



Šolski center Celje

Rezkalna naprava

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtor:

Janez Ogrizek -4.b

Mentor:

Gregor Kramer, univ. dipl. inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2013

Kazalo vsebine:

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Povzetek | 4 |
| 2. | Uvod | 5 |
| 2.1. | Hipoteze..... | 5 |
| 2.2. | Cilji | 5 |
| 3. | Namen te raziskovalne naloge | 6 |
| 4. | Opredelitev naloge | 7 |
| 5. | Izdelava..... | 8 |
| 5.2 | Izdelava mobilnega dela | 9 |
| 5.2.1. | Izdelava pomičnega dela za X os | 9 |
| 5.2.3. | Izdelava pomičnega dela za Y os | 11 |
| 5.2.4. | Izdelava pomičnega dela za Z os..... | 12 |
| 5.3 | Montaža navojnih palic na koračni motor | 12 |
| 5.5. | Izdelava vodil | 13 |
| 5.6. | Konec izdelave | 14 |
| 6. | Krmilnik TOSHIBA TB6560 | 15 |
| 7. | KORAČNI MOTOR | 17 |
| 7.1. | Kako sploh deluje koračni motor ?..... | 17 |
| 7.2. | Kako bi sedaj premaknili naš predmet samo za 1 mm ? | 17 |
| 7.3. | Poznamo 2 tipa koračnih motorjev..... | 17 |
| 8. | Vezava motorjev na krmilnik..... | 18 |
| 9. | Sinhronizacija krmilnika z računalnikom | 18 |
| 10. | Konfiguracija in nastavitve | 19 |
| 10.1. | Nastavitev koračnih motorjev | 22 |
| 11. | Načrtovanje risbe in G-koda..... | 23 |
| 12.1. | Nadaljevanje v Mach 3 | 28 |
| 13. | Zaključek..... | 30 |
| 14. | Zahvala | 31 |
| 15. | Viri in literatura | 32 |

Kazalo skic:

| | |
|--|----|
| Skica 1: Spojitev osi motorja z navojno palico | 12 |
| Skica 2: Montaža navojne palice na nosilec..... | 13 |
| Skica 3: Prerez vodila..... | 13 |

Kazalo tabel:

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Uporaba posameznih pinov LPT porta..... | 21 |
|---|----|

Kazalo slik:

| | |
|---|----|
| Slika 1: 3D Računalniška slika končnega izdelka..... | 6 |
| Slika 2: Krmilnik Toshiba TB6560..... | 7 |
| Slika 3: 3D računalniška slika okvirja..... | 8 |
| Slika 4: Slika iz delavnice pred varjenjem pomičnega dela X osi..... | 9 |
| Slika 5: 3D Računalniška slika nedokončanega pomičnega dela X osi | 9 |
| Slika 6: 3D Računalniška slika končanega pomičnega dela X osi | 10 |
| Slika 7: 3D računalniška slika pomičnega dela Y osi | 11 |
| Slika 8: 3D računalniška slika pomičnega dela Z osi..... | 12 |
| Slika 9: Montaža navojne palice na nosilec | 13 |
| Slika 10: Prikaz vodila | 13 |
| Slika 11: 3D Računalniška slika nedokončanega CNC - ja | 14 |
| Slika 12: 3D Računalniška slika nedokončanega CNC- ja | 14 |
| Slika 13: V delavnici pred priključitvijo motorjev | 14 |
| Slika 14: Prikaz pomembnejših sklopov krmilnika..... | 15 |
| Slika 15: Čip TB6560 | 16 |
| Slika 16: Prikaz unipolarnega koračnega motorja..... | 17 |
| Slika 17: Prikaz bipolarnega koračnega motorja..... | 17 |
| Slika 18: Vezava ostalih komponent s krmilnikom..... | 18 |
| Slika 19: Zagon programa Mach 3 | 19 |
| Slika 20: Izgled programa Mach 3 | 19 |
| Slika 21: Konfiguracija LPT porta..... | 20 |
| Slika 22: Nastavitev vhodov in izhodov 1. | 20 |
| Slika 23: Nastavitev vhodov in izhodov 2. | 21 |
| Slika 24: Prikaz vhodov in izhodov na LPT portu | 21 |
| Slika 25: Nastavitev osnovne merilne enote v programu Mach 3 | 22 |
| Slika 26: Motor tuning | 22 |
| Slika 27: Autocad, točka 0,0 | 23 |
| Slika 28: Autocad, risba avtomobila | 24 |
| Slika 29: Izgled programa NC Plot | 24 |
| Slika 30: Nastavitve v programu NC Plot, G-koda | 25 |
| Slika 31: Nastavitve v programu NC Plot..... | 25 |
| Slika 32: Nastavitve v programu NC Plot 2..... | 25 |
| Slika 33: Risba v programu NC Plot pred izvozom | 26 |
| Slika 34: Orodna vrstica za izvedbo simulacije (NC Plot)..... | 27 |
| Slika 35: Okno za ročno krmiljenje..... | 28 |
| Slika 36: Mach 3 pred zagonom CNC - ja | 28 |
| Slika 37: CNC med delom 2. | 29 |
| Slika 38: CNC med delom 1. | 29 |
| Slika 39: Rezultat - končni izdelek | 29 |

1. Povzetek

V raziskovalni nalogi je raziskana izdelava preproste rezkalne naprave. Preden sem lahko pričel z izdelavo same naprave, sem se moral po spletu pozanimati, če je zadeva sploh finančno možna in tudi če lahko to izdelam v domači delavnici.

Najprej sem na spletu poiskal primeren in cenovno ugoden krmilnik, katerega sem sadaj tudi uporabil. Temu so sledili še koračni motorji in napajalnik. Zatem sem pričel z varjenjem same konstrukcije naprave. To mi je vzelo zelo veliko časa, saj je šlo za izjemno natančnost. Ko sem vse to spravil skupaj sm zadevo opremil še s koračnimi motorji, podmazal in pričel z povezavo motorjev s krmilnikom.

Nato je sledila konfiguracija samega krmilnika in nato še načrtovanje izdelka v risarskem programu autocad 2010.

Nato se je morala zadeva pretvoriti v G-kodo in naprava je bila pripravljena za 1. Test, kjer so bili rezultati več kot zadovoljivi.

2. Uvod

Začetek CNC strojev, ki so nasledniki NC strojev, sega v leto 1981, ko je bil razvit prvi CNC. Z vedno večjimi potrebami po zahtevnejših in estetskih oblikah, kjer človeška roka ni več dovolj natančna, se je razvoj CNC tehnologije drastično vzpenjal. Iz večosnih računalniško krmiljenih strojev so operaterji poskušali izvleči karseda veliko. Stroji so postajali vse večji, na kar pa vpliva tudi s cena takšnega stroja, ki ni ravno nizka. Poznamo CNC stroje za obdelavo kovin, ki so po navadi bolj natančni in v manjših izvedbah ter stroje za obdelavo lesa in lesnih kompozitov, na katerih pa lahko obdelujemo tudi plastične mase in barvne kovine (npr. aluminij). Ti stroji ne dosegajo takšnih toleranc kot stroji za obdelavo kovin, saj so lahko večji, pri večjih strojih pa že iz prakse vemo, da lahko hitro pride do odstopanj (krivljenje materiala konstrukcije, upogibanje nosilcev, temperaturne razlike v prostorih kjer je stroj itd.).

V raziskovalni nalogi je opisana izdelava preproste CNC naprave, opisan krmilnik, ki sem ga uporabil, ter kako načrtujemo izdelek (risbo) in ga pripravimo do tega da ga naprava razume. Vse potrebne informacije lahko pridobite na naslednjih straneh raziskovalne naloge.

2.1. Hipoteze

- Predvidevam, da je možno izdelati rezkalno napravo (CNC), ki bi lahko bila primerljiva napravam, ki že obstajajo na trgu.
- Predvidevam, da je možno izdelati cenovno ugodno napravo, ki se bo lahko kosala z veliko dražjimi napravami tega razreda.
- Ali je možno izdelati takšno napravo z materiali, ki jih dobimo v navadnih trgovinah z tehničnim blagom.
- Ali je možno izdelati takšno napravo z orodji, ki jih najdemo v večina »domačih« delavnic.

2.2. Cilji

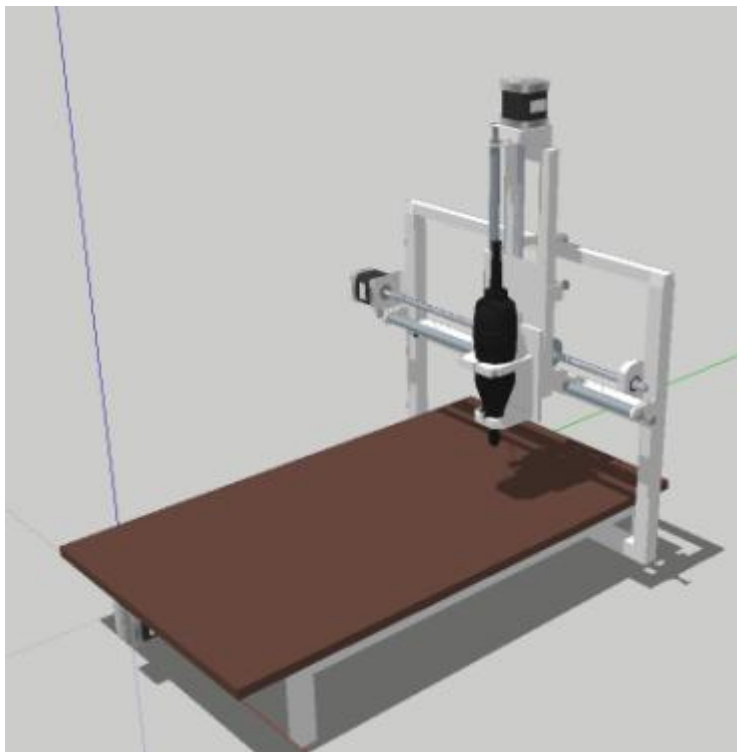
- ✓ Izdelati napravo z visoko stopnjo natančnosti.
- ✓ Izdelati napravo, ki bo enostavna za uporabo.
- ✓ Izdelati napravo, ki bo zanesljiva.

3. Namen te raziskovalne naloge

Namen te raziskovalne naloge je, da izdelam čim cenejši, čim hitrejši in čim bolj natančnejši CNC rezkar. Po spletu sem opazoval še različne naprave, ki imajo sorazmerno visoko ceno. Seveda za to ceno lahko pričakujemo več kot le hitrost in natančnost.

