

IZDELAVA IN NADGRADNJA 3D TISKALNIKA VORON 2.4

Matej Mavko, Tomaž Slapšak

V članku je predstavljena izdelava in nadgradnja odprtokodnega 3D tiskalnika Voron 2.4, kjer bo predstavljen opis 3D tiskalnika Voron 2.4 in filament za tiskanje. Nato bo sledila priprava na izdelavo, sama izdelava in na koncu še nadgradnja 3D tiskalnika za bolj prijazno uporabo uporabnikom ter, boljše in natančnejše tiskanje filameta za tiskane izdelke.

Ključne besede: 3D tiskalnik, filament (material), izdelava, nadgradnja

1 UVOD

3D tiskalniki so relativno nova panoga izdelave prototipnih izdelkov, saj z njimi lahko izdelamo zelo praktične in natančne proizvode. 3D tehnologija se zelo hitro razvija in izboljšuje, saj ima zelo velik potencial za svetovno napredovanje v industrijah in tudi za domačo rabo. 3D tiskalniki so "mehatroski sistem" saj vsebujejo vse panoge mehatronike, najprej se lotimo mehanskega dela (sestava), nato moramo mehanski del povezati z elektronskimi komponentami in na koncu še z računalniškim dodamo sistemu pamet, s katero bo 3D tiskalnik delal. Poleg izbire 3D tiskalnika in njegovih specifikacij, moramo vedeti tudi o vrstah in specifikacijah za različne materiale, ki jih bomo uporabili za tiskanje prototipnih izdelkov. 3D tiskalniki, ki jih poznamo danes se delijo na industrijsko narejene (plug and play) in odprtokodne 3D tiskalnike kot je Voron 2.4, saj ga lahko sestavlja svak posameznik. Največja prednost 3D tiskalnika Voron 2.4 je v "flying gantry" zaradi katerega je os Z na katerem je hotend in "filament feeder" manj obremenjen in zaradi tega lahko dosežemo zelo velike hitrosti in natančnost tiskanja. Voron 2.4, ki bo predstavljen je dimenzij 350 mm x 350 mm x 350 mm in z "hotend" Dragon. Voron 2.4 je bil narejen za bolj podrobno spoznavanje poklica mehatronike in za izdelavo prototipnih izdelkov. Profesor Slapšak nas je vpeljal v svet 3D tiskalnikov, ker smo študirali program Mehatronike zato smo tudi dobili priložnost sestavljati tiskalnik tudi na Višji strokovni šoli na Šolskem centru Novo mesto. Sestavljanje je potekalo v treh sklopih, najprej je sledila sestava (mehanski del), nato smo nadaljevali z povezavo elektronskih komponent (električni del) in na koncu še programiranje 3D tiskalnika (programski del). Po delovanju 3D tiskalnika sem ga še nadgradil s tem namenom, da je tiskalnik lahko še bolj natančen in stabilen pri tiskanju z uporabo merilnika hitrosti, prav tako pa tudi bolj prijazen uporabi uporabnikom z 3.5 inčnim zaslonim na dotik, kamero s katero sem gledal tiskanje kosa in na koncu še "adressable RGB" osvetlitvijo.

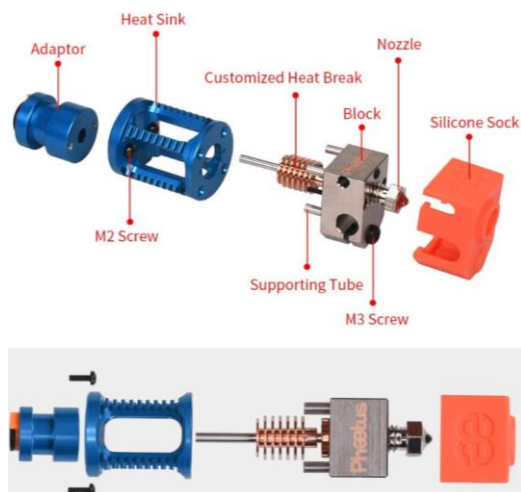
2 IZDELAVA 3D TISKALNIKA VORON 2.4

Odprtokodni 3D tiskalnik Voron 2.4 (slika 1) z dimenzijami 350 mm x 350 mm x 350 mm in Dragon hotend-om(slika 2), je potekal v treh sklopih. najprej sem začel z mehanskim delom nato električnim in na koncu še programskim sklopom.

