



ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

RAZISKOVALNA NALOGA

PREDREZILO NA TRAČNI ŽAGI ZA RAZREZ HLODOVINE

Avtorji:

Matjaž Črešnar, M - 4. c

Urban Remic, M - 4. c

Tomaž Oprešnik, M - 4. c

Mentorja:

Mag. Andro Glamnik, univ. dipl. inž.

Matej Veber, univ. dipl. inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2014

POVZETEK:

Sodobne tehnologije omogočajo virtualizacijo realnih naprav in njihovo simulacijo v virtualnem prostoru. To odpira nove možnosti v inovatorstvu in izobraževanju. V prispevku so obravnavani različni tipi tračnih žag za prečni in vzdolžni razrez lesa.

Odločili smo se, da izdelamo izboljšavo horizontalne tračne žage za razrez hlodovine, ki jo imamo pri enemu izmed članov in ji tako dodamo avtomatizirano predrezilno napravo.

Raziskovalni učni projekt vsebuje celoten postopek izdelovanja vse od ideje do konstruiranja in izdelave predrezilne naprave na tračni žagi za razrez hlodovine. V industrijah je mnogo predrezilnih naprav, ampak so vse vodene ročno.

Naš namen je izdelati kvalitetno napravo v nižjem cenovnem razredu v popolnoma avtomatiziranem delovanju in ji dodati vse potrebne elektronske komponente za samostojno delovanje.

Naprava bo izdelana iz delov močnega jekla, ki bodo med sabo zvarjeni ali zvijačeni. To bo napravi zagotovljalo togost ter natančno delov

Vsebina

1. UVOD	7
1.1 SLABOSTI OBSTOJEČE NAPRAVE.....	7
1.2 NAŠ CILJ	7
2. HIPOTEZE	8
3. TRAČNE ŽAGE	9
3.1 RAZVOJ.....	9
3.2 VRSTE TRAČNIH ŽAG	10
4. PREDREZILO	12
4.1 TOGI DEL PREDREZILA	12
4.2 GIBLJIVI DEL PREDREZILA	13
5. POSTOPEK IZDELovanJA.....	14
5.1 PRVOTNE IDEJE.....	15
5.2 REALNI IZDELEK	16
5.2.1 IZRAČUNI SIL	17
5.3 ŽAGANJE SUROVCEV	18
5.4 VARJENJE.....	19
5.5 STRUŽENJE	20
5.6 REZKANJE.....	20
5.7 VRTANJE	22
5.8 BRUŠENJE	22
6. ELEKTRIČNE KOMPONENTE	23
6.1 USMERNIK	23
6.2 INDUKTIVNI SENZOR.....	24

6.3 ČASOVNI RELE	25
6.4 ENOSMERNI 24 V ELEKTROMOTOR	25
6.5 IZMENIČNI ELEKTROMOTOR	28
6.6 ELEKTRIČNO VEZJE	29
6.7 ELEKTRO OMARICA.....	31
7. DELOVANJE NAPRAVE	32
8. POŠKODBE TRAČNEGA LISTA	33
9. UGOTOVITVE IN REZULTATI	35
10. ZAKLJUČEK	37
11. ZAHVALA	38
12. VIRI IN LITERATURA.....	39

KAZALO SLIK:

Slika 1: tračna žaga doma	9
Slika 2: horizontalna tračna žaga	10
Slika 3: vertikalna tračna žaga	11
Slika 4: krožna žaga	11
Slika 5: togi del predrezila	13
Slika 6: gibljivi del predrezila.....	13
Slika 7: neizpopolnjen primer predrezila.....	14
Slika 8: prvi načrt izdelave	15
Slika 9: realni načrt naprave	16
Slika 10: žaganje	18
Slika 11: varjenje	19
Slika 12: vzdolžno struženje	20
Slika 13: rezkalni stroj	21
Slika 14: vrtalni stroj.....	22
Slika 15: Brušenje.....	23
Slika 16: vezje usmernika	23
Slika 17: usmerniške diode	23
Slika 18: induktivni senzorji	24
Slika 19: časovna releja	25
Slika 20: enosmerni elektromotor	26
Slika 21: stator	27
Slika 22: rotor	27
Slika 23: komutator.....	27
Slika 24: ščetke oz. krtačke.....	27
Slika 25: izmenični elektromotor.....	28
Slika 26: vezje v EPLAN	29
Slika 27: simuliranje v FLUIDSIM	30
Slika 28: notranjost elektro omarice	31
Slika 29: izgled elektroomarice.....	31
Slika 30: pomik predrezila	32
Slika 31: stelitirano zobovje.....	33
Slika 32: končni izdelek.....	36

KAZALO PRILOG:

Priloga 1: nosilni U profil

Priloga 2: profil med glavnim in U profilom

Priloga 3: profil togega dela

Priloga 4: pritrtilna plošča ležajev

Priloga 5: ohišje ležaja

Priloga 6: os gibljivega dela

Priloga 7: plošča izmeničnega elektromotorja

Priloga 8: ojačevalni trikotniki

1. UVOD

V raziskovalni nalogi razrešujemo problem, kako podaljšati življenjsko dobo rezilnega lista na tračni žagi za razrez hlodovine. Tračna žaga lahko med rezanjem prereže vsako nečistočo na hlodu, s čimer se krajsa življenjska doba rezilnega lista ali pa ga lahko celo uničimo.

Raziskovali smo in ugotovili, da je rešitev tega problema predrezilo, ki se montira na žago in reže tik pred rezilnim listom žage in to predrezilo odstrani vsako nečistočo. Reže v globini do 8 mm.

1.1 SLABOSTI OBSTOJEČE NAPRAVE

Slabost vseh ogledanih predreznih naprav je, da so vodene ročno. Odmik motorja od hloda je do sedaj napravljen preko jeklenice in ročke, ki jo je potrebno potegniti za umik in obratno. Preko ročnega krmiljenja odmika naprave je potrebno za vsak odrez stati pri ročki, ki je montirana na žagi, jo potegniti in tako umakniti predrezilo, da med potjo nazaj ne trči v hlod. Ko prispe žaga na začetno mesto, je spet potrebno ročno spustiti ročko in predrezilo premakniti k hlodu in to se ponavlja za vsako pot žage, kar je pri naši avtomatski žagi neprilagojeno delo.

1.2 NAŠ CILJ

Ogledali smo si veliko žag s predrezilnimi napravami in brez njih. Izvedeli smo slabosti in prednosti, ki so nam jih povedali lastniki. Povedali so nam tudi, kako izboljšati celotno konstrukcijo izdelave za bolj praktično in natančno uporabo. Tako smo pridobili informacije o več oblikah že izdelanih naprav. Odločili smo se za najbolj primerno estetsko izvedbo ter po našem mnenju za močno in zanesljivo konstrukcijo. Namesto ročnega krmiljenja pa smo se odločili, da dodamo krmilje in preko signalov senzorjev bomo naredili avtomatski odmik in primik naprave k hlodu. Naprava bo delovala brez vsake delovne sile.

