

ŠOLSKI CENTER CELJE  
SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO, MEHATRONIKO IN  
MEDIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

**NAPRAVA ZA KRIVLJENJE NOSILCEV  
TRAČNE ZAVORE**

Avtorji:

Matic BENČINA, S-4. a

Andrej BRGLEZ, S-4. a

Jan FILIPŠEK, S-4. a

Mentorji:

Žan PODBREGAR, dipl. inž. str. (UN)

Stevo ROMANIĆ, dipl. inž. str.

Aleš FERLEŽ, dipl. inž. str. (UN)

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2017

## **POVZETEK**

Za opravljanje četrtega maturitetnega predmeta smo si izbrali raziskovalno nalogo, in sicer izdelavo naprave za krivljenje nosilcev tračne zavore. Naš cilj je bil izdelati napravo, ki bo krivila ravne nosilce v posebno zakrivljeno obliko.

Projekt predstavlja začetno idejo, ki nas je vodila do prvih skic, le-te pa do izdelave 3D-modela naprave in na koncu do samega izdelka. Naš cilj je bil izdelati napravo, ki bo čim bolj enostavna tako za uporabo kot za izdelavo. Izbirali smo enostavne načine obdelave, ki smo jih spoznali v šoli in so cenovno ugodni.

# Kazalo vsebine

1 UVOD .....	7
1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA.....	7
1.3 POT DO ZAMISLI.....	8
1.4 RAZISKAVA .....	9
1.4.1 Uporabljene metode raziskovanja.....	11
1.5 PODJETJE VIJA, D. O. O. ....	11
1.6 PODJETJE UNIFOREST .....	12
2 DELOVANJE.....	13
3 RAZISKAVA TRGA .....	14
4 SNOVANJE IN MODELIRANJE .....	15
4 IZDELAVA.....	17
4.1 TOGI OSNOVNI KOS.....	17
4.2 GIBLJIVI OSNOVNI KOS .....	17
4.3 GRED .....	18
4.4 EKSCENTER .....	19
4.5 VELIKI VALJ .....	20
4.6 DRŽALO VELIKEGA VALJA .....	21
4.7 NAVOJNA PALICA .....	21
4.8 VPENJALO ZA NOŽ .....	22
4.9 NOŽ.....	22
4.10 ZAGOZDE IN VIJAK ZA ZATEG ZAGOZD.....	23
4.11 MALI IN VELIKI ZOBNIK .....	23
4.13 GRED VELIKEGA VALJA .....	25
5 ELEKTRIČNI SESTAVNI DELI .....	26
5.1 MOTOR.....	26

5.2 KONČNA STIKALA .....	26
7 PROBLEMI PRI IZDELAVI.....	28
8 REZULTATI.....	29
8.1 UGOTOVITVE .....	29
9 ZAKLJUČEK.....	30
10 ZAHVALA.....	31
11 VIRI IN LITERATURA .....	32
11.1 VIRI VSEBINE .....	32
11.2 VIRI SLIK .....	32

## Kazalo slik

SLIKA 1: OBLIKA IZDELANEGA OBDELOVANCA .....	7
SLIKA 2: NAPRAVA ZA KRIVLJENJE NOSILCEV .....	8
SLIKA 3: STARA NAPRAVA.....	9
SLIKA 4: NOSILEC NA VITLI.....	10
SLIKA 5: LASERSKI RAZREZ .....	10
SLIKA 6: LOGOTIP PODJETJA .....	11
SLIKA 7: VITLA UNIFOREST .....	12
SLIKA 8: BOBEN VITLE UNIFOREST .....	12
SLIKA 9: OBSTOJEČA NAPRAVA ZA KRIVLJENJE NOSILCEV .....	14
SLIKA 10: OBLIKA IZDELANEGA OBDELOVANCA .....	14
SLIKA 11: SKICA OSNOVNEGA KOSA .....	15
SLIKA 12: SKICA GREDI.....	16
SLIKA 13: RISANJE V PROGRAMU CREO PARAMETRIC 2.0 .....	16
SLIKA 14: TOGI OSNOVNI KOS .....	17
SLIKA 15: OSNOVNI KOS .....	18
SLIKA 16: GRED .....	18
SLIKA 17: STRUŽNICA NUTOOL 550 .....	19
SLIKA 18: EKSCENTER.....	19
SLIKA 19: IZDELAVA VELIKEGA VALJA .....	20
SLIKA 20: MODEL VELIKEGA VALJA .....	20
SLIKA 21: DRŽALO VELIKEGA VALJA .....	21
SLIKA 22: NAVOJNA PALICA.....	21
SLIKA 23: VPENJALO ZA NOŽ .....	22

SLIKA 24: NOŽ.....	22
SLIKA 25: ZAGOZDI IN VPENJALO ZA NOŽ .....	23
SLIKA 26: VIJAK ZA ZATEG ZAGOZD.....	23
SLIKA 27: MALI ZOBNIK.....	24
SLIKA 28: VELIKI ZOBNIK.....	24
SLIKA 29: NOSILEC ZA PRITRDITEV NA DELOVNO MIZO .....	24
SLIKA 30: IZDELAVA GREDI VELIKEGA VALJA.....	25
SLIKA 31: GRED VELIKEGA VALJA .....	25
SLIKA 32: ELEKTROMOTOR Z REDUKTORJEM.....	26
SLIKA 33: KONČNO STIKALO .....	26
SLIKA 34: NOŽNA STOPALKA ZA ZAGON MOTORJA .....	27
SLIKA 35: KONČNI IZDELEK.....	29

# 1 UVOD

Krivljenje okroglih ušes je znano že dolgo časa, saj se še danes uporablja pri listnatih vzmeteh na tovornjakih. Pri teh vzmeteh zahteva krivljenje veliko silo. Za krivljenje manjših ušes pa je potrebna manjša sila. Na podlagi štirideset let starega patenta bomo zasnovali novo manjšo napravo in jo nadgradili s sodobnejšo tehnologijo z namenom, da bi bila uporaba enostavnejša ter hitrejša. Staro napravo bomo razstavili, preučili, narisali skice naprave ter posameznih delov in na osnovi podobnega načina delovanja zasnovali novo.

Napravo bomo modelirali v programu Creo Parametric 2.0, na osnovi 3D-modelov pa bomo izdelali delavniško dokumentacijo.

Raziskovalna naloga bo torej zajemala vse faze projektiranja, tj. od začetne ideje, načrtovanja, konstruiranja do izdelave in preizkusa izdelka. Morebitne težave bomo reševali s timskim pristopom.