Zamislil sem si, da bi sam poslušal izdelati stroj in ga čim bolj približal že obstoječim strojem na trgu, ter da bi lahko za veliko manj denarja ponudil, natančnost, hitrost, kvalitetno in estetsko zasnovan CNC.

Prvotni namen mojega izdelka je bil CNC rezkar, z katerim bi lahko rezkali PCB ploščice za tiskana vezja. Nato pa sem raje začel razmišljati v tej smeri, da bi zadevo lahko uporabil še v kakšen drug namen, kot je modelarstvo, saj bi lahko z strojem izrezoval različne kose iz lesa, stiroporja ali kakšne druge umetne mase.



Slika 1: 3D Računalniška slika končnega izdelka

4. Opredelitev naloge

V današnjem času že skoraj ni proizvodnje brez CNC-ja. Zato je tudi zanimanje za CNC veliko. Sam sem se odločil za izdelavo 3 osnega CNC-ja, za katerega sem poiskal primerno krmilje, zadevo povezal z računalnikom in, z uporabo primerne programske opreme zadevo združil v t.i. celoto.

Na spletu sem kar nekaj časa iskal cenovno ugoden krmilnik, ki je ob enem tudi enostaven za uporabo. Odločil sem se za krmilnik TOSHIBA tb6560, ki ga bom predstavil pozneje.

Nato sem zaželel nabirati razne ideje, kako bi se lotil izdelave. Na spletu sem iskal rešitve, kako bi čim hitreje prišel do želenega rezultata.

Pri sami izdelavi naprave sem si pomagal s programsko opremo Trimble Sketchup 8, ki jo zelo dobro obvladam, saj je za uporabo zelo enostavna in je za načrtovanje kakeršnjih koli projektov, tako gradbenih, kot tudi strojniških ali tudi elektrotehniških projektov. To je program za 3D modeliranje, ki za svojo uporabo ne zahteva nobenih predznanj, saj se uporabnik tega priuči sproti.

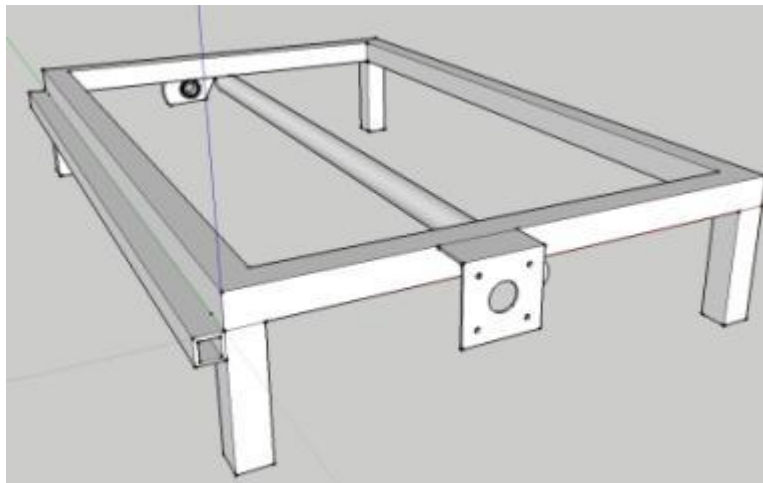


Slika 2: Krmilnik Toshiba TB6560

5. Izdelava

5.1. Okvir

Najprej sem pričel z izdelavo glavnega okvirja kateri sedaj služi tudi kot miza in ob enem tudi glavni nosilni del CNC-ja, saj je nanj postavljeno vse kar se tiče stroja. Za izdelavo sem uporabil pohištvene 4 kotne cevi (20 mm x 20 mm , debeline 2 mm). Najprej sem cev, ki je dolga 6 m razrezal na dva kosa dolga po 550 mm in dva kosa dolga po 350 mm. Nato sem kose privaril skupaj pod pravim kotom da sm dobil t.i. kvadrat. Nato sem lepo pobrusil robove in zadeva je bila pripravljena za naslednji korak, ki je bil izdelava podpornih nog. Iz preostanka cevi sem naredil noge. Naredil sem jih tako da sam odrezal 4 enake dele dolge po 80 mm in jih privaril pravokotno na okvir, od spodaj navzgor. Na zadnji strani sem privijačil še nosilec navojne palice, ki sem ga postavil za 20 mm levo od sredine (zaradi vodila) v katerega sem vgradil ležaj z luknjo 6 mm in celotnim premerom 22 mm. V zato specializirani trgovini sem kupil navojno palico debeline 12 mm z trapeznim navojem in korakom 0.3. Zraven sem kupil še 3 za to primerne matice, za X, Y in Z os ki sem jih potem privaril na vsak del posebej. Na nasprotni strani nosilca prav tako malce na levi strani sem pa iz pločevine debeline 1.5 mm izdelal nosilec za koračni motor in ga prav tako privaril. Zatem sem po dolžini na sredino privijačil brušeno, železno palico debeline 20 mm, ki služi kot vodilo za pomični del X osi. Za konec pa sem po levi strani okvirja privaril še pohištveno cev (15 mm x 15 mm , debeline 1.5 mm), ki bo služila kot drsnik in tudi kot za nastavitev ravnine pomičnega dela.



Slika 3: 3D računalniška slika okvirja

5.2 Izdelava mobilnega dela

Potem sem začel z izdelavo, lahko bi rekel glavnega dela CNC-ja. Ta del se pomika naprej in nazaj in služi kot X os. Na njemu je pritrjen drug del ki se pomika levo in desno in služi kot Y os. Na tem drugem delu pa je pritrjen še en del ki se pomika gor in dol in služi kot Z os.

5.2.1. Izdelava pomičnega dela za X os

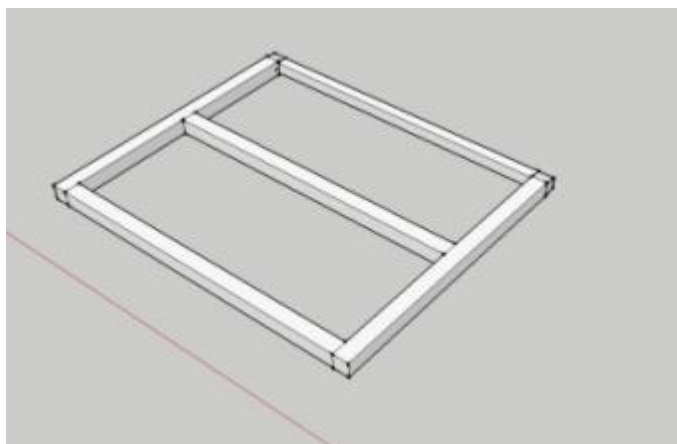
Najprej sem od pohištvne cevi (20 mm x 20 mm , debeline 2 mm) odrezal dva 350 mm dolga dela. Nato sem odrezal še dva enaka dela dolga po 400 mm. Potem pa sem potreboval še en kos. Tega pa sem odrezal iz 2 m dolge pohištvne cevi (15 mm x 15 mm, debeline 1.5 mm). Dolg pa 440 mm.

Potem sem kosa ki sta dolga 350 mm položil na delovno mizo v razmaku 400 mm in med njiju privaril kosa, dolga 400mm. Pomagal sem si z kotnimi magneti, ki so velikokrat nepogrešljiva pomoč pri varjenju kovin.



Slika 4: Slika iz delavnice pred varjenjem pomičnega dela X osi

Za tem sem na zadnji del privaril še del iz tanjše pohištvne cevi ki bo pozneje služil kot del vodila za Y os. Potem je stvar izgledala nekako takole.

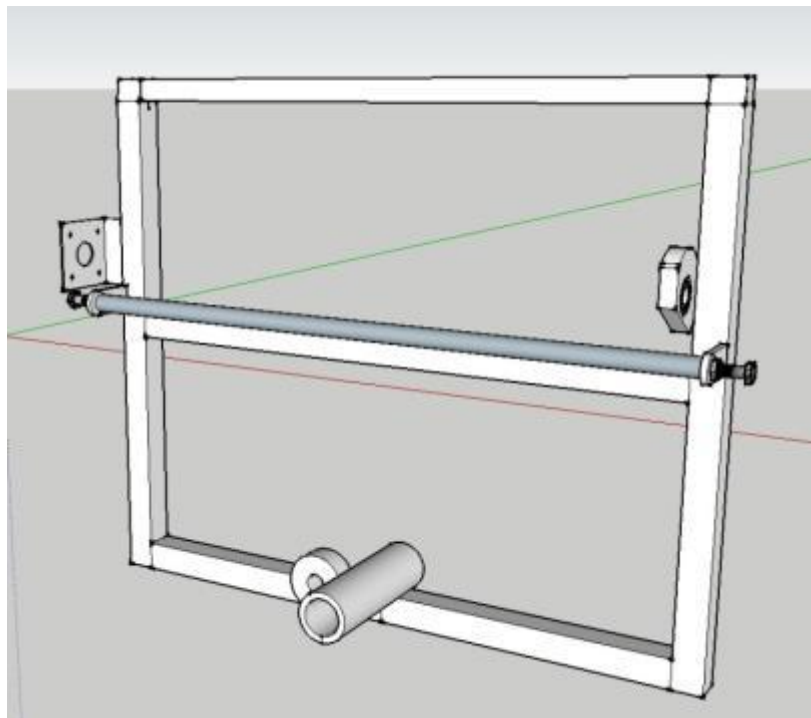


Slika 5: 3D Računalniška slika nedokončanega pomičnega dela X osi

Na sredino spodnjega sem privaril še palico debeline 34 mm, dolžine 110 mm. Ta palica ima skozi postruženo luknjo premera 25 mm, na to palico sem potem izvrtal 6 lukenj na vsaki strani po 3. Luknje sem razporedil na vsako tretino obsega. Luknje bodo kasneje služile zato da bom v njih privijačil vijake po katerih bo drsel pomični del in za nastavitev trdnosti drsenja. Potem pa sem začel izdelovati še vodilo po katerem se bo pomikala enota za Y os. Iz 3.5 mm debele pločevine sem izrezal 40 mm dolg in 20 mm široka kosa ki sem jima na eni strani pobrusil robove zaradi varnosti in tudi same estetike. Kosa sem privaril malce nad sredino glavnega dela.

Nato sem med njiju privijačil še 12 mm debelo, brušeno železno palico po kateri bo pozneje drsel pomični del za Y os. Potem je bilo treba narediti še pomični vijak ki bo zadevo pomikal levo in desno.

