

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA  
STROJNIŠTVO

Žan STUPAN

**IZDELAVA NOSILCA KTM MOTORJA V  
PODJETJU RIEDL CNC D. O. O.**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2020

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA  
STROJNIŠTVO

Žan STUPAN

**IZDELAVA NOSILCA KTM MOTORJA V  
PODJETJU RIEDL CNC D. O. O.**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**CONSTRUCTION OF KMT MOTORCYCLE  
BRACKET IN COMPANY RIEDL CNC D.O.O.**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2020

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju mag. Francu Jakopiču za strokovno pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem podjetju RIEDL CNC d. o. o. in vsem zaposlenim, ki so kakor koli pripomogli k nastanku diplomskega dela.

Posebna zahvala gre tudi moji družini, ki mi je stala ob strani in me spodbujala na tej poti.

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani *Žan Stupan* rojen 18. 8. 1995 v Celju, študent *Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole*, programa *strojništvo* izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *IZDELAVA NOSILCA KTM MOTORJA V PODJETJU RIEDL CNC D. O. O.* avtorsko delo.

V diplomskem delu so vsi uporabljeni viri in literatura konkretno navedeni; teksti niso prepisani brez navedbe avtorjev.

Diplomsko delo je lektorirala *Metka Štraser*, profesorica slovenskega jezika s književnostjo, ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel *Žan Stupan*.

Kraj in datum: \_\_\_\_\_

Lastnoročni podpis študenta/-ke: \_\_\_\_\_

## MENTORSTVO

Diplomsko delo je zaključek Višješolskega strokovnega študija, smer strojništvo, opravljen je bil na Tehniškem šolskem centru Maribor, Višji strokovni šoli.

Študijska komisija Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole je za mentorja diplomskega dela imenovala mag. Franca Jakopiča.

### **Komisija za oceno in zagovor:**

Predsednik: \_\_\_\_\_

Član/mentor: \_\_\_\_\_

Član: \_\_\_\_\_

Član/somentor: \_\_\_\_\_

Datum diplomskega izpita: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

V diplomskem delu je predstavljena izdelava nosilca KTM motorja, ki ga je bilo potrebno konstruirati v programu Mastercam. Na začetku so opredeljeni namen in cilji diplomske naloge, ki je vsebinsko razdeljena na teoretični in praktični del.

Prvi del naloge predstavlja teorija, ki zajema predstavitev programa Mastercam in njegovih lastnosti ter funkcij, definicijo CAD/CAM tehnologije ter opis in lastnosti strojev Matsuura CUBLEX-42 in Hermle C400.

V praktičnem delu sledi razlaga konstruiranja nosilca KTM motorja, v katerem so predstavljeni posamezni postopki obdelave izdelka. Najprej je opisana groba izdelava zunanje površine. Sledi predstavitev obdelave zgornjega dela nosilca, ki se prične prav tako z grobo obdelavo žepov, nadaljuje pa s fino obdelavo površine pod kotom ter vrtnjem lukenj in navojev. Nato je predstavljena še izdelava spodnjega dela nosilca: od grobe obdelave, fine obdelave, vrtnja lukenj pod kotom do grezenja. Pri postopku izdelave nosilca motorja sem se osredotočil predvsem na proces žaganja ter 2D in 3D rezkanje.

V zaključnem delu diplomske naloge je prikazana še stroškovna in časovna analiza izdelave nosilca. Svoje delo sem podkrepil s slikovnim gradivom.

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	621.317:658.54:004.42:681.3(043.2)
KG	KTM nosilec /konstruiranje/računalniško podprta tehnologija
AV	Žan STUPAN
SA	Franc JAKOPIČ (mentor); Rok VENGUST (somentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2020
IN	<i>IZDELAVA NOSILCA KTM MOTORJA V PODJETJU RIEDL CNC D. O. O.</i>
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	XII, 33 str., 36 sl., 2 tab., 22 vir., 2 pril.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>Diplomsko delo Izdelava nosilca KTM motorja v podjetju Riedl CNC d. o. o. predstavlja konstruiranje izdelka v programu Mastercam in končno izdelavo nosilca na strojih Matsuura CUBLEX-42 in Hermle C400. V prvem delu sta predstavljena konstruiranje izdelka in uporabljena programska oprema, v drugem delu pa je opisan postopek konstruiranja nosilca, ki je podkrepjen s slikovnim gradivom.</i>

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd  
DC 621.317:658.54:004.42:681.3(043.2)  
CX KTM bracket/construction/computer aided technology  
AU Žan STUPAN  
AA Franc JAKOPIČ (mentor); Rok VENGUST (somentor)  
PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12  
PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College  
PY 2020  
TI CONSTRUCTION OF KMT MOTORCYCLE BRACKET IN COMPANY RIEDL  
CNC D.O.O.  
DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)  
NO XII, 33 p., 36 fig., 2 tab., 22 ref., 2 add.  
LA sl  
AL sl/en  
AB *This graduation thesis with title Construction of KMT motorcycle bracket in company Riedl CNC d.o.o. represents the construction of a product/bracket in program Mastercam and its final production with machine Matsuura CUBLEX-42 and Hermle C400. In the first part are represented construction and software, and in the second part it's described the construction procedure of a product supported with graphics.*



## KAZALO VSEBINE

<b>ZAHVALA</b> .....	<b>II</b>
<b>IZJAVA O AVTORSTVU</b> .....	<b>III</b>
<b>MENTORSTVO</b> .....	<b>IV</b>
<b>POVZETEK</b> .....	<b>V</b>
<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA</b> .....	<b>VI</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION</b> .....	<b>VII</b>
<b>KAZALO VSEBINE</b> .....	<b>VIII</b>
<b>KAZALO SLIK</b> .....	<b>X</b>
<b>KAZALO TABEL</b> .....	<b>XI</b>
<b>KAZALO PRILOG</b> .....	<b>XII</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA .....	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA .....	1
<b>2 RAČUNALNIŠKO PODPRTA TEHNOLOGIJA</b> .....	<b>2</b>
2.1 CAD (COMPUTER AIDED DESIGN/DRAFTING) .....	2
2.2 MASTERCAM.....	2
2.2.1 Mastercam moduli.....	2
2.2.2 Mastercam CAD Design .....	3
2.2.3 Mastercam rezkanje.....	3
2.2.4 Groba obdelava .....	5
2.2.5 Fina obdelava.....	6
2.2.6 2D rezkanje .....	7
2.2.7 3D rezkanje .....	8
2.2.8 Večosno rezkanje .....	10
2.2.9 Struženje .....	11
2.2.10 Obdelava lesa .....	13
2.2.11 Žična erozija .....	13
2.3.12 Avtomatsko vrtanje.....	14
<b>3 IZDELAVA KTM NOSILCA</b> .....	<b>16</b>
3.1 PODJETJE RIEDL CNC D. O. O. ....	16
3.2 MATSUURA CUBLEX-42 .....	17
3.3 HERMLE C400.....	19
3.4. TEHNOLOGIJA IN POSTOPKI IZDELAVE KTM NOSILCA .....	27
3.4.1 Žaganje.....	27
3.4.2 Rezkanje prve strani .....	28

3.4.3	Rezkanje prijemala in druge strani.....	28
3.4.4	Kontrola izdelka .....	29
4	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>31</b>
5	<b>VIRI .....</b>	<b>32</b>
	<b>PRILOGE</b>	

## KAZALO SLIK

Slika 1: Mastercam CAD Design .....	3
Slika 2: Primer sodčkastega in ovalnega orodja .....	4
Slika 3: Tipi orodja .....	5
<i>Slika 4: Primer grobe obdelave .....</i>	<i>6</i>
Slika 5: Primeri obdelav .....	7
Slika 6: 2D rezkanje .....	7
Slika 7: Program 2D rezkanja .....	8
Slika 8: 3D obdelava .....	9
Slika 9: Program 3D obdelave .....	9
Slika 10: Večosna obdelava .....	10
Slika 11: G koda programa .....	11
Slika 12: Struženje .....	12
Slika 13: Primer ploščic za struženje .....	12
Slika 14: Obdelava lesa .....	13
Slika 15: Žična erozija .....	14
Slika 16: Avtomatsko vrtanje .....	15
Slika 17: Podjetje Riedl CNC d. o. o. ....	16
Slika 18: Matsuura CUBLEX-42 .....	18
Slika 19: Logotip podjetja Matsuura .....	18
Slika 20: Hermle C400 .....	20
Slika 21: Logotip podjetja Hermle .....	20
Slika 22: Tehniška risba nosilca .....	21
Slika 23: Surovec .....	22
Slika 24: Groba obdelava prvega vpetja .....	22
Slika 25: Prva obdelava žepov .....	23
Slika 26: Fine operacije prvega vpetja .....	24
Slika 27: Step model prvega vpetja .....	24
Slika 28: Groba obdelava drugega vpetja .....	25
Slika 29: Ravne površine in površine pod kotom .....	25
Slika 30: Fina obdelava drugo vpetje .....	26
Slika 31: Step model drugega vpetja .....	26
Slika 32: Tračna žaga forte 250 .....	27
Slika 33: Rezkanje prve strani nosilca .....	28
Slika 34: Porezkano prijemalo .....	29
Slika 35: Merilna naprava ACCURA .....	29
Slika 36: Merilni protokol .....	30

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Tehnične specifikacije Matsuura CUBLEX-42 .....	17
Tabela 2: Tehnične specifikacije Hermle C400 .....	19

## **KAZALO PRILOG**

PRILOGA A: Kalkulacija izdelka

PRILOGA B: Strojni list

# **1 UVOD**

## **1.1 OPREDELITEV PROBLEMA**

Vse več je podjetij, ki se ukvarjajo z izdelavo kovinskih izdelkov za zahtevne kupce na sodobnih, natančnih strojih, podprtih z računalniško tehnologijo. Zato so za uspešnost proizvodnje zelo pomembne: kakovost, sama inovativnost, čim krajša časovna dostava ponujenih produktov in cena. Z vsemi naštetimi pogoji podjetje lahko izpolnjuje želje stranke in tako uspešno konkurira na trgu.

V diplomski nalogi sem se osredotočil na izdelavo nosilca KTM motorja, ki ga je bilo potrebno konstruirati v programu Mastercam in nato izdelati na osnovi zahtev kupca. Predstavil bom potek izdelave, težave, do katerih je prihajalo med delom, in sklepne ugotovitve svojega dela.

## **1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA**

Namen in cilji diplomskega dela:

- predstaviti nosilec KTM motorja, ki sem ga konstruiral v podjetju,
- opisati, kako sem konstruiral,
- predstaviti računalniško podprto tehnologijo.

## 2 RAČUNALNIŠKO PODPRTA TEHNOLOGIJA

### 2.1 CAD (COMPUTER AIDED DESIGN/DRAFTING)

Okrajšava CAD (ang. Computer Aided Design) pomeni računalniško podprto konstruiranje, pri katerem konstruktor uporablja različne računalniške in programske sisteme za izdelavo končnih izdelkov. Konstruiranje je proces spreminjanja oz. natančnega določanja funkcij in zahtev končnega izdelka, da izpolnjuje določene zahteve. Pri samem snovanju pa konstruktor sam določi lastnosti materiala, obliko izdelka in način, kako ga bo izdelal. Pri tem se zanaša na:

- informacije iz priročnikov,
- izkušnje,
- pravila in predpise v podjetju,
- standarde,
- poznavanje bistva,
- uveljavljeno prakso v podjetju,
- metodo MKE. (*Cadcam, 2019a*)

Računalniško snovanje in konstruiranje zajema:

- snovanje in razvoj izdelka,
- modificiranje,
- konstruiranje sklopov, elementov in detajlov,
- analiziranje in ovrednotenje konstrukcije. (*Cadcam, 2019a*)

### 2.2 MASTERCAM

Mastercam je programska oprema CAD/CAM/CMM za sodobno, zmogljivo računalniško podprto programiranje. Na vodilno mesto ga postavljajo: učinkovito in enostavno programiranje, seveda pa tudi razmerje med ceno in zmogljivostjo. Primeren je za vse vrste podjetij, ki imajo CNC stroje. Pri podjetju CNC Software, Inc. dajejo poudarek modulom za NC programiranje z različnimi strategijami in s tehnologijami programiranja od enostavnih do naprednih. Zasebno podjetje, ustanovljeno leta 1983 v Tollandu v ZDA, ponuja rešitev z več kot 250.000 inštalacijami v 75 državah.