2. HIPOTEZE

- Naprava bo delovala v popolnoma avtomatiziranem delovanju.
- Predrezilna naprava bo cenejša od kupljenega.
- Varnost bo zagotovljena.
- Naprava bo povečala hitrost rezanja.
- Naprava bo togo pritrjena.
- Predrezilo bo odstranjevalo vsako nečistočo na hlodu.
- Naprava bo prihranila denar (za brušenje).

3. TRAČNE ŽAGE

3.1 RAZVOJ

Prvo idejo žag je imel William Newberry, in sicer že v začetku 19. stoletja v Angliji, ampak je zaradi problemov z rezili bila nepraktična, zato je bila neuporabna. Štirideset let kasneje so problem rezil odpravili in tako so se začele razvijati prve žage.

Tračno žago za razrez lesa je leta 1933 izumil Leighton Wilkie in od takrat so se začele razvijati tračne žage. Razlika med prvimi in današnjimi žagami je zelo velika. Prve so bile vodene ročno, kasneje so se razvile žage, ki jih je poganjalo vodno kolo, takoj z elektriko pa elektromotorji in žage na električni pogon. Na začetku je elektrika poganjala le glavni pogon, vse ostalo je bilo ročno nastavljivo. Nadgrajevanje je do danes toliko napredovalo, da je žaga vodena popolnoma avtomatizirano. V dobi elektronike pa so se začeli vgrajevati preprostejši krmilniki – računalniki. Danes za serijsko proizvodnjo v glavnem uporabljam računalniško vodene žage.



Slika 1: tračna žaga doma

3.2 VRSTE TRAČNIH ŽAG

Na svetovnem trgu je dandanes veliko vrst žag. Razširjene so vertikalne, horizontalne ter krožne žage. Horizontalne tračne žage imajo prednost močnejše ter bolj robustne konstrukcije od ostalih. Tako kot veliko naprav, imajo tudi tračne žage svoje slabosti. Pri teh žagah je največji problem vzdrževanje. Pod vzdrževanje prištevamo brušenje rezilnega lista, čiščenje, napenjanje lista, varjenje stelitov na konico zoba ter podobno. Poznamo vse od največjih do najmanjših tračnih žag, odvisno od namena uporabe.



Slika 2: horizontalna tračna žaga

RAZISKOVALNA NALOGA



Slika 3: vertikalna tračna žaga



Slika 4: krožna žaga

4. PREDREZILO

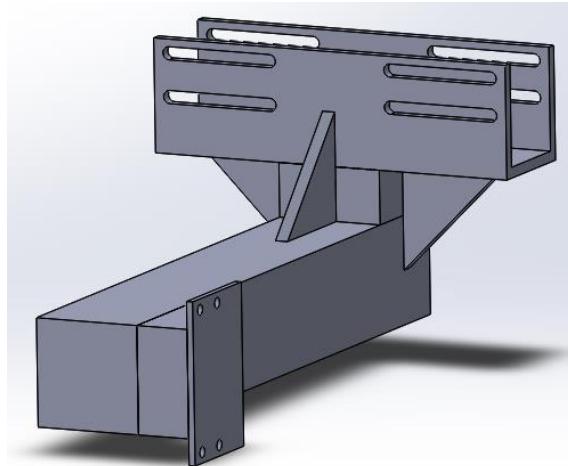
Predrezilo je naprava, ki je montirana na tračni žagi za razrez hlodovine. Uporablja se za rezanje pred rezilnim listom tračne žage in tako je namen naprave odstranjevanje vsake nečistoče na hlodu. S tem podaljšujemo življenjsko dobo rezilnega lista na tračni žagi. Ker je togo privijačeno na tračno žago, se skupaj z žago spušča in dviguje. Na napravi se nahaja krožni rezilni list, ki reže v globini cca. 0.5–1 cm v hlod. Cilj predrezilne naprave je zmanjšanje stroškov za brušenje tračnega lista ter preprečitev ostalih poškodb.

Naprava je sestavljena iz dveh glavnih delov:

- togji del,
- gibljivi del.

4.1 TOGI DEL PREDREZILA

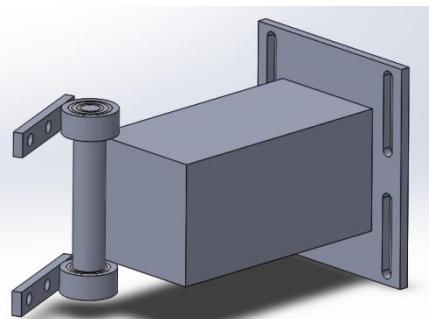
Togi del je najdaljši in največji del naprave, ki je fiksno privijačen na horizontalno tračno žago. Zgrajen je iz debelostenskih profilov z merami 100 mm višine, 100 mm širine in 600 mm dolžine. Na njem bo privijačen tudi enosmerni 24 V elektromotor, ki bo na jermenico navijal oziroma odvijal pletenico, predrezilo pa se bo posledično odmikalo oz. približevalo k hlodu. Togi in gibljivi del sta skupaj povezana preko ležajev, po katerih se giblje gibljivi del. Na njega bo pritrjena tudi vzmet, ki bo nenehno stiskala gibljivi del z glavnim elektromotorjem za rezanje v hlod. Proti-silo vzmeti bo ustvarjal motor na togem delu, ki bo odvijal in navijal oz. približal in oddaljil predrezilno napravo.



Slika 5: tog del predrezila

4.2 GIBLJIVI DEL PREDREZILA

Gibljivi del se giblje k hladu in nazaj v prvotni položaj. Konstruiran je iz jekla z merami 100 mm višine, 100 mm širine in 180 mm dolžine. Z ene strani je pritrjena plošča, na katero je privijačen 3-fazni elektromotor, na katerem je montiran krožni rezilni list, ki odstranjuje vsako nečistočo na hladu in reže v globini cca. 8 mm. Elektromotor se bo vklopil/izklopil ročno na kontrolni omarici žage. Z druge strani pa je pritrjena os, ki se vstavi v ležaje, po katerih se giblje. Njegova pozicija (odprt/zaprt) je odvisna od položaja tračne žage. Stanje odprtosti ali zaprtosti predrezila pa je posledica induktivnih senzorjev.