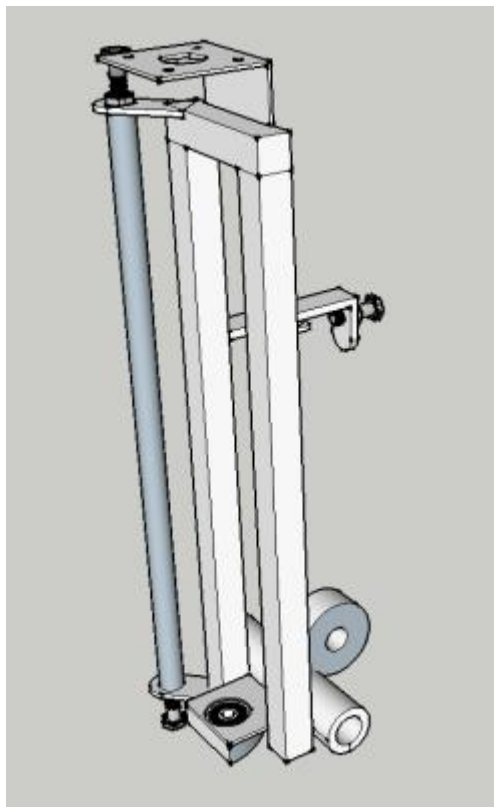
Na desni strani sem privijačil še nosiec navojne palice, ki sem ga postavil za 20 mm više od sredine (zaradi vodila) v katerega sem vgradil ležaj z luknjo 6 mm in celotnim premerom 22 mm. V zato specializirani trgovini sem kupil navojno palico debeline 12 mm z trapeznim navojem in korakom 0.3. Zraven sem kupil še 3 za to primerne matice, za X, Y in Z os. Na nasprotni strani nosilca sem pa iz pločevine debeline 1.5 mm izdelal nosilec za koračni motor in ga prav tako privaril. Zraven palice spodaj sem privaril še matico skozi katero bo šla navojna palica za pomik.



Slika 6: 3D Računalniška slika končanega pomičnega dela X osi

5.2.3. Izdelava pomičnega dela za Y os

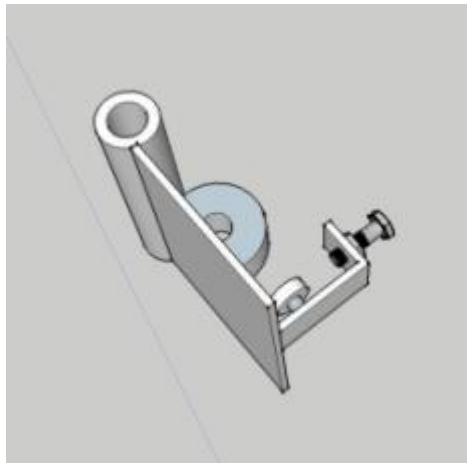
Iz pohištvene cevi (15 mm x 15 mm, debeline 1.5 mm) sem odrezal dva dela dolga 280 mm in eden del dolg 70 mm. Potem sem te tri dele privaril skupaj v obliki črke U. Na drugi strani pa sem že privaril Brušeno palico debeline 24 mm, dolžine 100 mm. Ta palica ima skozi postruženo luknjo premera 15 mm, Nato sem kot pri obeh delih privaril še nosilec za motor Z in na nasprotni strani nosilec za navojno palico ki je enak ostalima dvema. Na desni strani pa sem pod kotom 45 stopinj privaril še 2 nosilca za brušeno palico ki sta prav tako enaka nosilcema na pomičnem delu za Y os. Le da sem ju spodaj moral odrezati kot 45 stopinj dolžina pa je ostala nespremenjena. Zatem sem na cev privaril še matico. Za konec pa sem na zadnji desni strani, 10 cm pod vrhom privaril še 3 mm debelo pločevino dolgo 70 mm in na koncu pod pravim kotom upognjeno navzdol. Del ki »gleda« navzdol je dolg 22 mm. Na sredini pa sem prevrtal luknjo in vanjo privijačil vijak z matico kateri bo služil za nastavljanje trdote pomika in tudi same zračnosti.



Slika 7: 3D računalniška slika pomičnega dela Y osi

5.2.4. Izdelava pomičnega dela za Z os

Na palico debeline 24 mm in dolžine 100 mm katera ima skozi postruženo luknjo 15 mm sem privaril ploščo 10 mm x 8 mm debeline 4 mm. Nato sem na sredino postavil matico, ki jo je bilo potrebno skrajšati za 5 mm da se je prilegala med ploščo in palico. Za tem sem mativo privaril na eni strani na palico in na eni strani na ploščo. Za konec pa sem na zadnji levi strani, točno na sredini privaril še 3 mm debelo pločevino dolgo 40 mm in na koncu pod pravim kotom upognjeno navzdol. Del ki »gleda« navzdol je dolg 20 mm. Na sredini pa sem prevrtal luknjo in vanjo privijačil vijak z matico kateri bo služil za nastavljanje trdote pomika in tudi same zračnosti.

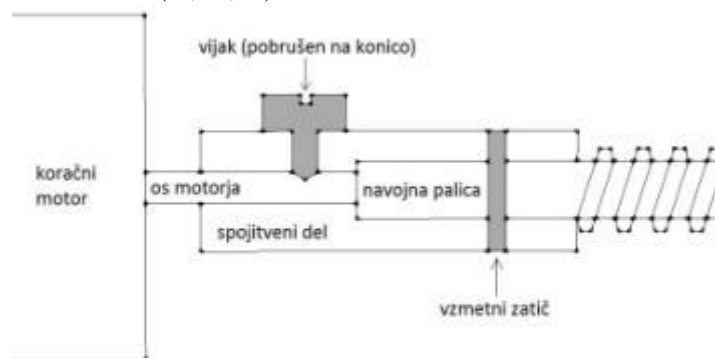


Slika 8: 3D računalniška slika pomičnega dela Z osi

5.3 Montaža navojnih palic na koračni motor

Iz nekega okroglega kosa železa, ki sem ga še našel doma sam dal postružiti 14 mm debelo in 35 mm dolg del skozi katerega je do polovice izvrtana luknja debeline 5 mm, v katero sem vstavil os motorja. V drugo polovico pa je izvrtana luknja debeline 8 mm. Tudi navojno palico je bilo treba postružiti. Postružena je bila tako da je iz nje bil odstranjen navoj v dolžini 17 mm. Nato sem jo lahko vstavil v ta del. Na strani kjer je vstavljena navojna palica sem skozi prevrtal luknjo in v njo vstavil vzmetni zatič. Na strani kateri pa je motor pa sem zvrtil luknjo samo iz ene strani dela. Na motorju pa sem samo z točkalom napravil majhno izboklino v katero je prišla konica vijaka. To sem napravil zato da nebi prišlo do zdrsa osi motorja.

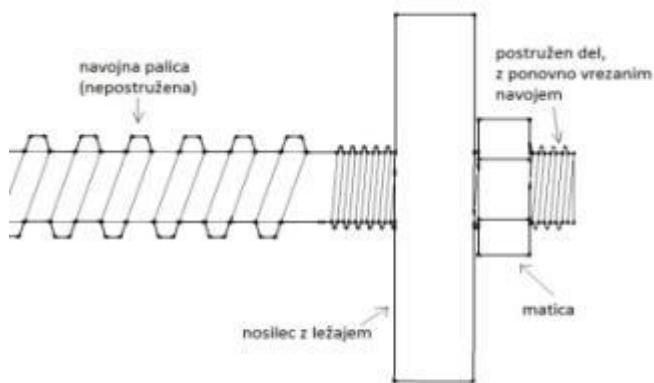
Tako sem napravil za vse tri osi (X, Y, Z).



Skica 1: Spojitev osi motorja z navojno palico

5.4. Montaža navojnih palic in motorjev na CNC

Motorje sem na CNC pritrdil z vijaki dolžine 10 mm z cilindrično glavo. Motor je pritrjen z 4 enakimi vijaki. Navojna palica pa je na drugi strani pritrjena tako da je na koncu 30 mm postružena in na njej vrezan navoj M7. Tako sem napravil za vse tri osi (X, Y, Z).



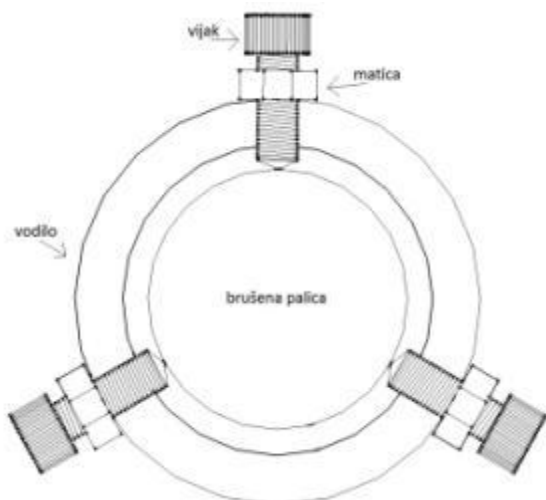
Skica 2: Montaža navojne palice na nosilec



Slika 9: Montaža navojne palice na nosilec

5.5. Izdelava vodil

Vodilo sem izdelal iz palice debeline 34 mm, dolžine 110 mm. Ta palica ima skozi postruženo luknjo premera 25 mm. Na to palico sem potem izvrtal 6 lukenj na vsaki strani po 3 odmaknjene 10 mm od roba. Luknje sem razporedil na vsako tretjino obsega. V vsako luknjo pa sem potem vrezal še navoj M6 in vanje privijačil vijake z matico. Matica je potrebna zato da sadevo trdno pričvrstimo ob vodilo. Enako sem izdelal še vodila za Y in Z osi le da sem tam uporabil palico debeline 24 mm in dolžine 100 mm katera ki skozi postruženo luknjo 15 mm.



