



**Šolski center Celje
Poklicna in tehniška strojna šola
Pot na Lavo 22
3000 Celje**

Raziskovalna naloga

Vodila za izvlečene didaktične plošče

Področje: snovanje in konstruiranje

Avtorji:

**Simon NOVAK, S-4. b
Primož PIRC, S-4. b
Silvo RAK, S-4. b**

Mentorja:

**Janez TROTOVŠEK,
Brigita RENNER, prof. zgod. in slov.**

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2007

KAZALO

KAZALO VSEBINE.....	2
KAZALO SLIK.....	3
KAZALO SKIC.....	4

KAZALO VSEBINE

1. Povzetek.....	6
2. Uvod.....	7
3. Hipoteza	8
4. Namen in cilj raziskovalne naloge	9
5. Predstavitev naprav	10
5.1 Namenska vodila za kuhinjske elemente.....	10
5.2 Namenska vodila za pisarniške mize.....	11
6. Prikaz že obstoječih vodil	12
7. Določitev obremenitev.....	14
8. Konstruiranje naprave	16
9. Izdelava glavnih delov.....	18
9.1 C–profil	19
9.2 Puša	20
9.3 Podložka	21
9.4 Glavna os	22
9.5 Držalo za ležaje	23
9.6 Os za ležaj	24
10. Rezultati dela	26
11. Zahvala	27
12. Zaključek	28
13. VIRI IN LITERATURA.....	29

KAZALO SLIK

Slika 1: Vodila za elemente s plastični ležaji	10
Slika 2: Kroglična vodila za elemente.....	10
Slika 3: Vodila za pisarniške mize 1	11
Slika 4: Vodila za pisarniške mize 2	11
Slika 5: Prikaz 1	12
Slika 6: Prikaz 2	12
Slika 7: Prikaz 3	13
Slika 8: Standardni ležaj.....	17
Slika 9: 3-D model vodil	19
Slika 10: Glavna puša.....	20
Slika 11: Podlažka.....	21
Slika 12: Glavna os, ki drži držalo za ležaj	22
Slika 13: Držalo za ležaje, ki preprečuje zvijanje mize leco in desno	23
Slika 14: Os za ležaj	24
Slika 15: Seegerjev obroček.....	24
Slika 16: Sestavna risba 1.....	25
Slika 17: Sestavna risba 2.....	25
Slika 18: Model novonastalih vodil	26

KAZALO SKIC

Skica 1: Prikaz upogiba na sredini vodil.....	14
Skica 2: Prikaz obremenitve na upogib.....	15

1. Povzetek

V raziskovalni nalogi smo se lotili izdelave vodil za lažje odpiranje in prevračanje mize. Najprej smo raziskali trg in ugotovili, da omenjenih vodil na trgu ni, zato smo se lotili svojega konstruiranja. Zatem smo določili obremenitve in glede na ugotovitve smo kasneje skonstruirali dele v 3D-modelirniku ter vse sestavili v celoto. Na koncu smo napravo tudi izdelali in preizkusili njeno uporabnost, ki se je izkazala za zelo praktično.

2. Uvod

V raziskovalni nalogi želimo ugotoviti, ali je tovrstna naprava že v uporabi in kako jo je mogoče najuporabnejše skonstruirati ter izdelati. Pri tej napravi nas najbolj zanima predvsem zmogljivost prenašanja teže, pri čemer bi uporabili čim več materiala v zelo majhnem prostoru, ki nam je na voljo, hkrati pa, da bi bila naprava čim boljje ergonomsko oblikovana. Preverili bomo tudi stanje na trgu, in sicer ali je mogoče ta izdelek kupiti v redni prodaji.

Po končani raziskavi smo ugotovili, da takšnih naprav še ni na tržišču, zato smo napravo skonstruirali in jo kasneje tudi izdelali.

3. Hipoteza

Na podlagi naših ugotovitev in potreb uporabnikov smo si postavili hipotezo:

Ali je mogoče izdelati vodila, ki bodo pri optimalni konstrukciji ohranila obliko in uporabnost?

Naš namen je bil, da bi povečali zmogljivost novonastalih vodil na podlagi že prej izdelanih industrijskih pohištenih vodil.

4. Namen in cilj raziskovalne naloge

Namen te raziskovalne naloge je, da obstoječa vodila optimalno dimenzioniramo in funkcionalno izboljšamo z večnamensko mizo.

To omogoča:

- večjo nosilnost
- normalno uporabo in izvlek mize

Naprava mora biti enostavna in prilagodljiva že obstoječim meram. Prav tako mora biti konstrukcija enostavna in zgrajena na osnovi fizikalnih preračunov, kar izključuje pojavljanje napak zaradi zapletene zgradbe. Na podlagi naprave, ki je bila že montirana na didaktični plošči, smo se odločili, da bomo uporabili nova vodila, ki bodo bolj zapletenih oblik, vendar funkcionalnejša. Upoštevali smo nasvete strokovnjakov, ki imajo izkušnje s tovrstnimi problemi. Le-te smo reševali s pridobljenim znanjem iz predmetov Mehanika, Snovanje in konstruiranje ter Strojni elementi. Na podlagi pridobljenih preračunov smo skonstruirali napravo, ki ne bo predimenzionirana, saj nimamo na voljo veliko prostora.

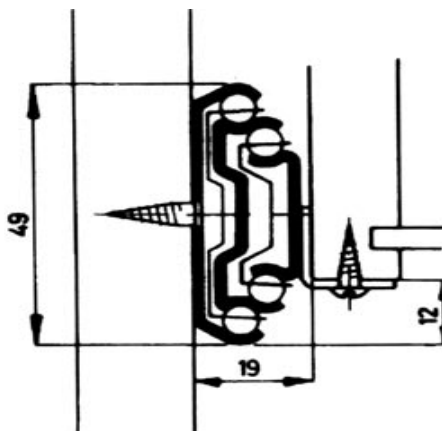
5. Predstavitev naprav

Predstavili bomo nekaj naprav, ki se najbolj uporabljajo za vodenje pohištenih delov (miz ter kuhinjskih elementov).

