

Mestna občina Celje  
Komisija Mladi za Celje

# TRAČNA ŽAGA ZA RAZREZ KOSTI

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorji:

Kevin KOLAR, S-4. a

Jernej ČOKL, S-4. a

Blaž KLENOVŠEK, S-4. a

Mentorji:

Žan PODBREGAR, dipl. inž. str. (UN)

Stevo ROMANIĆ, dipl. inž. str.

Aleš FERLEŽ, dipl. inž. str. (UN)

Celje, marec 2017

## **POVZETEK**

V raziskovalni nalogi predstavljamo projektiranje tračne žage za razrez kosti. Raziskovalna naloga zajema zbiranje idej, načrtovanje, konstruiranje, modeliranje in na koncu tudi izdelavo izdelka. V nalogi so izpostavljeni vsi problemi in rešitve, do katerih smo prišli med načrtovanjem in izdelavo izdelka.

Naš cilj je izdelati žago s čim manj sestavnih delov in s čim manj različnih postopkov obdelave, pri tem pa je pomembno, da je izdelava čim enostavnejša in cenejša. Želimo torej izdelati žago, ki bo za kupca cenovno najugodnejša, kar je ob hudi konkurenci, predvsem iz Kitajske, zahtevna naloga.

## Kazalo vsebine

1 UVOD .....	1
2 HIPOTEZE.....	2
2.1 IDEJA .....	2
3 PREDSTAVITEV PROBLEMA .....	3
3.1 CILJI.....	3
4 RAZISKAVA TRGA.....	4
4.1 METODE RAZISKOVANJA .....	4
4.2 ŽAGE ZA RAZREZ KOSTI V PRETEKLOSTI.....	4
4.3 PONUDBA TRGA DANES.....	5
4.4 PRIMERJAVA .....	5
4.4 OBISK PODJETJA VIJA, D. O. O. ....	7
5 SNOVANJE .....	9
5.1 STANDARD .....	10
6 MODELIRANJE.....	12
7 IZDELAVA.....	16
7.1 MATERIAL.....	16
7.2 OHIŠJE.....	17
7.2.1 LASERSKI RAZREZ.....	18
7.2.2 CNC-UPOGIBANJE – KRIVLJENJE PLOČEVINE .....	19
8 SESTAVLJANJE.....	25
8.2 VARJENJE.....	25
9 POGONSKI MOTOR .....	27
9.1 ENOFAZNI ELEKTROMOTOR.....	27
10 VARNOST.....	28
11 REZULTATI.....	29
12 ZAKLJUČEK.....	30
13 ZAHVALA.....	31
14 VIRI IN LITERATURA .....	32
14.1 VIRI VSEBINE .....	32
14.2 VIRI SLIK .....	32

## Kazalo slik

Slika 1: Preprosta ročna žaga .....	4
Slika 2: Preprosta tračna žaga .....	5
Slika 3: Žaga z aluminijastim ohišjem .....	6
Slika 4: Žaga iz INOX profilov .....	7
Slika 5: Logotip podjetja .....	7
Slika 6: Predhodna žaga podjetja Vija, d. o. o. ....	8
Slika 7: Idejna skica 1 .....	9
Slika 8: Idejna skica 2 .....	10
Slika 9: Slovenski standard .....	11
Slika 10: Standard v skici .....	11
Slika 11: Modeliranje v programu Creo 2.0 z operacijo Sheetmetal .....	12
Slika 12: Primer zmodeliranega kosa posameznega sklopa .....	13
Slika 13: Več zmodeliranih kosov, sestavljenih v sklop .....	13
Slika 14: Primer delavniške risbe .....	14
Slika 15: Primer sestavnice sklopa .....	15
Slika 16: Tloris razvite pločevine za laser .....	15
Slika 17: Lita aluminijasta koluta .....	16
Slika 18: Ohišje pred postopkom upogibanja .....	17
Slika 19: Laserski razrez v podjetju Vija, d. o. o. ....	18
Slika 20: CNC-upogibni stroj BYSTRONIC XPERT 200 .....	19
Slika 21: Program bySoft .....	20
Slika 22: Začetek krivljenja .....	20
Slika 23: Nožni upravljalnik krivilnega stroja .....	21
Slika 24: Kos po končanem krivljenju .....	21
Slika 25: Razvita pločevina sestavnega dela ohišja .....	22
Slika 26: Prikaz programa za upogibanje kosa s slike št. 18 .....	23
Slika 27: Kos med upogibanjem .....	23
Slika 28: Noži in prizme za krivilni stroj .....	24
Slika 29: Primer virtualne sestave .....	25
Slika 30: Varjenje s postopkom TIG .....	26
Slika 31: Enofazni elektromotor .....	27
Slika 32: Ščit žaginega lista .....	28

# 1 UVOD

V raziskovalni nalogi se bomo lotili projektiranja tračne žage za razrez kosti. Raziskovalna naloga zajema zbiranje idej, načrtovanje, konstruiranje, modeliranje in na koncu tudi izdelavo. Lotili se bomo problema, za katerega vsak konstruktor oziroma podjetje išče rešitev. Primarni cilj je seveda čim bolj poenostaviti snovanje in izdelavo izdelka, le-ta pa ne sme izgubiti svoje funkcionalnosti, ampak jo lahko tudi izboljša. Kljub temu da želimo stroške minimalizirati, ne smemo zanemariti varnosti in vzdržljivosti naprave. Zato bomo posebno pozornost namenili kakovosti materiala. Izdelek bomo ocenili s pomočjo drugačnih postopkov izdelave in tako naredili cenovno razliko v primerjavi s konkurenco. Tako bomo tudi bistveno zmanjšali čas izdelave.

Celotno napravo bomo virtualno modelirali v programu Creo 2.0 in na tej osnovi v nadaljevanju izdelali delavniško dokumentacijo.

## 2 HIPOTEZE

Ko so nastale prve skice naše naprave in se je že videl grobi oris, kako naj bi le-ta izgledala, smo si postavili trditve oz. hipoteze, ki so nas vodile skozi celoten projekt. Ko je bila naprava izdelana, smo hipoteze potrdili ali ovrgli.

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

- sestavljena iz majhnega števila sestavnih delov,
- izdelana s čim manj postopkov obdelave in spajanja,
- enostavna za čiščenje,
- omogočala izbiro med enofaznim ali trifaznim motorjem,
- varna za uporabo,
- lahka, priročna in hkrati izvedljiva,
- cenejša v primerjavi z aluminijastimi žagami,
- edinstvena naprava na slovenskem tržišču.

### 2.1 IDEJA

Idejo za izdelavo naprave smo dobili v domačem okolju. Pri Jernejevem stricu uporablja eno tračno žago za razrez kosti celotna vas, saj je za posameznika cena žage previsoka. Ko smo opravljali raziskavo trga, smo zasledili veliko različnih tračnih žag za razrez kosti. Vsem je bila skupna prav ena lastnost, in sicer zelo visoka cena. Zato smo dobili idejo, da bi se lotili izdelave takšne žage, ki bi bila cenovno dostopnejša za uporabnika. Bistvena je bila torej cena, naša naloga pa je bila le-to čim bolj zmanjšati. Po posvetu z mentorjem smo začeli s projektom.

