

DELTATRON

UPUTE ZA KORIŠTENJE

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. INSTALACIJA SOFTVERA.....	3
2.1. ARDUINO IDE.....	3
2.2. REPETIER-HOST.....	7
2.3. SLIC3R.....	11
3. POKRETANJE I KALIBRACIJA PRINTERA.....	14
3.1. KONTROLA 3D PRINTERA.....	14
3.2. PRVO POKRETANJE 3D PRINTERA.....	17
3.3. KALIBRACIJA 3D PRINTERA.....	20
3.4. KALIBRACIJA Z-SONDE.....	24
4. 3D PRINT.....	27
4.1. OSNOVE 3D PRINTANJA.....	27
4.2. OSNOVNE POSTAVKE 3D PRINTA.....	32
5. ZAKLJUČAK.....	36



Ove Upute licencirane su pod [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#), 2016 Mikrotron d.o.o.

1. Uvod

Napomena:

Ukoliko imate problem koji nije obrađen u sklopu ovih Uputa, pokušajte rješenje pronaći na internetu, najčešći problemi vrlo su dobro obrađeni i brzo je moguće naći i riješiti problem. Naravno, uvijek nam se možete obratiti za pomoć putem email-a shop@diykits.eu, trudimo se čim prije detaljno odgovoriti na sve tehničke upite.

Nakon što ste sastavili 3D printer, potrebno je izvršiti instalaciju potrebnog softvera na računalo, upload firmware-a i osnovnu kalibraciju printera – svi ovi koraci potkriveni su u ovim uputama, uključujući i dodatne informacije potrebne za osnovno korištenje instaliranog softvera i rješavanje problema (troubleshooting). Sav softver na kojem se baziraju upute besplatan je za korištenje, a ukoliko postoje alternative, navedene su u sklopu pojedinog poglavlja.

2 1. Uvod

Sve datoteke koje će Vam biti potrebne nalaze se na Deltatronovom *Github* repozitoriju na adresi <https://github.com/mikrotron-zg/deltatron>, gdje možete preuzeti .zip datoteku i raspakirati je. U repozitoriju se nalazi:

- **Marlin** – u ovom direktoriju nalazi se firmware Deltatrona
- **conf** – konfiguracijske datoteke (npr. za Slic3r)
- **doc** – u ovom direktoriju nalazi se dokumentacija, kao što su npr. ove upute ili *Upute za sastavljanje*
- **model** – modeli svih 3D printanih dijelova Deltatrona

Ovaj repozitorij redovito održavamo i dodajemo u njega sve novosti, ispravke i izmjene, pa možete povremeno provjeriti ima li kakvih novosti.

The screenshot shows the GitHub repository page for 'mikrotron-zg / deltatron'. At the top, it displays basic repository statistics: 7 commits, 1 branch, 0 releases, 2 contributors, and a license of GPL-3.0. Below this, there's a list of files and their descriptions:

Name	Description
preks1	Final version of Assembly Manual HR
Marlin	Updates to configuration and support print plate
doc	Final version of Assembly Manual HR
model	Temporary fix for plate 04 (support)
README.md	Readme changes
license.txt	Create license.txt

On the right side, there are options to 'Clone with SSH' or 'Use HTTPS', a copy link button, and download buttons for 'Open in Desktop' or 'Download ZIP'. Below the file list, there's a section titled 'deltatron' with a note about the repository being a Kossel Mini RepRap 3D Printer variant and including all 3D printable parts, Marlin firmware ready for upload, and assembly manual.

2. INSTALACIJA SOFTVERA

2.1. ARDUINO IDE

Arduino IDE (Arduino Software) osnovni je softverski alat za pisanje koda i njegov upload na Arduino kompatibilne pločice - biti će nam potreban za izmjene u firmwatu-u Deltatrona, kao i za upload na pločicu.

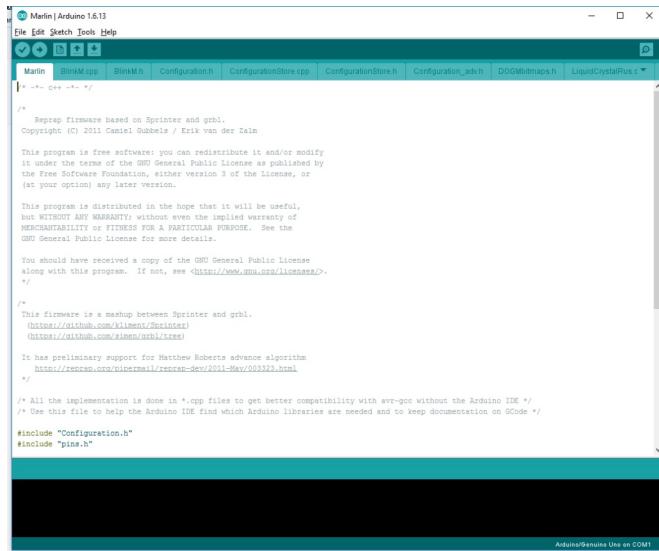
Aplikaciju je moguće preuzeti na adresi <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>, postoje verzije za Windows, Mac OS X i Linux, koje je sve moguće preuzeti na navedenoj adresi - preuzmite verziju za svoj operativni sustav i instalirajte je na računalo. Arduino IDE je open source softver i besplatan je za korištenje, ali prije preuzimanja pitati će Vas želite li donirati za razvoj - niste obavezni napraviti donaciju, možete kliknuti na 'Just download' i preuzeti instalacijsku datoteku (naravno, ukoliko želite, uvijek možete donirati nekoliko dolara).

Napomena:

U sklopu instalacije Arduino IDE-a na Windowsu, instaliraju se i driveri neophodni za prepoznavanje Arduino pločica, ukoliko priključite Deltatron putem USB kabela prije instalacije Arduino IDE-a, printer neće biti prepoznat - ni u kojem slučaju nemojte pokretati automatsku instalaciju drivera koju Vam nude Windowsi, odspojite printer i prvo instalirajte Arduino IDE.

Instalaciju izvršite sa uključenim svim opcijama (bez instaliranih USB drivera na Windows operativnom sustavu, nećete moći napraviti upload firmware-a). Ukoliko još niste, preuzmite zip datoteku s kompletним sadržajem Git-

hub repozitorija i raspakirajte je. Deltatron koristi jednu od verzija najčešće korištenog firmware-a na 3D printerima pod nazivom **Marlin**. Tako se zove i direktorij u kojem se nalazi Deltatronov firmware – otvorite ga i pronađite datoteku koja se zove *Marlin.ino* te ju otvorite u Arduino IDE-u ili direktno dvoklikom na datoteku.



```

/*
  RepRap firmware based on Sprinter and grbl.
  Copyright (C) 2011 Camiel Gubbels / Erik van der Tals

  This program is free software: you can redistribute it and/or modify
  it under the terms of the GNU General Public License as published by
  the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
  (at your option) any later version.

  This program is distributed in the hope that it will be useful,
  but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
  MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
  GNU General Public License for more details.

  You should have received a copy of the GNU General Public License
  along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.

*/

/*
  This firmware is a mashup between Sprinter and grbl.
  (https://github.com/klemen7/grblplus)
  (https://github.com/klemen7/sprint)

  It has preliminary support for Matthew Roberts advance algorithm
  http://reprap.org/reprapmail/reprap-dev/2011-May/003323.html
 */

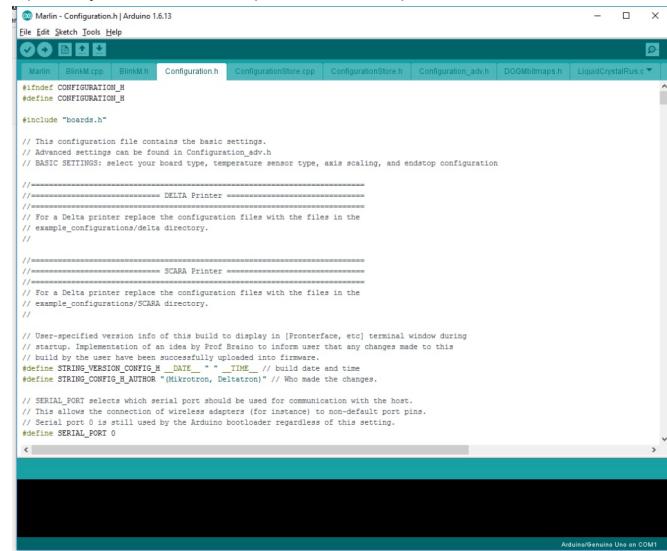
/* All the implementation is done in .cpp files to get better compatibility with avr-gcc without the Arduino IDE */
/* Use this file to help the Arduino IDE find which Arduino libraries are needed and to keep documentation on GCode */

#include "Configuration.h"
#include "pins.h"

Arduino/Serious Use on COM1

```

Vidjet ćete da ste zapravo otvorili sve datoteke koje čine firmware, a njihove nazine možete vidjeti na tabovima unutar Arduino IDE-a. Sve promjene koje će biti potrebno napraviti, biti će u datoteci *Configuration.h* – **ostale datoteke nemojte mijenjati!** Kliknite na tab s nazivom ove datoteke kako bi ste vidjeli njezin sadržaj, u njoj su spremljene sve bitne postavke 3D printera.



```

#define CONFIGURATION_R
#define CONFIGURATION_H

#include "Boards.h"

// This configuration file contains the basic settings.
// Advanced settings can be found in Configuration_adv.h
// BASIC SETTINGS: select your board type, temperature sensor type, axis scaling, and endstop configuration

//=====
//===== DELTA Printer =====
//=====
// For a Delta printer replace the configuration files with the files in the
// example_configurations/delta directory.
// 

//=====
//===== SCARA Printer =====
//=====
// For a Delta printer replace the configuration files with the files in the
// example_configurations/SCARA directory.
// 

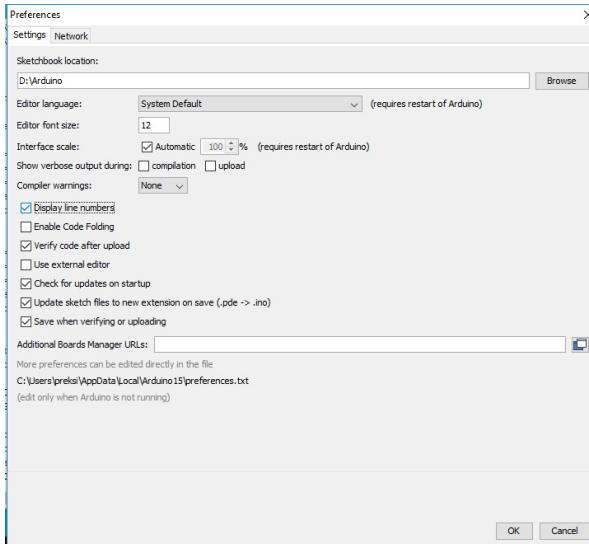
// User-specified version info of this build to display in [Frontinterface, etc] terminal window during
// startup. Implementation of an idea by Fred Brano to inform user that any changes made to this
// build by the user have been successfully uploaded into firmware.
#define STRING_VERSION_CONFIG_H_DATE_ " " _TIME_ // build date and time
#define STRING_CONFIG_H_AUTHOR "Mikrotron, Deltatron" // Who made the changes.

// SERIAL_PORT selects which serial port should be used for communication with the host.
// This allows the connection of wireless adapters (for instance) to non-default port pins.
// Serial port 0 is still used by the Arduino bootloader regardless of this setting.
#define STRING_SERIAL_PORT 0

Arduino/Serious Use on COM1

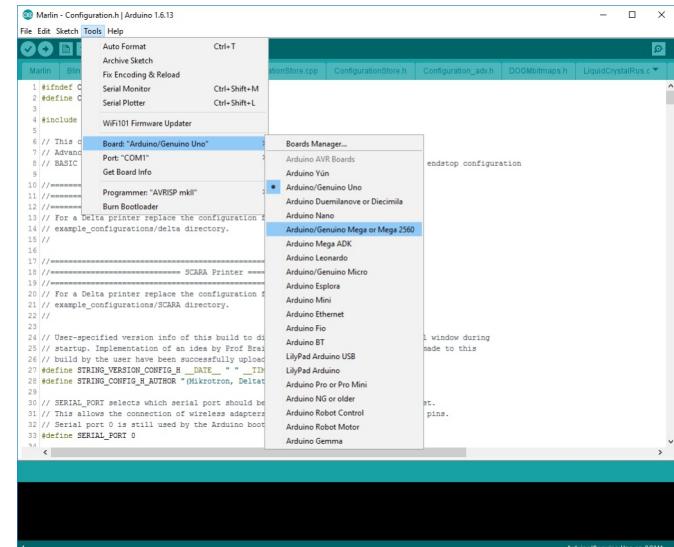
```