5.1 Namenska vodila za kuhinjske elemente



Slika 1: Vodila za elemente s plastični ležaji



Slika 2: Kroglična vodila za elemente

5.2 Namenska vodila za pisarniške mize



Slika 3: Vodila za pisarniške mize 1



Slika 4: Vodila za pisarniške mize 2

Predstavljena vodila so po namenu podobna našim, vendar se razlikujejo po določeni konstrukcijski zasnovi. Hkrati imajo določene slabe lastnosti:

- nimajo možnosti zasuka
- večinoma ne prenašajo tako velike teže pri zasuku
- slaba uležajenost
- preslabo izdelana konstrukcija

Največja pomanjkljivost predstavljenih vodil je, da nimajo glavnega ležaja, ki bi omogočal zasuk. Namesto tega imajo plastične kolesčke, ki pa znajo biti zelo krhki.

Na podlagi vseh zbranih ugotovitev smo se odločili, da bomo predhodna vodila razvili ravno v to smer.

6. Prikaz že obstoječih vodil

Tu zraven prilagamo še nekaj slik vodil, ki so bila do sedaj nameščena na izvlečenih didaktičnih ploščah, kot prikaz kako so že bila poškodovana zaradi slabe konstrukcije in uporabe materialov.



Slika 5: Prikaz 1



Slika 6: Prikaz 2

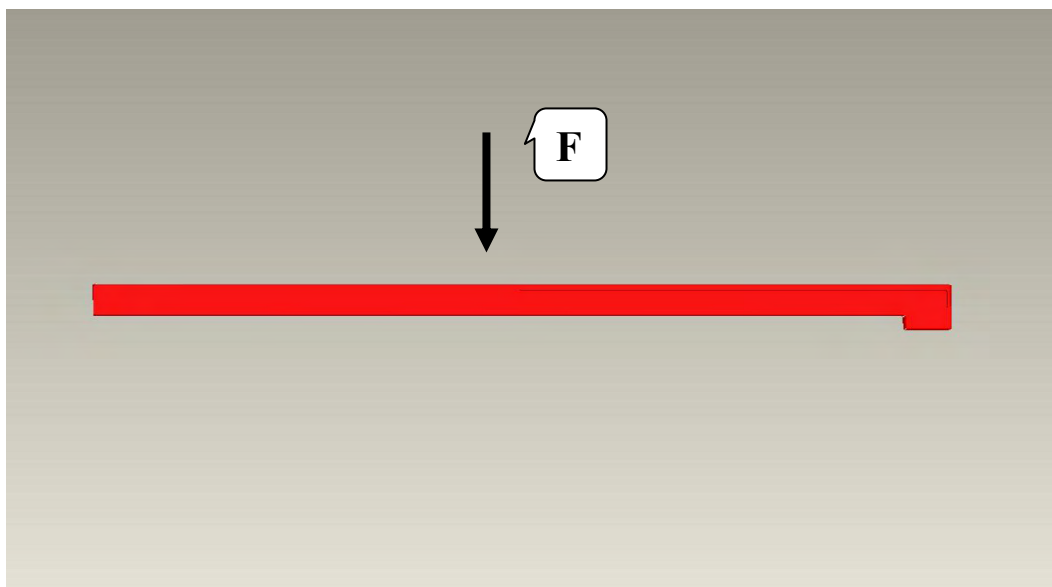


Slika 7: Prikaz 3

7. Določitev obremenitev

Za koristno in uspešno konstruiranje strojnih delov, ki v vodilih prenašajo določene obremenitve, moramo poznati sile, da vemo, kje je meja, da se vodila ne zvijejo (upognejo).

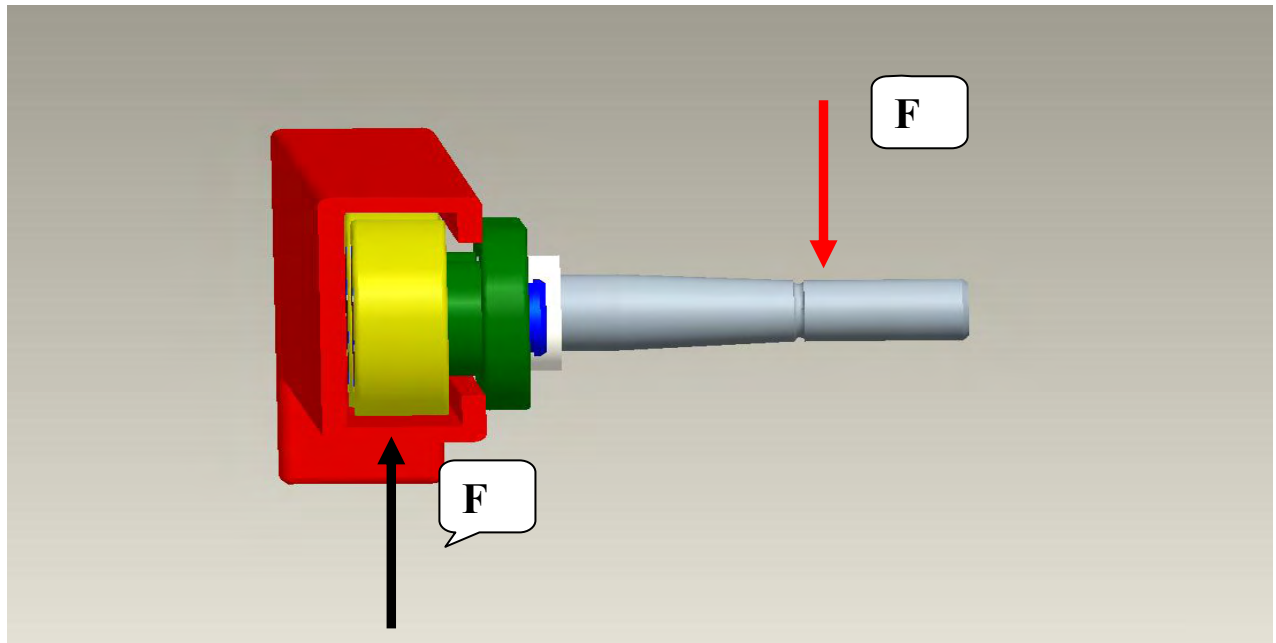
Ker je naš namen izdelati napravo, ki bo vse te obremenitve prenašala, moramo predvideti največjo možno obremenitev, ki jo vodila še prenesejo. Preden pa začnemo z računanjem, moramo določiti vrsto obremenitve. Na spodnjih dveh risbah vidimo, da je sila usmerjena samo navzdol, zato lahko iz tega razberemo, da so vodila obremenjena na upogib enkrat na sredini ter enkrat na koncu.