### **3 PREDSTAVITEV PROBLEMA**

Na trgu je precej različnih žag za razrez kosti, ki so izpopolnjene do potankosti. Zato je bilo prostora za kakršnekoli inovacije in nadgradnjo zelo malo. Ravno zaradi tega smo se osredotočili na probleme, ki se pojavijo pri izdelavi na prvi pogled enostavne žage. Problem takoj nastopi pri izbiri materiala. Veliko žag na trgu je v glavnini aluminijastih, aluminij pa ni ravno poceni material. Postopki obdelave lahko prav tako močno znižajo stroške in čas izdelave. Pri modeliranju se je priporočljivo izogniti krivinam in zahtevnim oblikam, ki bi podaljšale čas izdelave. Število izvrtin je potrebno minimalizirati in s tem preprečili slabljenje materiala. Poleg tega je težavno tudi čiščenje naprave, saj je ohišje sestavljeno z nerazdružljivo zvezo, ki ne omogoča odstranjevanja posameznih delov in s tem dostopa v notranjost naprave.

#### **3.1 CILJI**

V timu smo podali svoje predloge, kako bi se lotili projekta. Sklenili smo, da bomo ogrodje v celoti izdelali iz visoko sijoče INOX pločevine. Glavni postopek preoblikovanja bo krivljenje, sestavne dele pa bomo skupaj zvarili. Žago bo poganjal enofazni elektromotor z zavoro, ki bo poskrbela za hitro ustavitev žaginega lista po izklopu. Za varnost bomo nad žagin list namestili ščit, s katerim bomo zavarovali roke uporabnika, ko se bo le-ta lotil razreza manjših kosti. Prav tako bomo namestili gumb za izklop v sili.

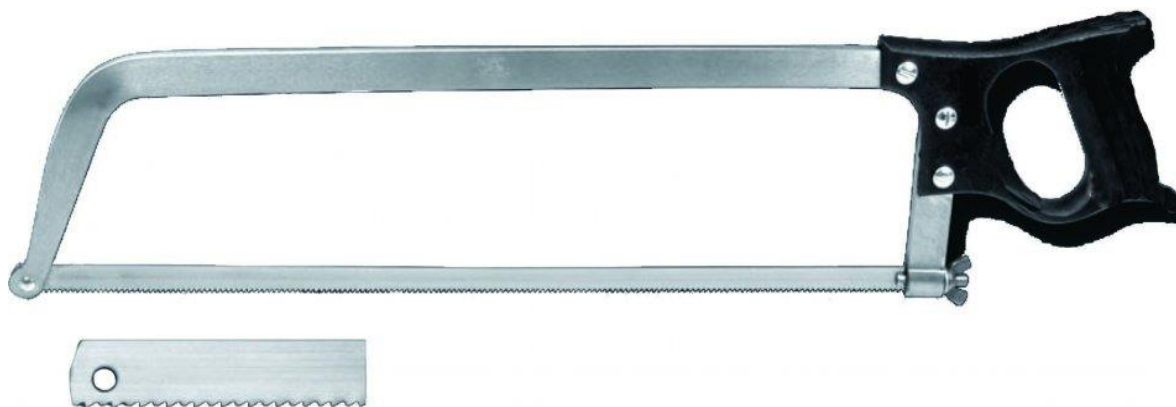
## 4 RAZISKAVA TRGA

### 4.1 METODE RAZISKOVANJA

Raziskovali smo trg prodaje, tako slovenskega kot tudi tujega. Pregledali smo starejše in novejše modele žag ter našli njihove pomanjkljivosti in napake, ki smo jih nameravali odpraviti. Raziskovanja konkurenčnih modelov smo se lotili tudi pri Jernejevem stricu in pri Blaževem družinskem prijatelju, ki se ukvarja s prodajo mesarske opreme. V trgovini ima na voljo tudi kitajski model aluminijaste tračne žage za razrez kosti, na kateri smo našli dovolj smernic za izboljšave, predvsem kar zadeva material. Zbrane podatke smo analizirali in argumentirali ter tako pridobili zelo koristne informacije.

### 4.2 ŽAGE ZA RAZREZ KOSTI V PRETEKLOSTI

Če se vrnemo v preteklost, lahko ugotovimo, da je bilo včasih delo takšne tračne žage opravljeno s preprosto ročno žago, ki je imela nekoliko drugačen žagin list kot tista za rezanje lesa. Če je bilo kosti za razrez malo, je žaga služila svoji namembnosti in upravičila svojo dokaj nizko ceno. Problem se je pojavil pri večji količini kosti, predvsem v mesnopredelovalni industriji. Za žago je bila potrebna velika fizična moč, poleg tega pa je z njo težko žagal en sam človek. Zato so se sčasoma razvile tračne žage za razrez kosti, ki jih je načeloma poganjal elektromotor.



*Slika 1: Preprosta ročna žaga  
Vir: Slikovni vir 1*



### 4.3 PONUDBA TRGA DANES

Na trgu je več različnih modelov tračnih žag za razrez kosti. Največja težava je v tem, da so v glavnini izdelane iz aluminija, ki je zelo drag material. Sestavni deli so izdelani s postopkom litja, ki prav tako ni poceni. Vse to podraži končni izdelek. Tu se je pojavila ideja, da bi zamenjali material in postopke obdelave. Med probleme žag, ki smo jih našli na trgu, lahko uvrstimo tudi njihovo velikost in maso. Žage v višino segajo tudi do enega metra in tehtajo več kot 45 kilogramov, kar močno zmanjša priročnost in skladiščenje. Kar zadeva pogon, so žage raznovrstne, nekatere poganja enofazni, druge trifazni elektromotor. Oba načina imata svoje prednosti in slabosti, moč motorja pa se giblje od 1 kW do 1,5 kW.



*Slika 2: Preprosta tračna žaga  
Vir: osebni arhiv*

### 4.4 PRIMERJAVA

Če primerjamo žago, ki jo vidimo na sliki 2, z žago, ki jo bomo izdelali, lahko hitro najdemo nekaj razlik. Prva razlika je v materialu ohišja. Slika 2 prikazuje žago, katere ohišje je izdelano iz aluminija, ki je v primerjavi s ceno INOX pločevine drag material. Ohišje je izdelano s postopkom litja, ki zahteva izdelavo kalupa, odlitek pa potrebuje še dodatno

površinsko obdelavo. Kasnejši popravki so težki, saj to zahteva izdelavo novega kalupa. Naša INOX pločevina je natančno lasersko razrezana, spreminjaje mer je enostavno, dodatna obdelava ni potrebna. Postopek krivljenja na 5-osnem CNC-upogibnem stroju je enostavno in natančno. Cena odlitih žag se giblje od 700 € do 800 €, medtem ko je naš cilj narediti žago, ki bo stala manj kot 600 €. Slabost naše žage je predvsem teža izdelka, saj je aluminij lažji od INOX pločevine.