#### 2.2.1 Mastercam moduli

Mastercam ima več modulov od enostavnih do naprednih, uporaba pa je odvisna od opravila, za katerega jih potrebujemo, in sicer:

- Design – omogoča 3D risanje (krivulje, točke, črte, loki) in modeliranje s površinami
- Solids – »modelirnik« prostornine na osnovi jedra Parasolid
- Mill – se uporablja pri obdelavi 2,5 osnega rezkanja, vrtnanja in rezkanja 3D kontur ter čiščenju žepov

- Mill 3D – se uporablja za različne strategije fine in grobe obdelave površinskih in prostorninskih 3D in 2D modelov, kjer stroj sočasno premika 3 osi
- Lathe – postopek finega in grobega struženja, zarezovanja in odrezovanja, rezanja, vrtanja navojev po C-osi
- Wire – za programiranje žičnih erozij
- Route – za obdelavo polimernih izdelkov in lesa.

### 2.2.2 Mastercam CAD Design

Mastercam CAD Design modul je osnova ostalim modulom, lahko pa ga uporabljamo kot samostojni modul. Namenjen je za modeliranje s površinami (Nurbs in parametrične površine) in solidi ter 3D risanje (točke, črte, loki, krivulje). Modul vsebuje tudi vmesnike za prenos geometrije iz CAD sistemov, ti pa so: DWG, DXF, STEP, inventor, IGES, VDA-FS, STL, ACII, Parasolid (X\_T), Solidworks, solidedge, Acis solid (SAT).

Program ponuja Push-pull tehnologijo, s katero lahko direktno urejamo telesa – t. i. solide. Združuje enostavnost modeliranja s telesi s fleksibilnostjo modeliranja s površinami.



*Slika 1: Mastercam CAD Design*

*Vir: Camincam, 2019a*

### 2.2.3 Mastercam rezkanje

Rezkanje delimo na tri stopnje, te pa se razlikujejo po zmogljivosti in namenu uporabe. Pri modulu rezkanja so različne tehnologije obdelave: vse od enostavnega rezkanja kontur do najrazličnejših načinov fine in grobe obdelave 3D modelov.

Dodane so napredne tehnologije, kamor spadajo obdelava ostankov, optimiranje podajanja glede na obliko ali odvzeti volumen materiala obdelovanca.



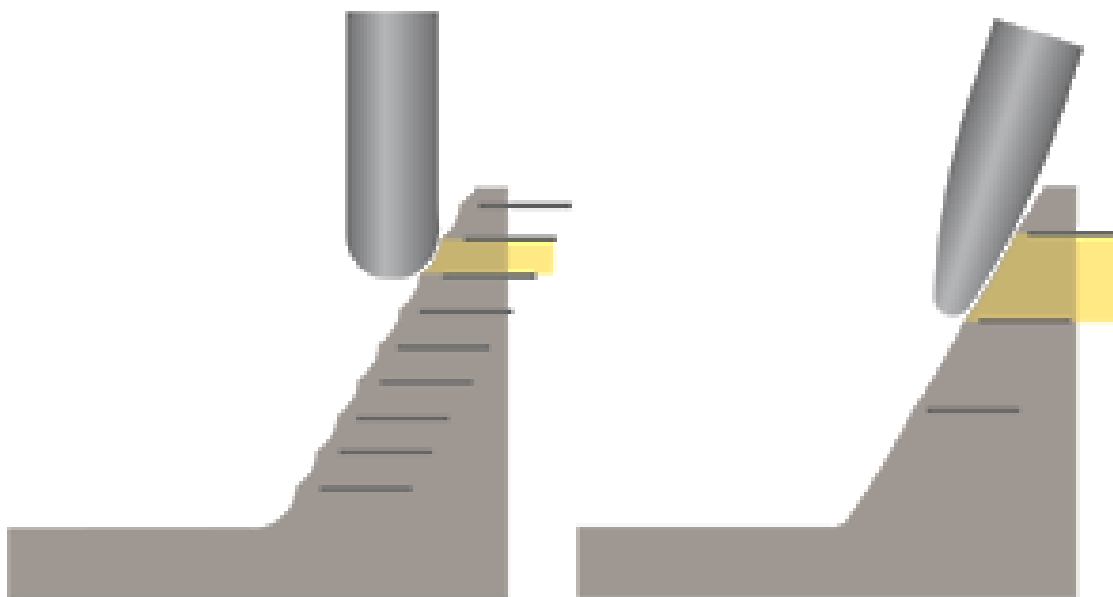
Dynamic Motion modul ima naslednje prednosti, s katerimi izboljšamo postopek izdelave:

- olajša rezanje trdih materialov,
- kratke cikle lahko časovno skrajšamo 25-75 %,
- stroj je lahko nov ali star,
- zmanjšana obraba strojev,
- podaljšana življenjska doba orodja. (Mastercam, 2019)

Sem spada še tehnologija obdelave rezkarjev s krožnimi segmenti. To so orodja za rezkanje, ki imajo zelo velike radije na rezilnih robovih in predstavljajo del krogelnega rezkarja z radijem do 3000 mm.

Mastercam ima vgrajeno podporo za take tipe orodij, saj z njimi zelo pospešimo čas obdelave, ob tem pa dosežemo zelo dobro kvaliteto površine, ki smo jo obdelali. Orodja potrebujejo prilagojene preračune poti, ker je geometrija bolj kompleksna kot pri krogelnih rezkarjih.

Krogelni rezkar je neodvisen od kota obdelovanja, zato ga uporabljamo pri 3-osni obdelavi, orodja s krožnimi segmenti pa so uporabna izključno na 5-osnih obdelavah. Orodja s krožnim segmentom imajo večjo kontaktno površino, krajše cikle, manj prehodov in boljše kvaliteto površine.

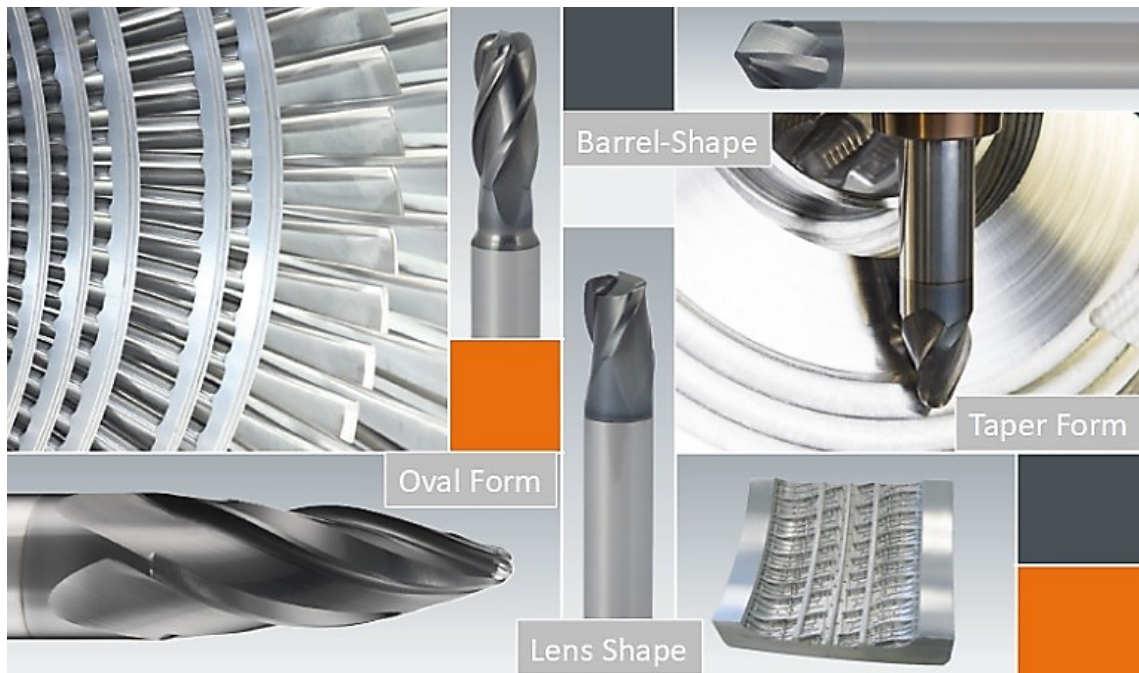


Slika 2: Primer sodčkastega in ovalnega orodja

Vir: Camincam, 2019b

Tipi orodja:

- barrel shape (sodčkast),
- oval form (ovalni),
- taper form (konični),
- lens shape (oblika leče).



*Slika 3: Tipi orodja*

*Vir: Camincam, 2019c*

#### **2.2.4 Groba obdelava**

Pri grobi obdelavi je najboljšo, da na obdelovancu obdelamo največje površine najprej z večjim frezalom, nato pa z manjšim še vogale, ki jih veliko frezalo ni doseglo. Imamo več strategij za grobo frezanje. Paralelna groba obdelava poteka po nivojih v eni smeri, orodje pa vstopa v obdelovanec z zunanje strani.

Ko čistimo žepe, izbiramo med različnimi potmi orodja po nivojih, podobno kot pri 2D obdelavah. Izberemo lahko zunanji vstop v obdelovanec ali pa po vijačnici, uporabna je tudi obdelava z vrtnjem. Ne glede na strategijo lahko pot še dodatno optimiziramo glede na odvzeti volumen materiala.

Z optimizacijskim algoritmom naredimo analizo, na osnovi katere je lahko obremenitev bolj konstantna. Tako zmanjšamo obremenitev stroja, dobimo lepšo površino in podaljšamo življenjsko dobo orodja. V obdelovanec vstopamo po vijačnici ali s krožnimi gibi, s čimer omogočimo višje podajalne hitrosti. Ostre prehode lahko dodatno zgladimo.