Skica 3: Prerez vodila

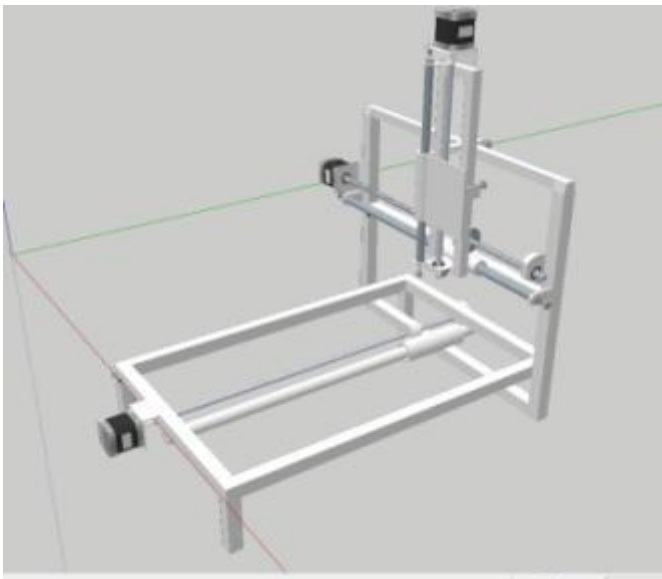


Slika 10: Prikaz vodila

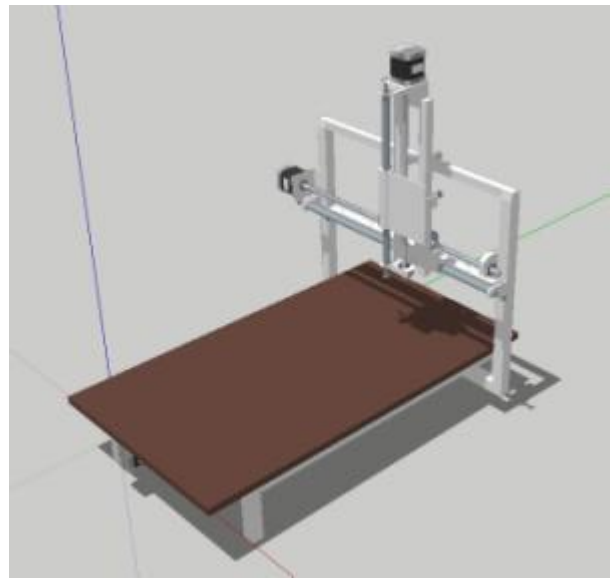
5.6. Konec izdelave

Nato sem vse elemente zložil skupaj zadevo nastavil, da ni bilo zračnosti. Za konec pa sem na okvir privijačil še vezano ploščo 490 mm x 360 mm, debeline 12 mm. Seveda je potem bilo potrebo izdelati še vpetje za rezkar, kemični svinčnik, flomaster ...

Proti koncu izdelave je CNC zgedal takole



Slika 12: 3D Računalniška slika nedokončanega CNC- ja



Slika 11: 3D Računalniška slika nedokončanega CNC - ja

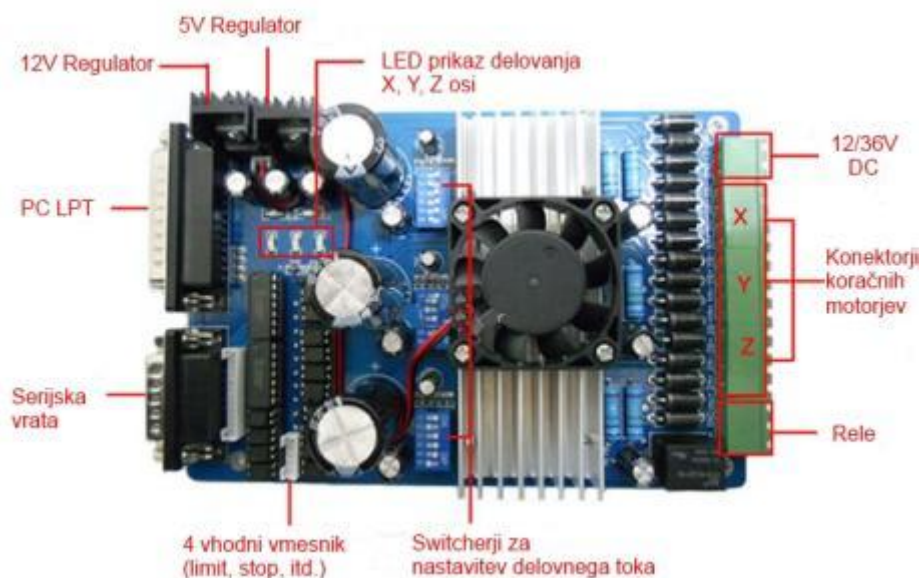


Slika 13: V delavnici pred priključitvijo motorjev

6. Krmilnik TOSHIBA TB6560

Lastnosti izdelka:

- Toshiba TB6560AHQ chip - Visoka priključna moč, največji dovoljen tok skozi je 3.5 A.
- 1-1/16 MICROSTEP nastavitvev - Večja natančnost in gladko delovanje kot standardni 1, 1/2 stopnje.
- Tok lahko nastavimo za vsako os posebej. Imamo 4 stopnje s katerimi nastavimo - 25%, 50%, 75% ali 100 % maksimalnega toka.
- Preobremenitev, prevelik tok in večja temperaturna varnost - Popolna zaščita za računalnik in periferno opremo.
- Možna nastavitvev toka direkt iz krmilnika – Moč se lahko določi glede na posebne zahteve uporabnikov!
- Maximalno zaprtega tipa optične izolacije za zaščito uporabnikovega računalnika in opreme.
- Relejski vmesnik - Izhodi Max. 36V 7.5A .
- 4 kanalni vhodi vmesnika Can-se uporablja za omejitev osi X, Y, Z in stikala za ustavitvev v sili.
- univerzalna uporaba- Podpira programe kot so: Mach3, KCAM4, EMC2 itd.

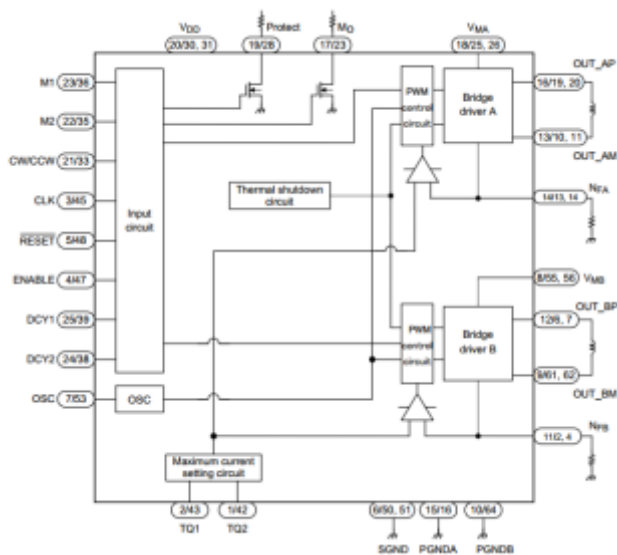


Slika 14: Prikaz pomembnejših sklopov krmilnika

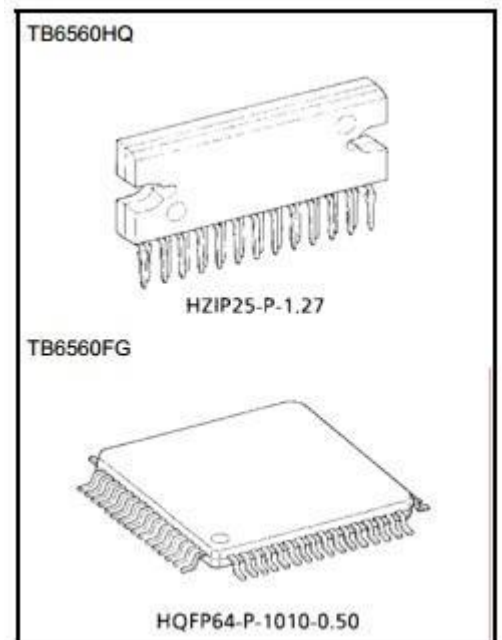
6.1. Čip TB6560

Lastnosti

- Single-chip motorni gonilnik sinusnega nadzora MICROSTEP za koračne motorje.
- Visoka izhodna vzdržna napetost z uporabo 2 BiCD procesa: Ron (zgornja in spodnja vsota) = $0,6 \Omega$ (tip.).
- Vrtenje naprej in nazaj.
- Izbirne faze vzbujalnega načina (2, 1-2, 2W1 4W1-2 in-2).
- Visoka izhodna vzdržna napetost: $40 \text{ V} = V_{dss}$.
- Visok izhodni tok: $I_{OUT} = A_{HQ}$: 3.5 (vrh) AFG: 2.5 (vrh).
- PAKET HZIP25-P-1,27 HQFP64-P-1010-0,50.
- Notranji pull-down upori navhodihi: 100 K (tip.).
- reset in vklop pinov.
- Toplotni izklop (TSD).



Slika 15: Blokveni diagram čipa TB6560



Slika 16: Čip TB6560

Ta čip je glede na ceno najbolj primeren za krmiljenje koračnih motorjev. Čip je zasnovan tako, da ga lahko uporabnik prilagodi svojim potrebam. Ima pa ta čip eno napako. Ko je čip vgrajen v vezju in tvori z ostalimi komponentami krmilnik, se zgodi da začne zadeva preskakovati korake. Med samo konfiguracijo moje CNC – naprave sem imel manjši problem nenatančnosti in sem na spletu zasledil da je napaka ravno to preskakovanje korakov. Iskal sem rešitev in prišel do tega da je potrebo izdelati manjše vezje ki to neprijetno zadevo odpravi. Ampak po nekajdnevem poizvedovanju po spletu sem ugotovil da sem naredil neumno napako že na začetku med nastavljanjem programa, ki vam jo bom predstavil pozneje. Tako da krmilnika ni bilo potrebno popravljati kot sem se vstrašil že na začetku.

7. KORAČNI MOTOR

7.1. Kako sploh deluje koračni motor ?

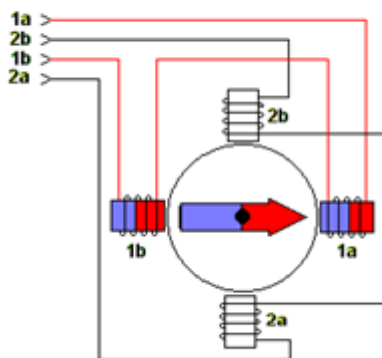
Koračni motor deluje malo drugače. Ko mu dovedemo napetost, se obrne samo za en korak, npr. za 1.8 stopinje. Zato tak motor potrebuje za en cel vrtljaj 200 korakov. 200 krat bi morali vključiti in vključiti stikalo, da bi motor naredil eno revolucijo (360 stopinj - 200x1.8).