Kako biste lakše pratili upute, prije nego nastavite s radom u Arduino IDE-u, potrebno je da uključite prikaz broja redaka – na meniju aplikacije izaberite *File->Preferences* i pod tabom *Settings* stavite kvačicu uz stavku *Display line numbers*.

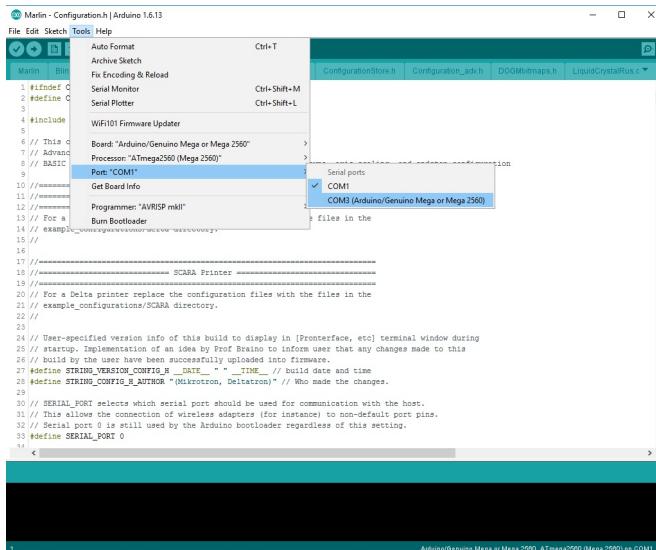


Sada je potrebno isprobati radi li upload firmware-a pa priključite Deltatron USB kabelom na računalo (nije potrebno uključiti Deltatron u struju, za potrebe uploada fir-

mware-a dovoljno je napajanje putem priključenog USB kabела). Primjetite da u donjem desnom kutu prozora Arduino IDE-a piše "Arduino/Genuino UNO on COM1". Ovo je pretpostavljena vrijednost kod prvog pokretanja programa koju ćete morati promijeniti pošto je Deltatron baziran na pločici Arduino MEGA 2560. Na meniju izaberite *Tools->Board*: "Arduino/Genuino UNO" i iz podmenija izaberite **Arduino/Genuino Mega or Mega 2560**. Zatim na meniju

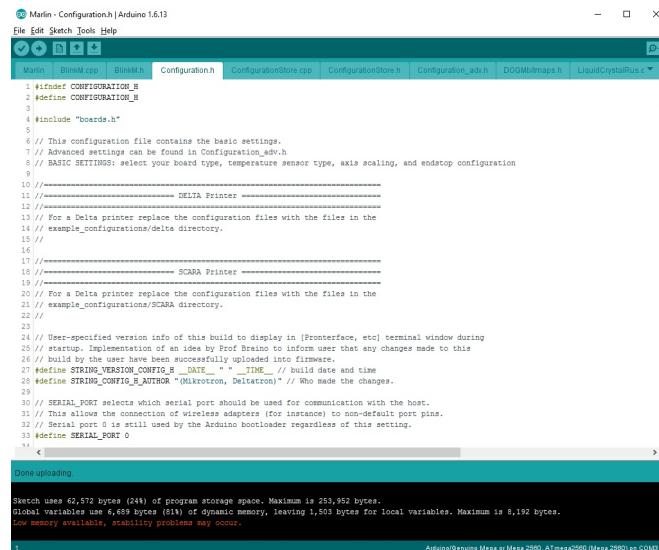


Tools->Port:"COM1" iz podmenija izaberite port uz koji piše Arduino/Genuino Mega or Mega 2560 (ime porta ne mora odgovarati onome sa slike, operativni sustav dodjeljuje ime kao što je COM5 itsl. prilikom priključenja uređaja na USB ulaz).



Upload firmware-a pokreće se klikom na ikonu sa strelicom usmjerenom nadesno, izborom stavke s menija Sketch->Upload ili kombinacijom ***Ctrl+U*** na tipkovnici. Na

statusnoj traci će se pojaviti natpisi *Compiling*, pa *Uploading* i na kraju *Done uploading*. Ukoliko se pojavi zadnji natpis, znači da ste uspješno uploadali firmware na Deltatron, u suprotnom će na statusnoj traci i u prozoru ispod nje biti ispisane poruke o grešci – kopiranje sadržaja ovog



prozora u Google najčešće će Vam dati rješenje problema, uglavnom se radi o nekompatibilnoj verziji neke od Ardu-

ino biblioteka što se lako može riješiti. Primjetite da će i slučaju uspješnog uploada u ovom prozoru biti ispisana poruka "*Low memory available, stability problems may occur.*" - ovo samo znači da delta printeri zbog svoje kompleksnosti rade blizu ruba mogućnosti ovog mikrokontrolera, ali ne morate se brinuti zbog toga jer, bez obzira na ovu poruku, svi delta 3D printeri pouzdano rade.

Sada je došao i trenutak da pokrenete Deltatron, za što će Vam biti potreban neki od programa za kontrolu 3D printerja. U ovim uputama objasniti ćemo osnove rada s programom *Repetier Host*, ali moguće je korištenje i bilo kojeg drugog programa iste namjene, kao što je *Cura* ili *Printrun*.

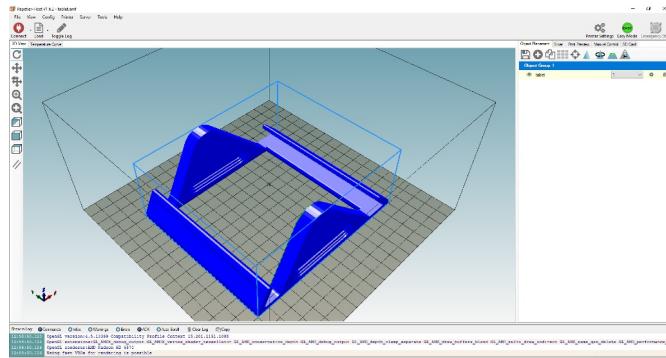
2.2. REPETIER-HOST

Za upravljanje i ispis na 3D printeru koriste se posebni programi (tzv. *host*), u ovome poglavlju opisati ćemo korištenje programa **Repetier-Host**, jednog od najboljih besplatnih programa ove vrste. Program možete preuzeti na adresi <https://www.repetier.com/download-now/>.

Instalirajte preuzeti program na svoje računalo s opcijama koje su uključene po *defaultu* (na taj način instalirati ćete dva najpopularnija *slicera* kao i "server" komponentu koja omogućuje 3D printanje bez potrebe za pokretanjem glavnog programa), pričekajte da instalacijska procedura preuzme s interneta dodatne komponente i završi instalaciju glavnog programa i servera. Na kraju instalacije, uko-

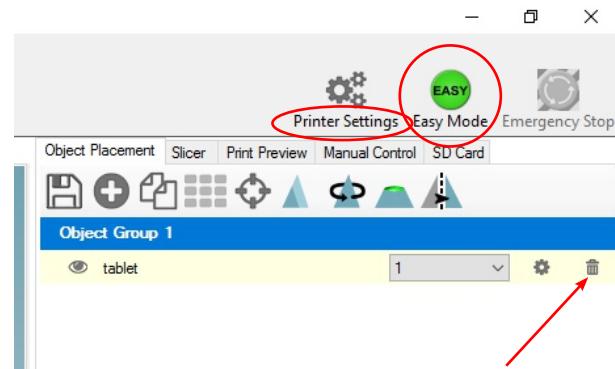
liko ste ostavili uključenu instalaciju serverske komponente, otvoriti će se u Vašem internet pregledniku web stranica za upravljanje serverom. Ovaj server pokrenut je lokalno na Vašem računalu i nalazi se na adresi <http://localhost:3344/#/dashboard>, možete ga dodati kao bookmark kako bi kasnije lakše došli do ove stranice, ali za sada ju možete zatvoriti.

Nakon završetka instalacije pokrenite *Repetier-Host* i ukoliko je sve u redu, otvoriti će se prozor programa s učitanim modelom *tablet.amf*. Ovaj model možete za sada ukloniti klikom na ikonicu u obliku kante za smeće koja se nalazi uz ime modela u desnom panelu. Također, možete isključiti tzv. *Easy Mode* klikom na ikonu koja se nalazi



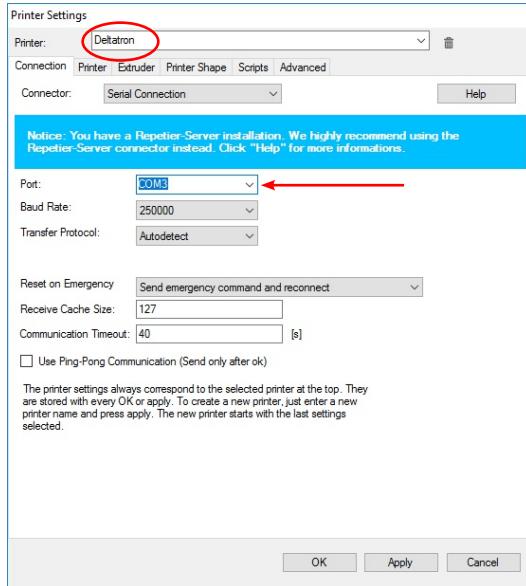
Deltatron - upute za korištenje v.1.0

krajnje desno na alatnoj traci (primjetite da su se pojavile dodatne ikone na alatnoj traci).