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMATIKE

Pri snovanju naprave so nastopili številni problemi. Eden največjih je bil ta, da smo staro napravo imeli na razpolago za preučitev le kratek čas. V tem času smo si morali zamisliti delovanje naše naprave, s čimer smo imeli nekaj težav. Obiskali smo podjetje Vija, d. o. o., kjer smo si podrobneje ogledali staro napravo, poleg tega pa smo se spoznali s postopkom laserskega razreza ter z napravo za krivljenje pločevine. Nato smo si zamislili in kasneje tudi skonstruirali celotno napravo. Temu je sledil elektronski del naprave, ki je za nas pomenil velik izziv. Elektronika namreč ni naše osnovno strokovno področje.



*Slika 1: Oblika izdelanega obdelovanca  
Vir: osebni arhiv*

## 1.2 HIPOTEZE

Ko smo napravo še raziskovali, smo si postavili hipoteze, ki so nas skozi nalogo opominjale, na kaj se moramo osredotočiti.

Zanimalo nas je, ali lahko izdelamo napravo, ki bo:

- enostavna za uporabo,
- edina na trgu,
- čim bolj avtomatizirana,
- cenovno ugodna,
- primerna za uporabo v podjetju,
- jo bo lahko upravljala ena oseba.

## 1.3 POT DO ZAMISLI

V podjetju Vija, d. o. o., se med drugim ukvarjajo z izdelovanjem tračnih zavor za podjetje Uniforest. Problem pri sedanji napravi za krivljenje nosilcev je ta, da radij pri končanem nosilcu ni pravilen. V podjetju so nam pokazali staro napravo za krivljenje ušes za parabolo vzmeti, ki ima podoben način delovanja, kot bi ga želeli uporabiti v naši novi napravi. Z zaposlenimi smo se posvetovali o ideji in prišli do odločitve, da bomo izdelali to napravo.



*Slika 2: Naprava za krivljenje nosilcev  
Vir: osebni arhiv*





*Slika 3: Stara naprava  
Vir: osebni arhiv*

#### **1.4 RAZISKAVA**

Slabost stare naprave za krivljenje parabole vzmeti je, da ima zastarelo tehnologijo, njeno ogrodje pa je precej masivno. Tudi sicer je naprava zelo velika. Kljub temu je način delovanja zelo uporaben, saj ima funkcije, ki zadoščajo vsem potrebam uporabnika. Slabost naprave je tudi ta, da en človek težko upravlja z njo.

Obiskali smo podjetje Uniforest, v katerem smo se pozanimali o tračnih zavorah. Pokazali so nam, kakšno funkcijo opravljajo nosilci in zakaj morajo biti takšnih oblik.



*Slika 4: Nosilec na vitli  
Vir: osebni arhiv*

Obiskali smo tudi podjetje Vija, kjer nam je lastnik podjetja podal veliko pomembnih informacij, saj je najbolje vedel, kako deluje stara naprava. Ogledali smo si napravo za laserski razrez kovin, na kateri smo razrezali tudi nekaj delov za našo napravo.



*Slika 5: Laserski razrez  
Vir: osebni arhiv*

### 1.4.1 Uporabljene metode raziskovanja

Na začetku je potrebno opredeliti problem in s tem določiti naslov raziskovalne naloge. Naslednja faza je pregled literature, tako knjižne kot tudi literature na spletu. Ker literature v našem primeru ni bilo dovolj, smo za pomoč zaprosili zaposlene v podjetju Vija, d. o. o., in Uniforest, d. o. o., kjer smo dobili potrebno gradivo za izvedbo raziskovalne naloge. Prav tako smo iskali spletne strani, ki bi opisovale podobno krivljenje. Nato smo postavili hipoteze ali domnevne trditve. Naslednja faza je izbor metod. Osredotočili smo se na metodo spraševanja oz. intervjuja. Izbrali smo nestrukturirani intervju, v katerem je določen le cilj poizvedovanja, pogovor pa se odvija spontano, tako da pridobimo čim več potrebnih informacij. V nadaljevanju smo pridobili potrebne informacije o napravi za krivljenje nosilcev tračne zavore. Ko smo zbrali vse potrebne podatke, smo se lotili analize rezultatov ter v zaključku postavljene hipoteze potrdili ali zavrgli.

### 1.5 PODJETJE VIJA, D. O. O.

Vija, d. o. o., je družinsko podjetje, ki je prisotno na trgu od leta 1970. Ukvarjajo se s proizvodnjo mesarske in sirarske opreme, izdelavo različnih INOX polizdelkov ter izdelkov po naročilu. Nudijo tudi usluge krivljenja, izsekovanja, varjenja, strojne obdelave, struženja in vrtanja različnih kovin. Sledijo tehnološkim napredkom. Tako zvišujejo kakovost proizvodov in zagotavljajo zadovoljstvo strank.

Večino proizvodov in storitev trenutno izdelajo in prodajo za potrebe domačega trga, vendar so prisotni tudi na tujih trgih, predvsem v Avstriji, Italiji in na Hrvaškem. Svojo prepoznavnost širijo z razstavljanjem izdelkov na sejmi doma in v tujini.



Slika 6: Logotip podjetja  
Vir: slikovni vir 1

Kot največji in najpomembnejši poslovni partner podjetja Vija, d. o. o., je podjetje Uniforest, ki izdeluje gozdarsko opremo. Zanje izdelujejo predvsem tračne zavore za vitle, rezervoarje za hidravlično olje pri teleskopskih prijemalih za nalaganje hlodovine in ostale elemente gozdarske vitle za vleko hlodovine iz gozda. Za njihove potrebe in namene so kupili laser, ki omogoča razrez pločevin v merah 1,5 m x 3 m, in dodatni krivilni stroj, ki omogoča 5-osno krivljenje vedno zahtevnejših oblik končnih izdelkov in polizdelkov, ki se uporabljajo za izdelavo gozdarske in ostale opreme.



*Slika 7: Vitla Uniforest  
Vir: slikovni vir 2*

## **1.6 PODJETJE UNIFOREST**

Začetki podjetja segajo v leto 1992. Njihova osnovna dejavnost je proizvodnja gozdarske mehanizacije in opreme. Njihov nosilni program so gozdarski vitli, katere krmiljenje delimo na mehansko ali elektrohidravlično. Vitli se razlikujejo po vlečni sili, in sicer od 30 kN do 80 kN. Izdelujejo tudi cepilnike za cepljenje drv in klešče za les. Izvajajo tudi gozdarske traktorske nadgradnje.