Skica 1: Prikaz upogiba na sredini vodil

Iz spodnje formule za upogib lahko izrazimo silo **F** na sredini vodil.

$$M_{\max} = \frac{F \cdot l}{4} \rightarrow F = \frac{M_{\max} \cdot 4}{l}$$



Skica 2: Prikaz obremenitve na upogib

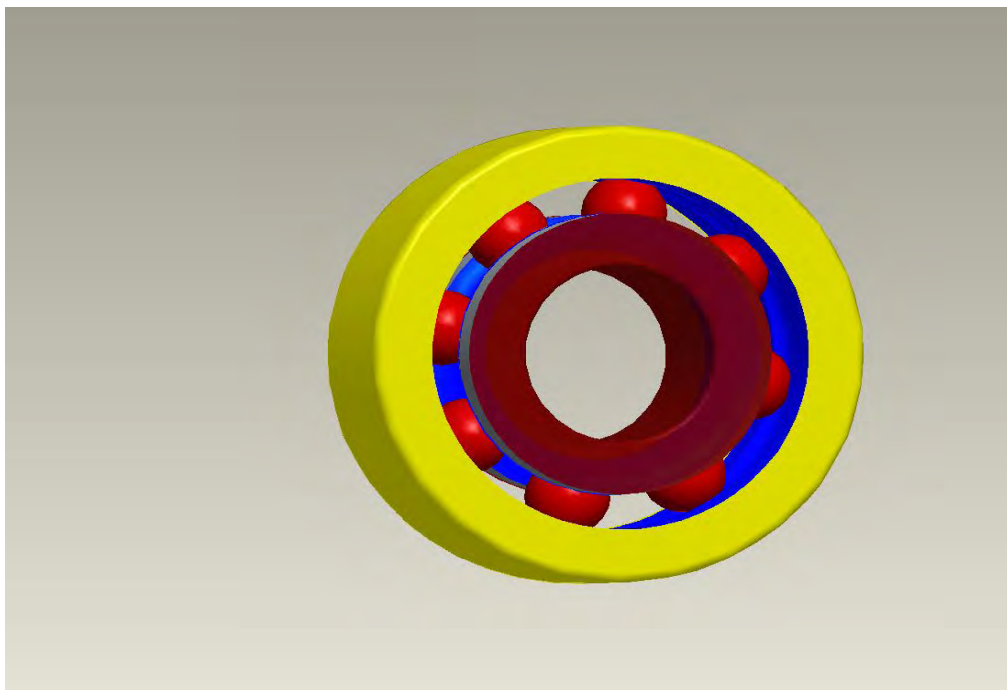
Ta enačba prikazuje, da so vodila na eni strani fiksno vpeta, na drugi strani pa je prosto gibljiva.

$$M_{\max} = F \cdot l$$

8. Konstruiranje naprave

Ko smo določili najpomembnejše dimenzije elementov, ki prenašajo največje obremenitve, smo se lahko lotili modeliranja posameznih delov. Pričeli smo z nosilcem, za katerega smo uporabili C–profil, širine 25 mm in višine 32 mm. Ker pa vemo, da se sila v nosilcu s premikanjem didaktične plošče na določenem mestu povečuje, mora biti višina nosilca po celi dolžini enaka. Na ta način dosežemo približno konstantno silo po celotnem nosilcu. Pri tem smo morali nosilec oblikovati tako, da lahko ležaj v njem prosto teče. Skonstruirali smo ga, kot prikazuje slika 5. K temu smo dodali še podložko in vse skupaj pritrdili na mizo.

Ko smo zmodelirali vse sklope in jih povezali v celoto, smo ugotovili, da so bila obstoječa vodila predolga, zato smo naša vodila skrajšali za 50 mm in s tem dobili ugodno lego didaktične plošče po zasuku. Lega mize s prejšnjimi vodili je bila bolj pod kotom kot pri zdajšnjih vodilih, kar v našem primeru omogoča lažjo montažo pnevmatskih in hidravličnih komponent na didaktično ploščo. Kot lege mize smo izračunali s kotnimi funkcijami.



Slika 8: Standardni ležaj

Ker je ležaj standardni, smo se odločili, da ga bomo zaradi pretežke izdelave poiskali v Krautovem Strojniškem priročniku. Ležaj, ki ustreza našim meram v prostoru, ki nam je na voljo, je naslednjih mer: zunanji premer $\varnothing 26$, notranji premer luknje $\varnothing 10$ in širina 8 mm. Zaokrožitev na notranjem premeru znaša 0,3 mm, kar pomeni, da je ravno dovolj, da nam omogoča zadrževanje v osi. Teža mize za ta ležaj ni nobena ovira, saj en ležaj zdrži silo $C = 4,62 \text{ kN}$.