7.2. Kako bi sedaj premaknili naš predmet samo za 1 mm ?

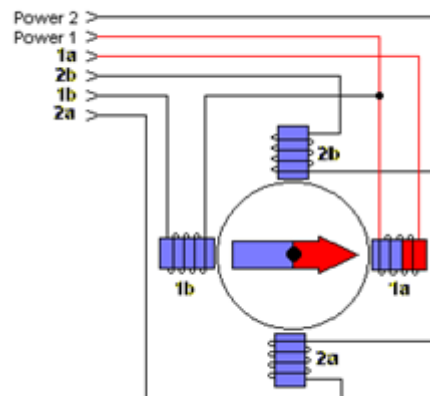
Če želim da se predmet na navojni palici pomakne za 1 mm, moramo storiti naslednje. Uporabljen imam navojno palico z korakom 3. To pomeni da se ob enem 360 stopinjskem obratu matica na njej premakne za 3 milimetre. Torej, da se bo matica pomaknila za 1 milimeter, moram vedeti, da imajo moji koračni motorji za popoln obrat 200 korakov. Se pravi, ko bo motor naredil 200 korakov, se bo matica pomaknila za 3 milimetre. Zato lahko izračunamo da je za 1 milimeter potrebnih 66.666 korakov. To dobimo tako da 200 delimo z 3. To vrednost si je potrebno zapolniti zato ker jo bom kasneje potreboval.

7.3. Poznamo 2 tipa koračnih motorjev.

Pri UNIPOLARNIH koračnih motorjih je značilno da so vsa navitja povezana v eni točki in da so enostavni za krmiljenje. Medtem ko BIPOLARNI navitja nimajo med seboj povezana v skupni točki in imajo veliko boljše razmerje med velikostjo in navorom kot unipolarni. Motorje z spremenljivim odporom imenujemo tudi hibridni koračni motorji. Značilni pa so po nizki porabi toka



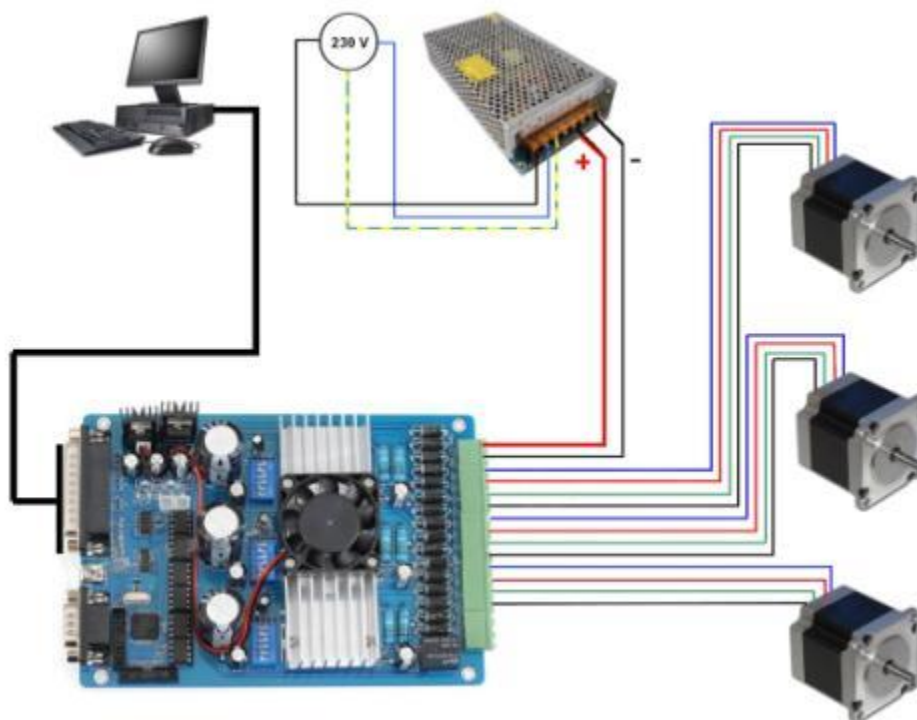
Slika 18: Prikaz bipolarnega koračnega motorja



Slika 17: Prikaz unipolarnega koračnega motorja

8. Vezava motorjev na krmilnik

Ko je bilo vse pripravljeno, sem krmilnik priključil na računalnik preko LPT porta, krmilnik priklopil na napajalnik (12 V), zatem pa sem priklopil še koračne motorje. Pazljiv sem moral biti na to da sem pravilno priključil tuljave motorjev. Pri enem motorju sem bil malce površen in ko sem zadevo priklopil in pognal, je motor »brenčal« in se začel močno pregrevati. Nato sem ugotovil da sem napačno priključil tuljavo. Priključil sem jih ravno nasprotno kot bi jih moral. Na spodnji sliki pa je tudi z barvami prikazano kako se zadeva priključi.



Slika 19: Vezava ostalih komponent s krmilnikom

9. Sinhronizacija krmilnika z računalnikom

Nato je prišel »veseli« del. Zadevo je bilo potrebno povezati z računalnikom. Kot ponavadi so se tu pojavile težave. Prva težava je bila da računalnik krmilnika sploh ni zaznal. Problem je bil da sem na računalniku imel naložen windows 7, kateri ne podpira več LPT porta na matični plošči. Ko to ugotovim sem na računalnik naložil windows xp kateri pa še podpira LPT port, a prišel je naslednji problem. Namreč pod upraviteljem naprav spet ni bilo LPT porta. Nato sem po spletu nekaj časa iskal rešitev in prišel do ugotovitve, da pa je zadeva mogoče onemogočena že v samem BIOSU. In nato sem pogledal v BIOS in opazil da je LPT port res bil izključen, zadevo vključim, počakam da se računalnik zažene, pogledam pod upravitelja naprav in računalnik je zaznal LPT port.

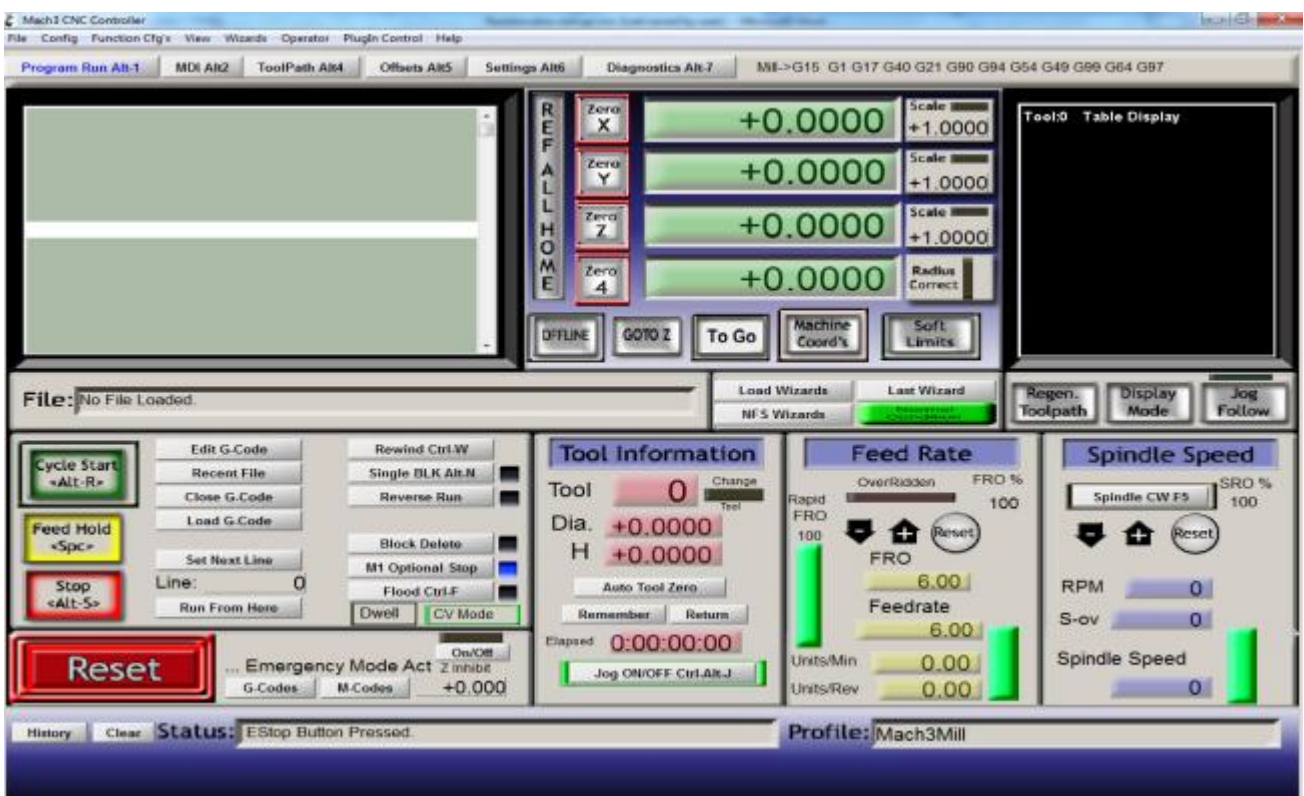
10. Konfiguracija in nastavitve

Zraven krmilnika sem na CD-ju dobil še programsko opremo MACH 3. Z tem programom bom krmilil CNC. Ko sem naložil ta program, sem zadevo zagnal in pojavilo se mi je prvo okno. V tem oknu izberemo opcijo MACH3Mill in pritisnemo OK.



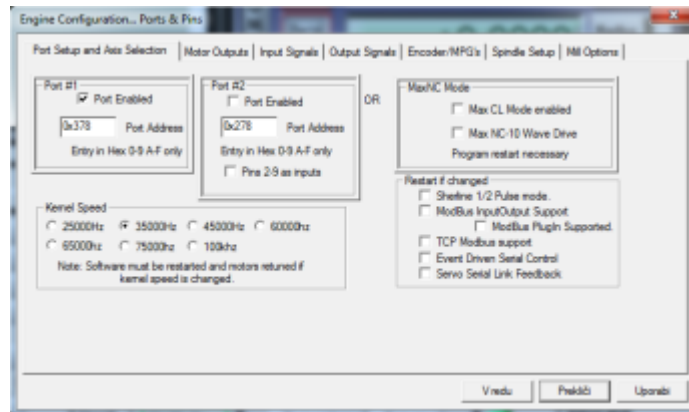
Slika 20: Zagon programa Mach 3

Nato se nam odpre program, ki izgleda takole:



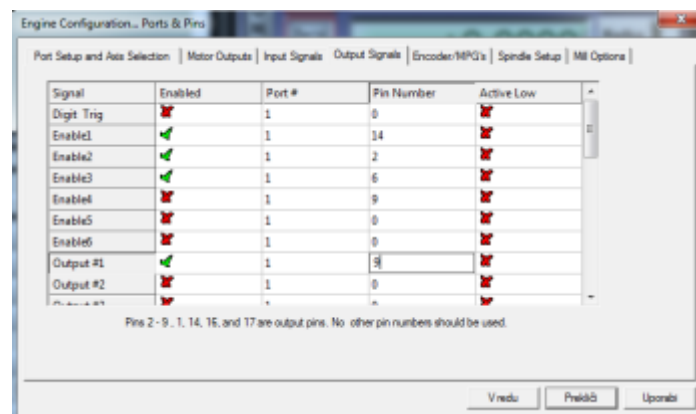
Slika 21: Izgled programa Mach 3

Nato je potrebno v programu nastaviti vhode in izhode LPT porta. To storimo tako, da v zgornjem levem kotu kliknemo gumb Config in izberemo opcijo Ports and Pins. Odpre se nam okno v katrem bomo nastavili sledeče zadeve.