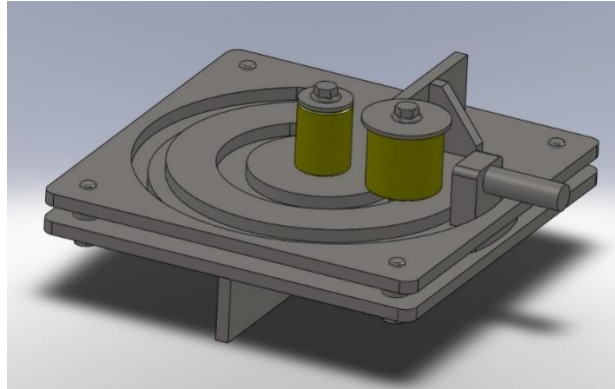
*Slika 8: Boben vitle Uniforest  
Vir: slikovni vir 3*

## 2 DELOVANJE

Naprava za krivljenje nosilcev tračne zavore je pritrjena na togo delovno površino. S pomočjo 1 kW 380V elektromotorja z reduktorjem, ki zmanjša obrate na 14 obr./min, hkrati pa mu poveča moč – navor, se gibajoči del premika. Na osnovnem kosu smo pred pričetkom krivljenja še nastavili s pomočjo zagozd in vijaka ustrezno razdaljo med nožem in obdelovancem, ki ga nato z ekscentrom stisnemo v obdelovanec. Na drugi strani se z valjčkom dotaknemo obdelovanca, da se le-ta lepo krivi okoli valja premera 13 mm. Gibljivi osnovni kos naprave s pomočjo elektromotorja stisnemo v skrajno točko, v katero vpnemo obdelovanec. Ko se prepričamo, da je dovolj močno vpet, elektromotor zaženemo v drugo smer. Ker je preoblikovanje hladno, je sila velika. Ko pride do končnega stikala, se elektromotor ustavi. Takrat za kratek čas obdelovanec izpnemo in napravo zapeljemo ponovno v skrajno lego. Ta postopek ponavljamo, dokler ne dobimo želene oblike. Ker je končna oblika zapletenejša, moramo del obdelovanca ukriviti v drugo smer. Gibljivi del naprave zapeljemo v drugo – skrajno lego, kar omogoča krivljenje v obratno smer. Obdelovanec vpnemo, nato ga zakrivimo do točke, v kateri sta kraka nosilca izravnana.

### 3 RAZISKAVA TRGA

Na trgu naprava za krivljenje nosilcev seveda že obstaja, vendar omogoča samo krivljenje v obliki kroga, v našem primeru pa to ni dovolj, saj moramo kriviti v posebno obliko, ki je prikazana na sliki. Zato moramo razviti povsem novo napravo, ki še ne obstaja na trgu.



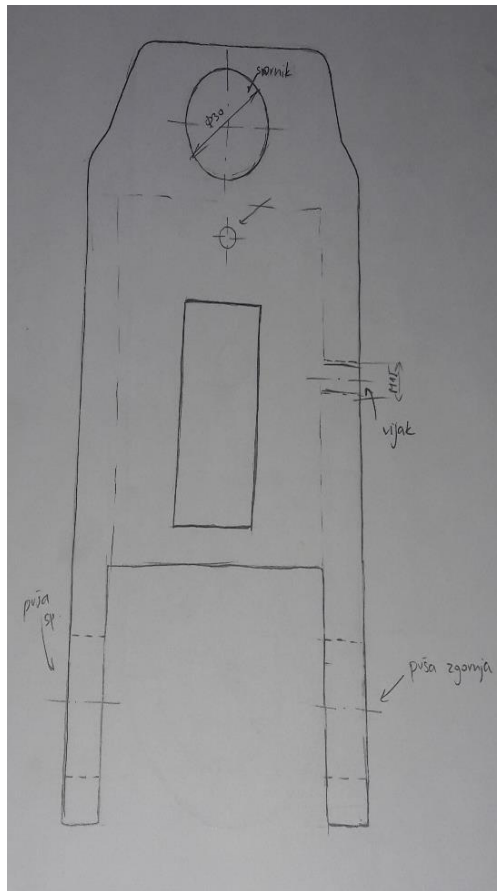
Slika 9: Obstoječa naprava za krivljenje nosilcev  
Vir: slikovni vir 4



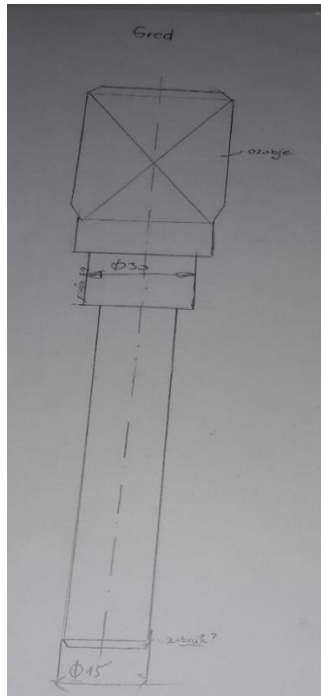
Slika 10: Oblika izdelanega obdelovanca  
Vir: osebni arhiv

## 4 SNOVANJE IN MODELIRANJE

Ideje smo najprej skicirali na list papirja, jih primerjali med seboj in izbrali najboljšo idejo. Dogovorili smo se, da bomo izdelali mobilno napravo, ki se lahko pritrdi na delovno mizo. Naprava je zgrajena iz dveh delov, in sicer iz togega kosa, ki je pritrjen na delovno mizo, in pomičnega kosa, ki se pomika s pomočjo elektromotorja. Ko smo izdelali osnutek, smo začeli risati v programu PTC Creo Parametric 2.0. Začeli smo iskati tudi primeren elektromotor in reduktor.