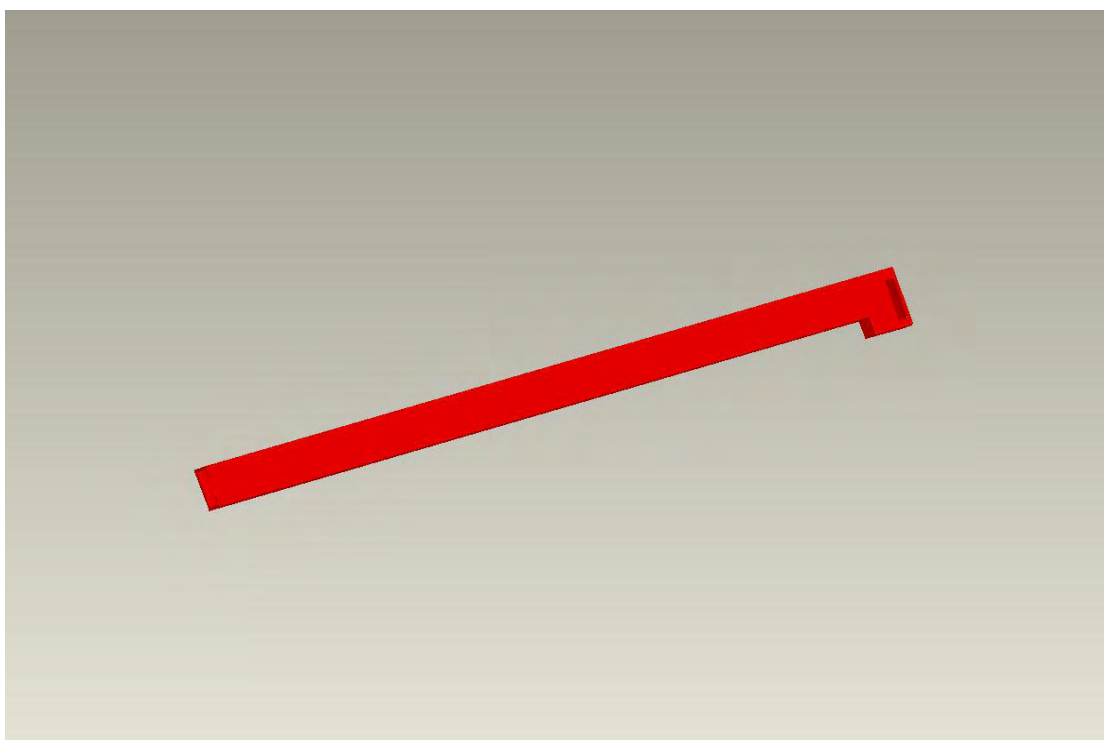
9. Izdelava glavnih delov

Po dimenzioniranju in konstruiranju smo izbrali in nakupili surovine:

- C-profil 32
- ležaji (SIST DIN 616), kroglični enoredni (vrsta 60)
- jeklo za poboljšanje C 45 - glavna os ($\varnothing$ 15 x 80)
- jeklo za poboljšanje C 45 - podložka ($\varnothing$ 25 x 10)
- jeklo za poboljšanje C 45 - puša ($\varnothing$ 20 x 20)
- jeklo za poboljšanje C 45 - puša ležaj ($\varnothing$ 20 x 30)
- jeklo za poboljšanje C 45 - os za ležaj ($\varnothing$ 12 x 80)
- jeklo za poboljšanje C 45 - držalo za ležaje (220 x 25 x 4)
- matica DIN EN 24017- M6

9.1 C–profil

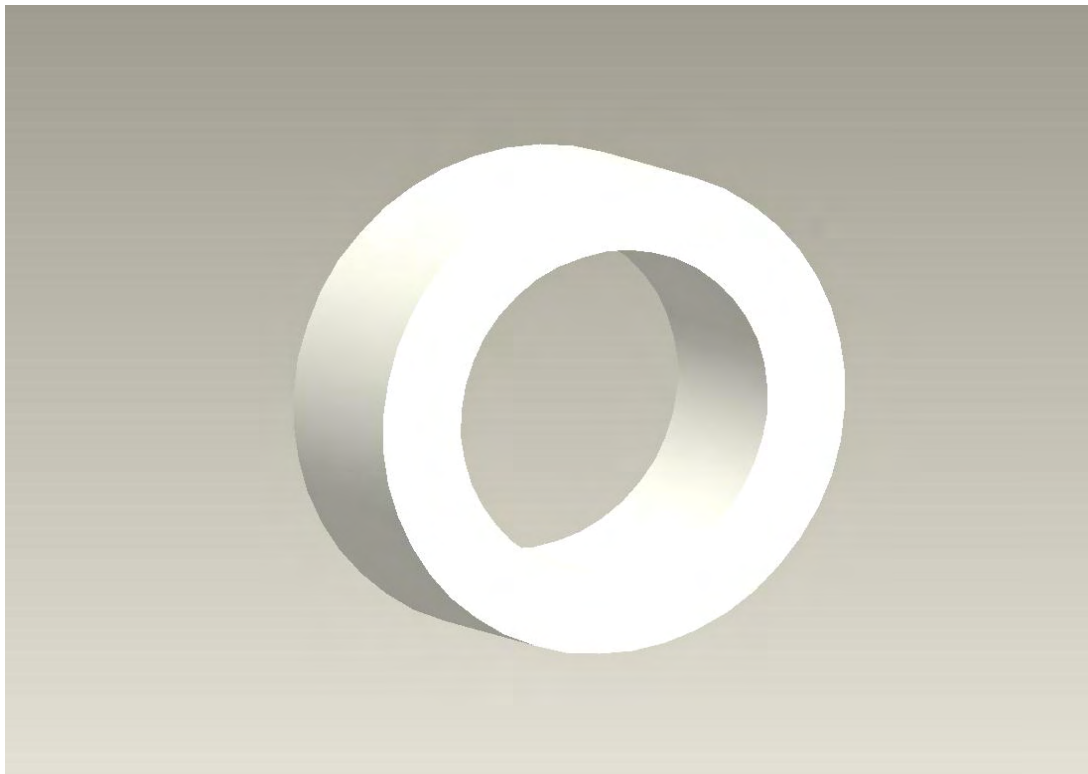
Material smo najprej razrezali na potrebno dolžino, pri tem pa smo upoštevali dodatek za kasnejšo fino obdelavo. Za nadaljnjo obdelavo smo surovec zaradi pomanjkanja obdelovalnih sredstev nesli na krivljenje v Alpos Šentjur, kjer so dosegli končno obliko profila, ki smo ga potrebovali. Za montažo smo morali vodila še zarezati s kotno brusilko ter jih segreti in upogniti za 90° na mestih, kjer bodo vodila pritrjena z vijaki. Zaradi sistema dveh ležajev na eni strani smo morali za vsak ležaj narediti utor v vodilih, ki bo ležaj ustavil na določeni meji, da ne bo miza zdrsela z vodil.