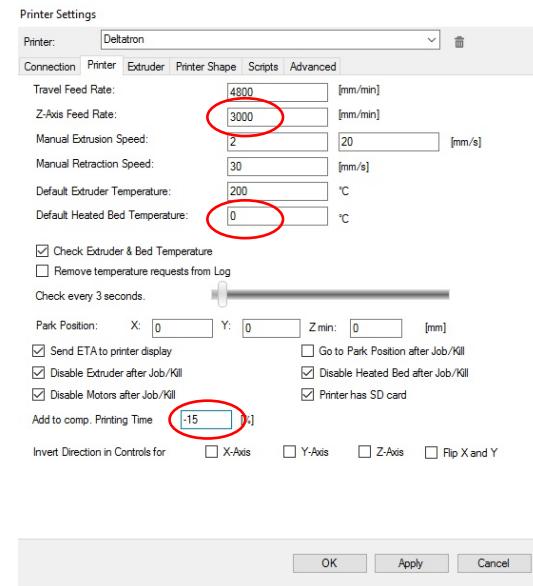
Prvi korak u korištenju 3D printera je da dodamo njegove postavke. Ukoliko Deltatron nije spojen USB kabelom na računalo, spojite ga prije nastavka, sam printer i dalje nije nužno uključiti na njegovom prekidaču, ali biti će potrebno za isprobavanje rada i kalibraciju printera pa ga možete već sada i uključiti. Kako bi dodali postavke za Deltatron, kliknite na ikonu *Printer Settings* na alatnoj traci (nalazi se odmah do ikone *Easy Mode*).

U prozoru koji se otvorio, postavke printer-a organizirane su u logične grupe, svaka u svom tab-u. Na vrhu se nalazi polje u koje možete upisati proizvoljno ime printer-a, ali možete ga ostaviti i na ponuđenom imenu *default*. Ukoliko ste instalirali i serversku komponentu *Repetier-Hosta*, prikazati će Vam se i napomena s preporukom korištenja serverskog konektora, ali za sada tu napomenu zanemarite.



Na prvom otvorenom tab-u *Connection*, potrebno je iz padajuće liste izabrati samo port na koji je printer priključen – to je onaj isti *COM* koji ste koristili iz *Arduino IDE-a* pa ga izaberite i ovdje. Sve ostale postavke ostavite na ponuđenim vrijednostima (ovo vrijedi i za preostale tabove, postavke koje se ne spominju, ostavite kakve jesu).

Prijedite na tab *Printer*, te upište slijedeće vrijednosti:



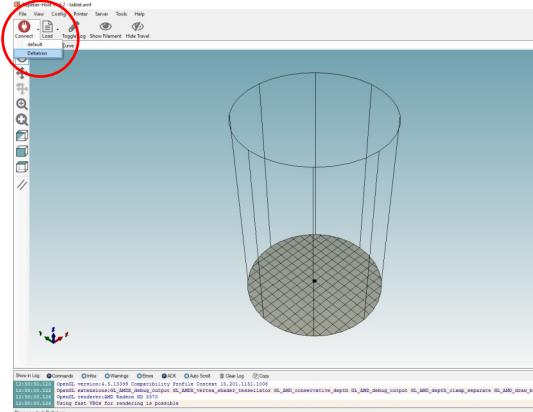
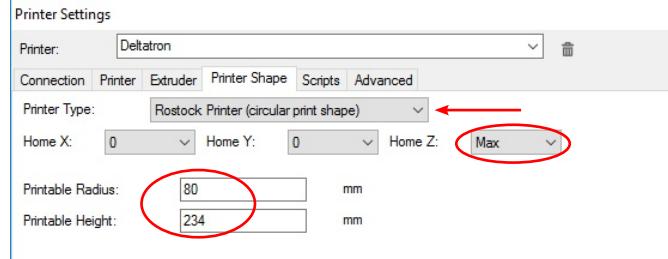
- Z-Axis Feed Rate: **3000**
 - Default Heated Bed Temperature: **0**
 - Add to comp. Printing Time: **-15**

Na tab-u *Extruder* ne morate ništa mijenjati ukoliko koristite osnovnu Deltatron konfiguraciju s 0.4/1.75 mm hotend-om. U slučaju da koristite neki drugi hotend (ili se u toku kalibracije pokaže potrebnim), promijenite vrijednost *Diameter* u skladu s korištenim hotend-om.

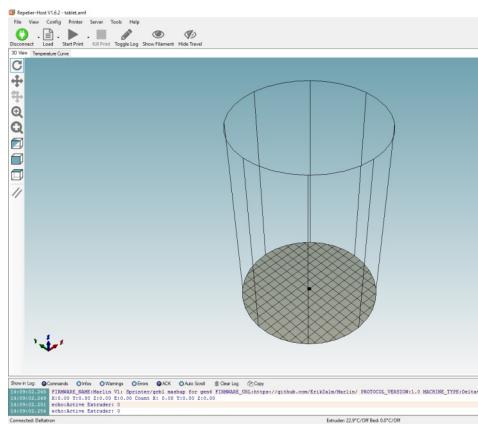
Na tab-u *Printer Shape* prvo pod stavkom *Printer Type* iz padajuće liste odaberite *Rostock Printer (circular printer shape)*. Nakon toga, biti će prikazane samo stavke relevantne za delta 3D printer, te upišite slijedeće vrijednosti:

- Home X: **0**
 - Home Y: **0**
 - Home Z: **Max**
 - Printable Radius: **80**
 - Printable Height: **234**

Na ostalim tab-ovima (*Scripts* i *Advanced*) nemojte ništa mijenjati te klikom na OK spremite promjene. Sada se promjenio i prikaz područja printanja, a pod ikonom *Connect* na alatnoj traci dobili ste i Vaš printer (ukoliko ste osavili ime *default*, onda je to jedina stavka) te sada kliknite



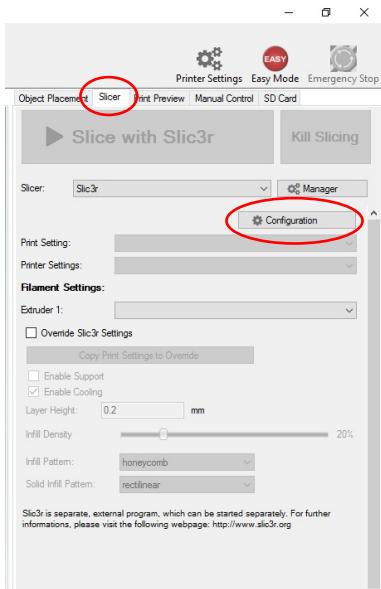
na ime printerja i u donjem *Log* prozoru trebale bi biti ispisane postavke Deltatrona, a ikona *Connect* promjenila je boju u zeleno. Ukoliko se to nije dogodilo, pročitajte poruke u *Log* prozoru, one vrlo dobro opisuju zbog čega je točno došlo do greške – nakon što ispravite navedenu grešku, pokušajte ponovno spojiti printer.



Idući korak je prvo pokretanje i kalibracija Deltatrona što će biti objašnjeno u 3. poglavlju, za sada je ostalo još učitati postavke u Slic3r, a pošto se ovaj postupak izvodi unutar Repetier-Hosta, biti će objašnjeno u idućem poglavlju.

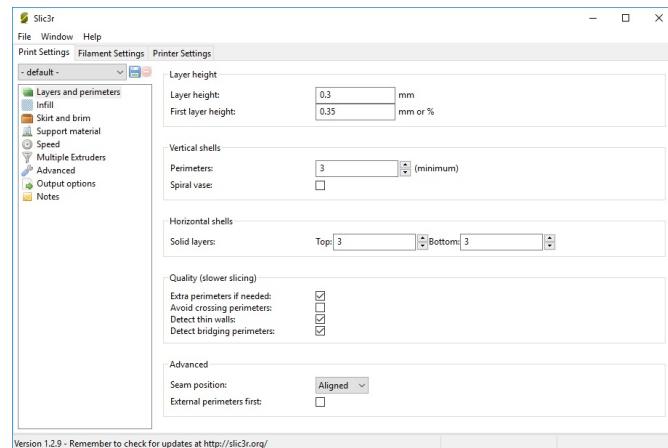
2.3. SLIC3R

Prije ispisa na 3D printeru, 3D modeli moraju biti obrađeni od strane posebnog programa, a ta vrsta programa naziva se *slicer*. U sklopu instalacije Repetier-Hosta instalirna su dva takva programa, *Slic3r* i *Cura engine*, a ukoliko ste izabrali dodatnu opciju instaliran je i *Skeinforge*. *Cura engine* zapravo je sastavni dio programa *Cura*, koji je pandan Repetier-Hostu, dok je *Slic3r* samostalni program u kojem je također moguće izvršiti pripremu modela za print kao i u Repetier-Hostu. *Slic3r* je preferirani *slicer* u Repetier-Hostu i mi ćemo ga opisati i koristiti u ovim uputama.

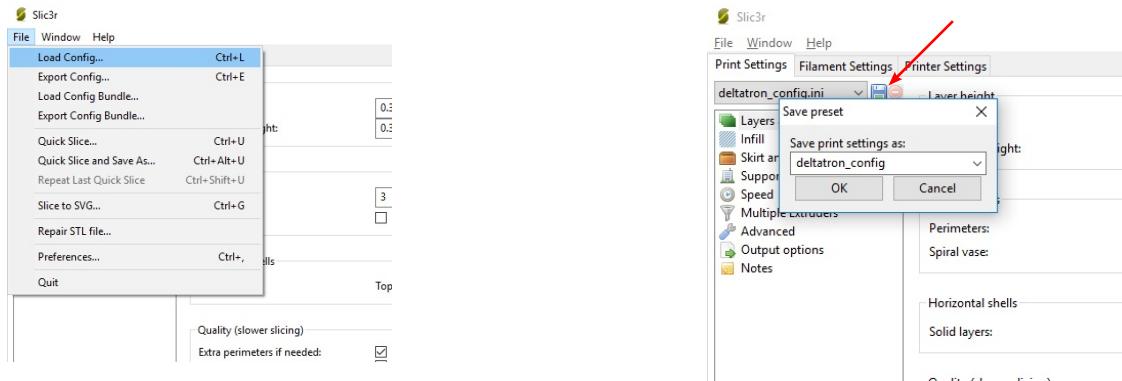


Ako u panelu na desnoj strani Repetier-Hosta izaberete tab *Slicer*, vidjet ćete da je *Slic3r* već odabran kao *defaultni slicer*. Kliknite na gumb *Configuration* i pokrenuti će se *Slic3r* (budite strpljivi, pokretanje traje nekoliko sekundi). Prilikom prvog pokretanja, *Slic3r* automatski pokreće svoj *Configuration Wizard*, ali mi ga nećemo koristiti pa ga ugasite klikom na *Cancel*.

Sada će pred Vama ostati otvoren konfiguracijski prozor *Slic3ra*, koji ima izuzetno veliku količinu opcija, ali mi ćemo postavke za Deltatron uvesti iz konfiguracijske datoteke (većina opcija u *Slic3ru* već je postavljena na najčešće korištene vrijednosti, a kasnije u ovim uputama opisati ćemo najbitnije opcije te kako njihove promjene utječu na rezultat 3D ispisa).



Na programskom meniju izaberite *File->Load Config...* ili pritisnite na tipkovnici kombinaciju *Ctrl+L* i otvoriti će se



standardni sistemski dijalog za izbor datoteke na disku. Pronađite direktorij u koji ste raspakirali sadržaj Deltatronovog Github reponitorija i iz poddirektorija *config* učitajte datoteku ***deltatron_config.ini***. Nakon što kliknete na *Open*, učitati će se postavke za Deltatron.