*Slika 3: Žaga z aluminijastim ohišjem  
Vir: slikovni vir 2*

Na trgu zasledimo tudi žage z INOX ohišjem. Zvarjene so iz INOX profilov. Slabost slednjih je v razrezu profilov z žago in ne z laserjem. Rez je po točnosti nemogoče med seboj primerjati. Zaradi tega je težko zagotoviti pravokotnost pri varjenju sestavnih delov med seboj, kar povzroča težave s točnostjo teka žaginega lista. List zaradi tega izgubi obstojnost, delo pa je nevarno.



*Slika 4: Žaga iz INOX profilov  
Vir: slikovni vir 3*

#### **4.4 OBISK PODJETJA VIJA, D. O. O.**

Meseca septembra smo obiskali Mednarodni sejem obrti in podjetnosti v Celju in na njem videli razstavni prostor podjetja Vija, d. o. o. Ker smo takrat že vedeli, kakšen bo naš projekt, smo izrazili željo, da bi obiskali njihovo podjetje. Dogovorili smo se za ogled. Družinsko podjetje 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.



*Slika 5: Logotip podjetja  
Vir: slikovni vir 4*

Za svoje potrebe so kupili laser, ki omogoča razrez pločevin v merah 1,5 m x 3 m, in krivilni stroj, ki omogoča 5-osno krivljenje vedno zahtevnejših oblik končnih izdelkov in polizdelkov, ki se uporabljajo za izdelavo gozdarske in ostale mesarske ter mlekarke opreme. Oba omenjena stroja so nam podrobno predstavili in prikazali njuno delovanje. Tudi z njihove strani smo dobili podporo za izvedbo projekta, saj imajo tudi sami v ponudbi tovrstno žago, vendar je izdelana iz INOX profilov. Imajo tudi vso potrebno tehnično opremo, da bi žago izdelali s postopki krivljenja, zato smo se dogovorili za sodelovanje.

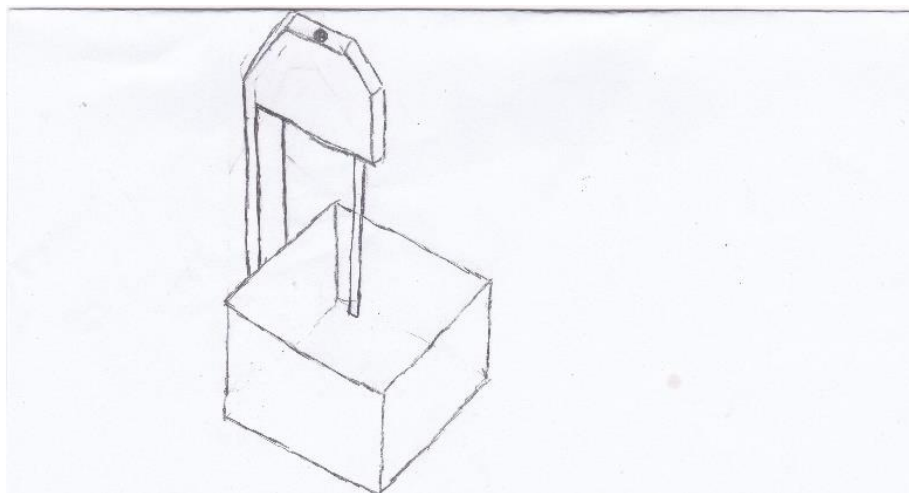


*Slika 6: Predhodna žaga podjetja Vija, d. o. o.  
Vir: slikovni vir 5*

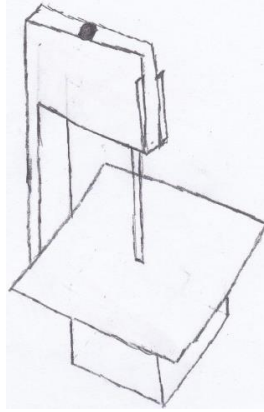
## 5 SNOVANJE

Po pregledu trga smo se lotili snovanja tračne žage. Uporabili smo tudi metodo možganske nevihte, ki je namenjena predvsem ustvarjanju čim večjega števila ne samo novih, ampak tudi inovativnih idej za rešitev danega problema. Zastavili smo si glavni problem, za katerega želimo skozi projekt najti čim ustrežnejšo rešitev. Vsak v skupini je podal svoje predloge in razmišljanja, ki smo si jih zapisali. Na koncu smo z mentorjevo pomočjo izbrali najustreznejši predlog in ga začeli razvijati. Lotili smo se idejnih skic in si pri tem pomagali z že obstoječimi žagami, ki so v prodaji. Obiskali smo tudi Jernejevega strica in si ogledali njegovo žago. Tako smo dobili boljšo predstavo o velikosti, teži in izgledu žage. Dobili smo še nekaj dodatnih idej, saj nam je Jernejev stric povedal, kaj ga kot uporabnika žage moti, hkrati pa nas je opozoril tudi na njene slabosti.

Vsak je podal vsaj en predlog v obliki skice, sledila je debata, v pomoč pa nam je s svojimi izkušnjami iz strojegradije priskočil tudi mentor. Za vsako skico smo podali svoje mnenje in med petimi skicami izbrali najboljšo. Že pri idejnih skicah smo poizkušali predvideti morebitne ovire, ki bi se lahko pojavile bodisi pri modeliranju bodisi pri izdelavi izdelka.



*Slika 7: Idejna skica 1  
Vir: osebni arhiv*



*Slika 8: Idejna skica 2  
Vir: osebni arhiv*

## **5.1 STANDARD**

Pri snovanju pa nas je vodil tudi standard SIST EN 12268:2003+A1:2013. Ta določa zahteve glede varnosti in higiene strojev za predelavo hrane. Glede higiene zahteva predvsem varjenje ohišja v celoti zunaj in znotraj in brušenje vseh varov saj s tem onemogočimo nabiranje mesa in maščobe ter lažje čiščenje. Iz istega razloga mora biti ohišje krivljeno z nožem, ki ima radij večji od 1 mm. Zahteve za varnost pa so pri motorju in žaginemu listu in sicer elipse na pokrovu motorja, ki služijo hlajenju motorja, ne smejo biti širše od 5 mm zaradi dostopa prsta. Pri listu zračna reža med delovno mizo in zaščitno lista ne sme biti večja od 3 mm zaradi nevarnosti vreznin.