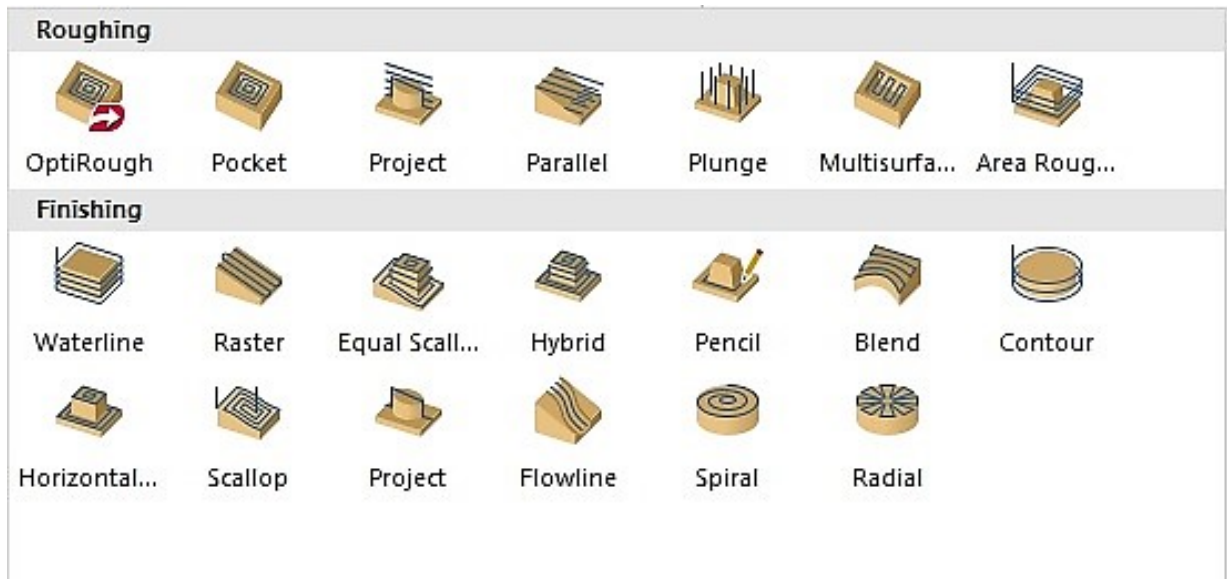
*Slika 4: Primer grobe obdelave*

*Vir: Strugarstvo, 2019*

### **2.2.5 Fina obdelava**

Fina obdelava ponuja več različnih načinov obdelave. Med njih spadajo:

- konturna obdelava (Waterline - po plastnicah)
- konstantna hrapavost (Scallop machining)
- horizontalna obdelava (Horizontal)
- projekcija poti orodja (Project)
- paralelna obdelava (Raster)
- notranje zaokrožitve (Pencil machining)
- obdelava ostankov (Rest mill machining)
- v smeri ploskve (Flowline). (*Camincam, 2019b*)



Slika 5: Primeri obdelav

Vir: Stupan, 2019

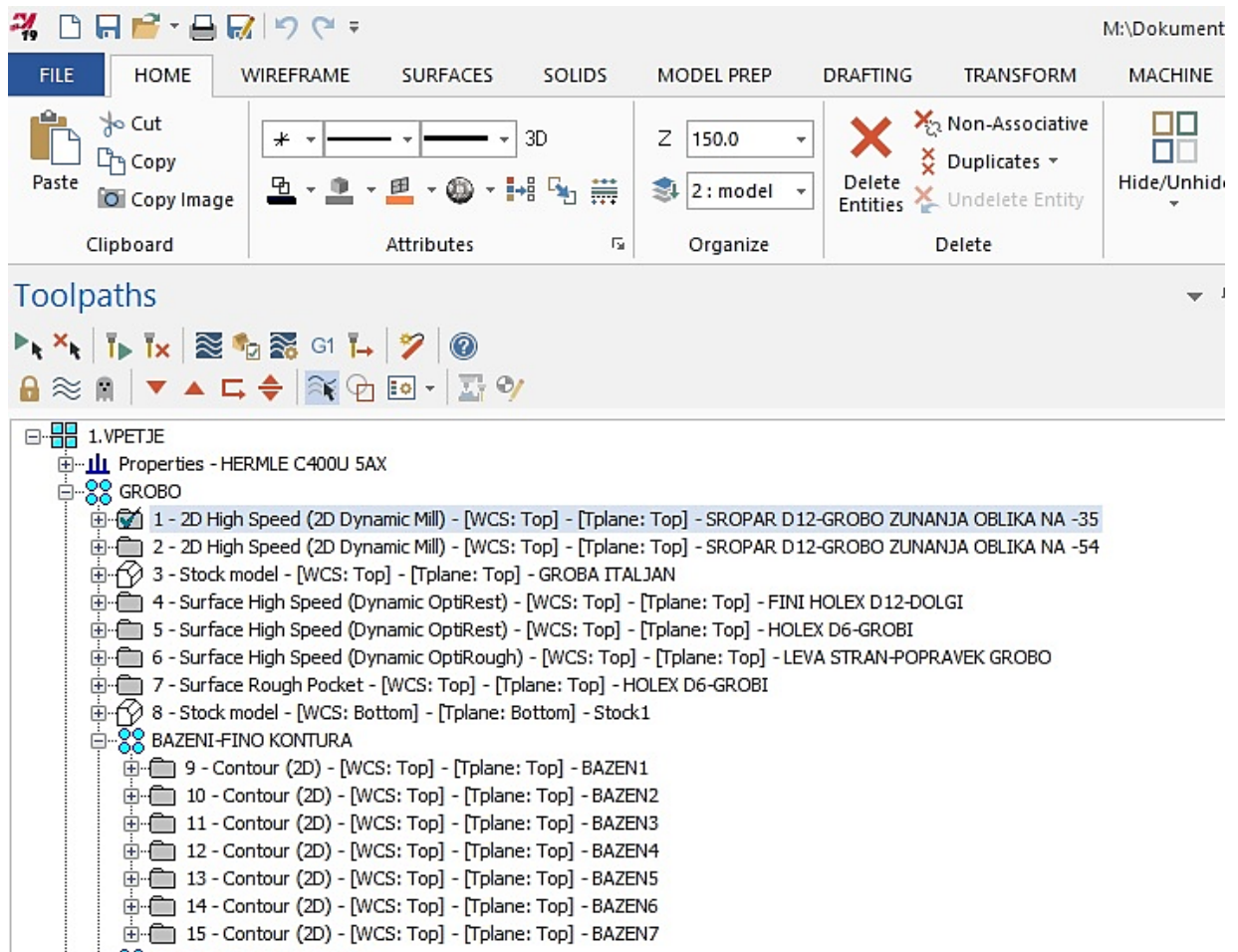
### 2.2.6 2D rezkanje

Omogoča izjemne možnosti za čim večji izkoristek strojev. Ponuja visoko hitrostne obdelave in napredno tehnologijo odvzemanja materiala (Dynamic Mill). Z nenehnim spremljanjem konstantne obremenitve orodja skrajšajo tudi več kot 30 % čas obdelave in povečajo obstojnost orodja. Obdelave avtomatsko zaznavajo obseg materiala, zato orodje nikoli ne zareže v material več, kot smo nastavili v operaciji. Konture in žepe lahko obdelamo na različne načine. V material lahko vstopamo z načinom potapljanja, spiralno in pod kotom.



Slika 6: 2D rezkanje

Vir: Mastercam, 2019a



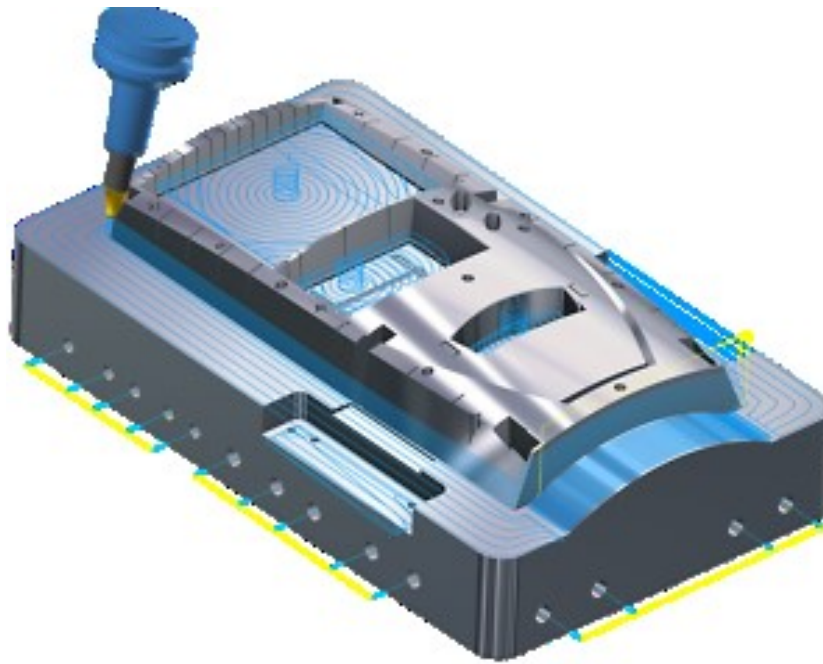
Slika 7: Program 2D rezkanja

Vir: Stupan, 2019

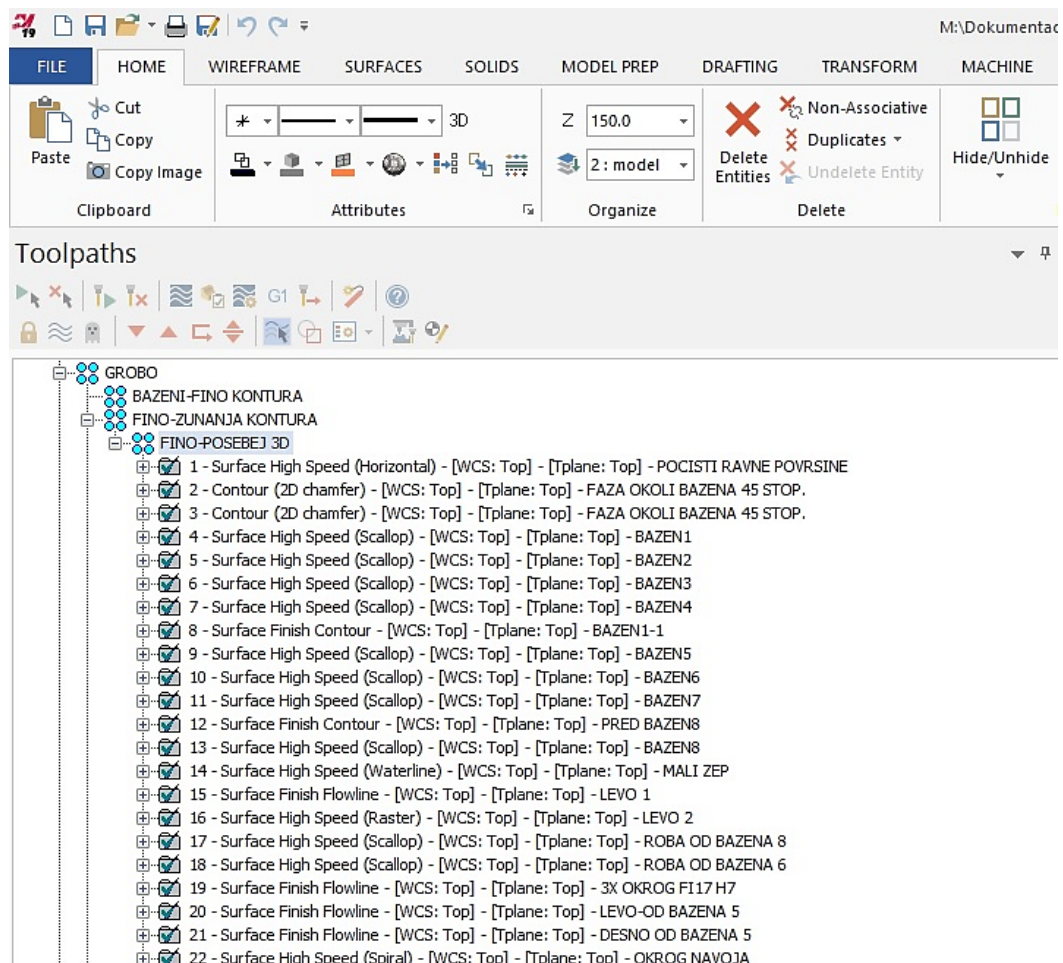
### 2.2.7 3D rezkanje

Pri obdelavi se sočasno premikajo 3 osi (običajno X, Y, Z), zato s to operacijo obdelujemo zelo kompleksne izdelke. Izboljšave obdelave skrbijo, da se orodje enakomerno obrablja in da je stroj manj obremenjen.

3-osna obdelava je možna tudi na 5-osnih strojih, med tem ko 2 osi uporabljamo za pozicioniranje izdelka, s čimer zmanjšamo napake pri ponovnem vpetju, posledično pa so izdelki dimenzijsko bolj natančni. To so 3+2-osne obdelave.



Slika 8: 3D obdelava  
Vir: Camincam, 2019b



Slika 9: Program 3D obdelave  
Vir: Stupan, 2019

## 2.2.8 Večosno rezkanje

O večosnem rezkanju govorimo, kadar stroj hkrati upravlja s 4 ali z več osmi (X, Y, Z, A, B, C). 5-osne obdelave povečajo konkurenčnost podjetja. S tem načinom lahko obdelujemo zahtevnejše izdelke, ki jih s 3-osnim rezkanjem ne moremo narediti, pa tudi sama obdelava je natančnejša in hitrejša. Mastercam multiaxis ponuja široko paleto večosnih načinov obdelave, kot so:

- nadzor vrha orodja (Tool Tip Control)
- pot orodja (Cut control)
- nagib orodja (Tool Axis Control).