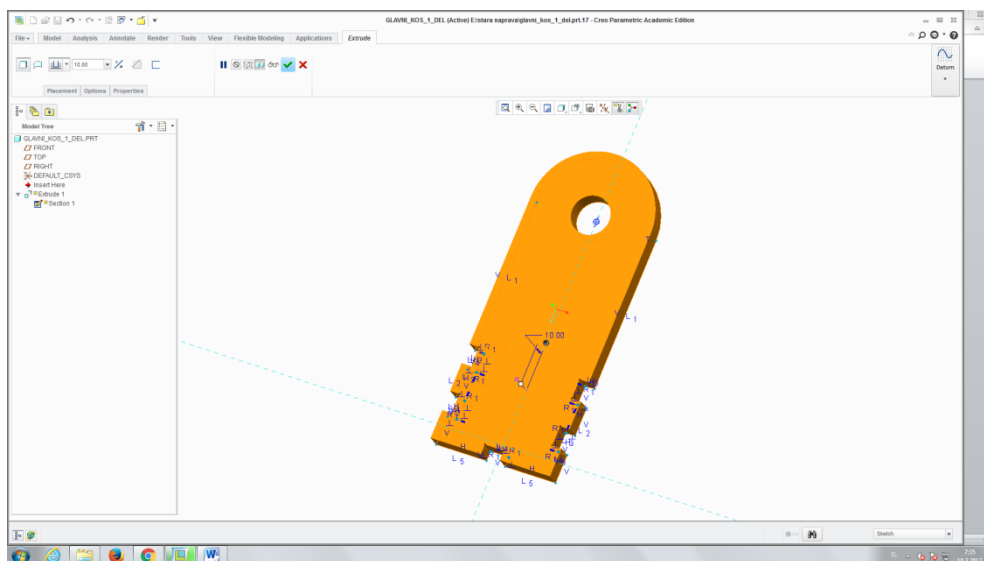


Slika 11: Skica osnovnega kosa  
Vir: osebni arhiv



Slika 12: Skica gredi  
Vir: osebni arhiv

Začetno delo je potekalo tako, da smo risali posamezne sestavne dele, ki smo jih nato sestavili v programu. Nato smo vsak del spremenili v načrt za izdelavo. Nekatere enostavnejše dele smo naredili v šoli in doma, ostale pa so izdelali v podjetju, ki je specializirano za obdelavo kovin.



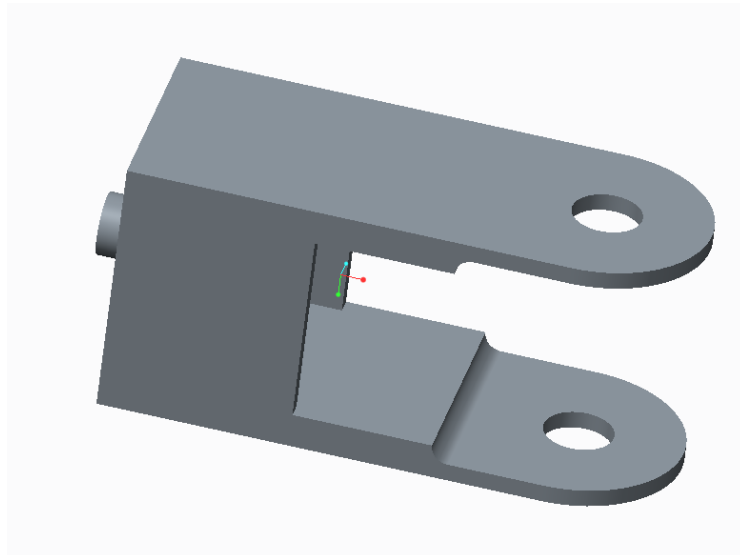
Slika 13: Risanje v programu Creo Parametric 2.0  
Vir: osebni arhiv



## 4 IZDELAVA

### 4.1 TOGI OSNOVNI KOS

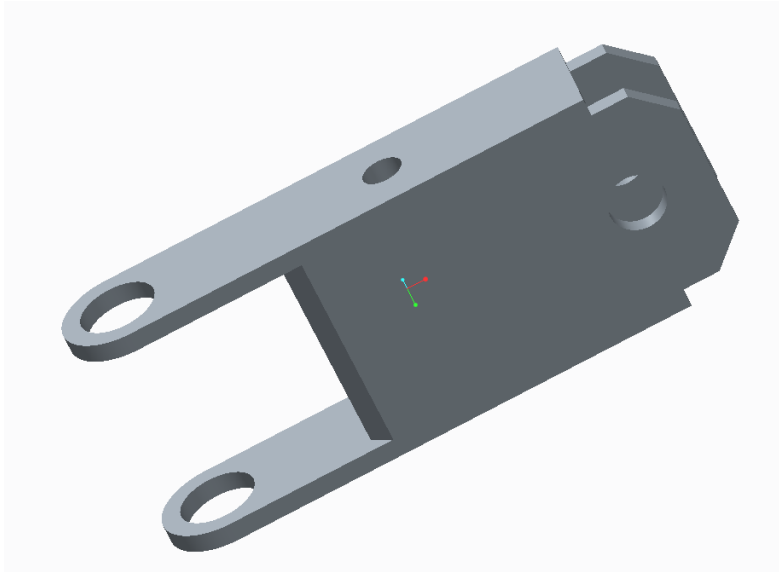
Pri izdelavi modela smo začeli z risanjem glavnega dela naprave, to je glavni kos. Ker je oblika zapletena, smo celotni kos razdelili na več delov. Izdelali smo delavniške risbe vsakega dela posebej in jih nato nesli v podjetje Vija, v katerem so posamezne dele, narejene iz konstrukcijskega jekla S-355, lasersko izrezali. Del osnovnega kosa smo zavarili s postopkom TIG. Zavarjen osnovni kos je tog in je z vijaki pritrjen na delovno mizo. Vanj pritrdimo še veliki valj. Nanj bomo z ležajnama pušama povezali gibljivi kos. Funkcija tega sestavnega dela je, da veliki valj drži v pravilni legi, ki je nastavljiva z vrtenjem navojne palice.



*Slika 14: Togi osnovni kos  
Vir: osebni arhiv*

### 4.2 GIBLJIVI OSNOVNI KOS

Gibljivi osnovni kos je izdelan iz konstrukcijskega jekla S-355. Njegova funkcija je krivljenje obdelovanca s pomočjo elektromotorja. Ima tudi možnost nastavljanja noža za prijem obdelovanca različnih širin (od 1 mm do 8 mm). To mu omogočajo zagozde, ki jih uravnavamo z zateznim vijakom.



*Slika 15: Osnovni kos  
Vir: osebni arhiv*

### **4.3 GRED**

Gred je izdelana iz navadnega konstrukcijskega jekla premera 28 mm in dolžine 132 mm. Izdelali smo jo doma s pomočjo stružnice. Gred potisnemo skozi majhen valj, okoli katerega krivimo. Na koncu gredi je pritrjen majhen zobnik, ki ga poganja elektromotor. Funkcija gredi je povezovanje gibljivega osnovnega kosa s statičnim in določanje lege majhnega valja. Ker je na gredi zobnik, ki je povezan na gnani del, se gred obrača, posledično se obrača tudi osnovni kos, obdelovanec pa se ukrivi.