**Stroji za predelavo hrane - Tračne žage - Varnostne in higienske zahteve (vključno z dopolnilom A1)**

Food processing machinery - Band saw machines - Safety and hygiene requirements

Nahrungsmittelmaschinen - Bandsägemaschinen - Sicherheits- und Hygieneanforderungen

Machines pour les produits alimentaires - Scies à ruban - Prescriptions relatives à la sécurité et à l'hygiène

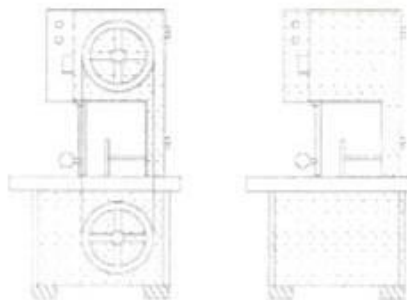
Ta slovenski standard je istoveten z: EN 12268:2003+A1:2010

**ICS:**

67.260	Tovarne in oprema za živilsko industrijo	Plants and equipment for the food industry
SIST EN 12268:2003+A1:2010		en,fr,de

*Slika 9: Slovenski standard  
Vir: Osebni arhiv*

**EN 12268:2003+A1:2010 (D)**



**Legende**

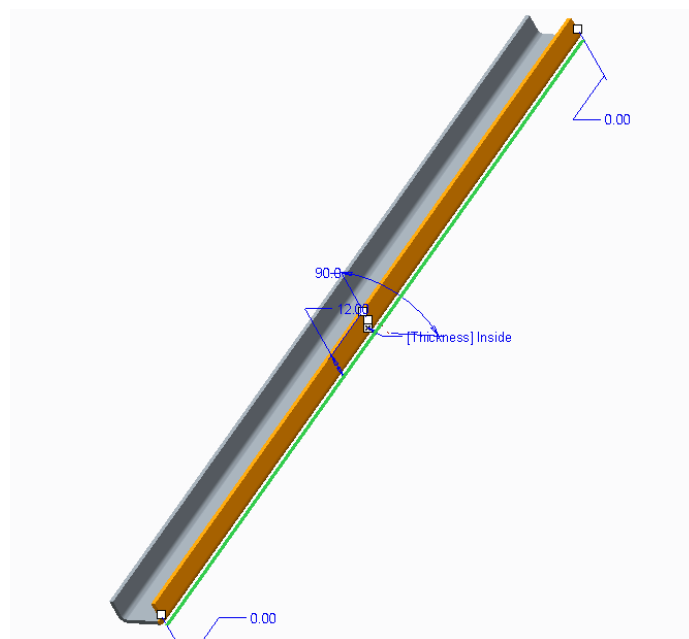
FOOD AREA = Lebensmittelbereich  
SPLASH AREA = Spritzbereich  
NON FOOD AREA = Nicht-Lebensmittelbereich

**Bild 12 — Hygienebereiche an Bandsägemaschinen**

*Slika 10: Standard v skici  
Vir: Osebni arhiv*

## 6 MODELIRANJE

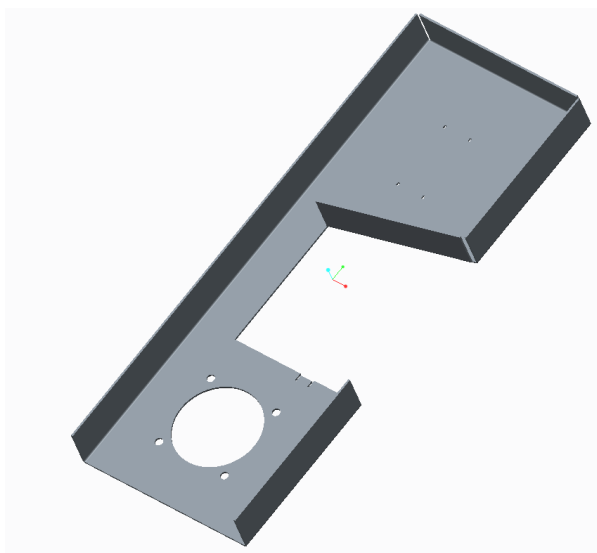
Modelirali smo v programu Creo 2.0, predvsem v načinu Sheetmetal. Ta način smo uporabljali prvič, zato smo imeli na začetku z modeliranjem nekaj težav. Nekaj delov je bilo zmodeliranih tudi v načinu Part. Naša največja izziva pa sta bila določanje mer in prilagajanje enega kosa drugemu. Pogosto smo spremenili tudi postavitev ali mere, saj smo iskali najboljšo rešitev. Po končanem modeliranju smo naredili tudi delavniško dokumentacijo in tlorise razvitih pločevin, ki so bili potrebni za razrez na laserju.



Slika 11: Modeliranje v programu Creo 2.0 z operacijo Sheetmetal  
Vir: osebni arhiv

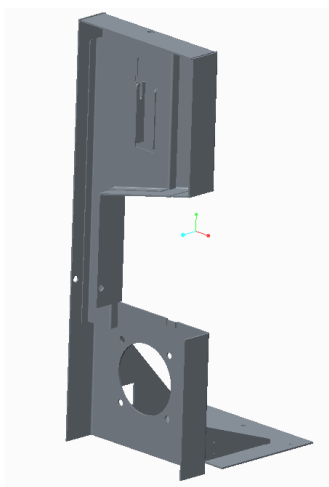
Ohišje smo razdelili na več poljubnih sklopov. Sklopi so nam omogočali lažje modeliranje in boljšo predstavo, saj smo se osredotočili zgolj na določen del ohišja. Ko so bili deli določenega sklopa zmodelirani, smo jih sestavili z operacijo Assemble. Tako smo videli, ali smo naredili kakšno napako, in dobili idejo za morebitne spremembe in izboljšave.





*Slika 12: Primer zmodeliranega kosa posameznega sklopa  
Vir: osebni arhiv*

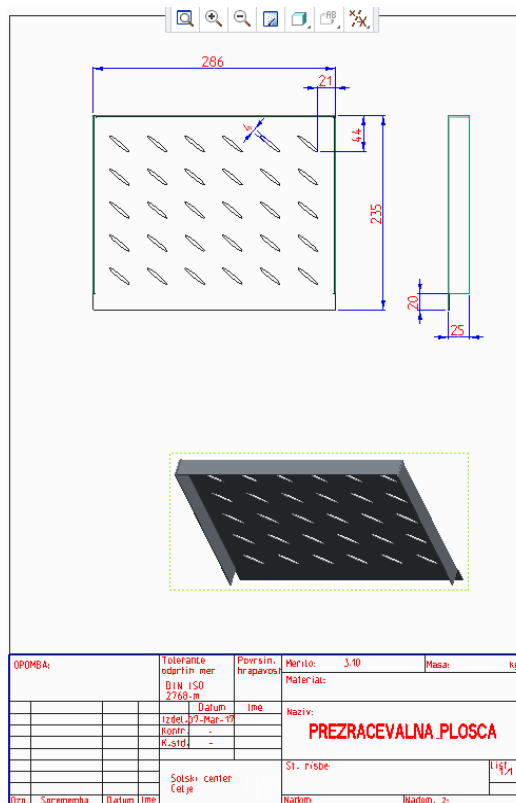
Kos (gl. sliko 10) smo z operacijo Assemble združili z ostalimi zmodeliranimi deli sklopa.