5-osne obdelave pa delimo v dva sklopa:

- 3+2-osne, 2 dodatni osi sta za pozicioniranje
- 5-osna, pri kateri stroj uporablja vse osi hkrati.

Napredne večosne obdelave:

- 5-osno s spiralni gibi v več globinah
- podpora koničnim rezkarjem
- verifikacija obdelave in NC programa
- algoritmi za preprečevanje kolizije orodja in držala. (Mastercam, 2019)



Slika 10: Večosna obdelava  
Vir: Camincam, 2019d

```

1 N2 G64
2 N4 CUT2DF
3 N6 TRAF00F
4 N8 ROT
5 N10 G17
6 N12 CYCLE800 ()
7 N14 G0 SUPA G90 Z0
8 N16 D1
9 N18 M132
10 N20 G0 C0 A0
11 N21 M131
12 ; BAZEN1
13 N22 T5 ; REZKAR 8
14 N24 M6
15 N26 T10
16 N28 G54 D1
17 N30 F1500
18 N32 G0 X55.174 Y-17.841
19 N34 S6000 M03
20 N36 Z50 M8
21 N38 Z2
22 N40 G1 Z-11.25 F1200
23 N42 X55.69 Y-15.497 F1500
24 N118 G3 X51.002 Y-14.466 I-0.515 J-2.344
25 N120 G1 X50.486 Y-16.809
26 N122 G0 Z50
27 N124 M9
28 N126 M05
29 N128 G0 SUPA G90 Z0
30 N130 D1
31 N132 G0 C0 A0
32 N134 M01
33 N136 PCA
34 N138 M30

```

Slika 11: G koda programa

Vir: Stupan, 2019

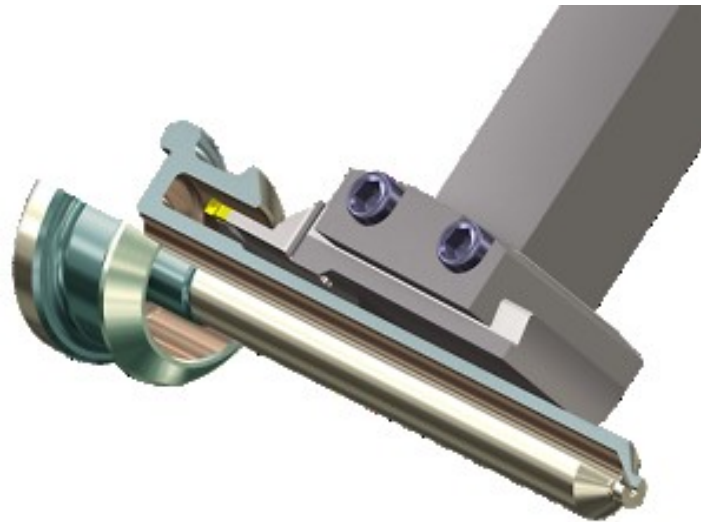
## 2.2.9 Struženje

Opcija Mastercam Lathe omogoča, da programiramo grobo in fino struženje, zarezovanje, odrezovanje, vrtanje ter rezanje navojev. Podpira tudi 4-osno struženje in programiranje večosnih frezalno-stružnih centrov.

Surovec lahko določimo na različne načine, prav tako čeljusti za vpetje, konjiček in lineto. Pri izdelavi poti orodja sistem preverja, da niso v koliziji z orodjem. Mastercam je združil moči s podjetjem Sandvik Coromant in razvil novo obdelavo Prime Turning s ploščicami CoroTurn.

Pri tipu A in tipu B se produktivnost in obstojnost orodja povečata za preko 50 %. Rezultat podvojenih parametrov podajanja in vrtenja je hitro odzemanje materiala. CoroTurn ploščice preusmerijo odrezek stran od konice noža. S tem se zniža temperatura na rezalnem robu, ki jo ima odrezek. Pri tem dobimo skrajšan čas obdelave, daljšo obstojnost orodja in večji nadzor nad odrezki.





Slika 12: Struženje

Vir: Camincam, 2019e



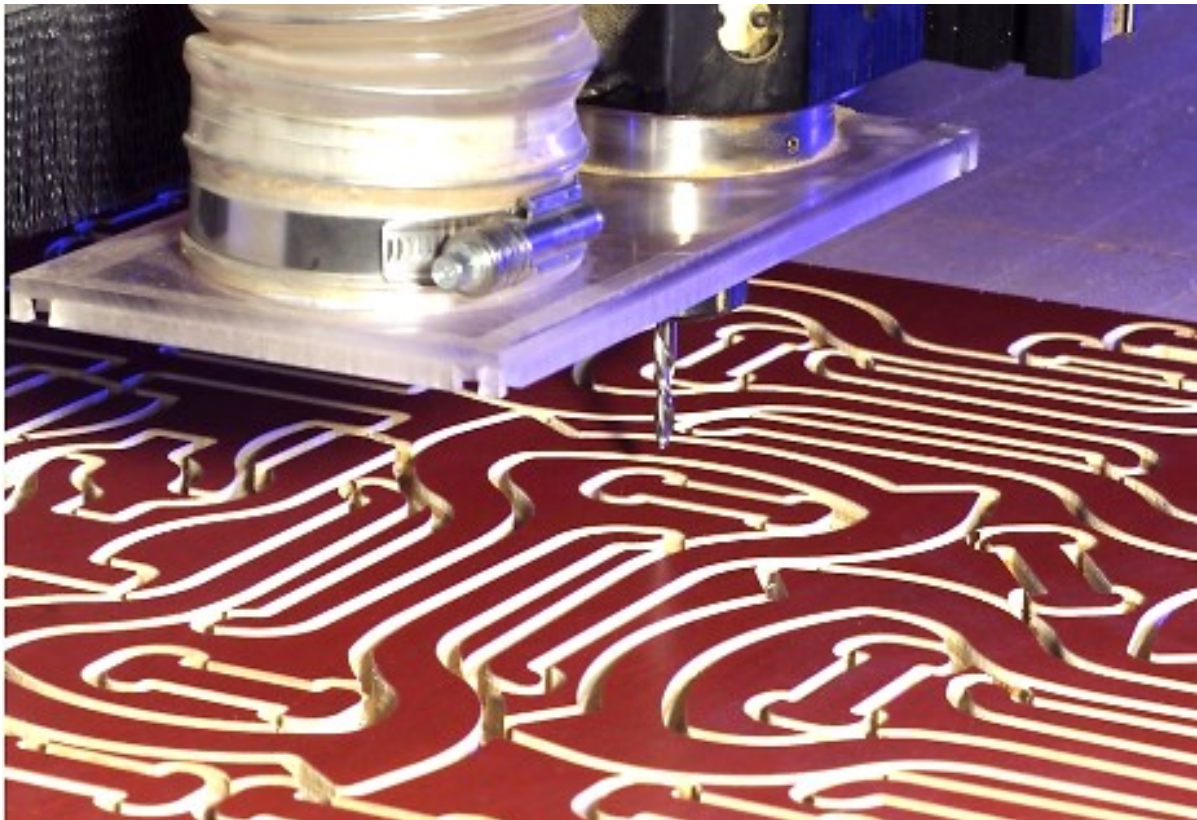
Slika 13: Primer ploščic za struženje

Vir: Bolha, 2019

### 2.2.10 Obdelava lesa

Modul Mastercam Router je namenjen za obdelavo polimernih materialov ali lesa. Prednost programa sta učinkovitost in hitrost izdelave. Program ponuja avtomatizacijo orodij, operacije, ki se lahko večkrat ponovijo, in druge možnosti, ki čas priprave in izdelavo skrajšajo na minimum.

Obdelamo lahko 2D, 3D in tudi večosna rezanja. Preprosto lahko graviramo napise, gravure pa so videti kot ročno izdelane, saj jim dodamo oster rob na sredini, ki daje učinek rezljanja z dletom. Pri vpenjanju si lahko pomagamo z vakuumom.



*Slika 14: Obdelava lesa*

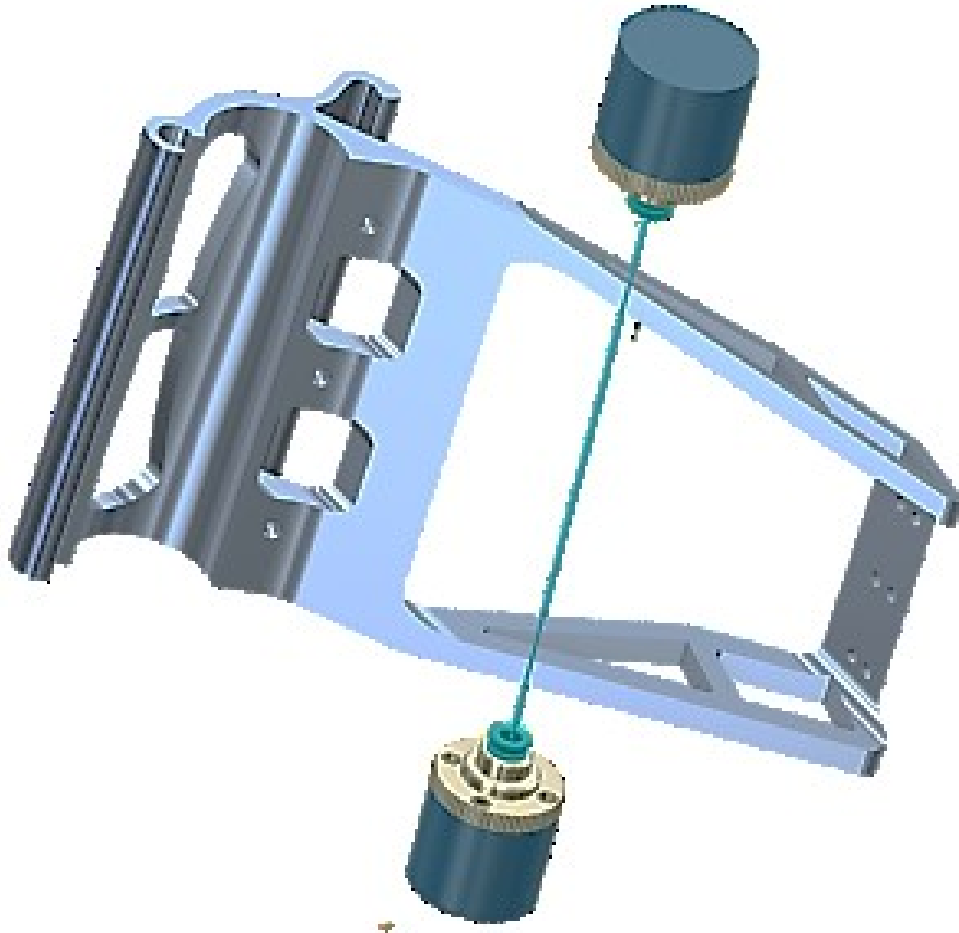
*Vir: Mastercam, 2019b*

### 2.2.11 Žična erozija

Z modulom Mastercam Wire programiramo žično erozijo. Programira se lahko 2-osne pravokotne reze in reze pod kotom. Vogali so lahko koničasti, ISO ali ostri. Naklon žice se lahko postopno spreminja.

Za programiranje potrebujemo konturo, narisano v ravnini. Če želimo programirati 4-osno erozijo, potrebujemo konturo na spodnji in zgornji ravnini, konture in število elementov je lahko različno.

Različne sinhronizacije vplivajo na samo obliko in pot med spodnjo in zgornjo konturo. Izbiramo lahko med načini obdelave, kot so: grobi rez, rezanje mostička in porezovanje. Režemo lahko v eno smer ali izmenično. Število porezovanj lahko določimo pred in po tem, ko smo odrezali mostiček.