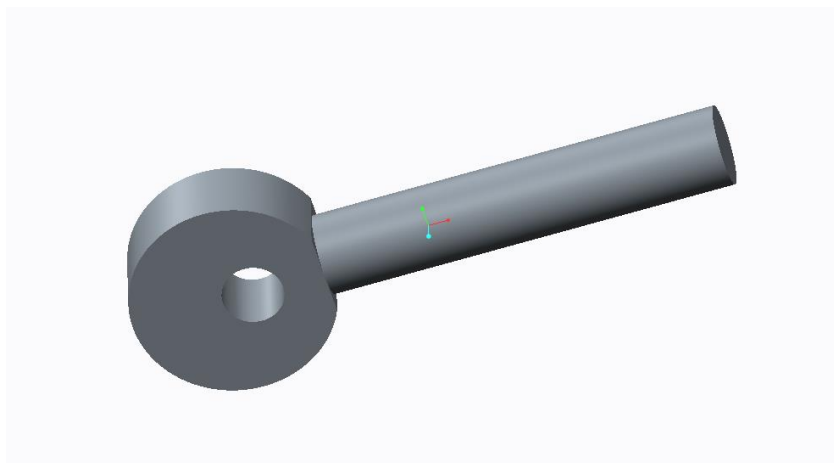
*Slika 16: Gred  
Vir: osebni arhiv*



*Slika 17: Stružnica Nutool 550  
Vir: osebni arhiv*

#### **4.4 EKSCENTER**

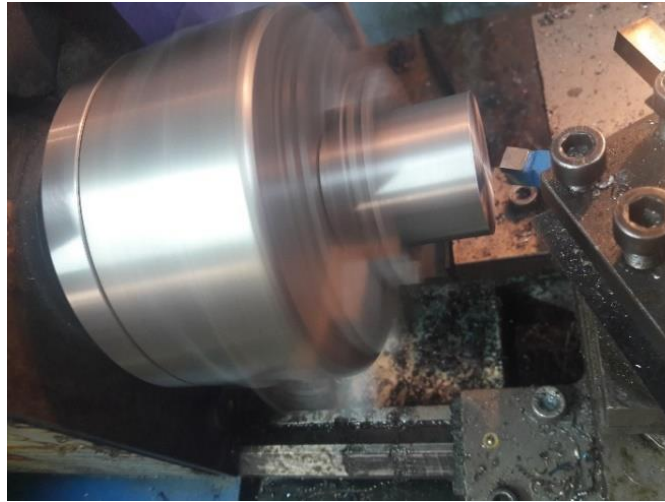
Ekscenter ima funkcijo zategovanja noža v obdelovanec, da se ta ne premika in ga lahko krivimo. Izdelan je iz konstrukcijskega jekla S-355. Nameščen je tako, da je v iztegnjeni legi pritiska sila k majhnemu valju največja. Tako omogoča optimalno krivljenje brez premikanja obdelovanca.



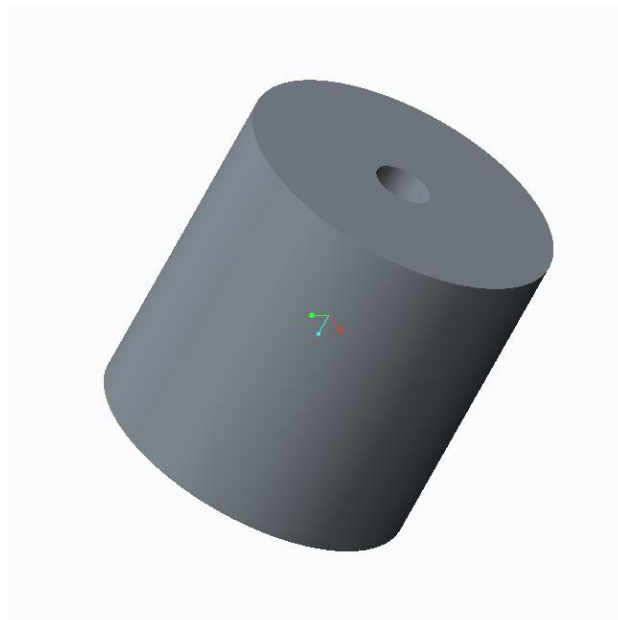
*Slika 18: Ekscenter  
Vir: osebni arhiv*

## 4.5 VELIKI VALJ

Veliki valj je vpet na držalo velikega valja, ta pa na navojno palico, s katero ga pomikamo do obdelovanca. Ko se z valjem dotaknemo obdelovanca, ga lahko začnemo kriviti. Valj mu omogoči lepo krivljenje okoli celotne gredi. Valj je seveda gibljiv, izdelan pa je iz navadnega konstrukcijskega jekla S-355 surovca premera 45 mm. Izdelali smo ga doma na stružnici.



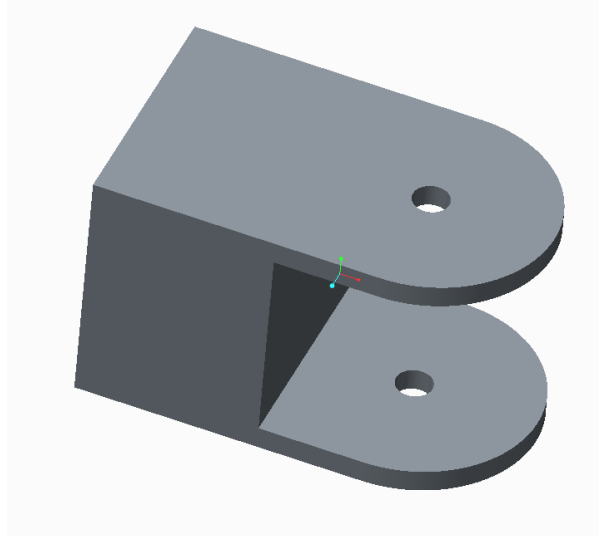
*Slika 19: Izdelava velikega valja  
Vir: osebni arhiv*



*Slika 20: Model velikega valja  
Vir: osebni arhiv*

## 4.6 DRŽALO VELIKEGA VALJA

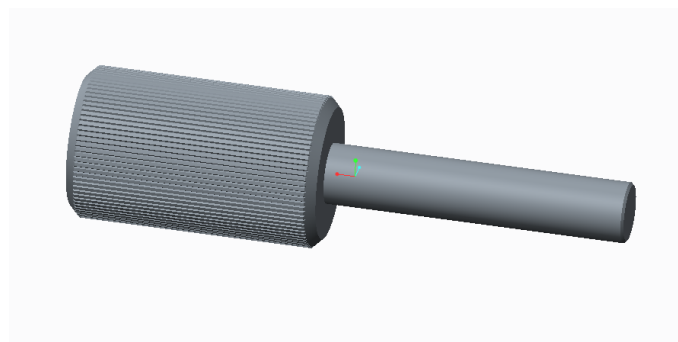
Držalo velikega valja je namenjeno vstavitvi velikega valja na gred velikega valja, ki mu omogoča vrtenje. Na zadnji strani je pritrjena navojna palica, ki ima funkcijo pomikanja držala velikega valja.



