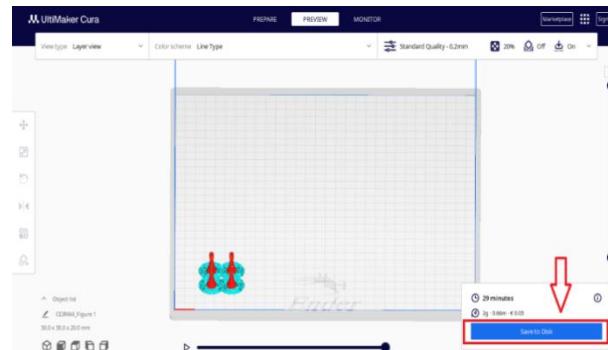
Korak 11

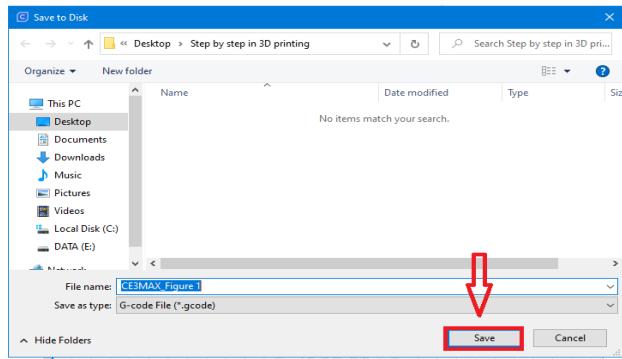


Nakon što završite sva podešavanja, klik na Slice da bi se generisao G-kod

Korak 12

Kliknuti save to Disk i sačuvajte G-Code pod imenom po vašem izboru.





Sada možete uneti G-Code u štampač i započeti štampanje.

Izvori

1. <https://officeplus.gr/3d-ektyposi-ti-einai-pos-leitorgei-ti-mporeis-na-ftiaxeis>
2. <https://www.lovefortechnology.net/2019/02/12-3d.html>
3. <https://www.jtproto.com/el/buyer-guide/what-is-3d-printing/>
4. <https://ndt.uniwa.gr/wp-content/uploads/sites/>
5. <https://fuselab.gr/ti-einai-filament-kai-pos-na-dalexo-to-katallilo/>
6. <https://ieee.cs.uowm.gr/citizenship/2023/09/ti-einai-to-tinkercad/>
7. <https://www.autonomous.gr/lsev-mass-production-3d-printed-electric-car-video/>
8. <https://www.voria.gr/article/i-trisdiastati-ektiposi-anaschediazi-to-mellon-tis-farmakeftikis>
9. <https://3deffect.gr/texni/?v=d692bc40d834>
10. <https://gr.china-3dprinting.com/info/3d-printing-is-disrupting-the-tabletop-game-mi-76334379.html>
11. Applications of 3D printing in the scientific field of medicine: Doumanis Dimitrios, Athens, 2021
12. The application of 3D printing in packaging design and industry: Papachristidis Panagiotis, Patra, 2020.
13. 3D printing in the food industry: Danesis A., Papadopoulos K., Lymnos, 2018
14. 3D Printing: Emphasis on Modern Technologies, Eftychidis, L., Athens. (2021)