*Slika 13: Več zmodeliranih kosov, sestavljenih v sklop  
Vir: osebni arhiv*

Ko so bili vsi sestavni deli ohišja zmodelirani, smo izdelali tudi delavniško dokumentacijo. Izdelali smo jo prav tako v programu Creo 2.0 z operacijo Drawing, in sicer za vsak kos ohišja posebej. Delavniška risba prikazuje kos v toliko pogledih, kolikor jih potrebujemo, da lahko jasno razberemo izgled kosa v 3D-obliki. Najbolj pomembno pa je da vsebuje vse

potrebne mere, tolerance, hrapavosti, material narisane kosa in merilo v katerem je delavniška risba narisana.



Slika 14: Primer delavniške risbe  
Vir: Osebni arhiv

Sledila je izdelava sestavnih posameznih sklopov , kjer se natančno vidi kam spada posamezen kos ohišja. Kosi so označeni s pozicijskimi številkami in poimenovani v kosovnici.



## 7 IZDELAVA

Projekt se je začel s skicami, ki smo jih med seboj primerjali in izbrali najboljšo. Dogovorili smo se, da bo izdelana iz visoko sijoče INOX pločevine. Pri modeliranju smo pazili, da smo se izogibali zahtevnim oblikam in krivinam. To nam je omogočilo tudi to, da smo ohišje izdelali na krivilnem stroju. Pogonski motor smo izbirali med enofaznim in trifaznim elektromotorjem. Naposled smo se odločili za enofaznega, ki v primerjavi s trifaznim sicer nima prednosti, vendar je povsod dostopen. Modeliranje je potekalo v programu Creo 2.0, ki omogoča virtualizacijo in simulacijo naprave, tako da vidimo njeno obliko in delovanje, še preden se lotimo izdelave. To odpira nove možnosti v inoviranju in izobraževanju, hkrati pa nam pomaga pri kasnejši izdelavi. Vse to nas vodi h glavnemu cilju, kako izdelek narediti čim lažje, hitreje in ceneje.

### 7.1 MATERIAL

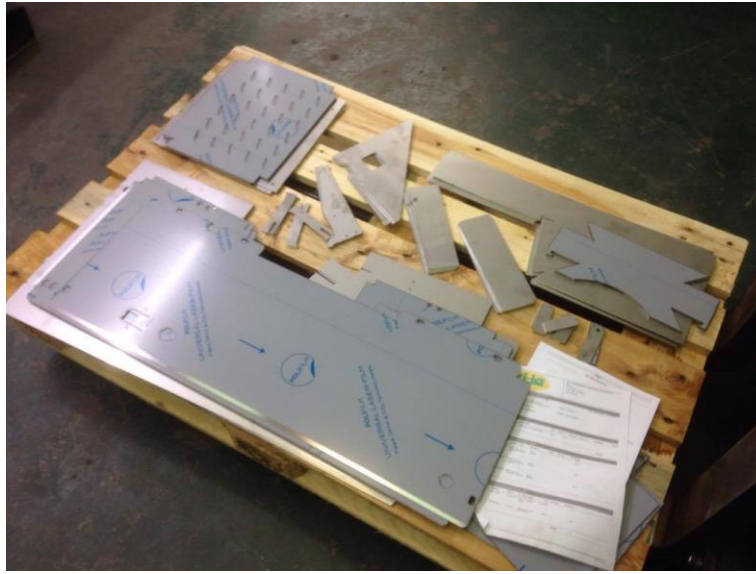
Žago smo izdelali iz dveh različnih materialov. Za ohišje smo uporabili visoko sijoči INOX z oznako 1. 4301 in debelino 3 mm, ki se zelo pogosto uporablja pri mesarski opremi, saj je enostaven za čiščenje in s tem uporabniku omogoča, da lažje sledi visokim higienskimi zahtevam. Tovrstni material smo izbrali zaradi njegove cenovne dostopnosti in enostavnosti za razrez, upogibanje ter kasnejše varjenje. Koluta sta aluminijasta in izdelana s postopkom litja. Sta standardna in na voljo v prosti prodaji.



*Slika 17: Lita aluminijasta koluta  
Vir: osebni arhiv*

## 7.2 OHIŠJE

Ogrodje je iz visoko sijoče INOX pločevine. Pločevina je natančno lasersko razrezana in strojno krivljena. Ogrodje je sestavljeno iz več sestavnih delov, ki so med seboj zvarjeni. Stranice, ki imajo večji razpon, so v notranjosti tudi ojačane.



*Slika 18: Ohišje pred postopkom upogibanja  
Vir: osebni arhiv*

### 7.2.1 LASERSKI RAZREZ

S sodobnim laserskim razrezom lahko razrežemo različne vrste pločevine, primernim za različne vrste materialov – od železa, aluminija do INOXA.



*Slika 19: Laserski razrez v podjetju Vija, d. o. o.  
Vir: osebni arhiv*

Glavna prednost takega razreza je izjemna natančnost in nepoškodovanost odrezanih delov. Razrez je hiter, poleg tega sekundarnih obdelav zaradi natančnosti načeloma ni. Tako bistveno zmanjšamo proizvodne stroške, saj je izkoriščenost materiala odlična. Laserski razrez predstavlja dobro razmerje med kakovostjo razreza in ceno. Med drugim omogoča tudi rezanje izdelkov zahtevnih oblik, do izraza pa pride predvsem pri večjih serijah.

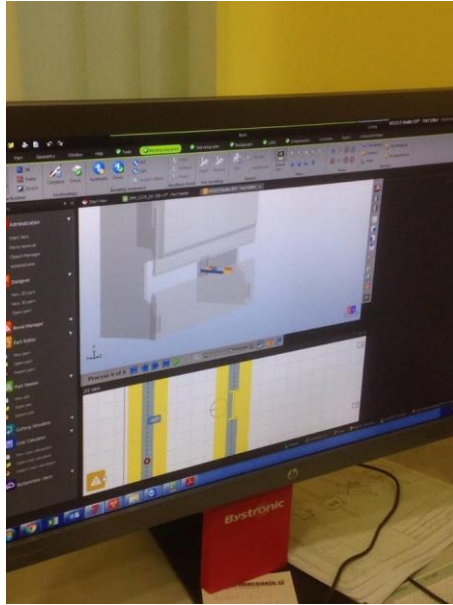
## 7.2.2 CNC-UPOGIBANJE – KRIVLJENJE PLOČEVINE

Krivljenje pločevine smo tako kot laserski razrez izvedli v podjetju Vija, d. o. o. V podjetju imajo CNC-upogibni stroj BYSTRONIC XPERT 200, ki ima 3 m delovne širine in 200 t upogibne sile.