Slika 21: Držalo velikega valja  
Vir: osebni arhiv

## 4.7 NAVOJNA PALICA

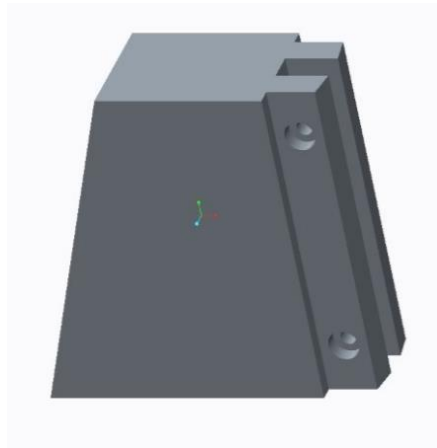
Navojna palica je premera 10 mm z navojem M10. Na zadnjem delu glavnega kosa naredimo navoj M10. Tako se z vijačenjem navojna palica pomika naprej in nazaj. Na koncu je povezana na držalo velikega valja, ki ga posledično pomika proti obdelovancu in nazaj v izhodiščno lego.



Slika 22: Navojna palica  
Vir: osebni arhiv

## 4.8 VPENJALO ZA NOŽ

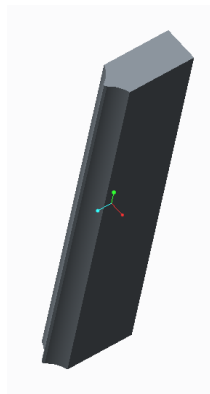
Vpenjalo za nož je izdelano iz konstrukcijskega jekla S-355. Ima izrezan utor, kamor vstavimo nož. Da lahko nož ob morebitni poškodbi ali obrabi zamenjamo, smo na strani naredili dve luknji premera M4, v kateri privijemo dva imbus vijaka. Tako zategnemo ali odtegnemo nož.



Slika 23: Vpenjalo za nož  
Vir: osebni arhiv

## 4.9 NOŽ

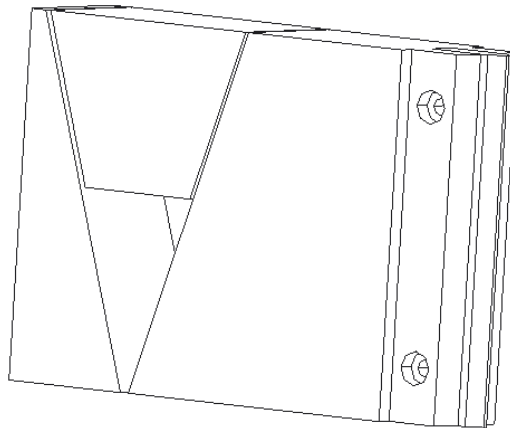
Nož je izdelan iz jekla za poboljšanje 42CrMo4, kaljenega na 50 HRC. Je posebno oblikovan, da nastane čim bolj učinkovit prijem obdelovanca. Nož smo kasneje dali kaliti, saj mora biti dovolj trden, da se ne obrabi prehitro. Nož se z veliko silo pritisne v obdelovanec in ga drži, da se ne premika, ko se krivi okoli valja.



Slika 24: Nož  
Vir: osebni arhiv

#### 4.10 ZAGOZDE IN VIJAK ZA ZATEG ZAGOZD

Naloga zagozd je, da z zategovanjem vijaka potiskamo zagozdo navzdol oz. navzgor, pri čemer se vpenjalo za nož pomika levo in desno, s čimer omogoča vpenjanje različnih debelin obdelovancev. To omogoča njihova trikotna oblika.



Slika 25: Zagozdi in vpenjalo za nož  
Vir: osebni arhiv



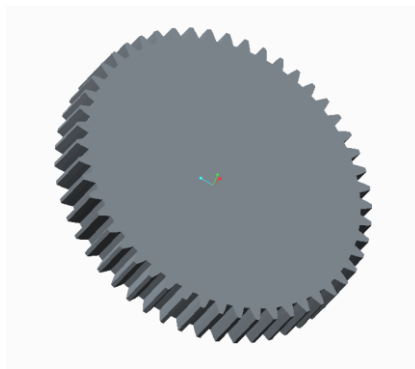
Slika 26: Vijak za zateg zagozd  
Vir: osebni arhiv

#### 4.11 MALI IN VELIKI ZOBNIK

Zobnika sta med pomembnejšimi deli naše naprave. Omogočata prenos gibanja iz elektromotorja na gibljive dele naprave. Da je prenos mogoč, se morata zobnika ujemati. Oba zobnika sta modula 2. Majhen zobnik je z zagozdo pritrjen na glavno gred, ki poteka skozi majhen valj. Ko pritisnemo na stopalko za zagon elektromotorja, ta požene mali zobnik, posledično pa se zavrti tudi veliki. Ta je pritrjen na gibljivi del naprave.



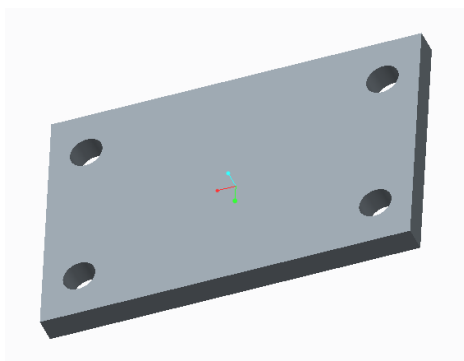
Slika 27: Mali zobnik  
Vir: osebni arhiv



Slika 28: Veliki zobnik  
Vir: osebni arhiv

#### 4.12 NOSILEC ZA PRITRDITEV NA DELOVNO MIZO

Nosilec za pritrditev na delovno mizo mora biti dovolj zmogljiv, da zdrži vse sile, ki se pojavijo ob vrtenju in krivljenju obdelovanca. Nosilec je privarjen na statični glavni kos. Njegova velikost je 120 mm x 80 mm x 10 mm, izdelan pa je iz konstrukcijskega jekla S-335. Naredili smo tudi 4 luknje za imbus vijake M12.