Slika 6: gibljivi del predrezila

5. POSTOPEK IZDELovanja

Predrezilo zahteva veliko truda, natančnosti ter potrežljivosti. Od samega začetka smo razmišljali, na kakšen način bi izdelali stroj. Najprej smo se podali na pot ter si ogledali nekaj primerkov izdelanih naprav, ki pa se nam niso zdele tako izpopolnjene, kot smo si zamislili naše predrezilo in tudi konstrukcija je drugačna od videnih. Pri nekaterih obstoječih napravah konstrukcija ni toga, to pa povzroča neučinkovito obratovanje naprave in ne izpoljuje svojega namena. Tudi avtomatizacije nismo zasledili nikjer. Na sliki vidimo primer naprave, ki ni v togem stanju, brez kakršnega koli avtomatiziranega dela, ampak se celotna naprava krmili ročno.

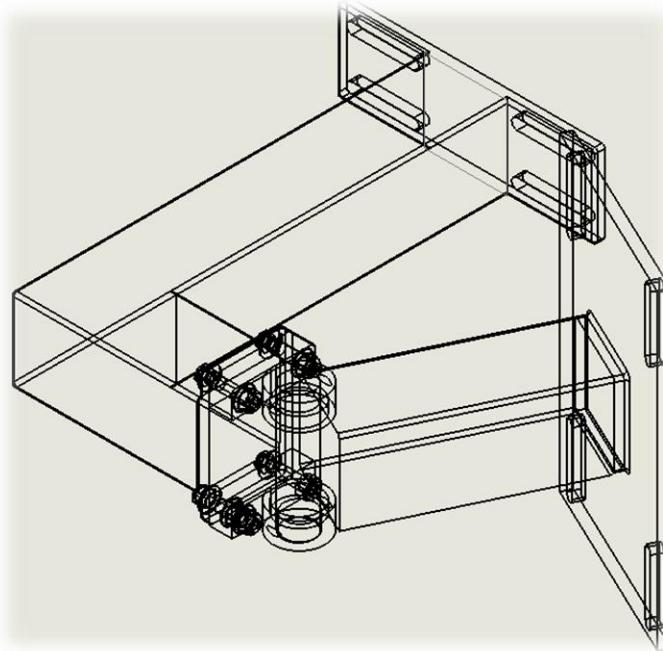


Slika 7: neizpopolnjen primer predrezila

Kasneje smo si sami zamislili svojo konstrukcijo na tračni žagi doma, in tako pričeli z merami, ki bi bile primerne glede na delovno območje. Tako smo načrte s papirja prenesli ter izrisali 3D-modele v računalniškem programu SolidWorks in takoj smo dobili malce boljšo predstavo o videzu naprave.

5.1 PRVOTNE IDEJE

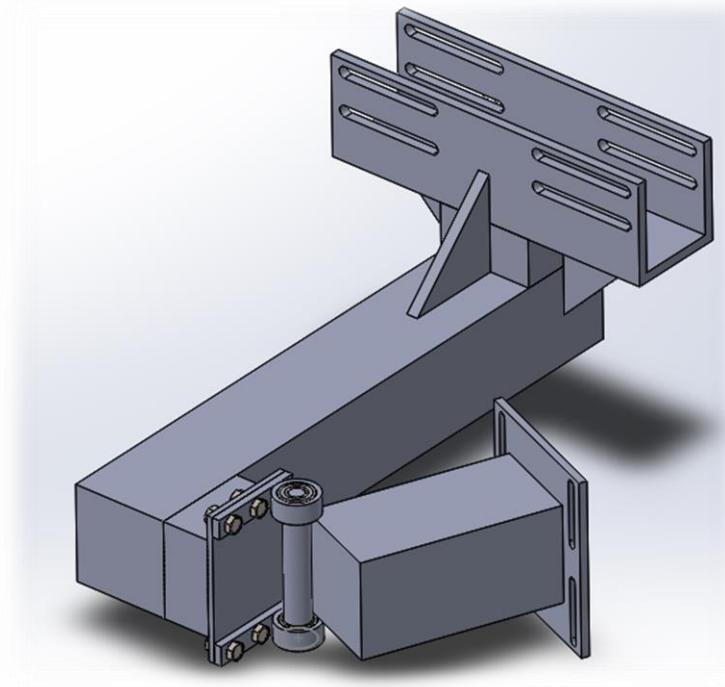
Najprej smo imeli v mislih izdelati obliko, kot jo vidimo na sliki spodaj. Za ta način izdelovanja se nismo odločili, ker je bila sporna višina med rezilom predrezila ter tračnim listom žage. Ta način bi zahteval zelo veliko jekleno ploščo, na katero bi bil privijačen motor, da bi lahko nastavili enako višino rezilnega lista žage kot predrezila. Zaradi velikih sil med pritrdilno ploščo in profilom predrezila smo ugotovili, da je konstrukcija prešibka. Tudi ohišje ležaja, ki povezuje togi ter gibljivi del, nam ne ugaja najbolje, saj se ne zapre toliko, kot smo si zadali. Zaradi vseh neugodnosti v realnosti se za ta način konstrukcije nismo odločili.



Slika 8: prvi načrt izdelave

5.2 REALNI IZDELEK

Prišli smo do izdelka, ki je konstruiran tako, da prenese zahtevane sile, ki jih zahteva učinkovito delovanje naprave. Pritrdilno ploščo smo utrdili s tremi trikotniki, ki smo jih privarili med profile in pritrdilnim profilom. Namesto pritrdilne plošče smo, zaradi večjega oprijema ohišja tračne žage, uporabili U-profil. Iz stranske pozicije profila na pritrdilno ploščo smo konstrukcijo spremenili na spodnjo stran, in tako naredili močnejšo izvedbo med pritrdilnim U-profilom ter togim delom predrezila. Obenem pa smo tako dobili tudi primernejšo višino med tračnim listom tračne žage ter listom predrezilne naprave. List tračne žage in krožni list predrezila morata biti v popolnoma enaki višini, da lahko predrezilo reže pred listom žage in tako odstranjuje neprimerne delce. Prestavili smo tudi ohišja ležaja bolj k notranjemu robu predrezila ter tako pridobili večji odmik gibljivega dela od hloda.



Slika 9: realni načrt naprave

RAZISKOVALNA NALOGA

Po načrtu, ki smo si ga zamislili za končno obliko izdelka, smo morali izračunati še sile, ki so prisotne pri napravi. Izračunati smo morali, kakšni vijaki bi bili dovolj močni za togo vpeto konstrukcijo predrezila glede na njegovo težo.

Po končanih izračunih ter dokončnem načrtu naprave smo se lotili izdelovanja.

Pri izdelovanju naprave smo se srečevali z veliko različnimi postopki izdelovanja. Konstrukcija je zahtevala merjenje, rezanje, varjenje, rezkanje, brušenje, struženje, vrtanje, sestavljanje, barvanje ter tudi ogromno manjših postopkov.