Slika 22: Konfiguracija LPT porta

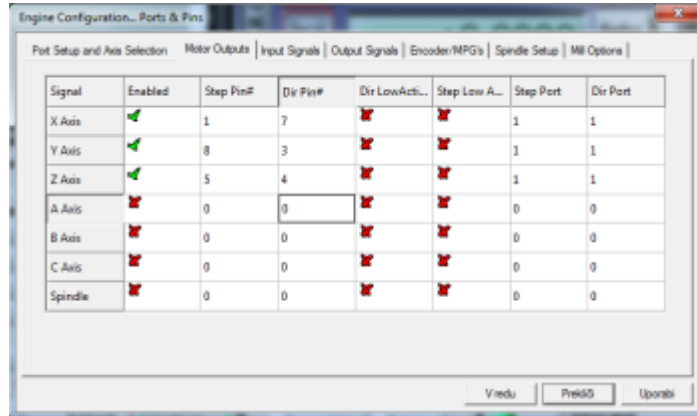
Tukaj moramo obvezno nastaviti frekvenco 35000Hz. To pa zato, ker, če bi bila nastavljena prevelika frekvenca, motor ne more več slediti in se nam v praksi zgodi, da zadeva začne brenčati in se močno segrevati. Pozorni pa moramo biti, tudi na naslov porta. V mojem primeru je to 0x378. Važne so samo zadnje 3 številke. Te številke se morajo ujemati z tistimi, ki jih najdemo v upravitelju naprav na našem računalniku, če ne, zadeva ne bo delovala. Nato kliknemo gumb Motor Outputs in tam nastavimo izhode tako kot kaže slika.



Slika 23: Nastavitev vhodov in izhodov 1.

Ko to zaključimo natančno še enkrat pregledamo, če smo vse storili tako kot kaže slika. Če smo se zmotili samo pri nastavitvi enega vhoda ali izhoda, stvar ne bo pravilno delovala ali pa sploh ne bo.

Nato kliknemo gumb Output Signals in natančno nastavimo vse, tako kot kaže slika.

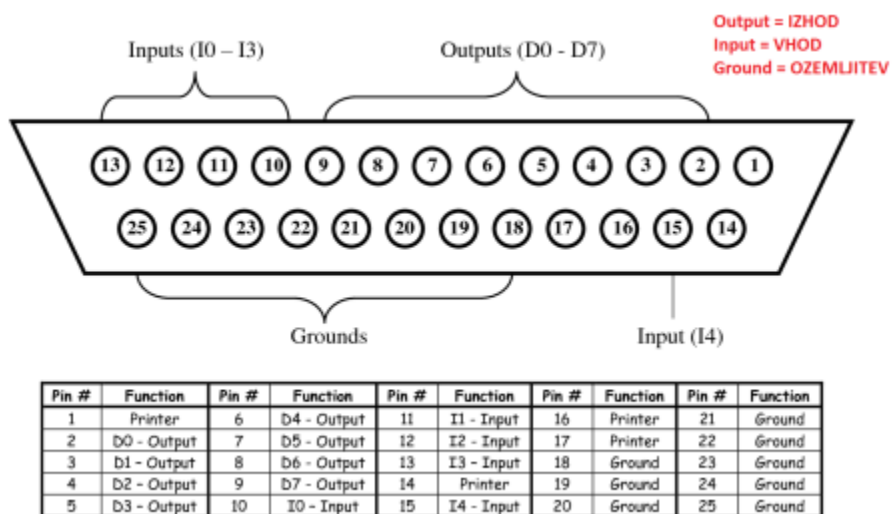


Slika 24: Nastavitev vhodov in izhodov 2.

Tukaj bom pokazal še nekaj za lažjo predstavbo konfiguriranja vhodov in izhodov na LPT portu.

Tabela 1: Uporaba posameznih pinov LPT porta

| PIN 9 | PIN 14 | PIN 7 | PIN 1 | PIN 2 | PIN 3 | PIN 8 | PIN 6 | PIN 4 | PIN 5 | PIN 16 | PIN 17 |
|---------|---------|--------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|--------------------|--------------------|
| vrtenje | X vklop | X smer | X koraki | Y vklop | Y smer | Y vklop | Z vklop | Z smer | Z vklop | Razširitev izhod 1 | Razširitev izhod 2 |

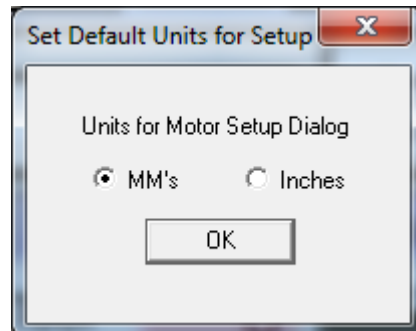


Slika 25: Prikaz vhodov in izhodov na LPT portu

Ko vse to končamo, še enkrat pregledamo ali smo res nastavili vse tako kot kažejo slike, da kasneje ne bo prišlo do nevšečnosti.

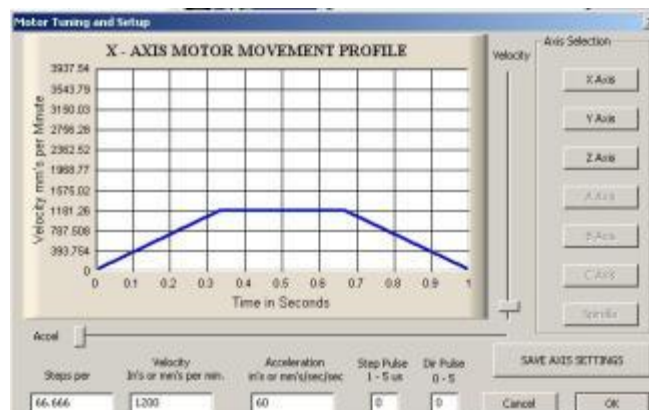
10.1. Nastavitev koračnih motorjev

Najprej v programu ponovno kliknemo gumb Config in izberemo Select Native Units. Odpre se nam majhno okence v katerem izberemo ali bomo imeli inče ali milimetre, nato kliknemo OK. To je zelo pomembno da izberemo milimetre, saj nam bo to prav prišlo pri nadaljni nastavitvi motorjev.



Slika 26: Nastavitev osnovne merilne enote v programu Mach 3

Nato ponovno kliknemo Config in izberemo Motor Tuning. Odpre se nam okno v katerem najprej opazimo graf, ki nam kaže pospešek, končno hitrost in pojemek koračnega motorja. Spodaj imamo okence Steps per ____ . To pomeni koraki na ____ . Zato je pomembno da smo prej nastavili milimetre saj bo sedaj to pomenilo korake na milimeter. Na CNC – ju sem uporabil navojno palico z korakom 3. To pomeni da matica ki je na navojni palici napravi pot 1 milimeter ob enem 360 stopinjskem zasuku Navojne palice. Torej bo potrebno z enostavnim računom izračunati koliko korakov mora narediti koračni motor za 1 milimeter. To sem storil že prej in dobil vrednost 66.666 korakov. To vrednost potem vpišemo v spodnje okence Steps per. Nato imamo še zraven eno okence, v katerem nastavljam hitrost pomika. Ta hitrost je v enoti mm/min. To hitrost lahko izberemo poljubno. Za moj CNC – je pa največja dovoljena hitrost okoli 1200 mm/min. Lahko bi nastavljal še več ampak nebi bilo dobro za celoten stroj zaradi neprofesionalnosti materialov, in bi počasi prišlo do obrabe. Ob tem lahko še nastavimo pospešek in pojemek ki je v tem primeru nastavljen na mm/sec².



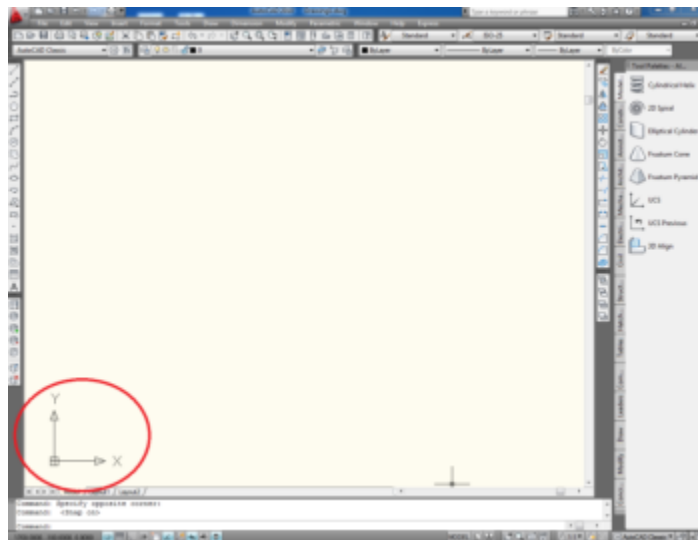
Slika 27: Motor tuning

Tako ! Končali smo za nastavitvijo vhodov in izhodov in nastavitvijo koračnih motorjev. Sedaj pa se lahko lotimo izdelave enostavne risbe, katero bom kasenje tudi z CNC- jem izvedel.

11. Načrtovanje risbe in G-koda

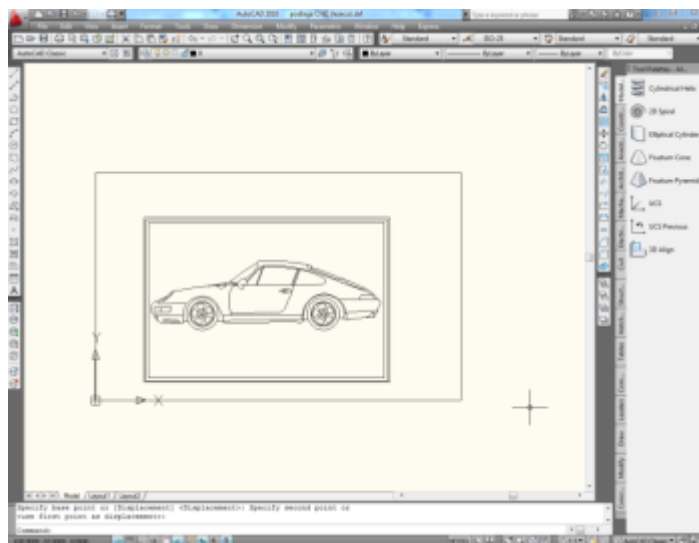
Za oblikovanje takšnih in drugačnih risb uporabljam program autocad 2010. Program je univerzalen na vseh področjih Naravoslovnih ved. Je tudi zelo razširjen in niti ni tako zahteven za uporabo.