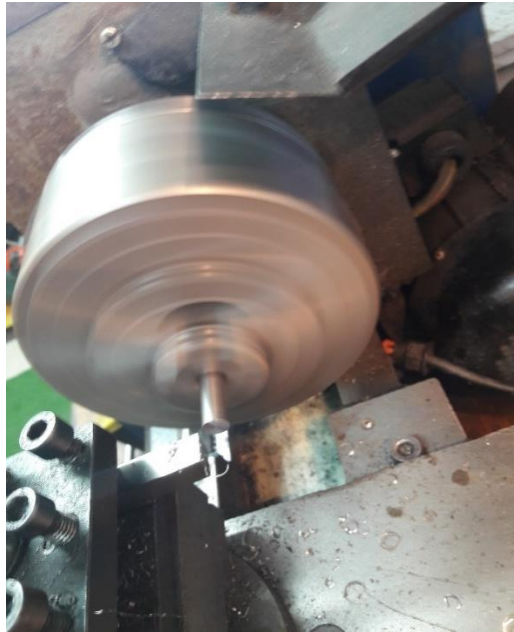


Slika 29: Nosilec za pritrditev na delovno mizo  
Vir: osebni arhiv

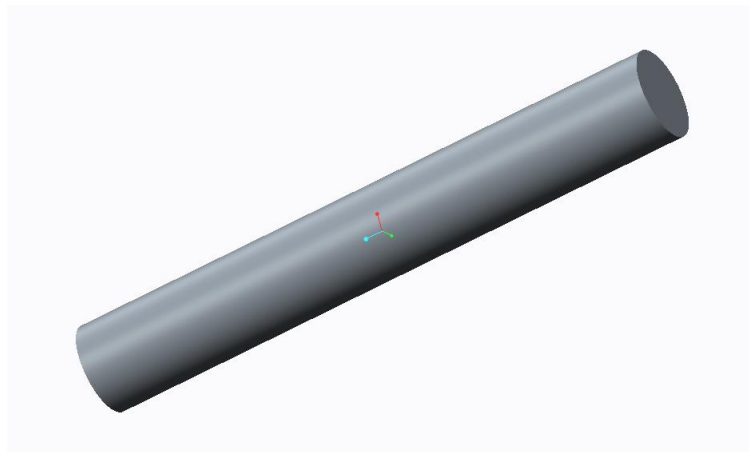


#### 4.13 GRED VELIKEGA VALJA

Gred velikega valja je izdelana iz navadnega konstrukcijskega jekla premera 8 mm. Njena funkcija je namestitev velikega valja v nosilcu velikega valja. Pri tem je bilo potrebno paziti, da je gred dovolj dolga, da gre v vodilo ter ne pade ven. Izdelana je bila doma na stružnici.



*Slika 30: Izdelava gredi velikega valja  
Vir: osebni arhiv*



*Slika 31: Gred velikega valja  
Vir: osebni arhiv*

## 5 ELEKTRIČNI SESTAVNI DELI

### 5.1 MOTOR

Za pogon smo izbrali dvosmerni 1 kW 380V električni motor z reduktorjem, ki ima razmerje 1 : 100. Tako je dovolj močan, da zakrivi obdelovanec z dovolj veliko močjo, da ne pride do poškodb, hkrati pa obdelovanca ne zakrivi prehitro. Prednost elektromotorja je, da je trifazen, saj je uporaba cenejša. Hkrati smo poenostavili tudi nadaljnje prilagajanje ostalih električnih sestavnih delov.



Slika 32: Elektromotor z reduktorjem  
Vir: slikovni vir 5

### 5.2 KONČNA STIKALA

Končna stikala uporabljamo za zaznavanje prisotnosti togih predmetov na način mehanskega dotika oziroma aktiviranja aktuatorja. V našem primeru končna stikala uporabljamo za izklop motorja, ko gibalni del naprave doseže določeno lego. To omogoča, da obdelovanec varno izpnemo.



Slika 33: Končno stikalo  
Vir: slikovni vir 6

## 6 VARNOST

Varnost je za nas pomemben dejavnik tako pri izdelavi naprave kot tudi pri upravljanju z njo. Ko smo napravo konstruirali, smo upoštevali, da bo napravo upravljal en sam človek, torej morajo biti vpenjanje, izpenjanje in vsakršno gibanje blizu gibljivih delov naprave varni. Zato smo se odločili, da se bo elektromotor aktiviral na način nožne sklopke. Sklopka bo poslala signal elektromotorju, ta pa se ustavi, ko gibljivi del doseže končno stikalo. Zaradi varnosti se elektromotor ustavi tudi takrat, ko nogo umaknemo s stopalke.



*Slika 34: Nožna stopalka za zagon motorja  
Vir: slikovni vir 7*

## **7 PROBLEMI PRI IZDELAVI**

Pri izdelavi včasih nismo mogli slediti načrtovanemu, zato smo se morali prilagoditi, npr. kakšen motor kupiti, da bo dovolj močan in bo lahko krivil nosilce. Pri izdelavi naprave večjih problemov ni bilo, saj so bili zahtevni deli narejeni v podjetju, ki je specializirano za obdelavo kovin, ostali pa niso bili prezahtevni, zato smo jih naredili brez večjih težav.

## 8 REZULTATI

Pri izdelavi naprave smo se najprej posvetili temu, da bo naprava mobilna, izvedljiva in uporabna. Nato smo na podlagi skic naredili načrte, po katerih smo izdelali napravo za krivljenje nosilcev tračne zavore. Ko je bila naprava narejena, smo jo preizkusili. S tem smo potrdili naše hipoteze.

Potrjene hipoteze – naprava je:

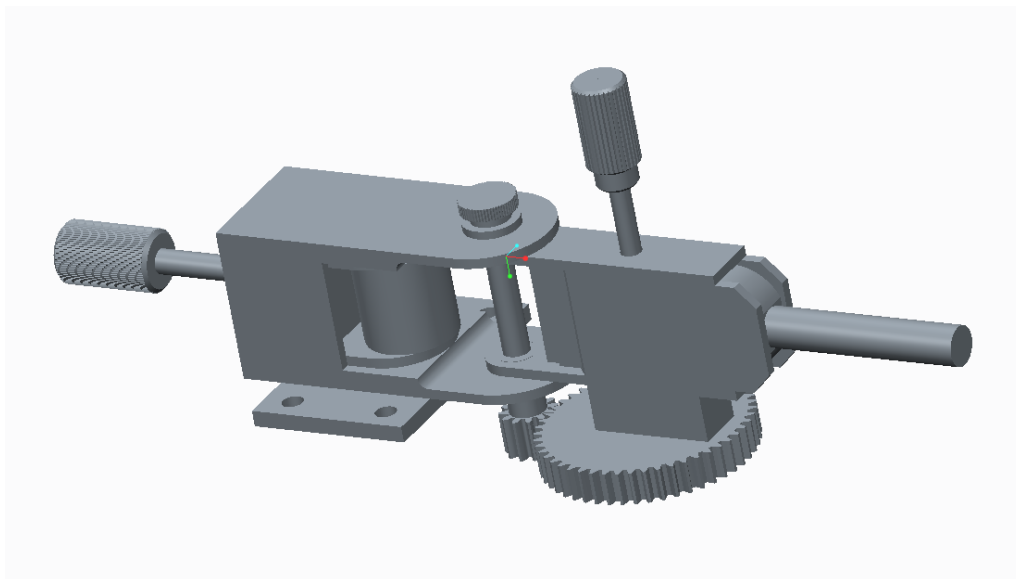
- enostavna za uporabo,
- edina na trgu,
- cenovno ugodna,
- primerna za uporabo v podjetju,
- lahko jo upravlja ena oseba.