Dragon Hotend je narejen po oblikovanju Mosquito Hotenda. Za povezavo toplotnega bloka s hladilnikom uporablja 4 cevi iz nerjavečega jekla. S tem se toplotni prenos zniža in zdaj je možna menjava šobe z eno roko, čeprav so za zanesljive spremembe potrebne nekatere spremembe. Zaradi zaobljenega nosilca, če nosilec ni pravilno zategnjen, se hotend lahko zavrti. Toplotni blok, uporabljen na Dragon Hotendu, je izdelan iz prevlečenega bakra in vključuje 0,4 mm bakreno šobo. Odpornik na toploto na Dragon Hotendu je izdelan iz nerjavečega jekla in vključuje bakreni hladilnik.[1]



Slika 1: Voron 2.4



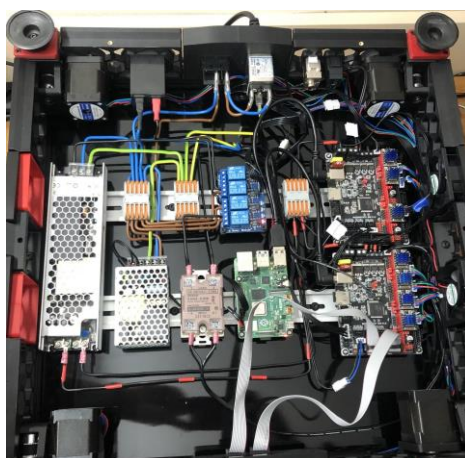
Slika 2: Dragon Hotend

Pri mehanskem delu izdelave sem najprej razdelil material tako, da sem vedel na katerem mestu je posamezen del (slika 3), nato sem se lotil sestave, preko uradne spletne strani Voron Design 2.4, saj je bil že naveden potek sestave. Najprej sem se lotil samega okvirja nato stojalo in na koncu še notranjega dela 3D tiskalnika.[2]



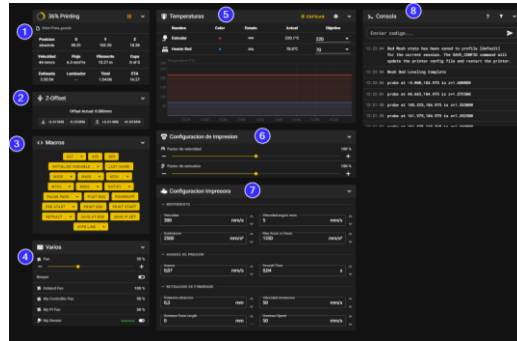
Slika 3: Sestavni material

Po končanem sestavljanju ogrodja Vorona 2.4 sem se lotil električnega povezovanja komponent z mehanskim sklopom. Z vsemi kabli in konektorji sem moral biti previden saj se bi lahko hitro kaj snelo ali pa poškodovalo, kar bi lahko v nadaljevanju povzročilo težave. Vsi kabli so bili speljani po kanalu za kable tako, da so se lahko med sabo malo premikali, saj kabli ne smejo biti napeti, ker lahko pride do težav.[2]

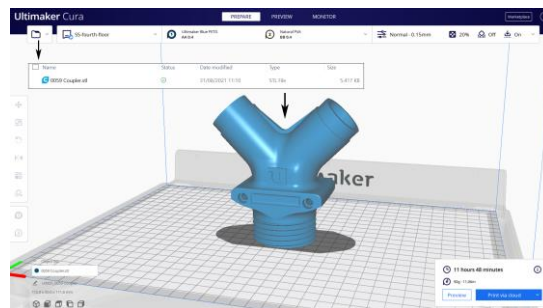


Slika 4: Elektronsko vezje

Po končanem električnem sklopu je sledil programski sklop. Sam program je naložen na krmilniku Raspberry Pi, preko katerega sta krmiljena klipper borda, na katerih je nameščen program Mansail (slika 4) zaradi njegove lahke uporabnosti in samega vodenja ter preglednosti nad dejanji tiskalnika. 3D model, ki ga želimo natisniti na tiskalniku, je voden preko programa Ultimaker Cura (slika 5) in z njim v povezavi še Moonraker, ki komunicira z računalnikom.[3][4]



Slika 5: Main Sail interface



Slika 6: Ultimaker Cura interface

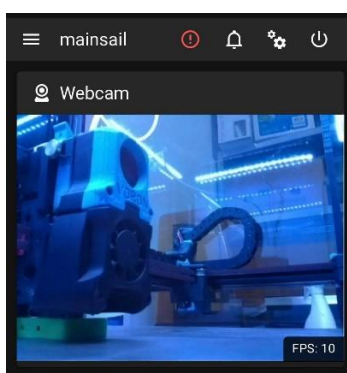
Za vrste filamentov in njihove specifikacije sem uporabil tabelo, ki sem jo naredil v Excelovem dokumentu za lažjo predstavo. V tabeli 1 je opisano ime filameta njegove specifikacije, ceno materiala in zakaj se uporablja material oziroma filament.