5.2.1 IZRAČUNI SIL

$$m = 30 \text{ kg}$$

$$F_P = 30 * 9.81 = 294,3 \text{ N}$$

Izračun, glede na to da držita samo 2 vijaka od 4-ih, obremenjena na strig. Vijaki so kakovosti 8.8

$$F_{v1} = \frac{F}{2} = \frac{294,3}{2} = 147,15 \text{ N}$$

$$\delta_{Dop1} = \frac{Re}{\sqrt{\epsilon}} = \frac{640}{4} = 160 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{dop} = 0,8 * 160 = 128 \text{ N/mm}^2$$

$$A_v = \frac{F}{f} = \frac{147,15}{128} = 1,144 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{USTREZA VIJAK M2}$$

Med žaganjem

$$M = F * l = 284,9 * 0,5 = 147,15 \text{ Nm}$$

$$2 * F_v = \frac{147,15}{0,034} = 4327,9 \text{ N}$$

$$F_v = 2164 \text{ N}$$

$$A_v = \frac{F}{\delta} = \frac{2164}{160} = 13,5 \rightarrow \text{M6}$$

Predrezilno napravo bi pritrdila dva vijaka M6, dodali smo še dodatno varnost in uporabili vijake M10.

5.3 ŽAGANJE SUROVCEV

Žaganje je postopek rezanja, s katerim izdelujemo polizdelke in s tem pridobimo želeno dolžino polizdelka. Žaganje je predpriprava za nadaljnje obdelovanje. Žagin list je natančno izdelan, vsi zobci so enaki in natančno izdelani.

Prav vsak načrtovan del smo morali natančno odrezati na določeno dolžino in ga tako pripravili za naslednje obdelovalne postopke.

Načelno ločimo dve oblike zob:

- ravne zobe z ravno zobno površino,
- ločne zobe z usločeno zobno površino.



Slika 10: žaganje

5.4 VARJENJE

Varjenje je spajanje dveh ali več delov v nerazdružljivo in nepretrgano celoto s topoto, pritiskom ali obojim, brez dodajanja ali z dodajanjem materiala. Razvilo se je proti koncu 19. stoletja. Malo za tem pa se je pojavila tudi prva oplaščena elektroda, ki se je med varjenjem talila in tako spajala dva spojna kosa. Varjenje poteka tako, da napravimo stik med varjencem in elektrodo, ki je pritrjena v elektrodnem držalu, ki jo rahlo vlečemo. Tako nastaja varilni obok (spoj). Z varjenjem je mogoče spojiti kovine, steklo, keramike, karbide ... pa tudi kovine in nekovine med seboj.

V našem primeru je moralo biti varjenje kvalitetno in natančno. Brez natančnosti oz. dobrega spoja dveh kosov skupaj, ne bi naprava zagotavljala svojih namenskih standardov. Varjenje je potekalo po pravilnem vrstnem redu in tako smo prišli do končnega izdelka.



Slika 11: varjenje

5.5 STRUŽENJE

Struženje je postopek obdelave, ki služi v glavnem za obdelavo valjastih teles. Pri struženju opravlja obdelovanec glavno krožno gibanje in je vpet v glavno pogonsko os stružnice. Podajanje in druga pomožna gibanja, kot sta nastavljanje globine rezanja in nastavljanje noža za izdelavo posebnih oblik, pa opravlja razni mehanizmi na stružnici.

Struženje lahko delimo glede na to, v katero smer poteka podajalno gibanje:

1. vzdolžno struženje,
2. čelno struženje.

Srečevali smo se z vsemi oblikami struženja. Stružiti smo morali valj med ležaji, na katerega je privarjen gibljivi del predrezila. Stružili pa smo tudi jermenico, ki odpira in zapira gibljivi del.



Slika 12: vzdolžno struženje

5.6 REZKANJE

Rezkanje je postopek odrezovanja za izdelavo poljubnih površin obdelovanca z večrezilnim orodjem (rezkalom) in s krožnim rezalnim gibanjem. Pri rezkanju se krožno rezalno gibanje izvaja z orodjem. Podajalna gibanja opravlja obdelovanec. Pristavljanje se lahko izvaja z

RAZISKOVALNA NALOGA

obdelovancem ali z orodjem. Rezkanje uporabljamo največkrat za obdelavo ravnih površin. S posebnimi oblikami rezkal lahko obdelujemo tudi ukrivljene površine.

Glede na način delovanja rezkarja se razlikujejo na:

- **VALJASTO ALI OBODNO REZKANJE**, pri katerem obdelujejo površino obdelovanca samo glavni rezalni robovi.
- **ČELNO REZKANJE**, pri katerem režejo površino obdelovanca stranski rezalni robovi. Os rezkala je pravokotna z obdelovano površino.
- **ČELNO-OBODNO REZKANJE**, pri katerem obdelujejo površino obdelovanca istočasno glavni in stranski rezalni robovi.
- **ISTOSMERNO REZKANJE**, pri katerem sta smer vrtenja rezkala ter pomik obdelovanca enaka. Ta način rezkanja je nemogoč na navadnih rezkalnih strojih.
- **PROTISMERNO REZKANJE** je ravno obratno od istosmernega rezkanja.

Z rezkanjem smo se srečevali zelo malo. Rezkali smo samo podlage, ki so bile potrebne za togo pritrditev naprave na tračno žago.



Slika 13: rezkalni stroj

5.7 VRTANJE

Vrtanje je odrezovanje s krožnim rezalnim gibanjem, kjer izdelujemo izvrtine v poln material ali pa povečujemo že obstoječe izvrtine. Podajalno gibanje poteka premočrtno v smeri osi svedra. Število obratov vrtanja je odvisno od velikosti svedra. Večji kot je sveder, manjši so vrtilni obrati in obratno. Najbolj je razširjeno vrtanje v les, kovino in beton. Oblika svedra je odvisna od vrste materiala, kamor se vrta.

Srečevali smo se z vrtanjem na stebrnem vrtalnem stroju ter vrtanjem s stružnico. Vrtali smo luknje za vijake ter luknje za vrezovanje navojev, kamor smo kasneje vrezovali navoje.



Slika 14: vrtalni stroj

5.8 BRUŠENJE

Brušenje spada med postopke fine obdelave, s katerim lahko dosežemo zelo veliko natančnost in izredno kvalitetno obdelane površine. Spada med postopke odrezavanja, pri katerem ima orodje (brus) veliko število rezil (brusnih zrn), ki so nepravilne geometrijske oblike. Brušenje je lahko fino ali grobo, odvisno je od hrapavosti brusa. Z brušenjem lahko obdelujemo tudi zelo trde materiale, kar je zelo ugodno pri končni obdelavi kaljenih predmetov. Brusimo tudi lahko velike ploskovne oblike.