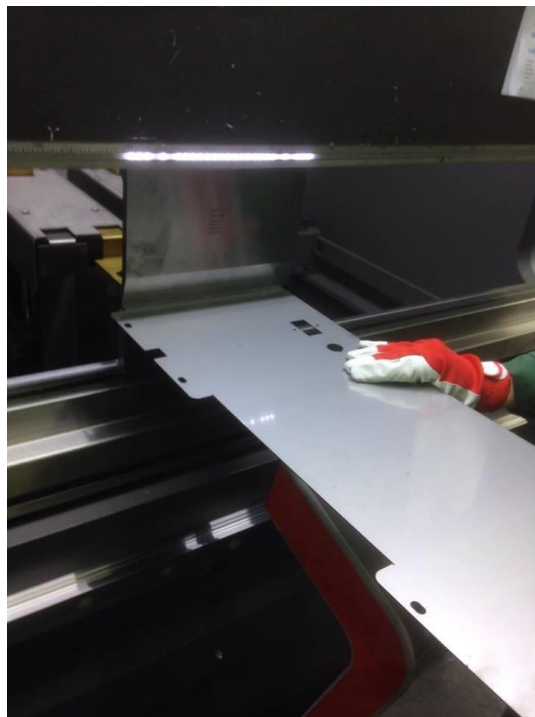
*Slika 20: CNC-upogibni stroj BYSTRONIC XPERT 200  
Vir: osebni arhiv*

Stroj ima velik izbor različnih orodij. Za delo je enostaven. Delavec v programu bySoft nariše model razvite pločevine z vsemi merami. Razviti model pločevine v istem programu pretvori v zeleno končno 3D-obliko in program mu sam predlaga vrstni red upogibanja. Delavec preventivno pregleda predlagane korake upogibanja in program le še pošlje na upogibni stroj. Predhodno napisani program delavcu omogoča, da se vsak korak krivljenja pokaže na zaslonu in delavcu pokaže, kako je potrebno obdelovanec postaviti v orodje.



*Slika 21: Program bySoft  
Vir: osebni arhiv*

Upogibanje je zelo hitro in za delavca nenevarno. Menjava orodij je prav tako enostavna in hitra zaradi hitre pnevmatske menjave. Ker je veliko različnih orodij, stroj sam predlaga ustrezno orodje, ki ga določi na osnovi predhodno napisanega programa.



*Slika 22: Začetek krivljenja  
Vir: osebni arhiv*



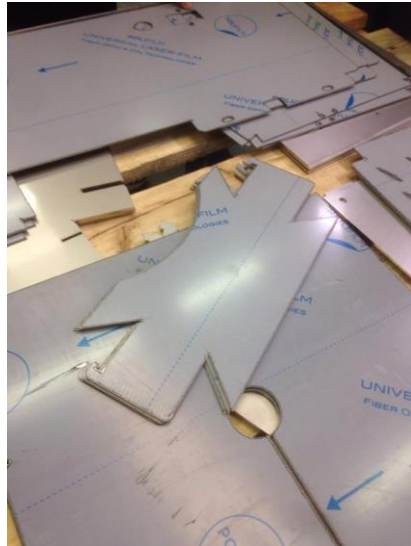


*Slika 23: Nožni upravljalnik krivilnega stroja  
Vir: osebni arhiv*



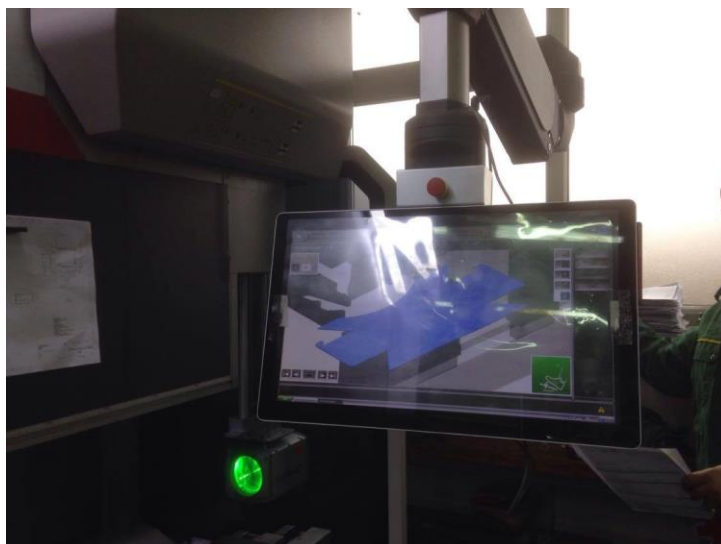
*Slika 24: Kos po končanem krivljenju  
Vir: osebni arhiv*

Na fotografij vidimo razvito pločevino oz. 2D-mrežo enega izmed sestavnih delov ohišja žage, ki je pripravljen za upogibanje. Debelina pločevine je 2 mm.



*Slika 25: Razvita pločevina sestavnega dela ohišja  
Vir: osebni arhiv*

Na stroju odpremo program za upogibanje kosa, ki je na vrsti za obdelavo. Na zaslonu se pokaže 2D-mreža obdelovanca, ki hkrati kaže, kakšen je pravilen položaj le-tega v orodju.



*Slika 26: Prikaz programa za upogibanje kosa s slike št. 18  
Vir: osebni arhiv*

V nadaljevanju delavec sledi navodilom, ki mu jih podaja stroj.



*Slika 27: Kos med upogibanjem  
Vir: osebni arhiv*

Orodje za krivljenje je sestavljeno iz dveh delov. Na zgornji strani je nož, ki ima različni polmer. Polmer se določa glede na debelino pločevine, ki jo krivimo. Na spodnji strani je prizma. Prizma se določa glede na kot, ki ga želimo zakriviti. Za naše krivljenje smo uporabili

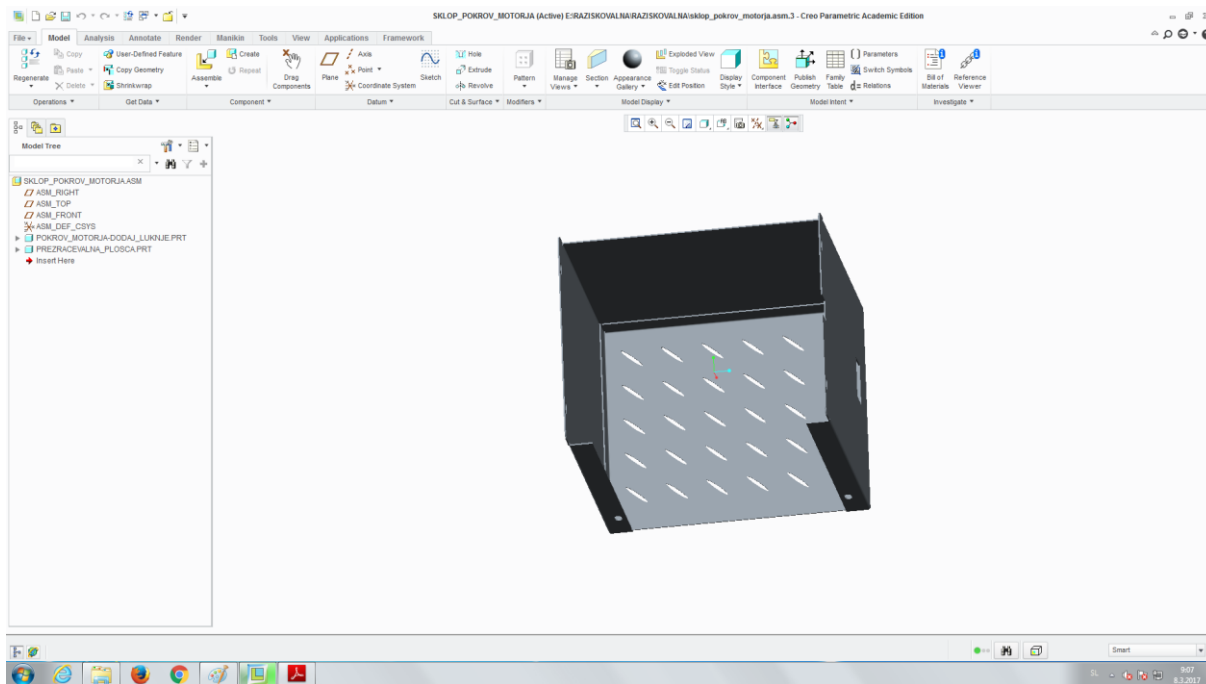
nož s polmerom 3 mm (notranji) in 60-stopinjsko prizmo. Ohišje je zmodelirano in načrtovano tako, da se lahko v celoti zakrivi z eno samo kombinacijo nožev in prizem. Tako se izognemo nepotrebnim menjavam. Debelina pločevin ohišja je povsod 3 mm, kot krivljenja pa 90°.