Slika 15: Žična erozija

Vir: Camincam, 2019f

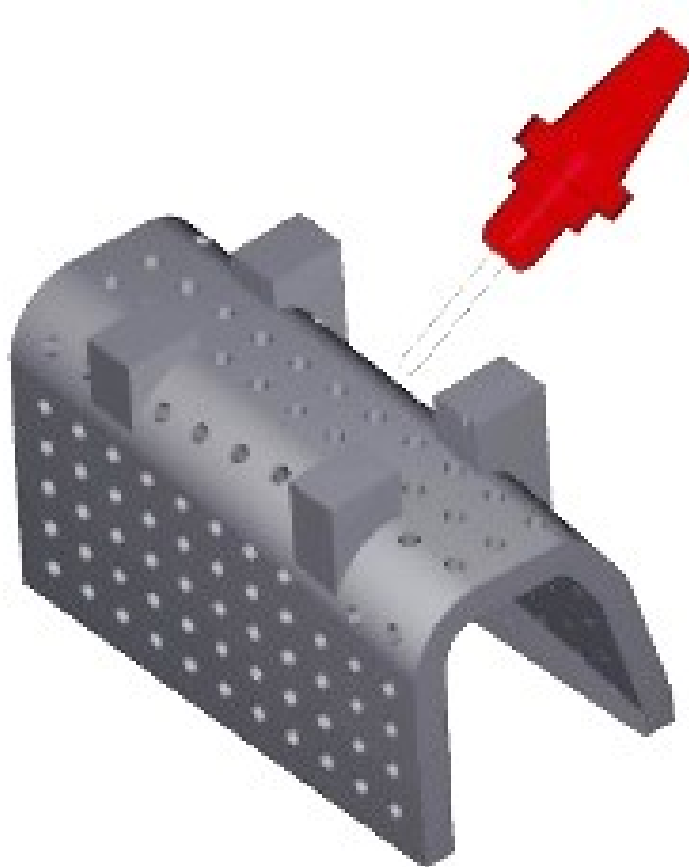
### 2.3.12 Avtomatsko vrtanje

V Mastercam programu lahko avtomatsko izdelavo vrtnih operacij izdelamo s paketom Prodrill na osnovi prepoznavanja izvrtin na modelu.

Avtomatsko identificiranje izvrtin na modelu programu pomaga, da jih zazna in izdelava vrtnih operacije. S Prodrill operacijo skrajšamo čas izdelave.

Program vsebuje:

- grafični uporabniški vmesnik, ki je preprost za uporabo
- identifikacijo izvrtin na katerikoli ravnini (možnost vrtnja s 4- in 5-osnim obdelovalnim strojem)
- detekcijo kolizij med orodjem in obdelovancem
- inteligentno analiza vseh lukenj na modelu
- izdelavo skupin obdelav za optimalno izrabo orodij
- avtomatska prepoznavo vrste izvrtin ter avtomatsko izdelavo vrtnih operacij tako na SOLID kot tudi POVRŠINSKIH modelih, kar pomeni, da je lahko model uvožen iz kateregakoli CAD modelirnika
- možnost uvoza tabel z lastnostmi izvrtin (navoji, povrtavanja) iz naslednjih CAD sistemov: Solidworks®, TopSolids®, TopMold® in CATIA® V5. (Mastercam, 2019)



*Slika 16: Avtomatsko vrtnje*

*Vir: Mastercam, 2019c*

### 3 IZDELAVA KTM NOSILCA

#### 3.1 PODJETJE RIEDL CNC D. O. O.

Podjetje RIEDL CNC d. o. o. se nahaja v Mariboru, na Preradovičevi ulici 42, v industrijski coni na Studencih. Trenutno je v podjetju zaposlenih okoli 80 delavcev. Proizvajajo precizne visokokakovostne kovinske izdelke za letalsko in vesoljsko industrijo, avtomobilsko industrijo, finomehaniko, strojogradnjo, navtiko, orodjarstvo in specialne izdelke za medicino.

Da so konkurenčni na trgu, strmijo k nenehnemu razvoju kakovosti mehanske obdelave zahtevnih kovinskih izdelkov. Vse to jim omogoča sodelovanje s podjetji predvsem iz Nemčije, Avstrije in Švice. Kakovost kovinskih izdelkov podjetja RIEDL CNC d. o. o. potrjuje podatek, da 98 % svojih izdelkov izvozijo v druge evropske države.

Cilj podjetja je zadovoljiti in presehati pričakovanja posameznih strank s kakovostjo izdelkov in storitev.



*Slika 17: Podjetje Riedl CNC d. o. o.*

*Vir: Riedl, 2019*

### 3.2 MATSUURA CUBLEX-42

Matsuura Cublex-42 je stroj, razvit iz tržno preizkušenega modela Matsuura MAM72-42V. Uporabnikom ponuja izjemne zmogljivosti rezkanja s 5 osmi skupaj z integriranim sredstvom za obračanje. Hitrost vrtenja vpenjalne glave v načinu obračanja znaša  $1.800 \text{ min}^{-1}$ . Obdelovalna površina je prostor z minimalnimi motnjami.

<i>TEHNIČNE SPECIFIKACIJE</i>	
Potovanje X/Y/ Z	520/730/510 mm
Potovanje A/C	$-110^\circ + 10^\circ/360^\circ$
Paletna delovna površina	$\varnothing 300 \text{ mm}$
Največja velikost dela	$\varnothing 420 \times H350 \text{ mm}$
Zmogljivost nalaganja	200 kg
Hitrost vretena	12.000 $\text{min}^{-1}$ HSK-A63W (ICTM) 20.000 $\text{min}^{-1}$ HSK-A63W (ICTM)
Hitro premikanje (X/Y/Z)	60 m/min
Hiter prelet (A)	30 $\text{min}^{-1}$
Hitro premikanje (C/rezkanje/obračanje)	200/1800 $\text{min}^{-1}$
Število orodij	40 standard
Največja dolžina orodja	350 mm
Največja teža orodja	10 kg
Časovna menjava orodja	1.1 s
NC	Matsuura G-Tech 840Di

*Tabela 1: Tehnične specifikacije Matsuura CUBLEX-42*

*Vir: Stupan, 2019*



*Slika 18: Matsuura CUBLEX-42  
Vir: Matsuura, 2019*



*Slika 19: Logotip podjetja Matsuura  
Vir: Matsuura, 2019*

### 3.3 HERMLE C400

Hermle C400 je 5-osni dinamični in ekonomsko zasnovan obdelovalni center. Namenjen je za visoko zmogljivost, obsežno obdelavo obdelovancev visoke kakovosti in kakovost površine. Ker je strojna postelja narejena iz mineralne litine, zagotavlja stabilno obdelavo brez vibracij. Stroj ima velik obdelovalni prostor.

Delovno območje x-y- z	850 x 700 x 500 mm
Simultano 5-osno rezkanje	Ø 650 mm brez omejitev A in C osi
Gabariti stroja	2940 x 3510 x 3300 mm
Velikost mize	Ø 650 x 540 mm Vrtenje delilnika: +91 °, -139 ° (A os 25 min <sup>-1</sup> ) Vrtenje mize: 360 ° (C os 35 min <sup>-1</sup> )
Nosilnost mize	600 kg
Vreteno	Moč motorja: 10/20 kW (20 % ED) Moment: 180/87 Nm Vpetje: HSK A63 Vrtljaji: 20-18000 min <sup>-1</sup>
Pomiki	Hitri hod: 35 m/min Pospešek: 6 m/s <sup>2</sup>
Merilni sistem	merilne letve, ponovljivost 0.008
Magazin orodja	38
Masa in material stroja	9500 kg modularna litina
Hlajenje	skozi šobe z zrakom in vodo skozi vretena z zrakom
Krmilnik	Heidenhain iTNC530