Material	Najboljša lastnost	Uporaba	Temp. ekstruderja	Grelna miza	Močnost materiala	Vzdržnost	Fleksibilnost	Enostavnost tiskanja	Cena na Kg
PLA	naravno in biorazgradljiva	prototipi	180 - 210 °C	do 60 °C	3	2	1	5	18,00 €
ABS	močan in vzdržljiv	ohišja, odporen proti obremenitvam	230 - 250 °C	90 - 95 °C	5	5	1	2	20,00 €
PETG	vzdržljiv in dokaj fleksibilen	delo z visokimi stresom	220 - 245 °C	70 - 80 °C	4	4	3	4	18,00 €
Nylon	vzdržnen in zelo fleksibilen	zaščita pred udarci	255 - 275 °C	100 - 110 °C	4	5	3	3	40,00 €
TPU	fleksibilen	fleksibilni deli	210 - 240 °C	20 - 70 °C	2,5	5	5	3	25,00 €

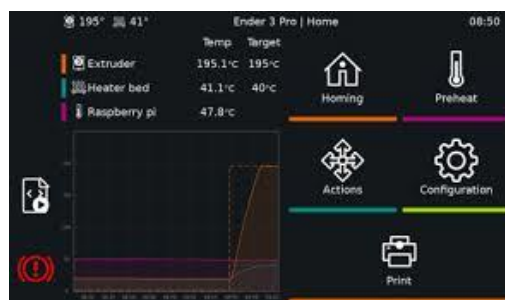
Tabela 1: Osnovni materiali in specifikacije

3 NADGRADNJA 3D TISKALNIKA VORON 2.4

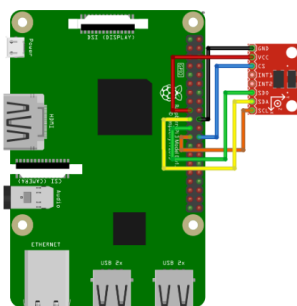
Pri nadgradnji sem 3D tiskalnik Voron 2.4 nadgradil tako, da je tiskalnik poleg svoje značilnosti z "flowing gantry" (hitrosti in natančnosti) še hitrejši in bolj stabilnejši pri visokih hitrostih tiskanja z uporabo merilnika hitrosti (accelometer). Nato sem 3D tiskalnik še naredil uporabnikom bolj prijaznega z "adressable RGB" osvetlitvijo pri katerem sem naredil različne barve, da se je vedelo v katerem postopku je 3D tiskalnik pri tem mi je pomagala tudi kamera s katero sem sprotno gledal tiskanje kosa. Za zaključek pa sem še dodal 3.5 inčnim zaslon na dotik, s katerim sem si olajšal delo v primerjavi s standardnim zaslonom, ki ga dobiš na začetku z navodili in spiskom nabave materiala.



Slika 7: Pogled tiskanja kosa s kamero



Slika 8: 3.5 inčni zaslon na dotik



Slika 9: vezava merilnika hitrosti (accelometer)

4 REZULTATI

Z rezultati izdelave 3D tiskalnice sem bil zelo presenečen, saj za svojo ceno izdelave ponuja izredno veliko kvaliteto in hitrost tiskanja v primerjavi z "plug and play" tiskalniki za isti cenovni razred. Po nadgradnji 3D tiskalnika sem bil tudi presenečen saj sem opazil razliko, najbolj pa sta pomagala 3.5 inčni zaslon na dotik, s katerim sem lažje in hitreje opravljal z tiskalnikom in kamera s katero sem gledal tiskanje kosa, saj če bi bilo kaj narobe bi lahko ukrepal preden bi bilo kaj narobe.

5 ZAKLJUČEK

Delo s odprtokodnimi 3D tiskalniki je za vsakega, vendar mora vedeti kaj dela sicer lahko pride do težav. Poleg tega pa odprtokodni 3D tiskalniki ponujajo veliko saj iz njih lahko narediš tudi nadaljnje nadgradnje oziroma izboljšave po lastni izbiri. Pred začetkom izdelave 3D tiskalnikov predlagam, da se uporabnik seznanji z navodili od proizvajalca in sledi navodilom. Pri sestavi pa, da si uredi prostor in razporedi vse potrebne stvari za najlažjo in nemoteno sestavo 3D tiskalnika.

Osebno sem mnenja, da so 3D tiskalniki zelo zanimiva panoga saj se zelo veliko naučiš, poleg tega pa ti tudi zelo veliko ponujajo saj lahko izdeluješ izdelke za industrijo kot prototipne kose ali pa ga uporabljaš doma za lastno uporabo.

6 LITERATURA IN VIRI

- [1] Phaetus, "Hotend Dragon," 2023. <https://www.phaetus.com/dragon-uhf/>
- [2] Voron Design, "Voron Design," 2023. <https://vorondesign.com/voron2.4>
- [3] Ultimaker Cura, "Ultimaker Cura," 2023. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_(software))
- [4] Main Sail, "Main Sail program," 2021. www.mainsailgroup.com