RAZISKOVALNA NALOGA

Pri večini naprav glavno gibanje opravlja brus, ki se vrti izredno hitro. Podajanje lahko opravlja orodje ali obdelovanec, kar je odvisno od izvedbe brusilnega stroja.

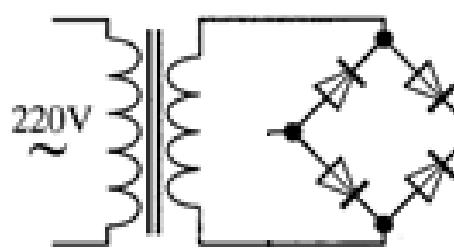


Slika 15: Brušenje

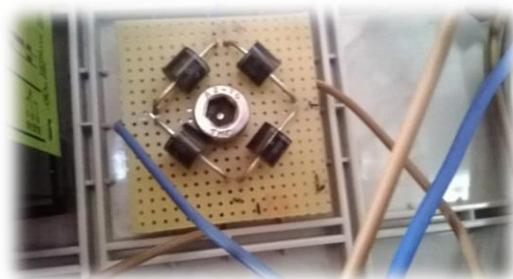
6. ELEKTRIČNE KOMPONENTE

6.1 USMERNIK

Usmernik je naprava, s katero usmerjamo izmenični tok (AC) v enosmerno napetost (DC). Najbolj uporabljen je mostični polnovaljni, katerega smo uporabili tudi mi. Zgrajen je iz štirih usmerniških diod (6 A, 600 V), ki so vezane v Greatzovem mostičnem vezju. Uporabiti smo ga morali zaradi uporabe enosmernega elektromotorja, ki bo predrežilo odpiral in zapiral. Ker napetost na mostiču pada, smo morali rešiti tudi to težavo.



Slika 16: vezje usmernika



Slika 17: usmerniške diode

6.2 INDUKTIVNI SENZOR

Senzorji so naprave, ki obveščajo nadzorni sistem o dogajanju v procesu. Induktivni senzorji omogočajo zaznavo kovinskega predmeta oddaljenega največ 60 mm. Ko se pred senzorjem pojavi kovinski predmet, se oblika in velikost polja spremenita. Senzor zazna spremembo in preklopi polprevodniško stikalo ali ustvari tokovni impulz, katerega velikost je odvisna od razdalje med predmetom in senzorjem.

Senzorji bodo zaznavali začetek ali konec pozicije tračne žage. Uporabili smo 2 senzorja.



Slika 18: induktivni senzor

6.3 ČASOVNI RELE

Časovni releji so primerni za različne namene uporabe. So tako enofunkcijski kot večfunkcijski in pokrivajo tako enostavne kot zapletene časovne funkcije. Dobavljeni so v več različicah, glede na napajalno napetost in število preklopnih kontaktov. Mi smo uporabili enofunkcijski rele.

V našem primeru ima časovni rele zelo veliko vlogo, saj brez te komponente ne bi mogli izdelati te raziskovalne naloge oz. ne bi zagotavljali avtomatizacije predrezila.

Ta rele bo prejel signal od induktivnega senzorja in ta signal bo sprožil vrtenje enosmernega motorja v levo (predrezilo skupaj) ali desno (predrezilo narazen) stran.



Slika 19: časovna releja

6.4 ENOSMERNI 24 V ELEKTROMOTOR

Enosmerni motorji so namenjeni priključitvi na enosmerno (DC) napetost. Enosmerni motorji s komutatorjem so bili do pojava motorjev na izmenični tok edina vrsta elektromotorjev. Problem takih motorjev sta komplikiranost izvedbe in občutljivost zaradi komutatorja in ščetk.

RAZISKOVALNA NALOGA

Obstajajo tudi brezkrtačni (brushless) motorji, kjer ni komutatorja in z njim povezanih težav. Taki motorji so se razvili že v 19. stoletju in se uporabljajo še danes.



Slika 20: enosmerni elektromotor

Pri našem raziskovanju smo morali uporabiti tudi primeren enosmerni elektromotor, da bo ustvaril protisilo vzmeti, ki bo pritiskala celi gibljivi del z izmeničnim motorjem v rezan hlod.

Glavni sestavni deli enosmernih motorjev:

Stator

Sestavljen je iz železnega paketa, ki ga obdaja ohišje. Na notranji strani so utori, kamor so vložena navitja, po katerih teče tok (I).

Rotor

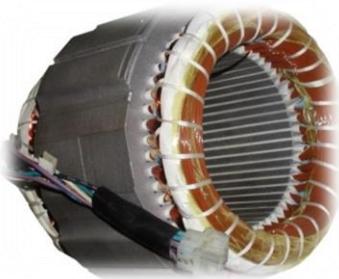
Rotor je tudi glavna gred elektromotorja. Vrti se zaradi vrtilnega elektromagnetskoga polja, ki se ustvari med rotorjem in statorjem. V elektromotorju je uležajen.

Komutator

Komutator je vrsta mehanskega usmernika, ki pretvarja izmenično električno napetost v enosmerno. Je eden od bistvenih delov enosmernih električnih strojev in je nameščen na osi rotorja ter se vrti skupaj z njim. Zgrajen je iz več medsebojno izoliranih bakrenih lamel.

Ščetke oz. krtačke

Dotikajo se komutatorja in služijo prevajjanju toka na rotor.



Slika 21: stator



Slika 22: rotor



Slika 23: komutator



Slika 24: ščetke oz. krtačke

6.5 IZMENIČNI ELEKTROMOTOR

Elektromotor je stroj, ki z električno energijo proizvaja mehansko. Motorji na izmenični tok imajo dva glavna sestavna dela: stator in rotor. Na stator je nameščeno večfazno (navadno trifazno) navitje. Zaradi krajevnega premika faznih navitij in faznega premika faznih napetosti nastane vrtilno magnetno polje, katerega amplituda je konstantna. Slednji ustvarja elektromagnetni navor, ki vrti rotor. Vrtilna hitrost teh motorjev pogojuje električno omrežje, na katerega so priključeni.