Slika 9: 3-D model vodil

9.2 Puša

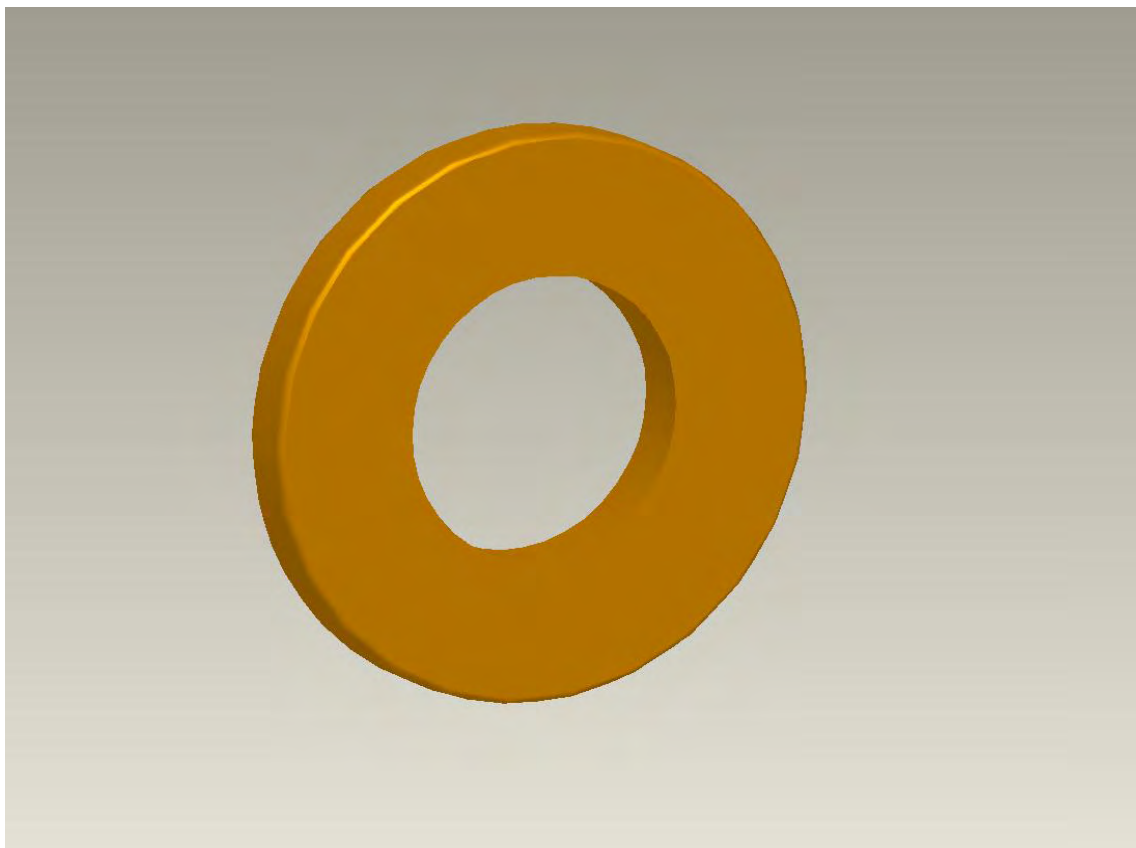
Jeklo za poboljšanje, dimenzije $\varnothing 20$, smo na stružnici najprej postružili na mero in pustili še dodatek za fino brušenje, ki pride na vrsto pozneje. Zatem smo morali na stružnici zasrediščiti, da smo lahko izvrtali luknjo $\varnothing 10$ v tolerančnem območju H7. Pred razrezom smo surovec še zbrusili, saj ne sme biti prevelikih odstopanj. Nato smo celoten surovec razrezali na dolžino, ki jo potrebujemo.



Slika 10: Glavna puša

9.3 Podložka

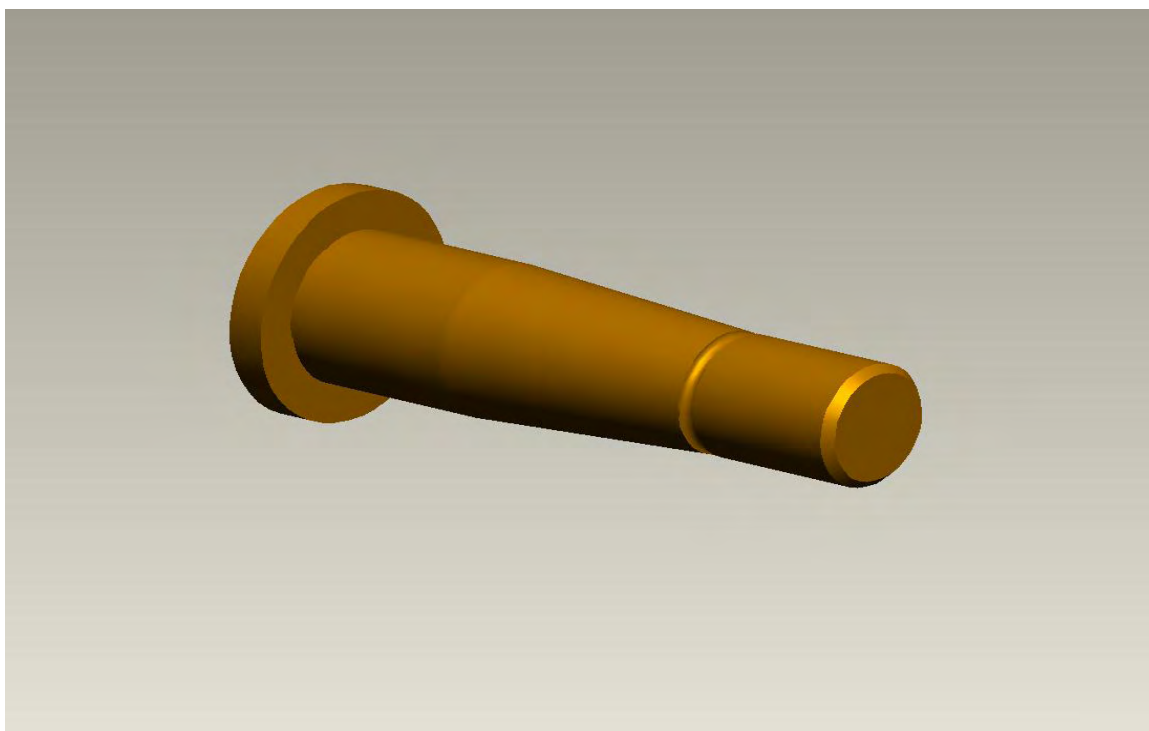
Izdelava podložke je bila med najenostavnejšimi. Najprej smo surovec na grobo postružili, nato smo naredili luknjo $\varnothing 10$ na tolerančno območje H7, nazadnje pa smo surovec še fino pobrusili. Ko je bilo brušenje zaključeno, smo morali surovec razrezati na mere podložke, ki smo si jih zadali, pri čemer smo morali biti zelo natančni.