U padajućem izborniku, pisati će sada *deltatron_config.ini*, umjesto dosadašnjeg natpisa "- default -". Učitane postavke potrebno je spremiti klikom za Save ikonicu koja se nalazi odmah do padajuće liste i upisati ime spremljenih postavki u dijalušu koji će se pojaviti. *Slic3r* će ponuditi ime *deltatron_config*, ali dovoljno je da skratite ime na *deltatron*. Naravno, možete upisati bilo koje drugo ime koje Vam odgovara.

Ovo je potrebno ponoviti i na druga dva tab-a, *Filament Settings* i *Printer Settings*. Nazivi koje upisujete mogu biti isti na sva tri ova tab-a, pa ćemo mi u ovim uputama koristiti naziv *deltatron* za sve tri grupe postavki koje *Slic3r* sprema.

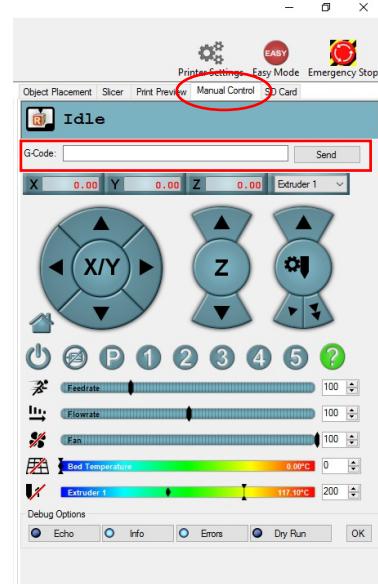
Na kraju možete ugasiti *Slic3r*, bilo putem menija *File->Quit* ili klikom na križić. Ako sada ponovno kliknete na *Configuration* u *Repetier-Hostu*, vidjeti ćete da je *Slic3r* ovaj put učitao postavke pod imenom koje ste izabrali.

3. POKRETANJE I KALIBRACIJA PRINTERA

3.1. KONTROLA 3D PRINTERA

Kako bi mogli uspješno pokrenuti i testirati Deltatron, potrebno se upoznati s osnovama kontrole 3D printer-a, kao i sa koordinatnim sustavom Deltatrona.

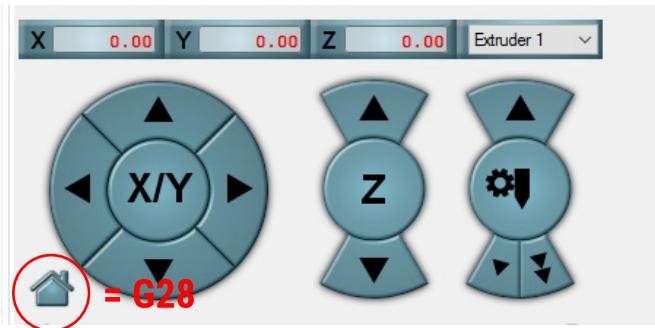
3D printer kontrolira se slanjem G-Coda s računalom na 3D printer – ovaj posao obavljaju tzv. *hostovi*, u našem slučaju to je *Repetier-Host*. Ukoliko u panelu s desne strane sučelja *Repetier-Hosta* izaberete tab *Manual Control*, dobiti ćete grafičko sučelje za upravljanje 3D printerom.



Primjetite da postoje kontrole za različite parametre 3D printer-a, kao i za pomicanje glave printer-a. Na samome vrhu nalazi se tekstualno polje naziva *G-Code* i do njega dugme *Send*. Ovo polje omogućuje nam direktni unos G-Coda i njegovo slanje 3D printeru – na ovaj način imamo punu kontrolu nad 3D printerom i nismo ograničeni samo na dio mogućnosti grafičkog sučelja.

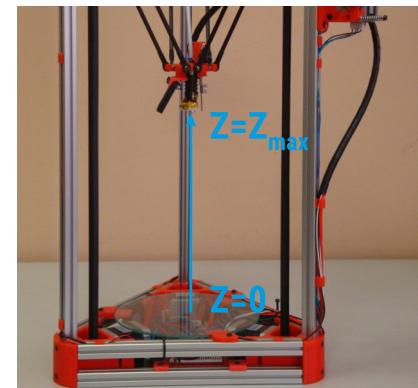
Što je zapravo **G-Code**? [Wikipedia](#) kaže da je to programski jezik za kontrolu strojeva upravljenih pomoću računala. Sam jezik puno je stariji od 3D printerera (nastao je na sveučilištu MIT sredinom 50-ih godina 20. stoljeća) i koristi se najčešće na CNC strojevima i strojevima za rezanje raznih materijala. Ime je dobio po tome što velika većina naredbi započinje slovom G, npr. 'G28' je naredba koja stroj dovodi u 'nulti' položaj, tzv. *home*. 3D printeri koriste ograničeni skup naredbi G-Coda, a pregled najčešće korištenih naredbi možete pronaći u *Dodatku A* ovih Uputa.

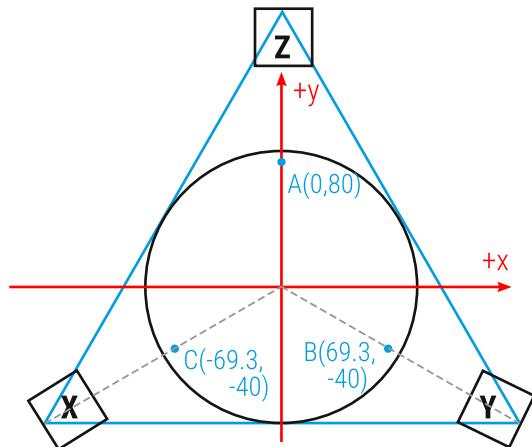
Na tabu *Manual Control* u *Repetier-Hostu* ispod polja za unos G-Coda ispisuju se koordinate trenutnog položaja glave printerera (označene su crvenom bojom prije dovođe-



nja glave u nulti položaj, pošto prije toga nije poznata pozicija glave), a ispod njih nalaze se tipke sa strelicama za pomicanje glave printerera u smjeru osi x, y i z, za kontrolu rada ekstruderu, kao i tipka u obliku kućice koja služi za dovođenje glave 3D printerera u nulti položaj, tj. ona printeru šalje prije spomenutu naredbu 'G28'.

Kako bi mogli koristiti ove tipke (ili sami unositi G-Code, što ćemo često i činiti), moramo definirati koordinatni sustav 3D printerera. Os z prilično je jednostavna, nula joj se nalazi u središtu podloge za printanje (u slučaju Deltatrona to je kružna staklena ploča), na samoj njezinoj površini, a pozitivan smjer je usmjeren vertikalno prema gore – kada je glava u nultom položaju, vrijednost z je maksimalna (vidi postavke printerera u poglavlju 2.2.).





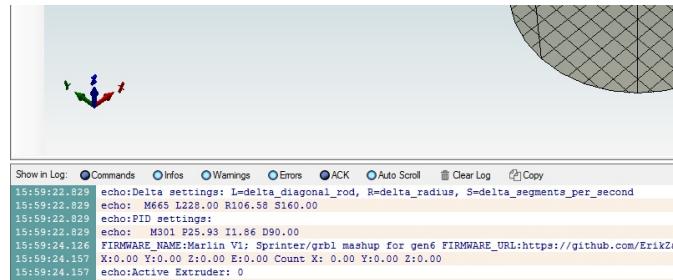
U Uputama za sastavljanje koristili smo označke motora – x, y i z uz napomenu da one nemaju veze sa stvarnim koordinatnim sustavom 3D printera. Sada ćemo iskoristiti te iste označke motora kako bi definirali osi x i y koordinatnog sustava 3D printera. Na slici su označeni motori te je prikazan koordinatni sustav printera. Sjedište osi nalazi se u sredini područja printanja, tj. u središtu trokuta definiranog vertikalnim nosačima Deltatrona. Pozitivan smjer osi y usmjeren je prema motoru Z, a pozitivan smjer osi x usmjeren je na desno kada gledamo tlocrt Deltatrona odozgo.

Na crtežu su označene i točke A, B i C koje će nam biti potrebne za testiranje printera, u zagradi se nalaze koordinate x i y, tj. zapis A(0, 80) znači da točka A ima koordinate x=0 i y=80. Mjerne jedinice koordinatnog sustava 3D printera su milimetri.

3.2. PRVO POKRETANJE 3D PRINTERA

Pri prvom pokretanju 3D printera potrebno je biti vrlo oprezan jer bilo koja greška prilikom sastavljanja printer-a ili spajanja elektronike može u ovome trenutku uzrokovati štetu. Budite spremni na čim bržu reakciju, tj. isključivanje printer-a jer time ćete umanjiti mogućnost nastanka štete. Dobra je praksa držati prst na prekidaču 3D printer-a kako bi mogli čim brže reagirati.

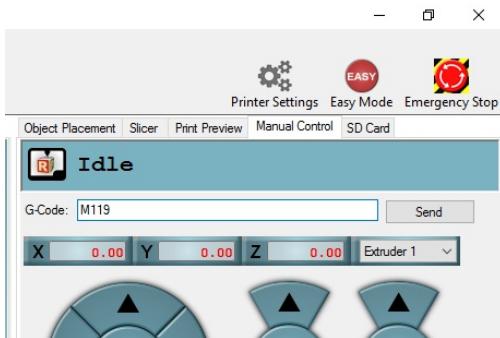
Prije nego pokrenemo Deltatron, potrebno je provjeriti rade li ispravno kritični dijelovi sustava – endstopovi i motori. Uključite Deltatron, spojite ga USB kabelom na računalo, pokrenite *Repetier-Host* i spojite se s printerom. Provjerite ispis log-a u dnu prozora (ukoliko nije uključen,



uključite prikaz log-a pritiskom na dugme *Toggle Log* na alatnoj traci), ukoliko se ovdje pojavljuju greške, zatvorite aplikaciju, isključite printer i odspojite USB kabel te ponovno krenite iz početka. Ako se greške i dalje pojavljuju, pokušajte ponovno napraviti upload firmware-a kako je opisano u [poglavlju 2.1](#).

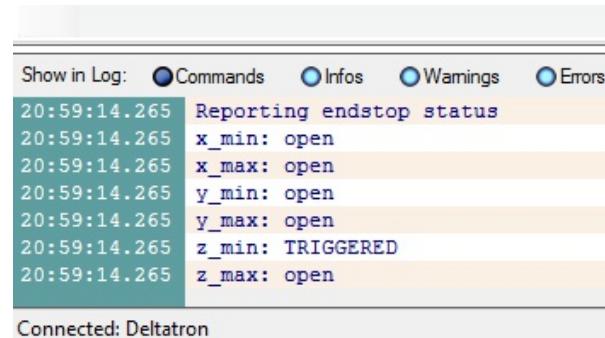
VAŽNO!

Kada manualno pomijećete vertikalna kolica ili provlačite filament kroz ekstruder, nemojte smetnuti s uma da su elektromotori koje rukom pokrećete u tome slučaju zapravo generatori električne energije te ih nemojte prebrzo pomicati kako nastala struja ne bi uništila elektroniku na koju su elektromotori spojeni. Ovo vrijedi čak i u slučaju kada je printer isključen!