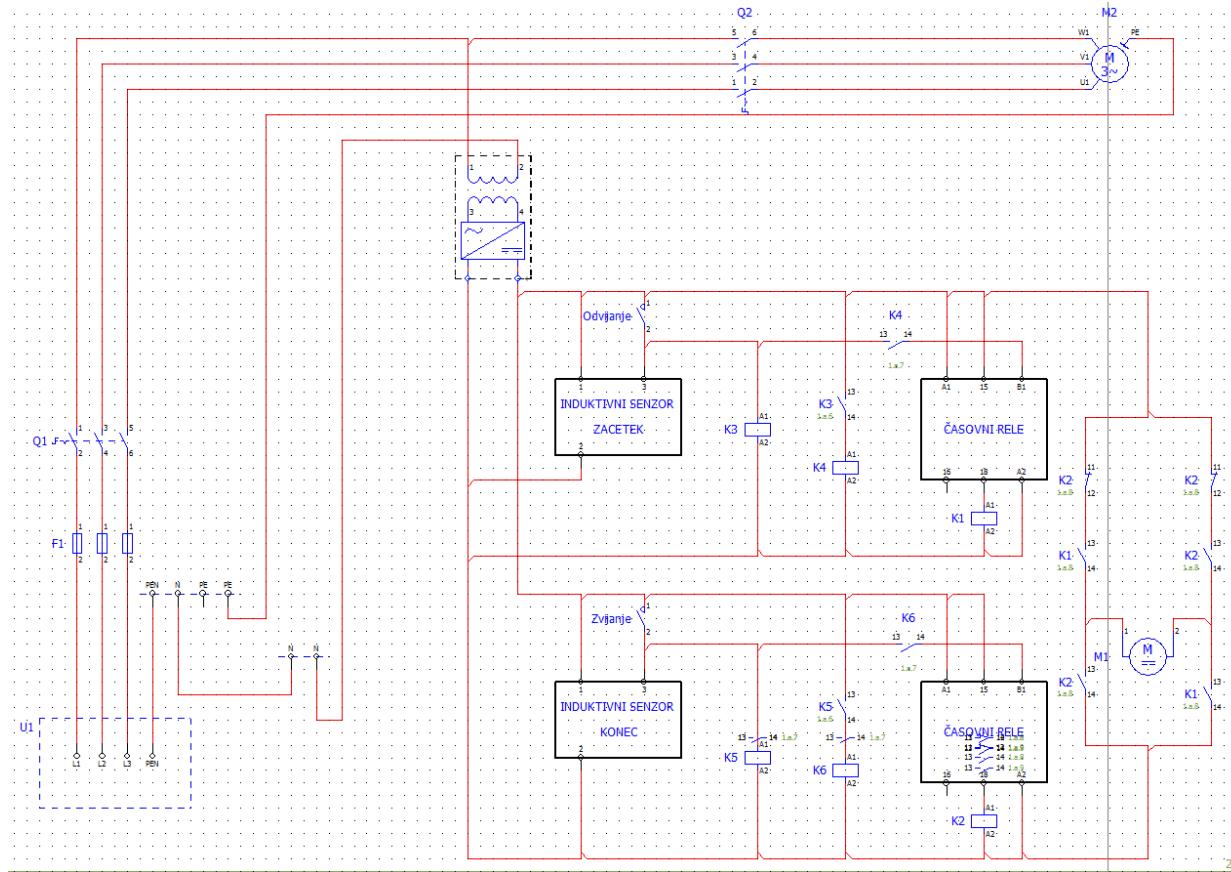
Slika 25: izmenični elektromotor

KARAKTERISTIKA UPORABLJENEGA IZMENIČNEGA ELEKTROMOTORJA:

- 0,25 KW
- 380 V
- 1340 min^{-1}
- $\cos\phi 0,75$
- 3~

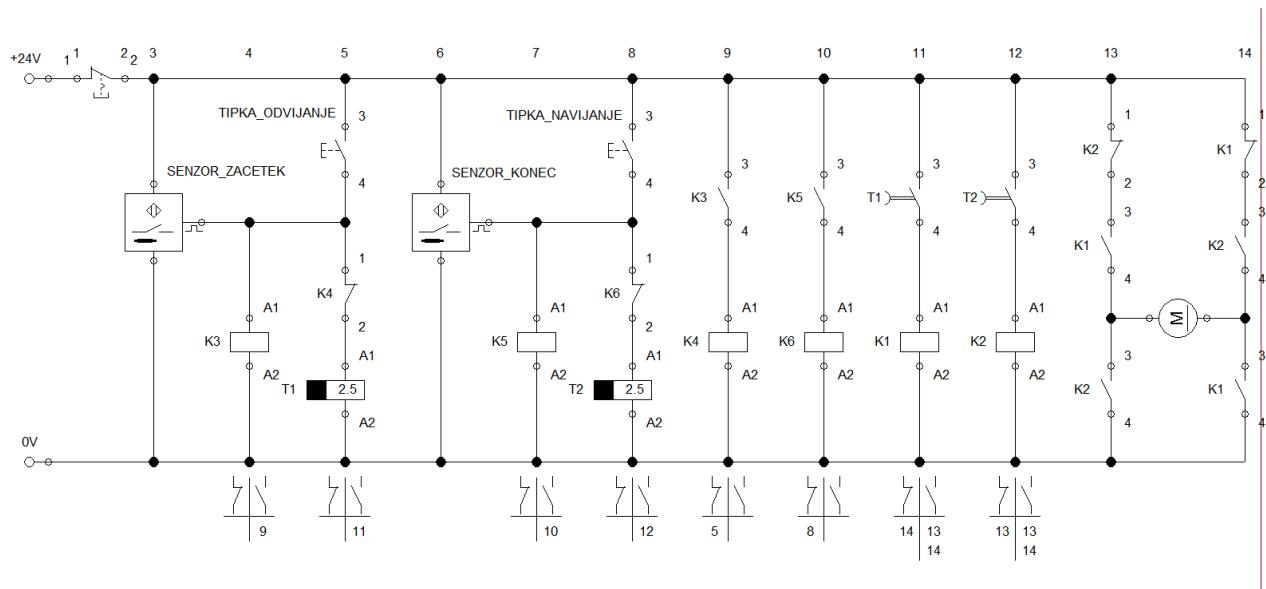
6.6 ELEKTRIČNO VEZJE

Električno vezje smo projektirali s profesionalnim programskim orodjem z naslovom EPLAN. V njem smo projektirali projekt, ki smo si ga zastavili. V njem se nahajajo vse električne komponente za uporabo programa.



RAZISKOVALNA NALOGA

Celotno vezje iz programa EPLAN smo prorisali v simulacijski program Fluidsim, tako smo se zagotovo prepričali, da je vezje narejeno pravilno. Po simulaciji smo se lotili vezanja v elektro omarici, in tako nam je uspelo napraviti vezje tudi v delovnem prostoru.



Slika 27: simuliranje v FLUIDSIM

POTEK DELOVANJA

Ko se sklene tipka odvijanje ali aktivira senzor začetek se aktivirata časovni rele T1 in rele K3. Rele K3 aktivira rele K4 slednji odvzame napetost releju T1, ki se začne odštevati. Dokler se časovni rele ne izklopi, aktivira rele K1, le-ta pa vklopi enosmerni motor preko H-mostiča v smer odvijanja. V primeru, da sta sklenjeni obe tipki ozziroma senzorja, se motor v trenutku ugasne in neha delovati.

6.7 ELEKTRO OMARICA

V elektro omarici se nahajajo vse uporabljene elektronske komponente, ki so med seboj zvezane s PVC električnimi vodniki.