Slika 11: Podložka

9.4 Glavna os

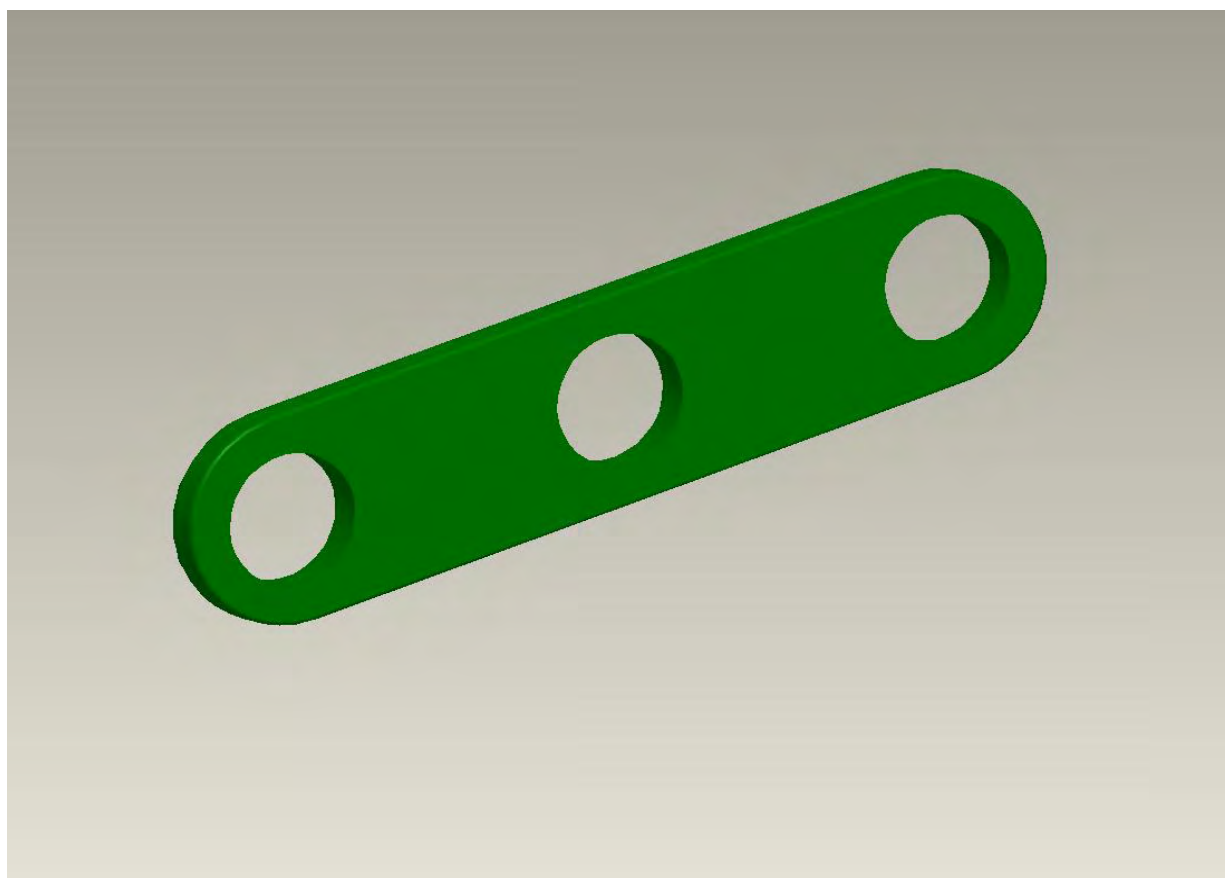
Izdelovanja glavne osi smo se lotili zelo previdno, saj je najpomembnejši del, ki omogoča tekanje ležaja v vodilih. Najprej smo stružili surovec, ki je zelo dolg, zato smo ga morali zasrediščiti, da smo omogočali podprtje s konjičkom. Ko smo dosegli zahtevani premer, smo surovec zaradi dolžine prevpeli na krajšo razdaljo, da material ni tako štrlel iz ameriške glave. Surovec smo potisnili v glavo le za toliko, kot potrebujemo za en izdelek. Zaradi pomanjkanja prostora smo surovec na zadnjem delu postružili v konus, saj smo se odločili, da bomo zaradi lažje montaže naredili navoj manjših mer. Obstoječi premer $\varnothing 10$ nam namreč ne omogoča direktnega vrezovanja navoja. Nadaljnje obdelave smo se lotili s struženjem manjšega premera. Ko smo zaključili, smo začeli z zarezovanjem razbremenilnega utora. Nazadnje je bilo potrebno samo še brušenje manjšega premera in ko je bilo to opravljeno, smo vrezali navoj M8 in os je bila pripravljena za montažo.



Slika 12: Glavna os, ki drži držalo za ležaj

9.5 Držalo za ležaje

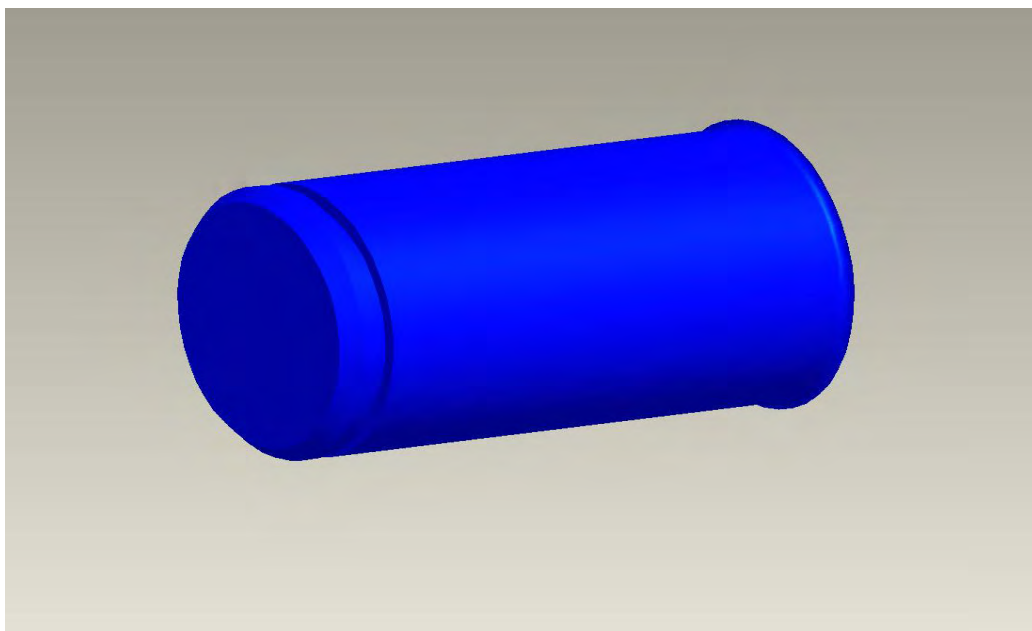
Izdelave tega dela smo se lotili najprej z razrezom surovca, ki smo ga kupili na manjše konce. Zatem smo surovec porezkali po debelini na mero, vendar smo pustili nekaj materiala za fino obdelavo. Nato smo surovec porezkali še po širini in dolžini. Na koncih smo imeli še polkrožne dele, ki smo jih rezkali na CNC-obdelovalnem stroju. Preostalo nam je samo še vrtanje lukenj, v katere pridejo pritrjene puše. Zaradi velikega premera smo morali najprej povrtati z manjšim svedrom, nato pa še s svedrom $\varnothing 15$. Vrtanje smo najlažje izvedli kar na ročnem rezkalnem stroju, kjer se najlažje določi središče luknje.