Začel bom z enostavno risbo katera bo uprizarjala avtomobil. Zelo pozorni moramo biti na to da želeno risbo začnemo risati zraven koordinat 0,0. To pa zato da bomo lažje nastavili obdelovalno površino na CNC-ju.



Slika 28: Autocad, točka 0,0

Med samim risanjem je dobro, da si narišemo pravokotnik ki nam pomaga, da risbe ne naredimo prevelike. Ta pravokotnik na sliki je velik 300 mm x 500 mm. Takšna je namreč največja možna obdelovalna površina mojega CNC – ja. Po končanem risanju pa si ta pomožni pravokotnik odstranimo, saj nam kasneje lahko nagaja in nam ga CNC »nariše« skupaj avtomobilom. Ta avtomobil sem narisal tako, da sem si v autocad vstavil sliko in lepo enostavno obrisal sliko. Nato sem sliko odstranil in dobil vektorsko sliko avtomobila . Glede merila pa je tako da če narišemo črto 10 mm v autocadu imamo pri pravilnih nastavitvah koračnih motorjev tudi v praksi 10 mm.

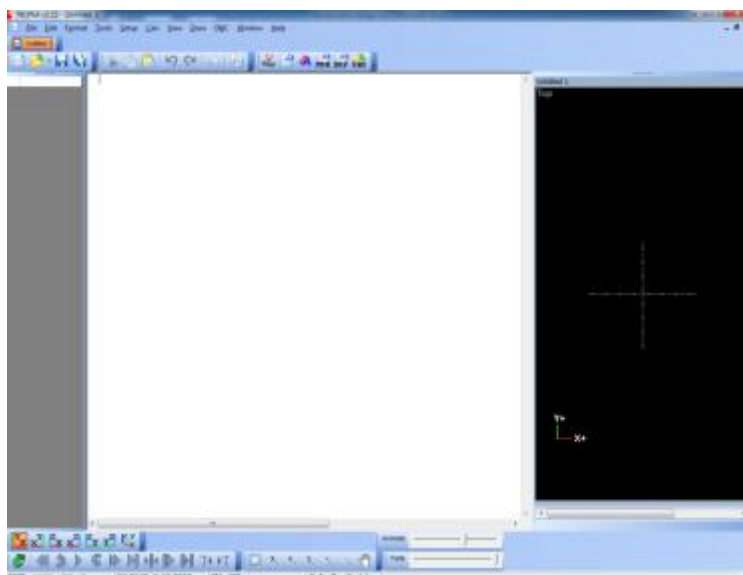


Slika 29: Autocad, risba avtomobila

Ko smo prepričani da smo končali z risanjem, izdelek iz autocada izvozimo v DXF datoteko. Ta format je potreben zato, da ga lahko z pomočjo posebnega programa pretvorimo v G-kodo.

Za pretvorbo in urejanje G-kode uporabljam program NC Plot. Je zelo enostaven program za uporabo. Namenjen ja zgolj 2D rezkanju lahko pa ga z nekaj več znanja uporabimo tudi za 3D rezkanje.

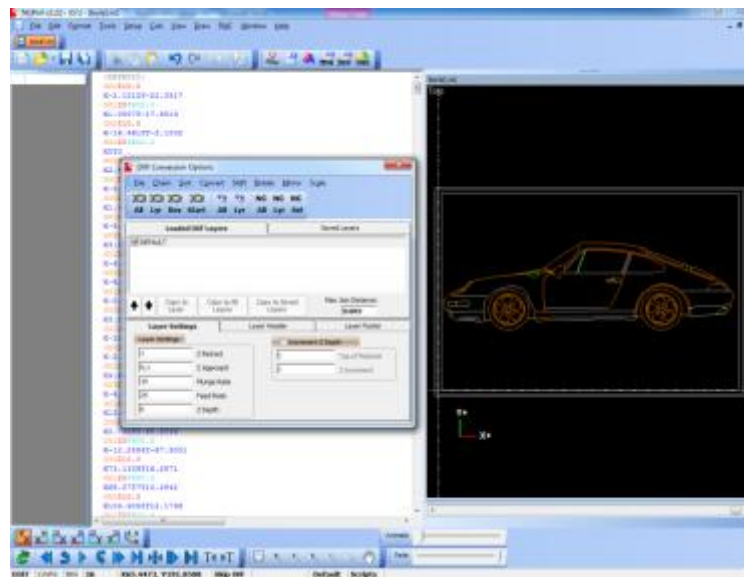
Najprej odpremo program NC plot verzija 2.22. Odpre se nam takšno okno.



Slika 30: Izgled programa NC Plot

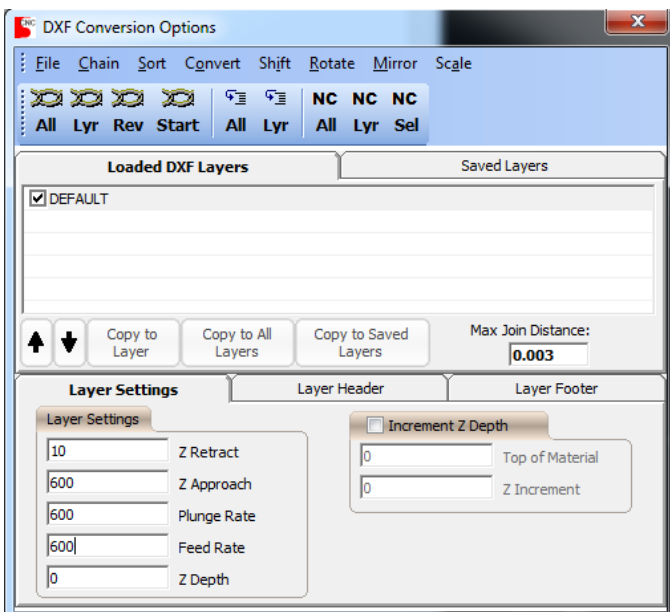
V tem velikem belem kvadratu se nam bo kasneje izpisala G-koda. V črnem pa se nam zadeva izriše. Izriše nam kje se bo rezkar premikal in kje se bo dvignil in prestavil na drugo točko in od tam začel delo dalje.

V zgornjem levem kotu kliknemo gumb File. In izberemo import DXF. Odpre se nam raziskovalec v katerem poiščemo svojo DXF datoteko, v našem primeru avtomobil. Kliknemo gumb Odpri in zadevo nam odpre. Pokaže se nam okno v katerem bomo nastavljali hitrost pomikov, globino rezkanja, višino na katero se naj rezkar dvigne ko se premika... Na desni strani pa je že viden naš avtomobil.

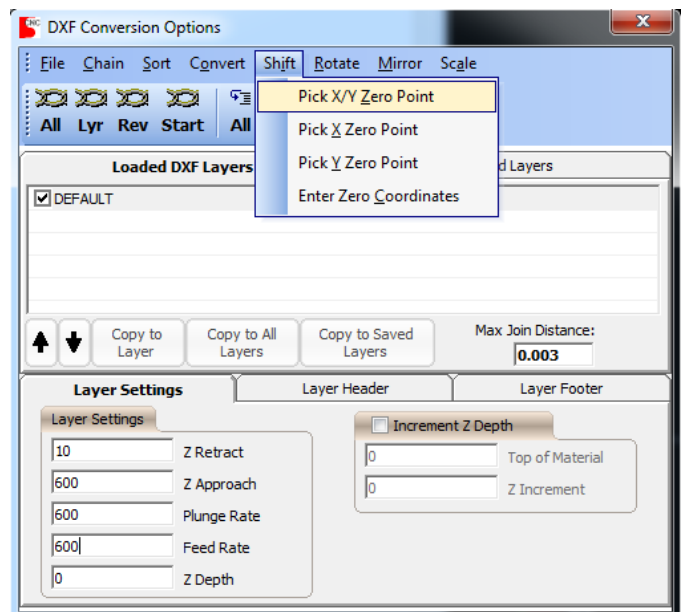


Slika 31: Nastavitve v programu NC Plot, G-koda

Pri nastavljanju globine, hitrosti, moramo biti pozorni da hitrost prestavljanja ni večja od hitrosti ki smo jo nastavili v prejšnjem programu Mach 3, v našem primeru 1200 mm/min. Ker če bo hitrost večja od nastavljene, je lahko izdelek popačen,



Slika 33: Nastavitve v programu NC Plot



Slika 32: Nastavitve v programu NC Plot 2.

Spodaj na tem oknu imamo polja z vpisovanje vrednosti. Njihov pomen je sledeči:

Z Retract = Višina na katero se dvigne Z os med prestavljanjem. Podana je v milimetrih.

Z Approach = Hitrost pristopa Z osi do ničelne točke. Poddana je v mm/sec.

Plunge Rate = Hitrost pomikanja rezkarja po Z osi. Če je hitrost previsoka, material pa pretrd lahko prav tako poškodujemo ali zlomimo rezkar. Namenjena je tudi zato ker nekateri rezkarji slabše režejo navzdol kot pa v druge strani. Podana je v mm/sec.

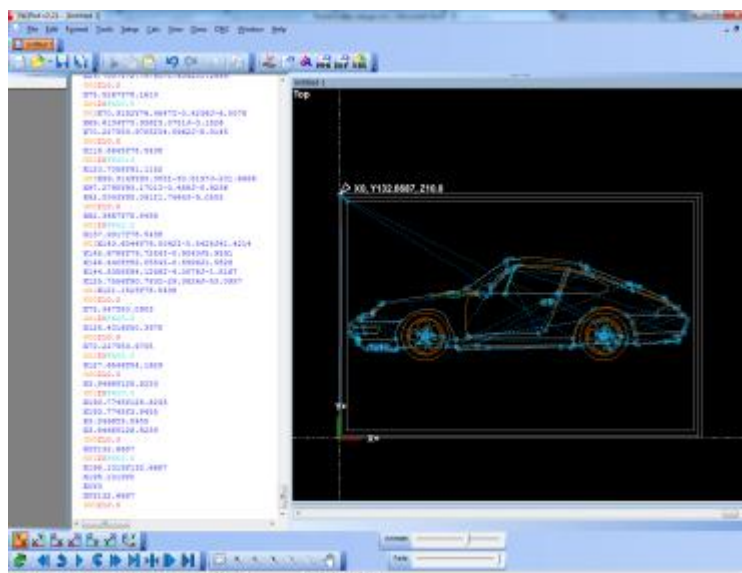
Feed Rate = Hitrost izvajanja celotnega procesa. Če je prevelika, so lahko pravtako posledice. Podana je v mm/sec.