V njej se nahaja vezje, ki smo ga predstavili zgoraj. Pred rezilo se bo krmililo avtomatizirano preko senzorjev in dveh tipk, kot vidimo na sliki

Kot vidimo, se v njej nahajajo usmernik (transformator, usmerniške diode), časovni releji, preklopni releji, tipke, stikalo glavnega motorja ter vodniki induktivnega senzorja ter varnostna gobica.



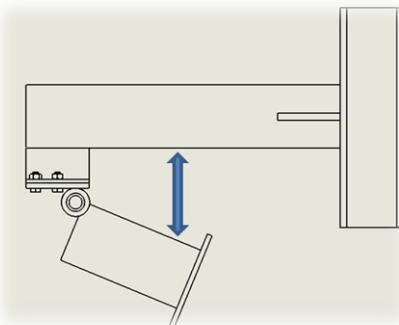
Slika 28: notranjost elektro omarice



Slika 29: izgled elektro omarice

7. DELOVANJE NAPRAVE

Naprava je popolnoma povezana s tračno žago. Tračna žaga, na katero bomo izdelali predrezilo, ima funkcijo popolnega avtomatskega rezanja. Žagi nastavimo hitrost in debelino rezane deske, naprej deluje avtomatsko. Reže do konca žaginih vodil, na koncu preko senzorjev zazna končni položaj in dobí signal, da se dvigne za minimalno varnostno razdaljo in odide avtomatsko nazaj. Ko prispe na začetno mesto, se preko senzorjev ustavi, začne se spuščati glede na nastavljeno debelino lesa, potem se začne sama pomikati naprej in nato rezati. To se ponavlja vse dokler je avtomatski način delovanja vklopljen. Tudi predrezilo bo delovalo na enak princip.



Slika 30: pomik predrezila

Zaradi avtomske funkcije žage smo morali narediti tudi predrezilo, ki bo delovalo v enakih pogojih. Tako smo povezali začetni in končni induktivni senzor z vezjem predrezila. Ko bo prispela žaga do konca žagine poti, bo senzor, ki zazna položaj žage, tudi sprožil signal predrezila in tako se bo preko električnega vezja začel vrteti motor na togem delu v eno ali drugo smer, odvisno kje žaga stoji. Ta bo navil/odmaknil napravo od hloda, počakal v tem položaju dokler ne bo žaga prispela v začetno stanje in preko signala iz senzorja se bo začela žaga spuščati in hkrati predrezilo približevati hlodu.

8. POŠKODBE TRAČNEGA LISTA

Za izdelavo predrezilne naprave smo se odločili zaradi dveh razlogov.

Eden izmed raziskovalcev ima doma horizontalno tračno žago za razrez hlodovine, vendar je brez predrezilne naprave. Predrezilo mu bo veliko pomenilo, saj bo s to napravo podaljšal življenjsko dobo lista na žagi in zmanjšal nepotrebne stroške vzdrževanja tračnega lista. Do sedaj je bilo čiščenje hlodov le ročno, pri čemer se je porabilo veliko časa, pri tem pa še je zmeraj ostal kakšen neprimeren košček (npr. pesek) v skorji hloda. Ta majhen košček pa lahko listu tračne žage zelo škoduje ali celo uniči stelitirano zobovje na listu. V primeru, da tračni list na žagi prereže tujek, je najmanjša škoda lahko samo brušenje, lahko pa je tudi potrebno stelitiranje zobov. Stelitiranje je postopek, pri katerem se stelitni zob privari na tračni list.

Cene za morebitne poškodbe tračnega lista:

- **BRUŠENJE (1x) = 10 €**
- **STELITIRANJE TRAČNEGA LISTA = 80 €**
- **CENA NOVEGA STELITIRANEGA TRAČNEGA LISTA = 200 €**



Slika 31: stelitirano zobovje

RAZISKOVALNA NALOGA

Drugi pozitiven razlog, da smo se lotili izdelovanja te raziskovalne naloge, pa je finančna ugodnost. Ker imamo pri vsakem izmed nas nekaj strojev za izdelavo, smo se dela lotili sami in nas je projekt finančno stal veliko manj, kot je prodaja na tržišču in tudi veliko potrebnega materiala smo že imeli doma (kovino, elektromotorje, vijke, električne vodnike ...). Poleg tega smo ga lahko sami še bolj nadgradili po lastnih idejah od standardiziranih predrezil. Projekt smo si sami zamislili in ga tako tudi izpeljali.

Spodaj v tabeli so navedeni preračuni med tržnimi cenami in našimi prihranjenimi finančnimi sredstvi. Za vsako delo, ki je bilo storjeno pri nas doma, smo povprašali tudi za finančne stroške tovarniške izdelave in tako dobili finančno razliko.

<u>UPORABLJENE KOMPONENTE</u>	<u>KOLIČINA</u>	<u>CENA NA TRŽIŠČIH</u>	<u>NAŠ PRIHRANEK</u>
IZMENIČNI ELEKTROMOTOR	1 kom	110 €	110 €
ENOSMERNI ELEKTROMOTOR	1 kom	84, 95 €	84, 95 €
KROŽNI LIST	1 kom	79, 74 €	79, 74 €
TRANSFORMATOR	1 kom	48 €	/
JEKLO	25 kg	1, 15 € / kg	28, 75 €
TIPKE	2 kom	0, 78€ / kom	1, 56 €
STIKALA	2 kom	15€ / kom	30 €
OMARICA	1 kom	36, 38 €	36, 38 €
LEŽAJI	2 kom	2, 38€ / kom	4, 76 €
INDRUKTIVNI SENZOR	2 kom	86,74 €	/
RELEJI-časovni	2 kom	48, 96 € / kom	/
POSTOPKI IZDELOVANJA	/	200 €	200 €
SKUPAJ:		788,74 €	576, 14 €

Iz tabele razberemo, da nas je predrezilo za tračno žago finančno stalo veliko manj, kot da bi dali to napravo izdelati po naročilu v neko tovarno. Do tako velikega prihranka smo prišli z uporabo stvari, ki smo jih imeli doma. Če odštejemo prihranek od tržnih cen, vidimo, da nas je naprava stala samo dobrih 200 €, kar pomeni, da se je naš cilj uresničil. Tako smo prišli do naprave po zelo ugodni finančni smeri.