Slika 13: Držalo za ležaje, ki preprečuje zvijanje mize leco in desno

9.6 Os za ležaj

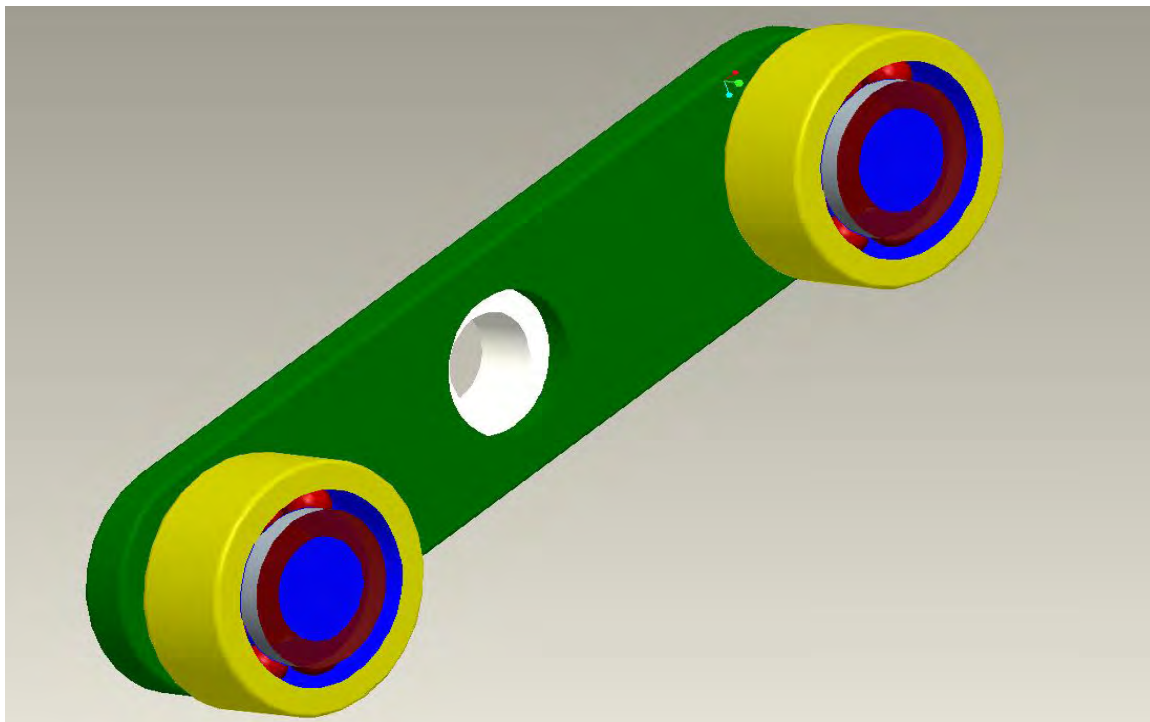
Os za ležaja je ključni del, saj drži oba ležaja na skupni osi. Izdelave tega dela smo se najprej lotili z dimenzioniranjem dolžine in premera osi. Zaradi zaokrožitve, ki je na notranji strani ležaja, nam omogoča da ležaj ne bo pobegnil iz fiksne lege. Os smo tudi temu prilagodili, saj smo na zunanji strani naredili zaokrožitev, ki omogoča fiksno lego. Paziti moramo saj je nastal oster rob, ki je lahko tudi nevaren. Os smo morali tudi fiksirati, najlažja rešitev je bila pritrditev na mestu z seegerjevim obročkom.