Prvo ćemo provjeriti funkcionalnost endstopova, provjerite jesu li sva troja vertikalna kolica na printeru odmaknuta od endstopova na vrhu printer-a i ukoliko nisu, odmaknite ih kako ne bi pritisnula polugu endstopa. Također, provjerite da li je z-sonda u gornjem (parkirnom) položaju, tj. da njen endstop također ne bude pritisnut. Sada u tab-u *Manual Control* u polje *G-Code* upišite naredbu **M119** (naredba koja očitava trenutni status svih endstopova) i pritisnite *Send*. U log prozoru sada bi trebao biti isписан status svih endstopova – nas zanima status endstopova označenih kao *x_max*, *y_max* i *z_max*, ovo su endstopovi koji su vezani uz motore kojima smo u *Uputama za sastavljanje* dodijelili oznake X, Y i Z te bi svi trebali imati status **open**. Također, zanima nas i status endstopa

z-sonde, on je označen kao *z_min* i trebao bi imati status **TRIGGERED**. Endstopovi označeni kao *x_min* i *y_min* nisu ugrađeni i oni bi uvjek trebali imati status **open**.



Ukoliko je status endstopova različit od navedenog, provjerite jesu li svi endstopovi ispravno spojeni – ukoliko samo jedan endstop pokazuje krivu vrijednost, pokušajte ga na RAMPS pločici zamjeniti s endstopom koji pokazuje ispravnu vrijednost i ponovno im očitajte status. Ako je sada na prethodno ispravnom endstopu krivo očitanje, nešto nije u redu s kontaktima endstopa pa ih provjerite. Endstop z-sonde nemojte zamjenjivati s ostalim endstopovima pošto on radi na drugačijem principu, kao što je i vidljivo iz inicijalnog statusa endstopa.

Ako su prethodni statusi endstopova u redu, sada ih sve uključite na način da oslobođuite z-sondu kako bi pritisnula endstop, a sva vertikalna kolica dovedite u krajnju gornju poziciju tako da pritišću polugu endstopa (prilikom pritiskanja mora se čuti 'klik' mikroprekidača). Ponovno očitajte status endstopova i provjerite u log prozoru jesu li sada očitanja zamjenjena – tamo gdje je prethodno bilo *open* sada treba biti *TRIGGERED* i obrnuto. Ukoliko to nije slučaj ponovno provjerite problematične endstopove. **Deltatron ne smijete pokrenuti prije nego sva očitanja endstopova budu ispravna u oba slučaja** (kada su pritisnuti i kada nisu).

```

Show in Log: Commands Infos Warnings Errors
21:00:30.999 Reporting endstop status
21:00:30.999 x_min: open
21:00:30.999 x_max: TRIGGERED
21:00:30.999 y_min: open
21:00:30.999 y_max: TRIGGERED
21:00:30.999 z_min: open
21:00:30.999 z_max: TRIGGERED
Connected: Deltatron
  
```

Sada je došlo vrijeme da isprobate rad stepper motora – vertikalna kolica na sve tri vertikale postavite 2-3 centi-

metra ispod endstopova i na tab-u *Manual Control* kliknite na dugme sa simbolom kućice (alternativno, u G-Code polje upišite **G28** i kliknite na *Send*). Sva vertikalna kolica trebala bi krenuti prema gore, pritisnuti mikroprekidač endstopa, vratiti se malo unatrag pa ga ponovno pritisnuti i ostati u tome položaju. Budite spremni brzo ugasiti Deltatron ukoliko se dogodi bilo što neočekivano. Ukoliko su vertikalna kolica (jedna ili više njih) krenula prema dolje, provjerite kako ste spojili motore na RAMPS pločicu, vjerojatno ste konektore okrenuli za 180 stupnjeva pa ih pravilno ukopčajte. Ako je sve prošlo u redu, prijeđite na kalibraciju printerja.

```

502
503 //Manual homing switch location
504 // For deltabots this means to
505 #define MANUAL_X_HOME_POS 0
506 #define MANUAL_Y_HOME_POS 0
507 #define MANUAL_Z_HOME_POS 234
508

```

Ova udaljenost definirana je u *Configuration.h* datoteci *Marlin* firmware-a u liniji 507 (*MANUAL_Z_HOME_POS*) i po defaultu za Deltatron iznosi 234 mm. Za početak, kada se glava printer-a nalazi u nultom položaju (nakon naredbe **G28**), izmjerite otprilike ovu udaljenost u centimetrima, ako ste se držali okvirnih vrijednosti iz uputa za sastavljanje, dobiti ćete vrijednost u rasponu od 22-24 cm. Sada iz *Repetier-Hosta* pošaljite sljedeći G-Code (varijabla F označava brzinu kretanja u mm/min, koristimo relativno sporo kretanje kako bi izbjegli oštećenja u slučaju neočekivanih pomaka):

G1 Z150 F2000

Nakon što se glava printer-a zaustavi, provjerite odgovara li ugrubo udaljenost glave od podloge za printanje zadanoj vrijednosti (15 cm), uvećanoj ili umanjenoj za potencno odstupanje (npr. ako je udaljenost glave u nultom

3.3. KALIBRACIJA 3D PRINTERA

Deltatron nije potrebno kalibrirati u pravom smislu te riječi, pošto se prije svakog printa izvodi autokalibracija glave printer-a u odnosu na podlogu za printanje, ali potrebno je zadovoljiti određene uvijete kako bi autokalibracija čim bolje funkcijirala. Prvi od tih uvijeta je da udaljenost glave printer-a od podloge za printanje kada se glava nalazi u nultom (home) položaju, bude barem približno točna.

položaju bila oko 22 cm, sada bi trebala biti oko 14 cm). Ako je odstupanje položaja glave veliko (5 cm i više) pokušajte ponoviti postupak, počevši sa naredbom **G28**. Ukoliko ponovno dobivate veliko odstupanje, potrebno je provjeriti parametre iz kojih se računa pomak (korak) po osima printer-a. Ovi parametri nalaze se također u datoteci *Configuration.h* u linijama 516-519.

```

508 |
509 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
510 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
511 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
512 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
513 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
514 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
515 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
516 #define XYZ_FULL_STEPS_PER_ROTATION 200
517 #define XYZ_MICROSTEPS 16
518 #define XYZ_BELT_PITCH 2
519 #define XYZ_FULLY_TEETH 16
520 #define XYZ_STEPS (XYZ_FULL_STEPS_PER_ROTATION * XYZ_M
521
522 #define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT (XYZ_STEPS, XYZ_
523 #define DEFAULT_MAX_FEEDRATE (200, 200, 200,
524 #define DEFAULT_MAX_ACCELERATION (9000,9000,9000,
...

```

Prva vrijednost odnosi se na broj koraka stepper (koračnog) motora potrebnih da se os motora okreće za 360° , a koja se može izračunati iz tehničkih specifikacija motora u kojima se navodi kut koji odgovara jednom korku – najčešće vrijednosti su 1.8° (200 koraka za puni krug) i 0.9° (400 koraka za puni krug). Provjerite odgovara li ova vrijednost motorima koje koristite. Iduća vrijednost odnosi se na broj mikrokoraka na koji se dijeli pojedini korak motora, a regulira je *jumperima* koji se nalaze na RAMPS plo-

čici, ispod *drivera* koračnih motora. Više o načinu na koji se određuje broj mikrokoraka pročitajte na [wiki stranici](#) RAMPS-a. Iduća vrijednost odnosi se na korak remena i odgovara broju u oznaci korištenog remena (za GT2 remen to je 2, za GT2.5 to je 2.5 itd). Posljednja vrijednost odnosi se na broj zuba na koloturniku koji se nalazi na motoru – Deltatron koristi koloturnik sa 16 zuba, ukoliko koristite neki drugi koloturnik (npr. s 20 zuba) morate mijenjiti ovu vrijednost.

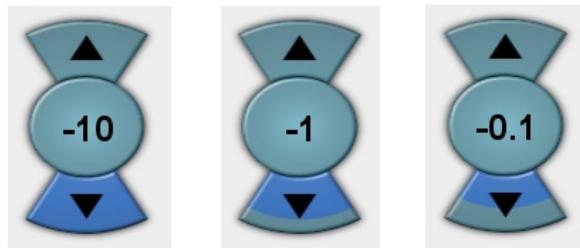
Naravno ukoliko mijenjate vrijednosti u *Configuration.h* datoteci potrebno je ponovno uploadati firmware. Pri tome nemojte zaboraviti da u *Repetier-Hostu* prekinete vezu s 3D printerom prije uploada, u suprotnome upload neće uspijeti i dobiti ćete poruku o grešci.

Idući korak je da spustite glavu printer-a do same podloge za printanje. Ovo je potrebno izvesti u koracima kako ne bi došlo do oštećenja 3D printer-a zbog sudara glave s podlogom. Zbog toga prvo spustite glavu na neku sigurnu udaljenost (npr. 5 cm) slanjem slijedećeg G-Coda:

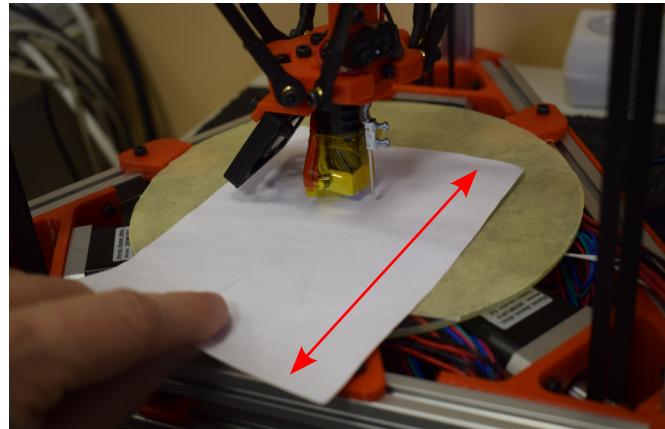
G1 Z50 F2000

Sada možete početi koristiti strelice za manualno pokretanje glave – primjetite da se vrijednost u središtu kru-

ga mijenja kako pomičete strelicu miša iznad same strelice što omogućuje da samim mjestom na kojem ćete kliknuti odredite za koliko (milimetara) će se pomaknuti glava printer-a. Na ovaj način spustite glavu printer-a za 10 mm i vizualno provjerite koliko još možete spuštaći glavu printer-a. Kada procjenite da je korak od 10 mm prevelik, smanjite korak na 1 mm i nastavite spuštaći glavu i provjeravati koliko još imate prostora za spuštanje.