*Slika 28: Noži in prizme za krivilni stroj  
Vir: osebni arhiv*

## 8 SESTAVLJANJE

Sestavljanje je potekalo s postopki varjenja, redki deli so med seboj vijakaeni. Ko so bili vsi sestavni deli ohišja zmodelirani, smo jih v programu Creo 2.0 tudi virtualno sestavili z operacijo Assemble. To nam je omogočilo, da smo že pred izdelavo videli, ali se bodo deli med seboj ujemali. Največje težave smo imeli z ujemanjem izvrtin in utorov.



Slika 29: Primer virtualne sestave  
Vir: osebni arhiv

Pri sestavljanju v praksi nismo imeli večjih težav. Ohišje je bilo razrezano brez odstopanj, prav tako je bilo natančno zakrivljeno, zato se je posledično vse ujemalo. Ko smo celotno ohišje poizkusno sestavili brez spajanja, smo se lahko lotili varjenja.

### 8.2 VARJENJE

Po upogibanju so bili sestavni deli pripravljani za varjenje. Varili smo s TIG-postopkom. Kot dodatni material smo uporabili varilno žico za varjenja INOX pločevine z oznako TIG 19/9 NCSi - ER 308L, debeline 1,2 mm. Kot zaščitni plin smo uporabili čisti argon, napetost pa je

bila enosmerna (DC) z negativnim polom na elektrodi. Elektroda je bila volframova z rdečo oznako, saj je optimalna za varjenje vseh materialov. Amperaža je znašala 65 A, napetost pa 5 V .



*Slika 30: Varjenje s postopkom TIG  
Vir: osebni arhiv*

## 9 POGONSKI MOTOR

Ohišje žage je konstruirano tako, da omogoča vgradnjo enofaznega ali trifaznega elektromotorja. Prirobnica obeh motorjev je enaka, zato je vgradnja obeh motorjev enaka.

### 9.1 ENOFAZNI ELEKTROMOTOR

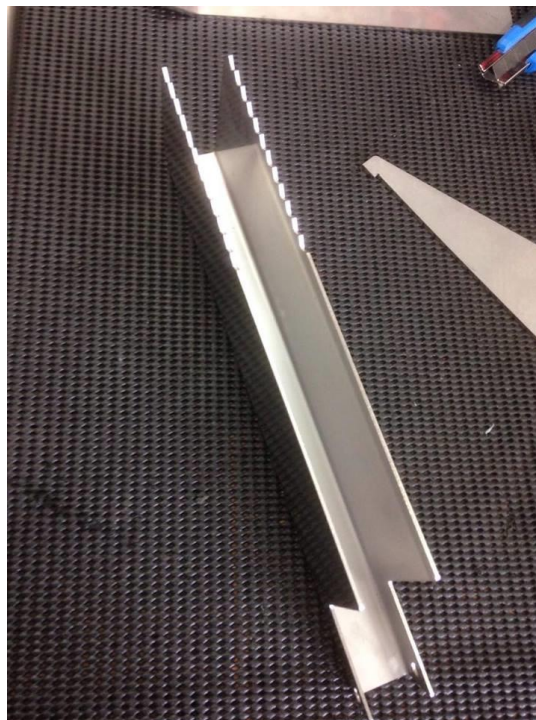
Odločili smo se za enofazni elektromotor, saj je enofazni tok dostopnejši v primerjavi s trifaznim oziroma je enofazna vtičnica v vsakem prostoru. Motor oznake MY90L-6 ima 1,1 kW moči. Sprva smo nameravali vgraditi 0,75 kW motor, vendar so nam v podjetju Vija, d. o. o., le-to iz odsvetovali, saj je bil za razrez predvsem trdih govejih glav prešibek. Motor se vrti z največ 920 obrati na minuto in ima 67-odstotni izkoristek. Motor ima tudi zavoro, ki omogoča hitro ustavitev žaginega lista. Hrup motorja znaša 70 dB. Teža motorja je 16,1 kg. Trudili smo se, da bi našli motor, ki je čim lažji, vendar je teža vseh tovrstnih motorjev na trgu približno enaka, zato velike izbire nismo imeli. Motor je bil kupljen v trgovini InterCom.



*Slika 31: Enofazni elektromotor  
Vir: slikovni vir 6*

## 10 VARNOST

Veliko pozornosti smo namenili tudi varnosti. Elektromotor, ki žene žago, ima zavoro, ki žagin list ustavi v manj kot 2 sekundah in s tem močno zmanjša možnost poškodb upravljalca. Konkurenčne žage imajo vgrajen motor, ki za hitro ustavitev uporablja enosmerni tok, vendar je za nas to predrag tip motorja. Poleg tega je nad žagin list nameščen gibljiv ščit. Pri razrezu manjših kosti je potrebno roko nevarno približati listu, kar je precej tvegano početje. Zato s ščitom kosti potisnemo proti žaginemu listu in s tem delo opravimo povsem varno. Poleg tega ščit služi za zaščito samega lista med transportom ali čiščenjem. Žaga ima zeleno tipko za vklop in rdečo tipko za izklop. Zaradi varnosti je nameščen tudi izklop v sili. Elipse na pokrovu motorja, ki služijo hlajenje elektromotorja, so široke 4 mm in preprečujejo dostop prsta. Zračna reža med delovni mizo in zaščito lista pa je 3 mm in preprečuje ureznine.