Z Depth = Največja dovoljena globina rezanja na katero se spusti rezkar. Podana je v milimetrih.

Jaz sem tukaj nad vse tri vrednosti enake sej ni potrebno paziti, da nebi uničil rezkarja, saj imam zaenkrat na CNC – ju pritrjen kemični svinčnik z vzmetjo.

Ko napišemo vse te vrednosti, je dobro da nastavimo še ničelno točko zaradi tega da potem lažje nastavimo obdelovanec na delovno površino CNC – ja. Zgoraj na tem oknu kliknemo gumb Shift ter nato še pick X/Y Zero Point. Nato na vektorski risbi z miško izberemo koordinate 0,0. Jaz sem izbral tako, da je točka 0,0 v spodnjem levem kotu risbe.

Ko smo končali kliknemo gumb NC all in na belem oknu se nam izpiše G-koda za našo risbo.



rezkarja. Na desni strani pa je risba ki kaže poteke rezkarja, koliko se bo rezkar dvignil med prestavljanjem. Spodaj pa imamo gumbe za izvedbo animacijo simulacije. Lahko tudi preklapljamo med različnimi pogledi na risbo.



Slika 35: Orodna vrstica za izvedbo simulacije (NC Plot)

Ko smo prepričani, da je vse v redu, v zgornjem levem kotu kliknemo gumb file in nato Save file as. Odpre se nam navadno okno kot pri vseh programih, kjer nekaj shranjujemo.

Napišemo želeno ime in spodaj izberemo končnico .nc. To je format katerega brez kakeršnjih koli težav »razume« program mach3.

Nato lahko končno zaženemo program mach3. In uvozimo naš avtomobil. Sedaj bo nadalnje delo potekalo na drugem računalniku, ki je povezan z CNC – jem.

12. Izvedba

12.1. Nadaljevanje v Mach 3

Ko zaženemo program mach 3, zgoraj kliknemo gumb file in nato Load G-Code. Poiščemo našo nc datoteko, ki je v tem primeru avtomobil in jo odpremo. V črnem oknu na desni strani nam pokaže risbo našega avtomobila. Nato naš cnc postavimo na želeno mesto obdelovanca. To storimo tako da pritisnemo tipko tab in odpre se nam okno v katerem lahko ročno krmilimo CNC. Da pa lahko zadevo poženemo mora pa biti obvezno pritisnjen gumb RESET, ki se nahaja v spodnjem levem kotu. Da je pritisnjen vemo takrat ko nad njim gori zelena luč. Ko rezkar postavimo na želeno pozicijo, ga moramo nastaviti še na koordinate 0,0,0. To storimo tako, da poklikamo gumbe ki se nahajajo na sredini okna zraven okenca kjer se izpisujejo koordinate. (to so gumbi Zero x, Zero Y, Zero Z).

V tem programu imamo 4 okenca za prikaz koordinat. To pa zato, ker je program namenjen tudi krmiljenju 4 ossnih naprav kot so CNC stružnice in podobno.

Ko vse to nastavimo lahko kliknemo gumb START, ki se nahaja nad gumbom RESET in je obarvan zeleno. CNC bo začel z »risanjem« naše risbe.



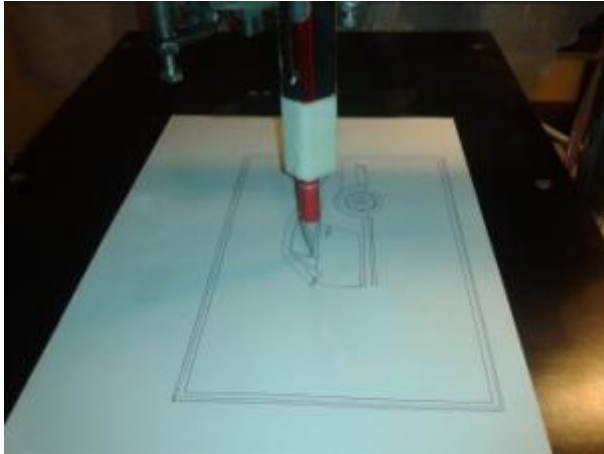
Slika 37: Mach 3 pred zagonom CNC - ja



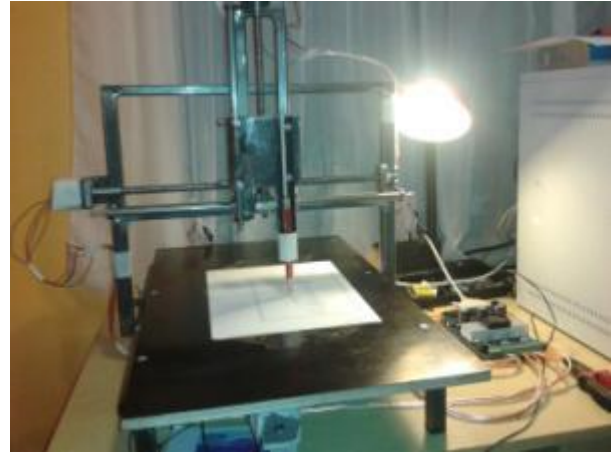
Slika 36: Okno za ročno krmiljenje

Med delom je dobro, da spremljamo CNC saj lahko pride do kakšnega zapleta in, da lahko zadevo pravočasno ustavimo.

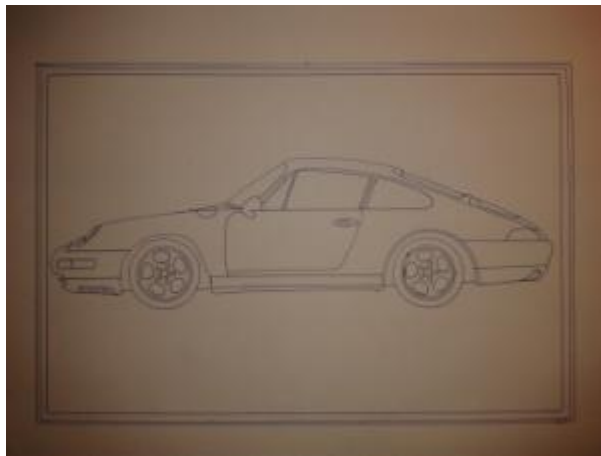
Še sliki CNC-ja med delom in slika končnega izdelka.



Slika 39: CNC med delom 1.



Slika 38: CNC med delom 2.



Slika 40: Rezultat - končni izdelek

Projekt je uspel in sem z njim zadovoljen. Risba je nastajala 16 minut in 45 sekund. Na CNC – ju imam za enkrat pritrjen kemični svinčnik z vzmetjo. Vzmet imam zato da lahko simuliram tudi risbo ki bi jo z rezkarjem rezkal v les ali kak drug material. Seveda bo gor prišel rezkar ampak moram za njega narediti še vpetje. Krmilnik in napajalnik bom vstavil v ohišje računalnika in iz njega speljal vodnike s konektorji in nanje priključil koračne motorje. Na koncu bom zadevo še pobarval. Nato pa mislim, da bo stvar končana.

Povezava do videa, ki prikazuje napravo v fazi testiranja:

http://www.youtube.com/watch?v=_VNfPf3E1TY

13. Zaključek

V raziskovalni nalogi sem uresničil svoje cilje. Ampak vseh hipotez pa ne morem potrditi. Te naprave ni bilo mogoče izdelati brez stružnice, ki pa ni ravno pogosto orodje ali naprava v povprečni delavnici, saj zahteva naprava izurjenega upravljavca in tudi ni cenovno ugodna. Naslednja hipoteza, ki je tudi ne morem potrditi pa je, da bi lahko napravo izdelal z materiali, ki jih dobimo v trgovinah z tehničnim blagom. Namreč moral sem obiskati specializirano trgovino z linearnimi elementi in tam kupiti navojno palico z trapeznim navojem in maticami.

Ostali dve hipotezi pa z veseljem potrjujem. Saj za izdelavo nisem porabil niti četrtno denarja kot so vredne naprave s katerimi se lahko primerja ta naprava ki je opisana v tej raziskovalni nalogi.

14. Zahvala

Moja raziskovalna naloga je pri koncu in si tudi težko predstavljam kako bi zadevo izvedel brez pomoči nekaterih. Rad bi se zahvalil vsakemu, ki mi je v teh petih mesecih raziskovalnega dela priskočil na pomoč, mi podal kakšno mnenje, idejo, kritiko ipd. Skratka, hvala vsem, ki ste na kakršenkoli način pripomogli, da je to delo nastalo.

Najprej iskrena zahvala mentorju prof. Gregorju Kramerju za vso potrpežljivost, ideje, strokovno pomoč in pomoč pri načrtovanju naprave.

Zahvala velja tudi prof. Janku Holobarju za podrobno obrazložitev delovanja podobnih naprav

Zahvaljujem se svojim staršema, mami (Ančki Ogrizek) za spodbudo in očetu (Antonu Ogrizeku) za pomoč pri varjenju zahtevnejših sklopov naprave.

Zahvalil bi se rad tudi mojemu bratu (Branku Ogrizeku), ki mi je svetoval pri vsem, kar tiče računalništva.

Navsezadnje pa ne smem pozabiti na sošolce 4.b razreda, ki so mi dajali moralno podporo skozi ves čas izdelave te raziskovalne naloge

15. Viri in literatura

Spletne strani:

instructables

<http://www.instructables.com/>

CNC zone

<http://www.cnczone.com/forums/forum.php>

Mach support

<http://www.machsupport.com/>

Knjige:

Floyd Kelly J., P. Hood (2009). Build Your Own CNC Machine. New York: Apress, 2009

IZJAVA

Mentor (-ica) _____, v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi naslovom _____,

katere avtorji (-ice) so _____, _____, _____ :

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo (-ičino) dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu;
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na spletnih portalih z navedbo, da je nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Šola

Podpis mentorja(-ice)

Podpis odgovorne osebe

* Pojasnilo

V skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno **podpisano izjavo mentorja(-ice) in odgovorne osebe šole uvezati v izvod za knjižnico**, dovoljenje za objavo avtorja(-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor(-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.