Kada se glava spusti na 1-2 mm iznad podloge, uzmete komad papira (npr iz malenog bloka), stavite ga između glave printer-a i podloge za printanje, te spuštajte glavu korakom od 0.1 mm. Nakon svakog spuštanja provjerite možete li pomicati papir naprijed natrag. Kada osjetite otpor pomicanju papira prestanite spuštaći glavu printer-a, ukoliko je otpor toliki da papir ne možete pomaknuti od sebe,



podignite glavu za 0.1 mm. Može se dogoditi da glavu nećete moći spustiti toliko nisko da dođe do podloge – to znači da ste glavu od nulte pozicije spustili za 234 mm i firmware ne dozvoljava daljnje spuštanje glave (početna udaljenost glave u tom slučaju je veća od 234 mm). Ako ste glavu uspjeli spustiti do podloge, u *Repetier-Hostu* pročitajte vrijednost z koordinate i zapišite ju s negativnim predznakom, npr. -2.4). U suprotnom, potrebno je izmjeriti koliko se glava nalazi iznad podloge – upotrijebite blok papirića (npr Post-It ili sličan) i isprobajte koliko najviše papira možete ugurati između glave i podloge, a zatim ih izvucite i izmjerite debljinu. Pošto ova metoda nije najpre-

ciznja, najbolje je da sada u firmware-u promijenite vrijednost MANUAL_Z_HOME_POS tako da ju povećate za vrijednost koju ste izmjerili (zaokruženu na više u mm) te za dodatnih 5 mm (npr. za izmjereni 3.5 mm dodajte $4+5=9$ mm, $234+9=243$ je nova vrijednost koju upisujete u firmware). Naravno, sada je potrebno napraviti upload firmware-a i ponoviti postupak od početka.

Ovaj postupak izveli smo u ishodištu koordinatnog sustava, ali ono što nas najviše zanima su ove vrijednosti čim bliže vertikalnim osima printer-a – to su točke A, B i C iz [prethodnog poglavlja](#). Iz ovih vrijednosti doznati ćemo koliko se međusobno razlikuju visine na kojima smo postavili endstopove na vertikalnim osima Deltatrona. Poželjno je da su te vrijednosti čim bliže jedna drugoj, tj. unutar par milimetara, pošto same endstopove nije moguće montirati s točnošću većom od ± 1 mm.

Prije ponavljanja postupka na svakoj od ovih točaka potrebno je dovesti glavu u nulti položaj, a zatim ju spustiti na sigurnu udaljenost (50 mm) iznad točke. Za točku A šaljemo slijedeći G-Code (primjetite da smo vrijednost 'X0' mogli izostaviti i dobili bi isti rezultat):

G1 X0 Y80 Z50 F2000

i zatim ponavljamo proceduru spuštanja glave kako je opisano za ishodište i na kraju zapišemo vrijednost sa suprotnim predznakom, npr. '-3.1' ako je z 3.1, odnosno '+1.2' ako je glava ostala iznad podloge (možete koristiti trik s blokom papira za mjerjenje). Postupak ponovimo i za točke B i C:

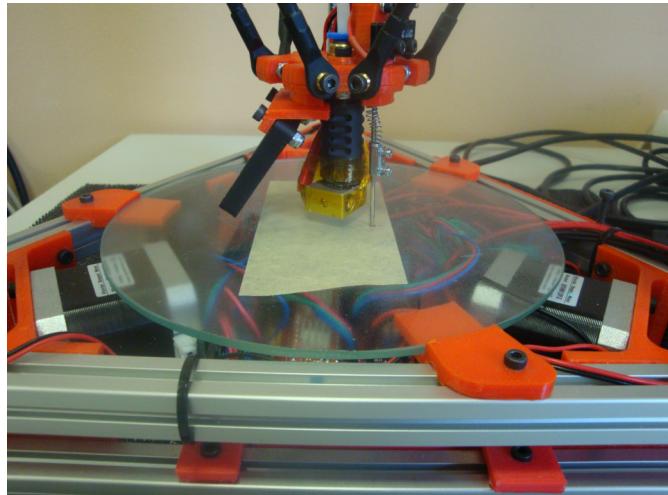
G1 X69.3 Y-40 Z50 F2000

G1 X-69.3 Y-40 Z50 F2000

Primjetite da se vrijednosti koordinata pišu bez razmaka u odnosu na oznaku osi i da je predznak koordinate obavezan samo ako se radi o minusu. Nakon što dobijete rezultate na sve tri pozicije, ukoliko postoje odstupanja veća od 2-3 mm korigirajte poziciju jednog endstopa kako bi smanjili međusobne razlike (npr. A=-1.8 B=-3.2 C=-4.5 – u ovom slučaju pokušajte endstop kod točke C pomaknuti naniže za cca 2 mm kako bi dobili vrijednost između -2 i -3) i zatim ponovite cijelu proceduru. Na kraju, korigirajte vrijednost MANUAL_Z_HOME_POS u datoteci *Configuration.h* tako da odgovara najvećoj udaljenosti između nultog položaja glave i podloge, odnosno od trenutne vrijednosti varijable oduzmite najmanju vrijednost (u navedenom slučaju to je '-1.8' u točki A) i ponovno napravite upload firmware-a.

3.4. KALIBRACIJA Z-SONDE

Završni korak u kalibraciji Deltatrona je kalibracija z-sonde koju printer koristi za autokalibraciju prije svakog printa. Za kalibraciju z-sonde moramo odrediti njen položaj u odnosu na glavu 3D printera i položaj vijka za pospremanje z-sonde nakon autokalibracije (to je vijak M3x20 koji ste montirali na donji okvir printera cca 70 mm od kutnog elementa u zadnjem koraku sastavljanja printera). Ove parametre unosimo u datoteku *Configuration.h* u linijama 451-453 i 464-466.



Za početak, na sredinu podloge za printanje nalijepite komad zaštitne krep (pik) trake – možete njome pokriti cijelo staklo ukoliko ćete koristiti ovu traku na podlozi za printanje (više o ovoj traci i ostalim mogućnostima pročitajte u poglavlju o 3D printu). Zatim oslobođite z-sondu tako da vrh imbusa z-sonde pomaknete ulijevo dok imbus ne klizne na mikroprekidač. Dovedite glavu printera u null položaj (G28) i spustite glavu na par centimetara iznad podloge:

G1 Z30 F3000

Sada slično kao i u prethodnom poglavlju spuštajte polagano glavu printera, ali samo do trenutka kada z-sonda dotakne podlogu za printanje. Naredbom **M119** provjerite status endstopa označenog kao *z_min* – ukoliko je njegov status **open**, spustite glavu za 0.1 mm i ponovno provjerite status. U trenutku kada se status promjeni u **TRIGGERED** zapišite vrijednost Z koordinate glave printera (npr. 5.3). Označite olovkom na traci poziciju sonde i zatim podignite sondu u gornji ('parkirni') položaj i vratite glavu printera u nulti položaj te ju spustite na par milimetara iznad podloge za printanje:

G1 Z3 F3000

Korištenjem strelica za pomicanje glave printera u *Repetier-Hostu* dovedite vrh glave printera iznad oznake na traci (pri tome ne trebate biti pretjerano preciznii) i zapišite X i Y koordinatu. Sada usporedite vrijednosti koje ste zapisali s linijama 451-453 u datoteci *Configuration.h* (na slici su prikazane defaultne vrijednosti iz Github repozitorija). Ukoliko se vrijednosti koje ste dobili razlikuju od postojećih, a to je vrlo vjerojatno slučaj, promijenite ih i napravite upload firmware-a.

```

449
450 // these are the offsets to the probe relative to the extruder tip (Hotend - Probe)
451 #define X_PROBE_OFFSET_FROM_EXTRUDER 14.0
452 #define Y_PROBE_OFFSET_FROM_EXTRUDER -7.0
453 #define Z_PROBE_OFFSET_FROM_EXTRUDER -3.6 // Increase this if the first layer is too
454
455 #define Z_RAISE_BEFORE_HOMING 4           // (in mm) Raise Z before homing (G28) for Probe
456                                         // Be sure you have this distance over your Z_M
457
458 #define XY_TRAVEL_SPEED 8000          // X and Y axis travel speed between probes, in
459
460 #define Z_RAISE_BEFORE_PROBING 20      // How much the extruder will be raised before travel
461 #define Z_RAISE_BETWEEN_PROBINGS 5     // How much the extruder will be raised when traveling
462
463 // position of screw used for z-probe retraction
464 #define Z_PROBE_RETRACT_SCREW_X 91.4
465 #define Z_PROBE_RETRACT_SCREW_Y 8.1
466 #define Z_PROBE_RETRACT_SCREW_Z 30.0
467
468 #define Z_PROBE_RETRACT_DOWN 24.0 // (in mm) how much to move down to retract the probe
469

```

Sada je potrebno odrediti položaj vijka koji koristimo za parkiranje z-sonde nakon autokalibracije. Dovedite glavu u nulti položaj, oslobođite z-sondu i zatim spustite glavu na X i Y koordinate iz linija 464 i 465 datoteke *Configuration.h* i Z koordinatu 50:

G1 X90 Y9.5 Z50 F2000

Polako spuštajte glavu printera i pratite položaj z-sonde u odnosu na vijak, te po potrebi korigirajte X i Y – kada će se sonda nalaziti par milimetara iznad vijka moći ćete prilično točno odrediti potrebne vrijednosti pa nastavite polako spuštati glavu i vrh sonde bi trebao ući u središte glave imbus vijka (po potrebi korigirajte položaj). Sada za-

pišite vrijednosti X i Y te ih kao i u prethodnom koraku upišite u linije 464-465 umjesto postojećih vrijednosti i ponovno napravite upload firmware-a. Vrijednost Z koordinate nemojte mijenjati, osim ako ste koristili vijak duljine različite od 25 mm.

Sada ste spremni za prvo pokretanje autokalibracije – oslobođite z-sondu, dovedite glavu u null položaj naredbom **G28** i zatim pokrenite autokalibraciju naredbom **G29**. Ovo je kritični trenutak i budite spremni u bilo kojem trenutku ugasiti printer ukoliko se počne događati bilo što nepredviđeno jer su moguća oštećenja printera ako ste upisali krivu vrijednost u nekom od prethodnih koraka.

Ukoliko je sve u redu, nakon autokalibracije, z-sonda bi se trebala automatski uvući spuštanjem na vijak za par-kiranje sonde nakon čega se glava malo podigne i zaustavi. U slučaju da z-sonda ostane otpuštena, po potrebi povećajte vrijednost `Z_PROBE_RETRACT_DOWN` u liniji 468 datoteke *Configuration.h*, a ako z-sonda prilikom par-kiranja odlazi previšoko, smanjite ovu vrijednost.

4. 3D PRINT

4.1. OSNOVE 3D PRINTANJA

Nakon završene kalibracije Deltatrona možete započeti prvi 3D print – ovo ne znači da više nećete mijenjati osnovne postavke printer-a, već samo to da ćete moći koristiti rezultate 3D ispisa kako bi prilagodili ove postavke s ciljem dobivanja čim kvalitetnijeg 3D printa. Pošto je ovo izuzetno široko područje, ovdje ćemo pokriti samo osnove, a kroz korištenje 3D printer-a s vremenom ćete prepoznati najvažnije postavke: temperaturu ispisne glave, brzinu ispisa, postotak ispune i kvalitetu prvog sloja. Neke od ovih postavki morati ćete mijenjati s obzirom na karakteristike modela kojeg printate, kao i s obzirom na filament

koji koristite, počevši od vrste i proizvođača, ali čak i različita boja filamenta može zahtjevati promjenu temperature ispisne glave.