9. UGOTOVITVE IN REZULTATI

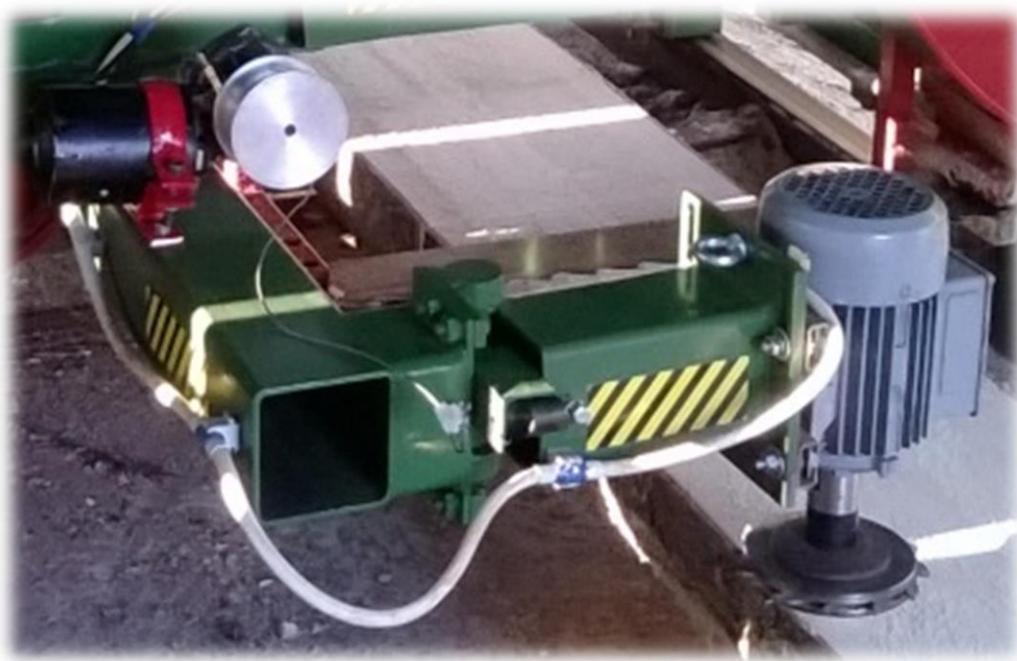
ZASTAVLJENE HIPOTEZE	POTRJENO ✓ NEPOTRJENO ✗
Naprava bo delovala v popolnoma avtomatiziranem delovanju.	✓
Varnost bo zagotovljena.	✓
Predrezilna naprava bo cenejša od kupljenega.	✓
Naprava bo povečala hitrost rezanja.	✗
Naprava bo togo pritrjena.	✓
Predrezilo bo odstranjevalo vsako nečistočo na hlodu.	✓
Naprava bo prihranila denar (za brušenje).	✓

Menimo, da smo izdelek pripeljali do konca z vsemi zastavljenimi cilji. Izdelek deluje brezhibno, kot smo si ga tudi na začetku zamislili.

Pri izdelovanju predrezila smo se srečevali z raznoraznimi težavami in nevšečnostmi. Dobro smo morali tudi preračunati področje povezano s silami. Pri sami konstrukciji smo morali biti zelo natančni, s čimer smo dosegli, da je rezilna linija predrezila enaka tračnemu listu tračne žage, kar je največja uporabnost naprave. Pri samem izdelovanju predrezila smo se srečevali z

RAZISKOVALNA NALOGA

raznoraznimi težavami, ki smo jih sproti reševali in se pri tem naučili veliko uporabnih stvari, primernih tudi za nadaljnje življenje. Spoznali smo tudi veliko stvari, za katere še nismo vedeli. Delo smo opravljali večinoma timsko, saj smo tako lahko izdelali dober projekt, ker ima vsak svoje ideje in znanje in tako smo se odločili za najbolj primerno idejo, ki smo jo pretvorili v realni izdelek.



Slika 32: končni izdelek

10. ZAKLJUČEK

Raziskovalne naloge smo se lotili v začetku novembra. Imeli smo kar nekaj vzponov in padcev pri sami izdelavi projekta. Vsako težavo nam je povzročilo nenatančno delo ali nenatančne mere. Naučili smo se veliko natančnosti pri izdelovanju vseh izdelkov, saj brez natančnosti se ne da izdelati produkta po zastavljenih načrtih. V raziskovalno delo je bilo vloženega zelo veliko truda, to vidimo tudi na samem končnem izdelku.

Poleg praktičnega dela smo se poglobili tudi v teoretični del, za vse potrebno izrisovanje na računalniških programih za elektroniko, tako kot za samo konstrukcijo projekta.

S samim končnim izdelkom smo izjemno zadovoljni, saj nam je uspelo narediti projekt, kot smo si ga zamislili.

Prepričani pa smo, da bo ta projekt prihranil veliko denarja v samem razrezu hlodovine na žagi. Ostalo je le še samo brušenje, vse ostale probleme pa rešuje predrezilo.

11. ZAHVALA

Zahvaljujemo se našima mentorjem g. mag. Andru Glamniku, univ. dipl. inž., in Mateju Vebru, univ. dipl. inž., ker sta nas spodbujala pri izdelovanju raziskovalne naloge in nam veliko pripomogla s svojim znanjem.

Zahvaljujemo se tudi vsem lastnikom, pri katerih smo si naprave ogledali, da so nas lepo sprejeli in nam pomagali s svojimi praktičnimi izkušnjami ter nam na ta način osvetlili težave in nam svetovali pri ovirah ob izdelovanju oz. načrtovanju raziskovalne naloge. Zahvalili bi se radi tudi vsem ostalim, ki so nam pomagali na kakršen koli drug način.

Hvala tudi g. Meliti Leskovar, ker nam je lektorirala celotno raziskovalno nalogu.

12. VIRI IN LITERATURA

[1] KRAUT, B. Strojniški priročnik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2002.

[2] JANEŽIČ, I. Strojni elementi 1. Ljubljana, 2001.

[3] GLAMNIK, A. in VEBER, M. Robotika. Ljubljana, Munus 2, 2012.

[4] BARTENSCLAGER J. Mehatronika. Ljubljana: založba Pasadena, 2009.

[5] STATOR (online). 1999. (citirano 2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.apexelectricalrewinds.com/stator/>.

[6] WIKIPEDIJA (online). 2001. (citirano 12. 1. 20014). Dostopno na naslovu:

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektromotor>.

[7] ŽAGIN LIST (online). 2004. (citirano 22. 3. 2009). Dostopno na naslovu:

www.mitsubishi-automation.com.

[8] TRAČNE ŽAGE(online). 2013. (citirano 14. 2. 2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.si.mebor.eu/>.

[9] ELEKTROTEHNIKA (online). 2001. (citirano 14. 3. 2005). Dostopno na naslovu:

www.elektronik.si.

[10] ELEKTROMOTOR (online). 2004. (citirano 21. 1. 2007). Dostopno na naslovu:

<http://www.rc-wheels.info/dane-b/dane/brushless/>.

[11] TRAČNI LIST (online).(citirano 2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.borzalesa.com/ads/tracni-listi/>.