Ovržena hipoteza:

- naprava je čim bolj avtomatizirana.

### 8.1 UGOTOVITVE

Raziskovalna naloga se je izkazala za zelo inovativno nalogo, pri kateri smo morali pokazati vse naše znanje. Potrdili smo skoraj vse hipoteze, ki smo si jih zastavili na začetku naše naloge. Ovrgli smo samo eno hipotezo. Naprave namreč nismo uspeli v celoti avtomatizirati zaradi pomanjkanja časa.



Slika 35: Končni izdelek  
Vir: osebni arhiv

## **9 ZAKLJUČEK**

Med izdelavo raziskovalne naloge so nastopile številne težave, ki so bile za nas nove, vendar so nam pomenile izzive za nadaljnje delo. Skoraj vse zadane hipoteze so bile potrjene, saj je naprava enostavna za uporabo, edina na trgu, cenovno ugodna, primerna za uporabo v podjetju in lahko jo opravlja ena oseba, vendar ni v celoti avtomatizirana. Med raziskovanjem in izdelavo smo uporabili veliko znanja, pridobljenega v štirih letih srednješolskega izobraževanja, veliko stvari smo se morali tudi naučiti. Največ težav so nam povzročala področja, o katerih se v šoli nismo učili. Pri tem bi posebej izpostavili programiranje senzorjev, saj smo s tem imeli največ težav. Seveda so nam bili v podjetju Vija, d. o. o., vedno pripravljeni pomagati. Prav tako smo dobili potrebne informacije in usmeritve tudi pri mentorjih.

## **10 ZAHVALA**

Zahvaljujemo se mentorjem Žanu Podbregarju, dipl. inž. str. (UN), ki nam je skozi celotno raziskovalno nalogo pomagal, dajal koristne nasvete in nas spodbujal k raziskovanju, Alešu Ferležu, dipl. inž. str. (UN), in Stevu Romaniću, dipl. inž. str., ki nas je vodili skozi celoten postopek izdelave naprave ter nam pomagal pri iskanju rešitev in idej. Zahvaljujemo se tudi Srednji šoli za strojništvo, mehatroniko in medije, podjetjema Vija, d. o. o., in Uniforest, d. o. o., za koristne informacije in pomoč pri izdelavi naprave. Zahvalo izrekamo tudi Simoni Črep, prof., ki je lektorirala raziskovalno nalogo.

## 11 VIRI IN LITERATURA

### 11.1 VIRI VSEBINE

[1] Podjetje Uniforest (online) (citirano 6. 3. 2017). Dostopno na naslovu:

<https://www.mascus.si/uniforest-d-o-o/c0a735c4,companycard.html>

[2] VIJA (online) (citirano 5. 3. 2017). Dostopno na naslovu: <http://www.vija.si/sl>

### 11.2 VIRI SLIK

[1] Slikovni vir 1; *Vija d. o. o.*, ( spletni vir ). ( 5. 3. 2017 ) 2013

[https://www.google.si/search?q=logo+vija&rlz=1C1JZAP\\_slSI719SI719&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi1v9XIgcrSAhXLIcWKHwuVDekQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=638#tbm=isch&q=logotip+vi-ja+d.o.o.&\\*&imgsrc=FmxLisQOoZ05dM](https://www.google.si/search?q=logo+vija&rlz=1C1JZAP_slSI719SI719&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi1v9XIgcrSAhXLIcWKHwuVDekQ_AUIBigB&biw=1366&bih=638#tbm=isch&q=logotip+vi-ja+d.o.o.&*&imgsrc=FmxLisQOoZ05dM)

[2] Slikovni vir 2; *Traktor.mojforum*, ( spletni vir ). ( 5. 3. 2017 ) 2017

<http://traktor.mojforum.si/traktor-post-193918.html&highlight=>

[3] Slikovni vir 3; *Torpmaskin*, ( spletni vir ). ( 5. 3. 2017 ) 2017

<http://www.torpmaskin.no/produkter/park-landskap-skog/skogs-og-vedutstyr/uniforest-skogsvinsj/g-modell>

[4] Slikovni vir 4; *Strojništvo*, ( spletni vir ). ( 4. 3. 2017 ) 2010

[https://www.google.si/search?q=naprava+za+krivljenje+nosilcev&rlz=1C1JZAP\\_slSI719SI719&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiKpfuWgsrSAhXJfywKHfkEDAwQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=638#tbm=isch&q=naprava+za+krivljenje&\\*&imgsrc=FmxLisQOoZ05dM](https://www.google.si/search?q=naprava+za+krivljenje+nosilcev&rlz=1C1JZAP_slSI719SI719&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiKpfuWgsrSAhXJfywKHfkEDAwQ_AUIBigB&biw=1366&bih=638#tbm=isch&q=naprava+za+krivljenje&*&imgsrc=FmxLisQOoZ05dM)

[5] Slikovni vir 5; *Tehimpex d. o. o.*, ( spletni vir ). ( 7. 3. 2017 ) 2017

<http://www.tehimpex.si/reduktorji-motorji.php>

[6] Slikovni vir 6; *Conrad*, ( spletni vir ). ( 7. 3. 2017 ) 2017

<https://www.conrad.si/Koncno-stikalo-Panasonic-AZ7124CEJ,-1-x-preklopni-k.-dolgienosmerni-kolescek,-115-V%2FDC.htm?websale8=conrad-slovenien&pi=702278>



[7] Slikovni vir 7; *Conrad*, ( spletni vir ). ( 7. 3. 2017 ) 2017

<https://www.conrad.si/FS-502-Nozno-tipkalo,-250-V%2FAC,-15A,-1-pedal-z-zascitnim-pokrovom,-1-x-delovni-kontakt,-1-x-mirovni-kontakt,-1-kos.htm?websale8=conrad-slowenien&pi=709789>