Za početak, jedna od najvažnijih stvari kod 3D printa je svakako prvi sloj (layer) o čijoj kvaliteti i prijanjanju na podlogu za printanje ovisi, ne samo kvaliteta cijelokupnog printa, nego i sama uspješnost printa – često će vam se događati da zbog lošeg prvog sloja prekinete 3D print i pokušate ponovno s istim ili promijenjenim postavkama. Kako bi osigurali čim bolje **prijanjanje printa na podlogu** koriste se različita sredstva:

- **krep (pik) traka** jedno je od najjednostavnijih i najjeftinijih

nih rješenja, prekrijte njome podlogu za printanje – istu traku možete koristiti višekratno, tj. sve dotle dok ne postane previše oštećena od korištenja. Treba napomenuti da nemaju sve trake jednaka svojstva pa ćeće možda morati eksperimentirati, jedno od provjero dobroih rješenja je traka *Tesa 4840*;

- **lak za kosu** još jedno je od često korištenih rješenja, dovoljno ga je nanijeti na podlogu prije printa, također se može koristiti za više printeva zaredom, a ovdje također vrijedi napomena o isprobavanju – postoji čak i specijalizirani lak za 3D print *3DLAC*;

- **ljepilo za papir u obliku stika**, nanosi se u tankom sloju na podlogu za printanje, najčešće korišteno je *UHU* ljepilo.

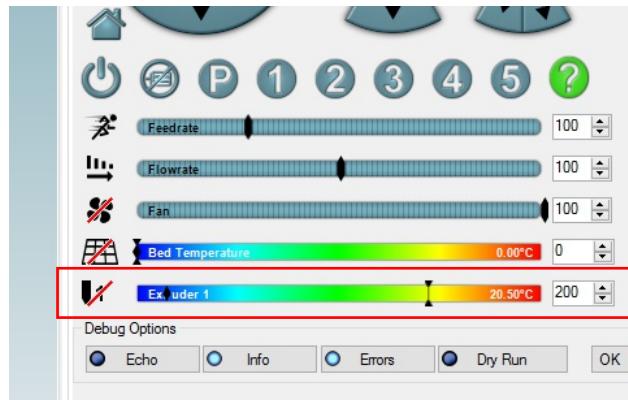
Kapton traka koristi se samo kod printa ABS filamenta na grijanu podlogu (koju Deltatron nema) i nemojte je pokušavati koristiti za print PLA ili PETG filamenta (iako ih je moguće printati na kapton uz grijanu podlogu na 50-60°C).

Prije samog pocetka prvog printa potrebno je uvesti filament u Deltatron – ispisnu glavu printer-a dovedite u multi položaj (home), oslobođite početak filimenta s kolatu i ukoliko je savijen ili deformiran odrežite sami njegov



početak i zatim ga uvedite u otvor s donje strane ekstrudera i lagano ga gurajte kroz ekstruder sve dok ne uđe u teflonsku cjevčicu. Ukoliko filament teško prolazi ili zapinje pri prolasku kroz ekstruder, otpustite vijak s oprugom, a možete ga i sasvim odviti i u tom slučaju slobodno progorajte filament kroz cijelu teflonsku cjevčicu sve do glave printer-a. To možete učiniti i s pritisnutim vijkom, ali u tom slučaju pazite da polagano gurate filament jer ćeće okretati osovinu motora, a za to smo u jednom od prethodnih poglavljia naglasili da nije poželjno, naročito ne većom brzinom.

Nakon prolaska kroz ekstruder, filament možete nastaviti uvlačiti iz *Repetier-Hosta*, korištenjem strelica za kontrolu rada ekstrudera, ali prethodno morate ispisnu glavu zagrijati na minimalno 170°C kako bi printer reagirao na naredbe vezane uz rad ekstrudera. Ovo je mjera opreza kako se ne bi dogodilo da nerastopljeni filament ošteti glavu printer-a. Pokušajte kliknuti na neku od strelica za kontrolu ekstrudera bez zagrijavanja glave printer-a –



nista se neće dogoditi. Ukoliko koristite ovu metodu, najbolje je da temperaturu glave odmah postavite na radnu temperaturu (210-230°C), a u trenutku kada temperatura

prijeđe 170°C možete započeti s uvlačenjem filimenta. U početku koristite gumb s dvostrukom strelicom za brzo uvlačenje, a kada filament dođe nadomak glave (ili ako ste filament ručno doveli do glave) predite na gumb s jednostrukom strelicom i za početak zadajte uvlačenje po 10

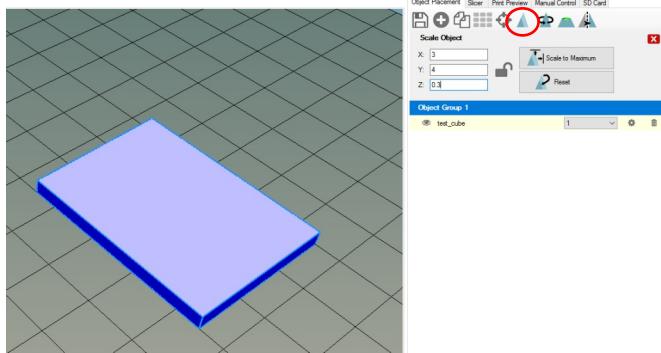


mm filimenta sve dok rastopljeni filiment ne počne izlaziti kroz sapnicu – tada povećajte korak na 50 ili 100 mm i pustite da izade barem 300 mm filimenta (ovo je duljina filimenta koji ulazi u printer, zbog manjeg promjera sapnice iz glave će izaći daleko veća duljina tanke niti plastike).

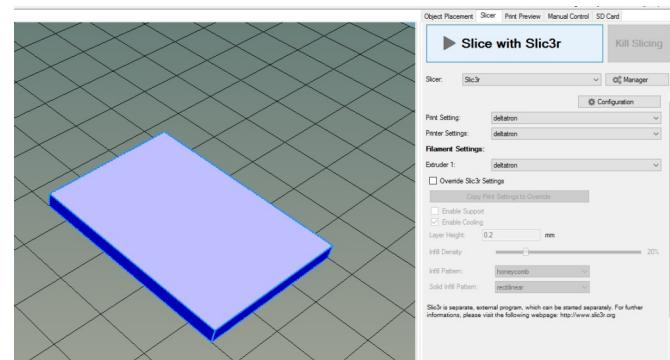
Nakon što ste završili ovaj postupak, isključite grijanje glave 3D printer-a kako bi rastopljena plastika prestala cu-

riti kroz sapnicu i uklonite filament s podloge za printanje. Ukoliko rastopljeni filament visi iz sapnice, pustite ga da se ohladi pa će sam otpasti, **nikako nemojte dirati glavu printerja prstima, čak i nakon što isključite grijач, glava je još neko vrijeme izuzetno vruća i može uzrokovati opekline!**

Naravno, za prvi print trebate neki 3D model – za potrebe prvog printa i testiranja printerja, u direktoriju *model* Deltatronovog Github repozitorija nalazi se model naziva *test_cube.stl* – ovo je vrlo jednostavna kocka stranice 10 mm koju možete učitati u *Repetier-Host* i koju zatim korištenjem *scale* parametara na tabu *Object Placement* možete jednostavno transformirati (npr. ako postavite mjerilo X=3, Y=4, Z=0.3 dobiti ćete pločicu 3x4 cm, debljine 3 mm



Deltatron - upute za korištenje v.1.0

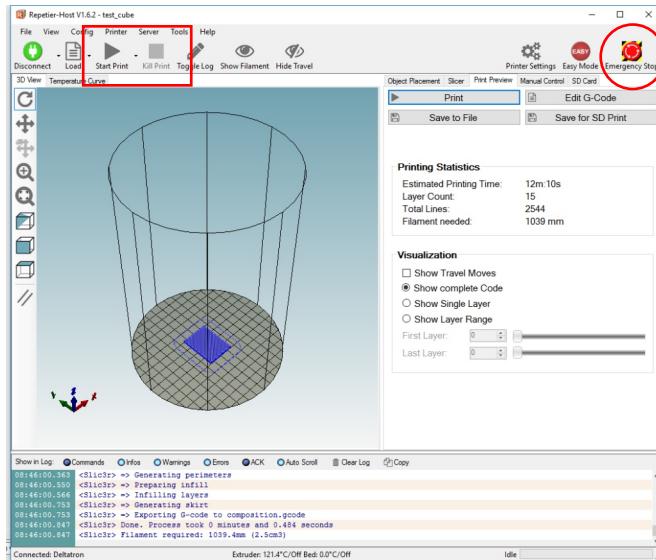


– ovo je vrlo zahvalni model za testiranje). Zatim na tabu *Slicer* kliknete na gumb *Slice with Slic3r* i pričekate da završi proces. Automatski ćete bit prebačeni na tab *Print Preview* i u glavnom prozoru prikazati će se izgled printanog modela. Sada još samo morate otpustiti polugu zsonde kako bi došla u radni položaj i kliknite na gumb *Print*. Deltatron će napraviti autokalibraciju i zatim parkirati glavu printerja na podlogu za printanje (na ovaj način sprečava se curenje rastopljenog filimenta iz glave printerja tijekom zagrijavanja glave).

Kada se glava zagrije na radnu temperaturu, Deltatron će započeti s printanjem. Prvo će napraviti tri kruga oko područja na kojem će printati model kako bi filiment po-

čeo uredno izlaziti iz glave, a zatim će započeti s printanjem samog modela. Ukoliko primjetite da s printom nešto nije u redu, ispis možete zaustaviti u bilo kojem trenutku klikom na gumb *Kill Print* na alatnoj traci – printanje neće odmah biti zaustavljen, nego tek kada printer izvrši sve naredbe koje je primio od računala u svoj interni buffer. Ako želite trenutno zaustaviti printanje, kliknite na gumb *Emergency Stop* (krajnje desno na alatnoj traci), ovo

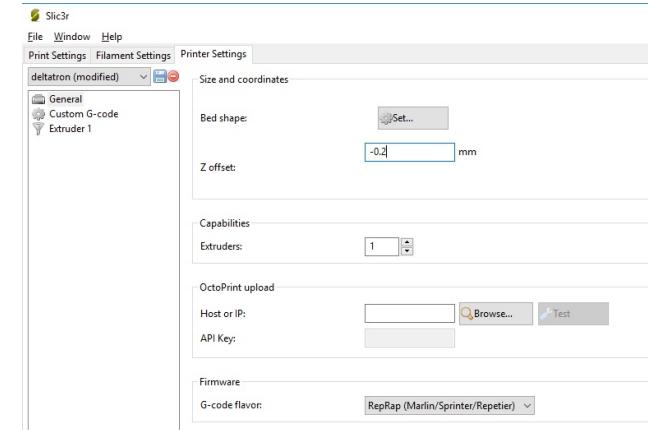
će odmah zaustaviti i resetirati printer. Kako god zaustavili printanje, poželjno je da odmah nakon toga glavu dovedete u nulli položaj, kako se ne bi zalijepila za print ili podlogu za printanje.