*Tabela 2: Tehnične specifikacije Hermle C400*

*Vir: Stupan, 2019*





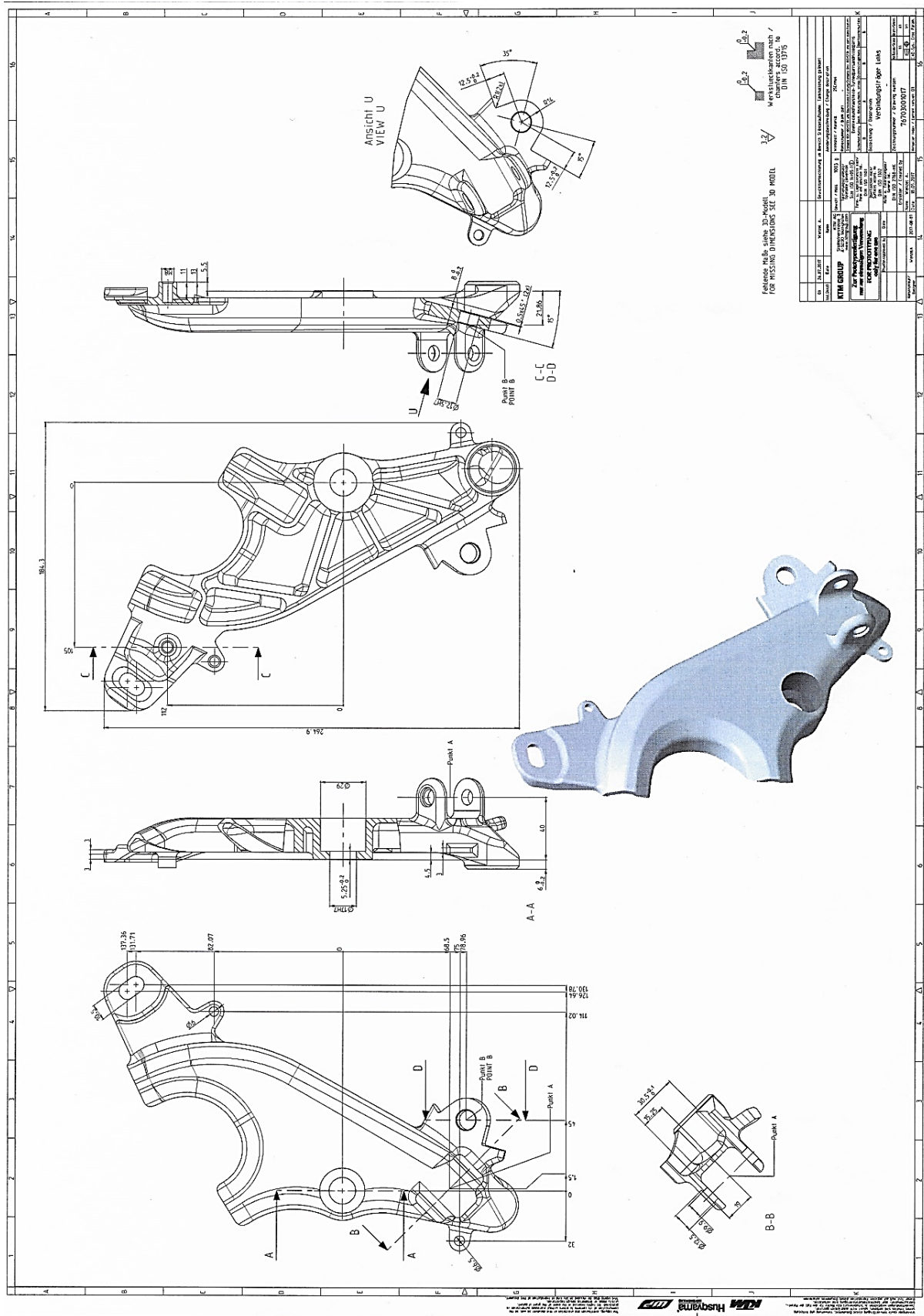
Slika 20: Hermle C400

Vir: Siming, 2019a



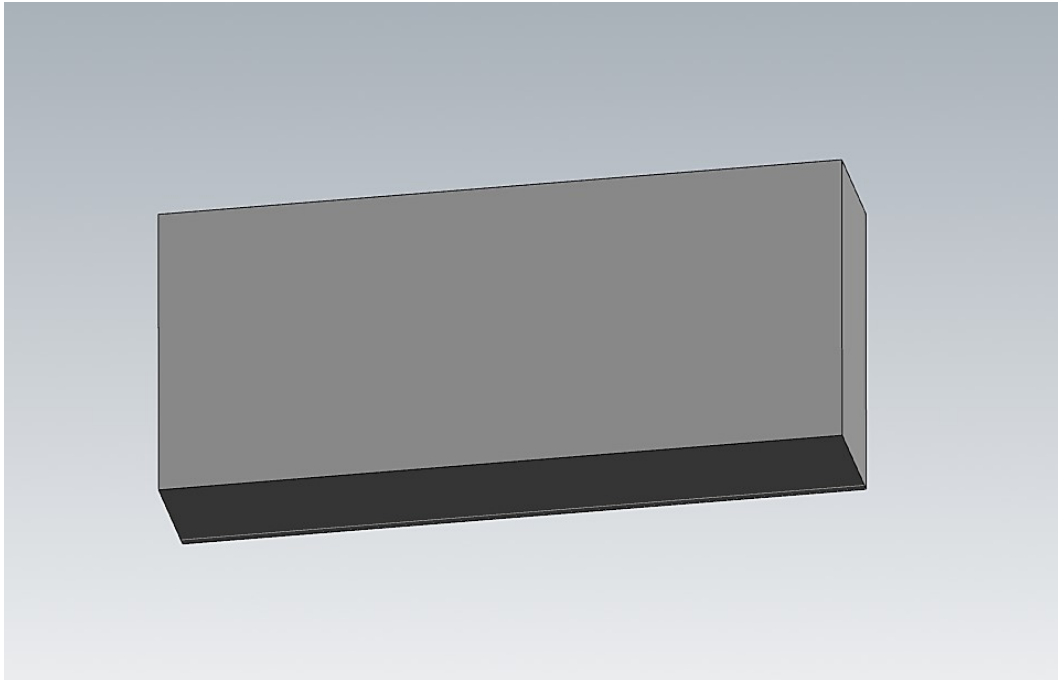
Slika 21: Logotip podjetja Hermle

Vir: Siming, 2019b



Slika 22: Tehniška risba nosilca  
Vir: Stupan, 2019

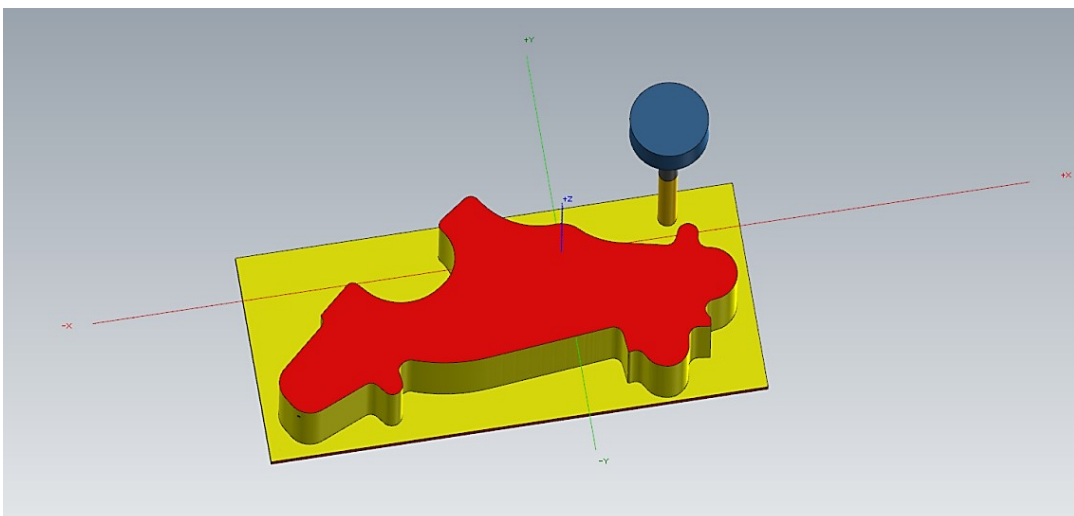
Pri razrezu materiala prilagodimo mere na podane dimenzije surovca z dodatkom po širini in dolžini 1 mm. Dimenzije surovca so 320 x 140 x 60 mm, material 25CrMo4, standard DIN ISO 2768-mK.



*Slika 23: Surovec*

*Vir: Stupan, 2019*

Najprej postavimo surovec v koordinatni sistem, izberemo ustrezno orodje za obdelavo, prilagodimo obrate in pomike glede na material. Označimo zunanjo konturo 3D modela, izberemo operacijo Dynamic mill, s katero pridobimo na času grobe obdelave in obstojnosti orodja. Porezkamo zunanjo konturo s frezalom D12 na grobo do globine 54 mm.

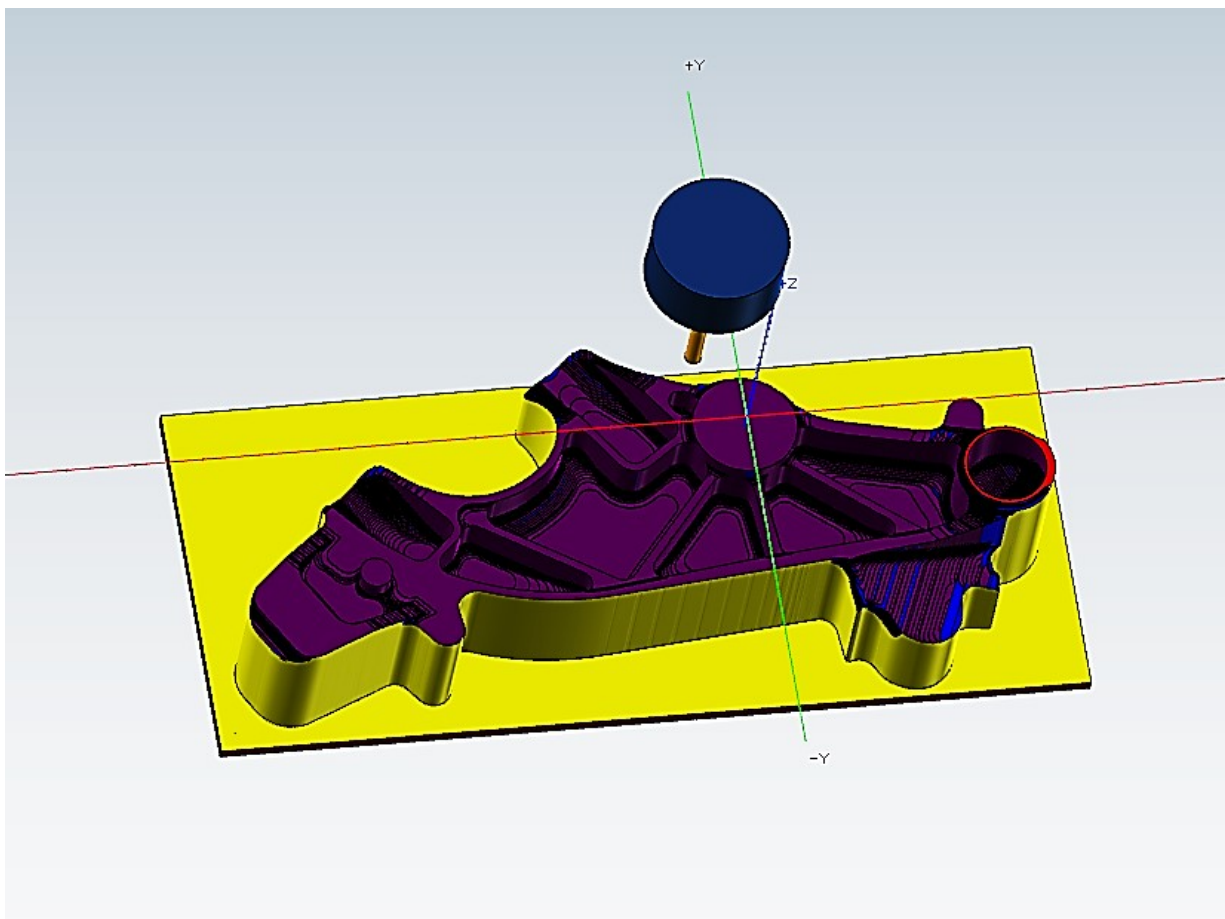


*Slika 24: Groba obdelava prvega vpetja*

*Vir: Stupan, 2019*

Z opcijo Wireframe izvlečemo notranje konture žepov na višino s +100 mm, nato izberemo operacijo Dynamic mill; v tem primeru bomo obdelovali notranje konture žepov. Označimo konture, postopek obdelave žepov izvedemo spiralno do različnih globin.

Pri drugi operaciji z rezkarjem D12 na grobo obdelamo žepe do radija R6. Ker imamo na modelu radij R3, moramo ostanek materiala počistiti še z rezkarjem D6.

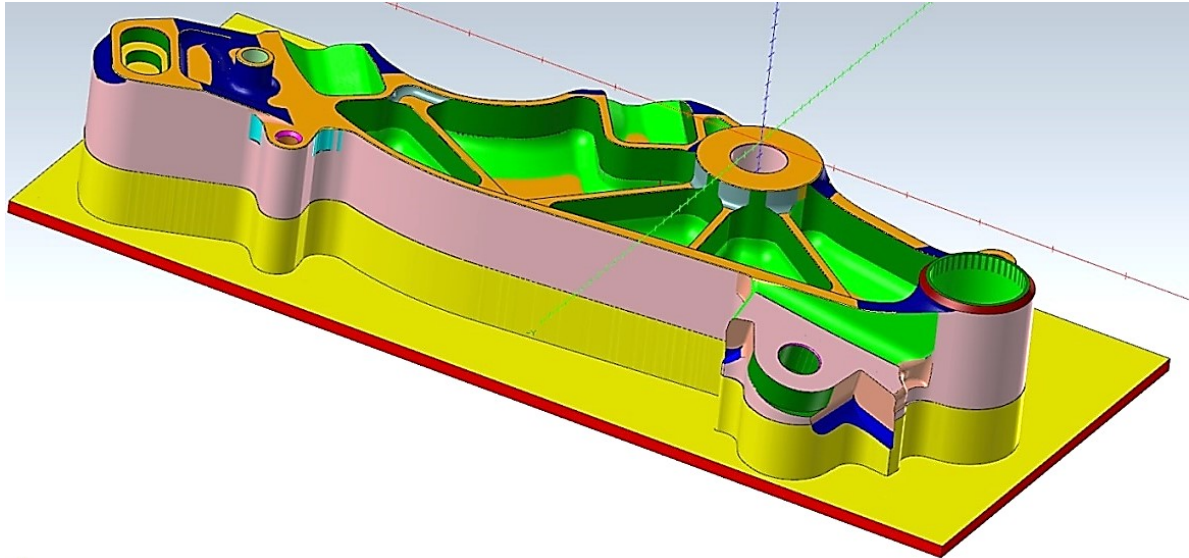


*Slika 25: Prva obdelava žepov*

*Vir: Stupan, 2019*

Za grobo sledijo še fine obdelave. Pri ravnih površinah bomo uporabili frezalo D8, pri radiju R3 uporabimo kroglo D6, R2 radij obdelamo s kroglo D4 in za faze na 3D modelu uporabimo grezilo D10.

Površine pod kotom naredimo z rezkarjem D12, luknje s svedrom D6, navojni sveder M8 x 1,25, utore pa z rezkarjem D5.