*Slika 32: Ščit žaginega lista  
Vir: osebni arhiv*



## 11 REZULTATI

Pri izdelavi naprave smo se najprej posvetili temu, da bo naprava cenovno ugodna, enostavna za izdelavo in za uporabnika varna. Na podlagi skic smo se lotili modeliranja in izdelave delavniške dokumentacije, s pomočjo katere smo se lahko lotili izdelave izdelka. Pri izdelavi ohišja nam je pomagalo podjetje Vija, d. o. o., z laserskim rezalnikom in s CNC-upogibnim strojem. V šoli smo ohišje zvarili, zvijačili in mu dodali pogonski elektromotor. Poskrbeli smo tudi za elektro napeljavo, namestili vodilna koluta žaginega lista in žagin list. Žago smo preizkusili. S tem je bil projekt končan in lahko smo potrdili oziroma ovrgli naše hipoteze.

Potrjene hipoteze – naprava je:

- izdelana s čim manj postopki obdelave in spajanja,
- varna za uporabo,
- enostavna za čiščenje,
- omogoča izbor med enofaznim ali trifaznim elektromotorjem,
- priročna in hkrati izvedljiva,
- cenejša v primerjavi z aluminijastimi žagami,
- edinstvena naprava na slovenskem tržišču.

Ovržena hipoteza:

- naprava je sestavljena iz majhnega števila sestavnih delov.

## 12 ZAKLJUČEK

Skozi projekt smo se srečali z več problemi. Nekatere smo vnaprej predvideli, drugi so nas presenetili. Seveda je najpomembneje, da smo za vse uspešno našli rešitev. V pomoč so nam bile že obstoječe žage, ki se nahajajo na trgu. Pri modeliranju so nam težave povzročale predvsem izvrtine, ki se niso ujemale S ČIM. Pri izdelavi je bilo težavno predvsem varjenje, saj je varjenje po TIG-postopku zahtevno. Skoraj vse hipoteze smo potrdili. Celotno žago smo izdelali z dvema postopkoma obdelave (laserski razrez in krivljenje) in z dvema postopkoma spajanja (varjenje in vijačenje). Žaga je v primerjavi z ostalimi žagami na trgu do 200 mm nižja in 100 mm ožja, kar omogoča lažji transport in skladiščenje. Žaga je bila kljub znižanju in zožanju izvedljiva. Med drugim je tudi enostavna za čiščenje. Ker je ohišje varjeno tako na zunanji kot notranji strani, se ostanki mesa in kosti ne nabirajo v žagi ter posledično gnijejo. Naprava je za uporabnika varna, za kar smo poskrbeli s ščitom žaginega lista in izklopom v sili. Ohišje žage je zaradi enakosti prirobnice obeh elektromotorjev uporabno za vgradnjo enofaznega ali trifaznega elektromotorja. To izdelovalcu omogoča, da kupcu ponudi možnost izbire. Cena je v primerjavi z aluminijastimi žagami nižja, poleg tega je naša naprava edinstvena na slovenskem tržišču. V celoti je namreč izdelana s postopkom krivljenja. Ovržena je le hipoteza, ki se navezuje na število sestavnih delov ohišja. Ohišje je sestavljeno iz enajst različnih delov, kar je v primerjavi z aluminijastimi odlitki konkurenčnih žag precejšnje število. Projekt je bil uspešno dokončan. Znanje, ki smo ga pridobili med projektom, nam bo v vsakdanjem življenju zagotovo koristilo.

## **13 ZAHVALA**

Zahvaljujemo se mentorju Žanu Podbregarju, dipl. inž. str. (UN), ki nam je skozi celotno raziskovalno nalogo zaupal, nas usmerjal in spodbujal. Zahvaljujemo se tudi Stevu Romaniću, dipl. inž., za pomoč pri praktičnem delu projekta in Simoni Črep, prof., za lektoriranje raziskovalne naloge. Iskreno zahvalo izrekamo tudi podjetju Vija, d. o. o. , ki nam je omogočilo izdelavo žage s finančno pomočjo in s pomočjo napredne tehnologije v njihovem podjetju.

## 14 VIRI IN LITERATURA

### 14.1 VIRI VSEBINE

- [1] Aluminijasta žaga (online). 2017. (povzeto 28. 2. 2017). Dostopno na: [http://www.trbovc.com/prodaja/mesarski\\_stroji\\_in\\_oprema/zage\\_za\\_kosti/zage\\_za\\_kosti.php](http://www.trbovc.com/prodaja/mesarski_stroji_in_oprema/zage_za_kosti/zage_za_kosti.php)
- [2] CNC upogibanje-krivljenje pločevine (online). 2017. (povzeto 25. 2. 2017). Dostopno na: <http://www.vija.si/sl/cnc-upogibanje-%E2%80%93-krivljenje-plo%C4%8Devine>
- [3] Laserski razrez (online). 2017. (povzeto 25. 2. 2017). Dostopno na: <http://www.vija.si/sl/laserski-razrez-plo%C4%8Devine-kovine>
- [4] Žaga iz INOX profilov (online). 2017. (povzeto 3. 4. 2017). Dostopno na: <http://www.vija.si/sl/mesarska-oprema/mesarski-stroji-za-rezanje-kosti-%C5%BEaga-za-kosti>

### 14.2 VIRI SLIK

- [1] Slikovni vir 1 (online). (vzeto 28. 2. 2017). *AgroCenter*, 2016. Dostopno na: <http://www.agrocenter.si/mesarska-oprema/zage-za-kosti/zaga-za-kosti.html>
- [2] Slikovni vir 2 (online). (vzeto 28. 2. 2017). *Matjaž Trbovc*, 2015. Dostopno na: [http://www.trbovc.com/prodaja/mesarski\\_stroji\\_in\\_oprema/zage\\_za\\_kosti/j210s\\_velika.jpg](http://www.trbovc.com/prodaja/mesarski_stroji_in_oprema/zage_za_kosti/j210s_velika.jpg)
- [3] Slikovni vir 3 (online). (vzeto 28. 2. 2017). *Agrooglasi*, 2017. Dostopno na: [http://www.agrooglasi.si/kmetijstvo/hlevska\\_in\\_klavna\\_oprema/klavna\\_in\\_mesarska\\_oprema?page=2](http://www.agrooglasi.si/kmetijstvo/hlevska_in_klavna_oprema/klavna_in_mesarska_oprema?page=2)
- [4] Slikovni vir 4 (online). (vzeto 2. 3. 2017). *Vija, d. o. o.*, 2013. Dostopno na: <http://www.vija.si/sl>
- [5] Slikovni vir 5 (online). (vzeto 2. 3. 2017). *Vija, d. o. o.*, 2015. Dostopno na: <http://www.vija.si/sl/mesarska-oprema/mesarski-stroji-za-rezanje-kosti-%C5%BEaga-za-kosti>
- [6] Slikovni vir 6 (online). (vzeto 3. 3. 2017). *InterCom d. o. o.*, 2016. Dostopno na: [http://www.intercom.si/web/dokumenti/MY\\_AL\\_1\\_fazni.pdf](http://www.intercom.si/web/dokumenti/MY_AL_1_fazni.pdf)