4.2. OSNOVNE POSTAVKE 3D PRINTA

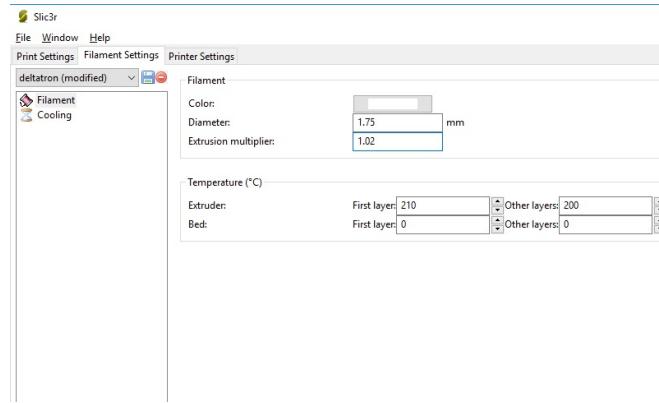
U ovome poglavlju obratditi ćemo neke od osnovnih postavki **Slic3ra**, koje imaju najveći utjecaj na brzinu, kvalitetu i uspješnost 3D printanja.

Jednom kada pokrenete prvi 3D print, vjerojatno ćete ga morati prekinuti jer u samome startu nećete dobiti dobar rezultat – glava printerja biti će prenisko ili previsoko u odnosu na podlogu za printanje. U slučaju kada je prenisko glava će strugati po podlozi za printanje i iz nje neće izlaziti filament, a kada je previsoko, filament će se hvatati za glavu printerja, a ne za podlogu. Iako je ovu postavku moguće mijenjati i u firmwareu printerja, brži i jednostavniji



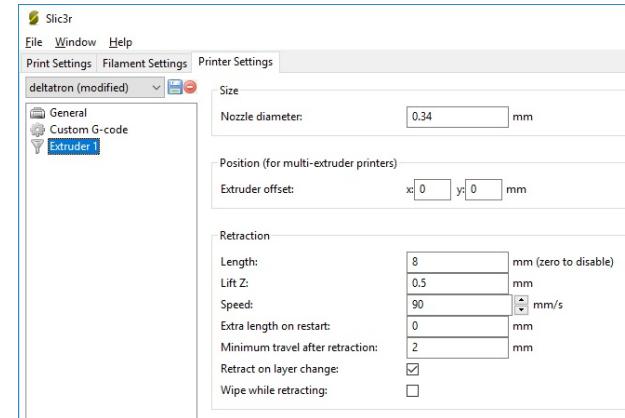
ji način je promjena postavke u konfiguraciji Slic3ra. Postavka koja nas zanima nalazi se na tabu *Printer Settings* u Slic3ru gdje pod stavkom *General* imamo opciju **Z-offset** kojom mijenjamo početnu visinu glave u odnosu na podlogu za printanje. Ako upišete pozitivnu vrijednost glava će se podignuti, a ako upišete negativnu vrijednost, spusiti će se prema podlozi za printanje. Ovu postavku mijenjajte u koracima od 0.1 mm sve dok ne pronađete vrijednost kod koje ćete dobiti dobar prvi sloj (eventualno ju onda možete korigirati za 0.05 mm, ali pomaci manji od ovoga neće dati nikakav primjetni rezultat).

Iduća bitna postavka je **temperatura** glave 3D printera, ova temperatura okvirno se kreće u rasponu od 200-230°C za PLA i PETG filamente, a poželjno je da za prvi sloj temperatura bude 5-10°C viša nego za ostale slojeve, kako bi se osiguralo čim bolje prijanjanje prvog sloja. Ova postavka nalazi se na tabu *Filament Settings*, pod stavkom *Filament->Temperature->Extruder*. Ove temperature mijenjajte u koracima od 5°, manje promjene neće dati vidljive rezultate.



Na istom mjestu kao i postavke temperature, nalazi se još jedna bitna postavka, **Extrusion multiplier**. Ovom postavkom regulira se količina filimenta koja prolazi kroz ekstruder – ukoliko je na isprintanom objektu vidljiv ne-

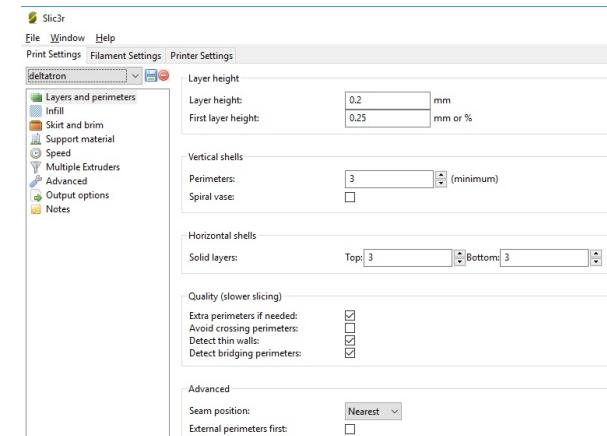
dostatak materijala (naročito na završnom sloju) možete ovu vrijednost povećati, a ako je završni sloj nabubren, potrebno ju je smanjiti. Ovu postavku mijenjajte u koracima od 0,01 (što odgovara promjeni od 1%).



Još jedna bitna postavka vezana uz količinu filimenta nalazi se na tabu *Printer Settings*, pod stavkom *Extruder1->Nozzle diameter*. Ovdje se postavlja **promjer otvora sapnice**, primjetite da iako Deltatron dolazi s glavom čiji je nazivni otvor sapnice 0.4 mm, ova je postavka u konfiguracijskoj datoteci koju ste učitali ima vrijednost 0.34 mm jer se pokazalo da isporučene glave dolaze sa sapnicom nešto užom od nazivne vrijednosti. Približnu vrijednost

otvora sapnica možete odrediti posrednom metodom, na način da kao kod prvog uvlačenja filimenta, manualno ekstrudirate 100 mm filimenta dok je glava u nultom položaju, pričekate minutu da se dobivena nit ohladi i zatim je pomicnim mjerilom izmjerite na nekoliko mjesta (nemojte mjeriti blizu početka i kraja niti). Sredinu dobivenu iz ovih mjerjenja možete uzeti kao vrijednost koju ćete upisati za ovu postavku. Ispravnost ove vrijednosti najlakše je provjeriti na najgornjem sloju ispisanih objekta – ako između linija ispisa postoji razmak, vrijednost je prevelika, a ukoliko se linije ispisa preklapaju, vrijednost je premalena, tj. stvarni promjer otvora sapnice je veći od unesene vrijednosti. Ovu vrijednost mijenjajte u koracima od 0.02 mm, eventualno ju na kraju korigirajte za 0.01 mm.

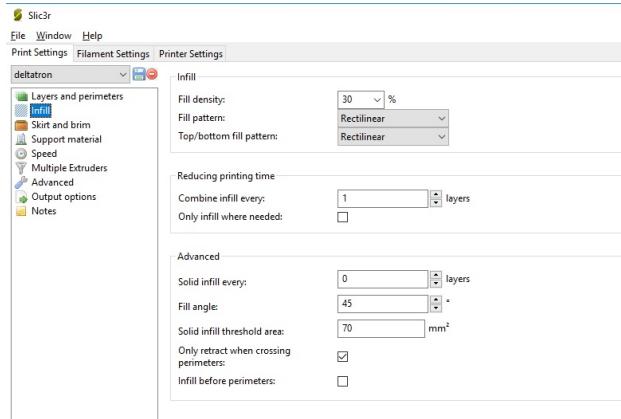
Još jedna od osnovnih postavki je ona koja se odnosi na visinu slojeva, a nalazi se na tabu *Print Settings* pod stavkom *Layers and perimeters*. Primjetite da je moguće odvojeno zadati visinu prvog sloja, pošto je on najvažniji za dobro prijanjanje printa za podlogu. Ovu vrijednost nemojte spuštati ispod 0.2 mm, idealno je 0.25 ili 0.3 mm. O visini svih ostalih slojeva najviše ovisi koliko dugo će printanje trajati i koliko će fino biti isprintan objekt. Najbolji kompromis brzine i kvalitete je sloj debljine 0.2 mm, možete eksperimentirati s tanjim slojevima, a ukoliko poveća-



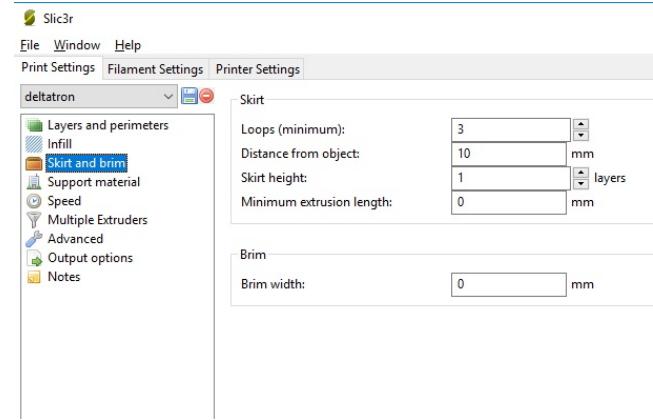
vate debljinu slojeva, doći ćete do gornje granice koja ovisi o promjeru sapnica glave printer-a – iako je teoretski moguće raditi s debljinom sloja identičnom promjeru sapnica, iskustvo je pokazalo da ne bi trebalo ići iznad 85% promjera sapnica.

Iduća stavka na tabu *Printer settings* je *Infill* gdje možete kontrolirati parametre ispune, od kojih je najbitniji postotak ispune. Ovo je još jedan parametar koji ima veliki utjecaj na trajanje 3D ispisa, jer zapravo nije potreban veliki postotak ispune kako bi se dobio dovoljno čvrsti objekt – često je dovoljno svega 10-20%, s 30% ispune svi će

objekti biti čvrsti, a više od 50% ispune rijetko se koristi kod 3D printanja.



Stavka *Skirt and brim* služi kontroli početnog kruga oko objekta (skirt) koji služi tome da se postigne uredan protok filimenta i da se počiste eventualne nakupine rastopljenog filimenta s ispisne glave prije početka printanja samog objekta. Obod (brim) služi tome da se dobije bolje prijanjanje objekata koji imaju malenu tlocrtnu površinu pa se lako može dogoditi da se objekt odlijepi od podloge u toku printanja. Ova opcija po *defaultu* je isključena, uključite je za objekte s kojima imate problema s prijanjanjem za podlogu.



Ovime završavamo kratak pregled osnovnih postavki 3D printerja, detaljnije tutorijale za korištenje *Slic3ra* možete naći na http://reprap.org/wiki/Slic3r_Tutorials.

5. ZAKLJUČAK

Iako smo došli do kraja korisničkih uputa, samim korištenjem 3D printera nailaziti ćete na uvijek nove izazove i probleme, koji su izvan područja koje pokrivaju ove upute. Kako bi vam olakšali daljnje snalaženje u svijetu 3D printa, za kraj ćemo nabrojati neke od najvažnijih linkova na kojima možete pronaći 3D modele, upute, forume itsl.

[reprap.org](#) – glavna stranica RepRap pokreta na kojoj možete pronaći ogromnu količinu informacija kroz wiki i forume, djelomično dostupna i na [hrvatskom jeziku](#)

[Thingiverse](#) - najveći repozitorij 3D modela, velika je vjerojatnost da ćete pronaći model koji vam treba ili vam se sviđa baš na ovoj web stranici (možete koristiti i [Yeggi](#), web pretraživač 3D modela)

[Fablab.hr](#) – hrvatska udruga korisnika 3D printerja, svake godine organizira *Otvorene dane 3D ispisa*

[3ders.org](#) - portal s vijestima iz svijeta 3D printa