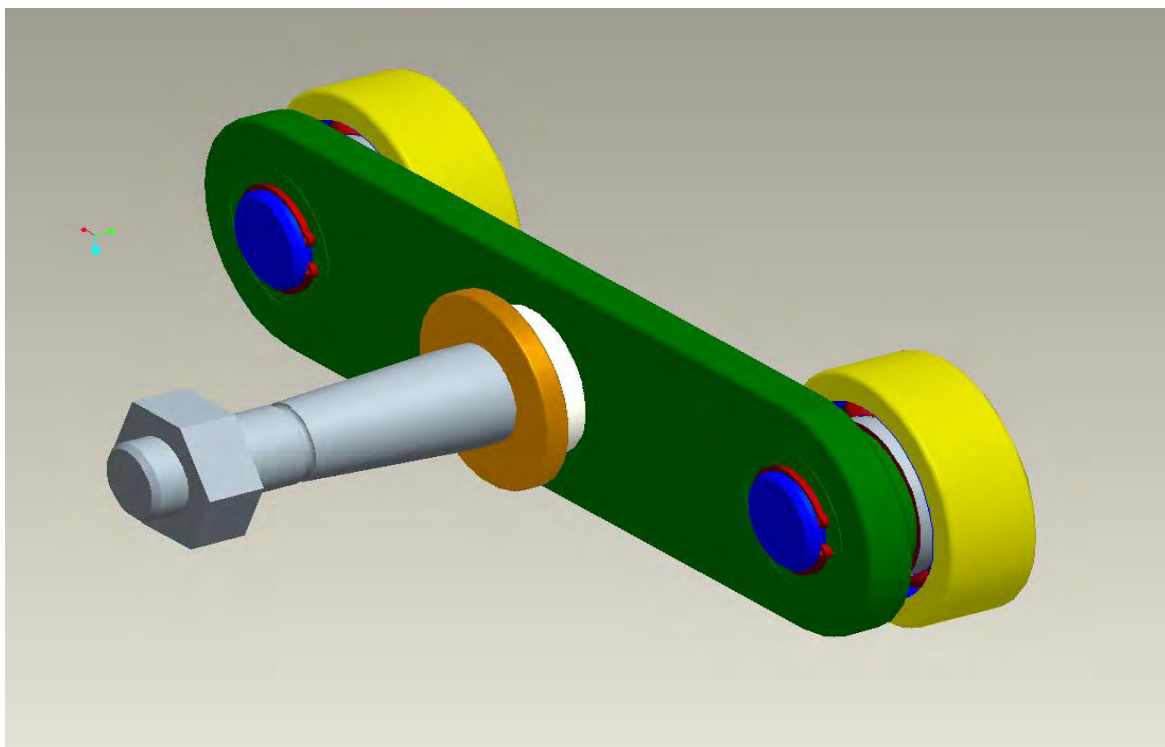
Slika 14: Os za ležaj



Slika 15: Seegerjev obroček



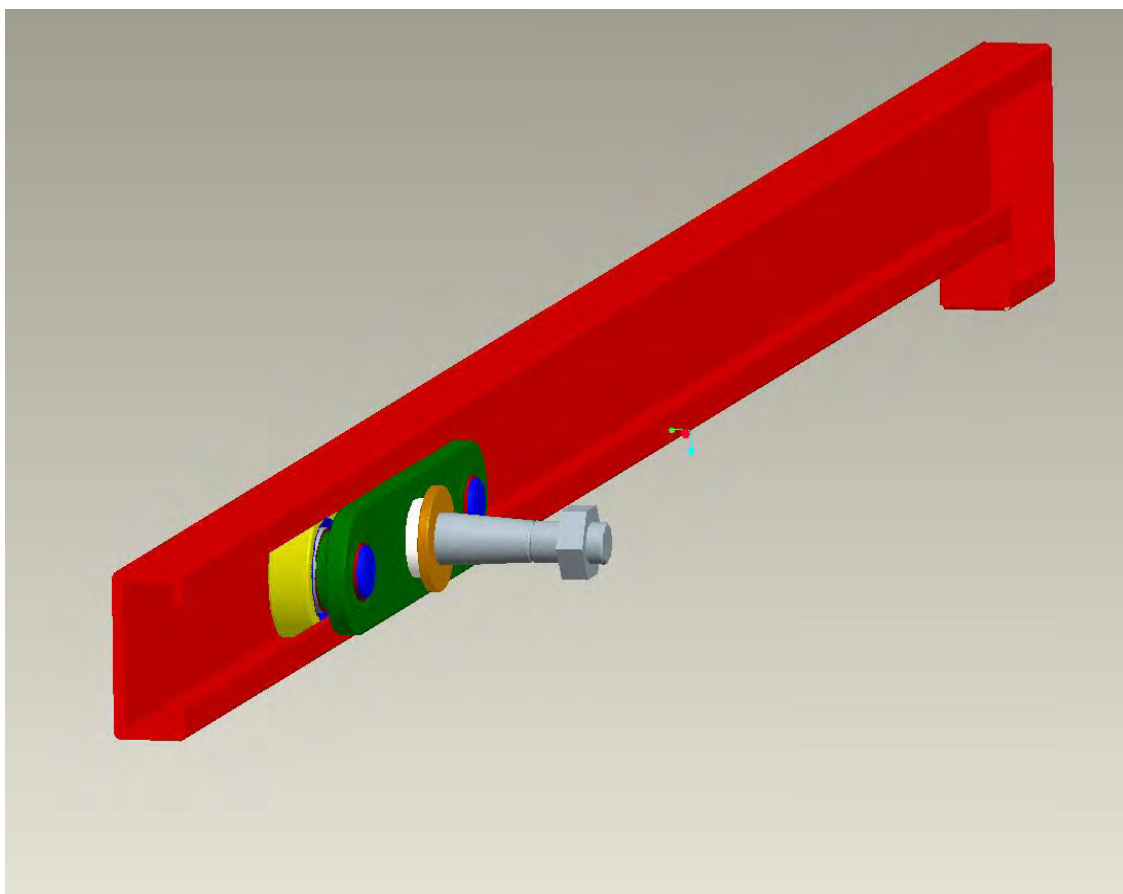
Slika 16: Sestavna risba 1



Slika 17: Sestavna risba 2

10. Rezultati dela

Vodila, ki so bila narejena v serijski proizvodnji, smo popravili ter jih s tem bistveno izboljšali. Prejšnje plastične koleščke smo zamenjali s kovinskimi, ki bolje prenašajo težo in obremenitve. Dodali smo tudi glavno os, ki služi predvsem za razbremenitev ležaja ter za prevračanje didaktične plošče. Najvažnejše pri vsem pa je, da smo ugotovili, da je glavni "krivec" za deformacijo vodil preslab material, iz katerega so vodila narejena. Zaradi tega smo prejšnji material nadomestili z močnejšim in debelejšim. S tem smo pridobili tudi ugodnejši položaj za montažo komponent.



Slika 18: Model novonastalih vodil

11. Zahvala

Zahvaljujemo se našima mentorjema, g. Janezu Trotovšku in ge. Brigiti Renner, ki sta nas vzpodbujala in pripomogla, da je naša raziskovalna naloga nastala. Prav tako bi se zahvalili Šolskemu centru Celje, ki nam je omogočil, da smo lahko napravo izdelali. Zahvala gre tudi vsem, ki so nam pomagali in nas usmerjali s svojimi dobronamernimi napotki.

12. Zaključek

Na koncu raziskovalne naloge sklepamo, da smo svoja pričakovanja izpolnili in zastavljeno hipotezo potrdili. Svoje zamisli in ideje smo uspešno prenesli na naš izdelek in jih udejanjili. Ob tem smo utrdili naše predhodno znanje in spoznali veliko novih stvari, predvsem na področju snovanja in konstruiranja ter izdelave izdelka. S svojim izdelkom smo zelo zadovoljni, saj smo naredili boljša vodila, ki so trpežnejša kot prejšnja.

13. VIRI IN LITERATURA

1. Kraut B. (2002). Krautov strojniški priročnik. Ljubljana: Littera picta
2. Čretnik S. (2003). Pro/ Engineer Wildfire. Ljubljana
3. Četina P. (2004). Strojni elementi - zbrano učno gradivo. Celje
4. Hettich I. (2000). Tehnika in uporaba. Nemčija