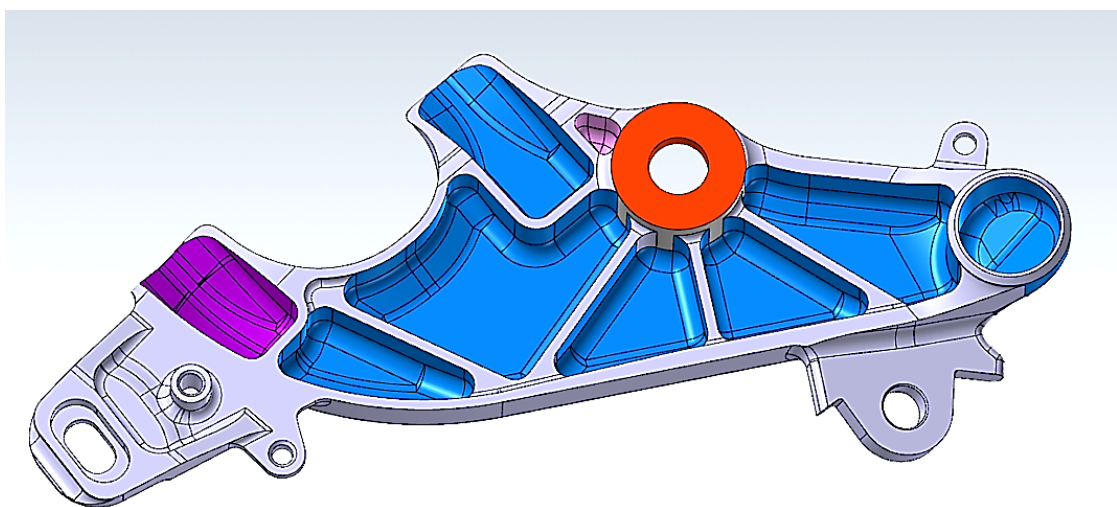


Slika 26: Fine operacije prvega vpetja  
Vir: Stupan, 2019

Površine so označene po barvah:

- ravne površine (oranžna barva),
- radij R3 (zelena barva),
- faza  $2/45^\circ$  (rdeča barva),
- površine pod kotom (modra barva),
- luknje (roza barva),
- utor (temno zelena barva).

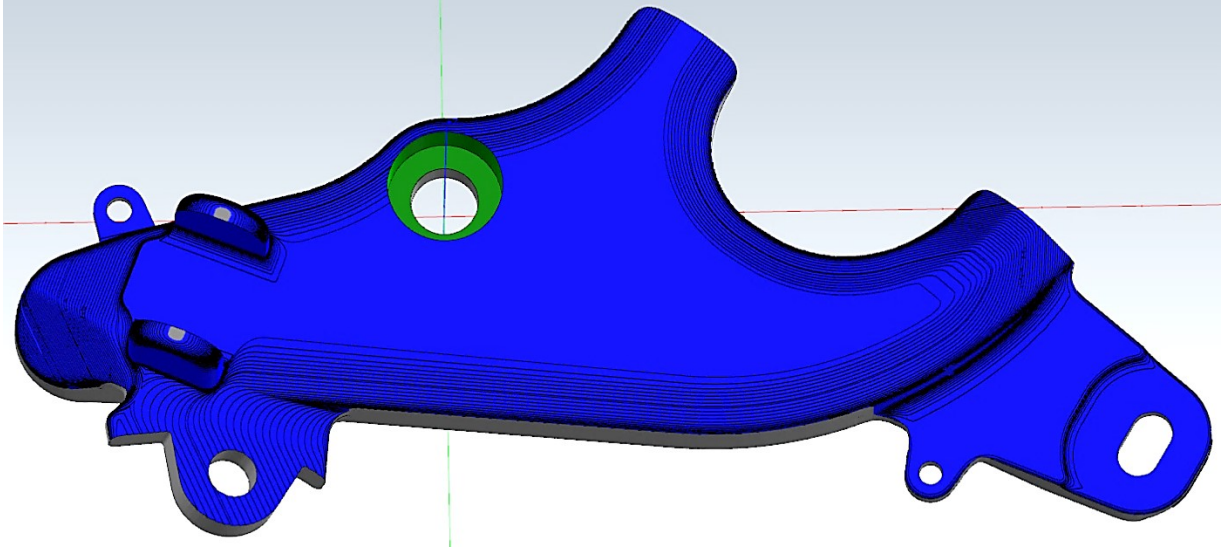
Končna izdelava prve strani po t. i. »step modelu«.



Slika 27: Step model prvega vpetja  
Vir: Stupan, 2019

Označimo surovec modela, ki je ostanek od prvega vpetja, da določimo začetek rezkanja in označimo model ter mu določimo omejitve poti rezkanja, da ne zareže v 3D model.

Najprej odstranimo odvečni material, ki nam je ostal od prve strani, porezkamo s frezalom D12 na grobo in center luknje  $\varnothing 29$  mm s frezalom D16.



*Slika 28: Groba obdelava drugega vpetja*

*Vir: Stupan, 2019*

Nadaljujemo z rezkanjem ravnih površin, kot je prikazano na sliki z rumeno barvo. Najprej označimo območje rezkanja, kjer bo potovalo frezalo D8. Za tem postopkom na 5-osnem stroju Hermle C400 obrnemo mizo za določene stopinje, kot prikazuje površina vijolične barve, in jo porezkamo s frezalom D12. Modro površino obdelamo s frezalom D10.

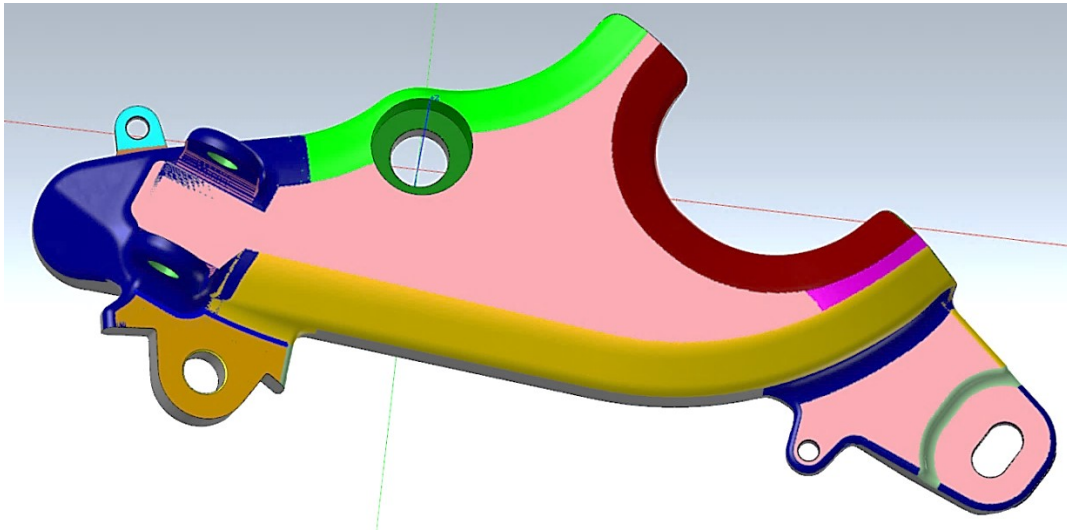


*Slika 29: Ravne površine in površine pod kotom*

*Vir: Stupan, 2019*

Po obdelavi ravnih površin sledi 3D obdelava. Kot prikazujejo barve, je potrebno vsako površino posebej označiti in obdelati s kroglo D8. Pri tem se pojavijo površine, ki so R3, te pa se obdelajo s kroglo D6.

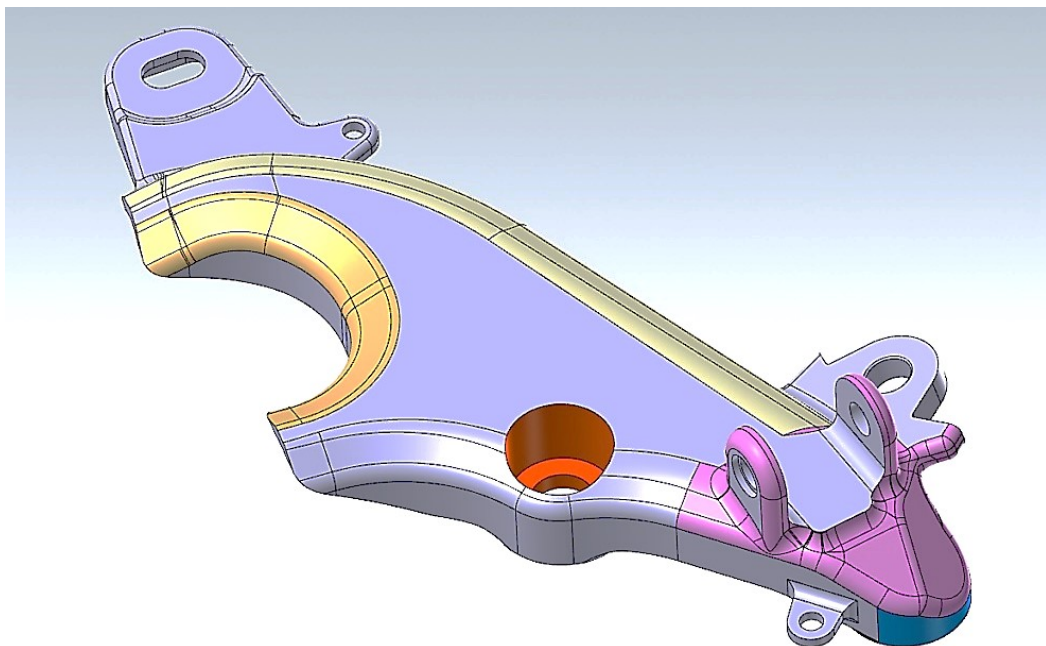
Prikazano je še vrtanje luknje pod kotom s svedrom D9,9, naredimo pa tudi faze z grezilom D10. Na koncu drugega vpetja opravimo fine operacije površine, kot so prikazane na modelu. Obdelamo jih s kroglo D8 (zelena, rdeča, rumena in modra barva) in D6 (temno zelena barva).



*Slika 30: Fina obdelava drugo vpetje*

*Vir: Stupan, 2019*

Končna izdelava druge strani po t. i. »step modelu«.



*Slika 31: Step model drugega vpetja*

*Vir: Stupan, 2019*

### 3.4. TEHNOLOGIJA IN POSTOPKI IZDELAVE KTM NOSILCA

#### 3.4.1 Žaganje

Po naročilu vodje proizvodnje skladiščnik nažaga surovce na dimenzije 320 x 140 x 60 mm, zraven vsake serije pa doda še posebej 20 kosov za poskusne komade. Narezane surovce skladiščnik zloži na paleto in jih pripelje do stroja.



*Slika 32: Tračna žaga forte 250*

*Vir: Stupan, 2019*



### 3.4.2 Rezkanje prve strani

Prva stran komada se izdeluje na stroju Matsuura CUBLEX-42. Najprej primerno vpremo surovec v Langov primež, ki ga pritrdimo z moment ključem do 70 kN. Ker imamo možnost dveh palet, obrnemo paletu v območje obdelovalnega dela.

V obdelovalnem delu določimo ničelno točko na surovcu. Pripravimo orodja za posamezne obdelave na kosu in jih pravilno umerimo. V shrambi za orodja jih zvrstimo po vrstnem redu, ki si ga določimo sami. Po prvem končanem kosu je potrebno prilagoditi še parametre pri posameznih obdelavah.



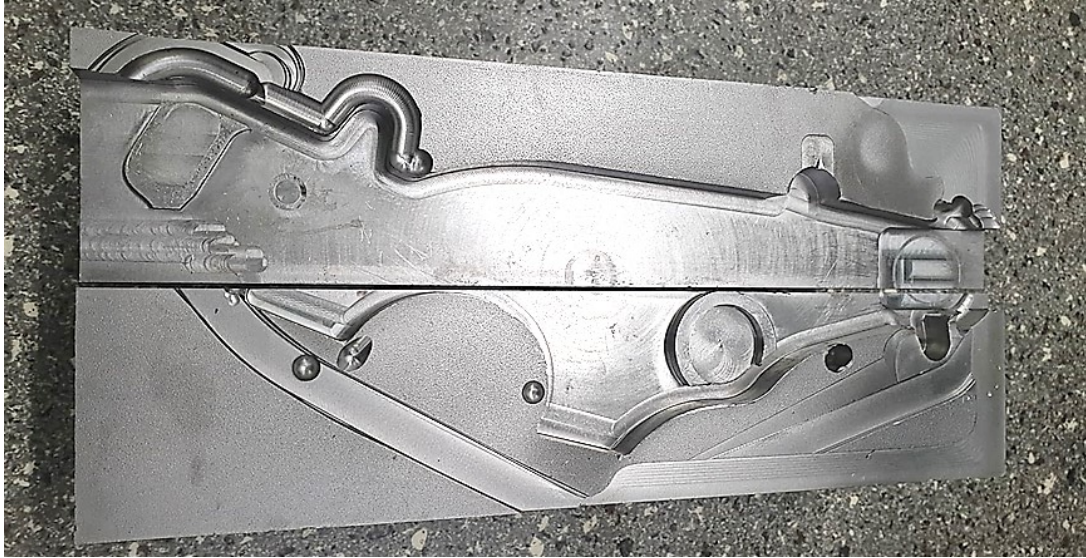
*Slika 33: Rezkanje prve strani nosilca  
Vir: Stupan, 2019*

### 3.4.3 Rezkanje prijemala in druge strani

Drugo stran kosa izdelujemo na stroju Hermle C 400. Najprej, kot prikazuje slika, porezkamo prijemalo po obliki zunanje površine 3D modela. Komad, končan po prvem vpetju, vpremo v prijemalo, ki smo ga pripravili za vpetje druge strani.

Pritrdimo ga z moment ključem 100 N/m. Na kosu določimo izhodiščno točko, pripravimo si orodja, ki smo jih pravilno umerili in razvrstili v shrambi za orodja.

Pri prvem kosu smo pozorni na kakršno koli programsko napako, zato ga natančno pregledamo in po potrebi spremenimo parametre.



*Slika 34: Porezkano prijemalo*  
*Vir: Stupan, 2019*

#### **3.4.4 Kontrola izdelka**

Končni komad prevzame kontrolor, ki preveri, ali mere ustrezajo načrtu. Pri pregledu točnosti izdelkov uporablja napravo Carl Zeiss ACCURA. Mersko ustrezne komade potrdi z zeleno barvo, če pa mere niso v skladu z načrtom, h komadu priloži rdeči kartonček, na katerega navede mere, ki jih je treba popraviti.



*Slika 35: Merilna naprava ACCURA*  
*Vir: ZEISS, 2019*

C A R L Z E I S S / C A L Y P S O 5.6.24 DURAMAX RIEDL CNC d.o.o., Maribor							
Measurement Plan	Master	Date	Zaporedna št.: QS-024				
KTM Verbindungstrager	76703001017 Links	March 4, 2020	2:32:31 pm				
All Characteristics	Vzorec-2.1, Rok	Trajanje: 00:00:00.0					
Names	Description	Actual	Nominal	Utol	Ltol	Dev.	Histogr.
Premier fi6.5	D	6.5263	6.5000	0.2000	-0.2000	0.0263	-
X-vrednost fi6.5 L75	X	74.9901	75.0000	0.3000	-0.3000	-0.0100	-
Y-vrednost fi6.5 L32	Y	-31.9957	-32.0000	0.3000	-0.3000	0.0042	-
X-vrednost A, L68.5	X	68.4442	68.5000	0.3000	-0.3000	-0.0558	-
Y-vrednost A, L1.5	Y	1.4205	1.5000	0.1000	-0.1000	-0.0795	----
Premier fi6	D	6.0293	6.0000	0.1000	-0.1000	0.0293	--
X-vrednost fi6, L82,07	X	-82.0640	-82.0700	0.3000	-0.3000	0.0060	-
Y-vrednost fi6, L114,02	Y	114.0258	114.0200	0.3000	-0.3000	0.0058	-
X-vrednost1 fi-, L131,71	X	-131.7080	-131.7100	0.5000	-0.5000	0.0020	-
Y-vrednost1 fi-, L130,78	Y	130.7910	130.7800	0.5000	-0.5000	0.0110	-
X-vrednost2 fi-, L137,36	X	-137.3549	-137.3600	0.5000	-0.5000	0.0051	-
Y-vrednost2 fi-, L126,64	Y	126.6678	126.6400	0.5000	-0.5000	0.0278	-
Y-vrednost fi15.5, L45	Y	45.0011	45.0000	0.3000	-0.3000	0.0010	-
View A-A							
Premier fi17, H7	D	17.0052	17.0000	0.0180	0.0000	0.0052	--
Premier fi29	D	28.9400	29.0000	0.2000	-0.2000	-0.0600	--
X-vrednost fi29	X	-0.0030	0.0000	0.1000	-0.1000	-0.0030	-
Y-vrednost fi29	Y	-0.0543	0.0000	0.1000	-0.1000	-0.0543	---
Z-vrednost L6	Z	-5.9938	-6.0000	0.2000	0.0000	0.0062	----
Punkt A, L40	Z	40.1273	40.0000	0.3000	-0.3000	0.1273	--
Razdalja L3	CartDist	3.0306	3.0000	0.1000	-0.1000	0.0306	--
Z-vrednost fi6.5, L4.5	Z	4.5048	4.5000	0.1000	-0.1000	0.0048	-
Z-vrednost L5.25	Z	5.2882	5.2500	0.2000	0.0000	0.0382	---
View D-D, C-C							
Kot 15° zg.rav	A1	-15.0490	-15.0000	0.2500	-0.2500	-0.0490	-
Z-vrednost L21.86	Z	21.7977	21.8637	0.2000	-0.2000	-0.0660	--
Razdalja rav. L8	CartDist	7.9295	8.0000	0.0000	-0.2000	-0.0705	--
Premier fi12.5, H7	D	12.5116	12.5000	0.0180	0.0000	0.0116	--
View B-B							
Premier1 fi9.9	D	9.9322	9.9000	0.2000	-0.2000	0.0322	-
Premier2 fi9.9	D	9.9378	9.9000	0.2000	-0.2000	0.0378	-
Kot1 45° -uho, INFO	A1	-45.0344	-45.0000	0.2500	-0.2500	-0.0344	-
Kot2 45° -uho, INFO	A2	45.0335	45.0000	0.2500	-0.2500	0.0335	-
Razdalja L30.5	Dist	30.5206	30.5000	0.1000	0.0000	0.0206	---
Dolžina L15.25	PerpLe	15.2603	15.2500	0.2000	-0.2000	0.0103	-
View U							
Kot-frez.daljsa 15°	A2	14.5139	15.0000	0.5000	-0.5000	-0.4861	----
Razdalja, daljsi L12.5	CartDist	12.6725	12.5000	0.2000	0.0000	0.1725	---
Kot-frez.kratka 35°	A1	35.6852	35.0000	0.5000	-0.5000	0.6852	0.1852
Razdalja krajši L12.5	CartDist	12.7218	12.5000	0.2000	0.0000	0.2218	0.0218

Slika 36: Merilni protokol  
Vir: Stupan, 2019 in Riedl, 2019

## 4 ZAKLJUČEK

Podjetij, ki se ukvarjajo z izdelavo kovinskih izdelkov, je vse več. Tako kot rastejo podjetja se nenehno razvijajo tudi računalniško podprte tehnologije. Zahteve naročnikov so vedno bolj stroge, saj želijo visoko kakovostni izdelek, ki bo narejen v čim krajšem možnem času. Da je podjetje konkurenčno na trgu oz. da zadovolji potrebe kupcev, mora imeti sodobne stroje in tehnologijo.

Občasno se zgodi, da želi kupec med serijo ali po njej na izdelku narediti spremembe. Od spremembe je odvisno, ali se lahko popravi na obstoječem komadu ali pa ga je potrebno ponovno konstruirati.

Z omenjeno temo sem se seznanil v podjetju Riedl CNC d. o. o., ki mi je bilo v pomoč pri izvajanju diplomskega dela. V njem je opisan postopek izdelave nosilca KTM motorja od konstruiranja do izdelave na stroju, ki temelji na zahtevi naročnika. Podjetje ima namreč pogodbo s podjetjem KTM, s katerim načrtujejo dolgoročno medsebojno sodelovanje, kar je velika prednost pri načrtovanju proizvodnje.

Pri izdelavi diplomske naloge sem dobil ogromno strokovnega znanja s področja konstruiranja in izdelave izdelkov, ki jih bom znal s pridom uporabljati v praksi. Konstruiranje je v proizvodnjah vse bolj prisotno, kar pa zahteva nenehno strokovno izpopolnjevanje in posodabljanj tako programske opreme kot zaposlenih.

## 5 VIRI

**Kopač, Janez. 2001.** *Obdelovalni stroji. Zv. 1, Osnovna izhodišča in značilnosti / Janez Kopač.* Ljubljana : Fakulteta za strojništvo, 2001. COBISS.SI-ID 111311872.

**Balič, Jože in Pahole, Ivo. 2006.** *Proizvodne tehnologije : učbenik .* Maribor : Fakulteta za strojništvo, 2006. COBISS.SI-ID 225406464.

**Bolha. 2019.** Primer ploščic za struženje, slika iz oglasa. *www.bolha.com.* [Elektronski] Spletni portal bolha.com, 2019. [Navedeno: 26. 12 2019.] <https://www.bolha.com/obdelava-kovine/sandvik-rezalne-ploscice-oglas-735095>.

**Cadcam. 2019.** Virtualna učilnica Srednje poklicne in tehniške šole ter Gimnazije Murska Sobota, KONSTRUIRANJE, MODELIRANJE IN PROGRAMIRANJE. *http://cadcam.spts.si.* [Elektronski] Srednja poklicna in tehniška šola Murska Sobota, Murska Sobota, Slovenija, 2019. [Navedeno: 24. 12 2019.] [http://cadcam.spts.si/?page\\_id=38](http://cadcam.spts.si/?page_id=38).

**Camincam. 2019a.** Mastercam CAD Design, slika. *https://camincam.si.* [Elektronski] Camincam d. o. o., Slovenj Gradec, Slovenija, 2019a. [Navedeno: 26. 12 2019.] <https://camincam.si/mastercam/mastercam-cad/>.

—. **2019f.** Prikaz žične erozije, slika. *https://camincam.si.* [Elektronski] Camincam d.o.o., Slovenj Gradec, Slovenija, 2019f. [Navedeno: 26. 12 2019.] <https://camincam.si/mastercam/wire/>.

—. **2019b.** Primer sodčkastega in ovalnega orodja. *https://camincam.si.* [Elektronski] Camincam d. o. o., Slovenj Gradec, Slovenija, 2019b. [Navedeno: 26. 12 2019.] <https://camincam.si/mastercam/mill/>.

—. **2019e.** Struženje : Mastercam Lathe, slika orodja. *https://camincam.si.* [Elektronski] Camincam d.o.o., Slovenj Gradec, Slovenija, 2019e. [Navedeno: 26. 12 2019.] <https://camincam.si/mastercam/lathe/>.

—. **2019c.** Tipi orodja, slika. *https://camincam.si.* [Elektronski] Camincam d.o.o., Slovenj Gradec, Slovenija, 2019c. [Navedeno: 27. 12 2019.] <https://camincam.si/orodja-s-kroznimi-segmenti/>.

—. **2019d.** Večosna obdelava : Mastercam Multiaxis 5 osne simultane obdelave. *https://camincam.si.* [Elektronski] Camincam d.o.o., Slovenj Gradec, Slovenija, 2019d. [Navedeno: 26. 12 2019.] <https://camincam.si/mastercam/multiaxis/>.

**Kraut, Bojan. 2011.** *Krautov strojniški priročnik.* Ljubljana : Littera picta, 2011. COBISS.SI-ID 255856640.

**Mastercam. 2019a.** 2D rezkanje, slika. *www.mastercam.si*. [Elektronski] A-CAM, inženiring, d.o.o., Ljubljana, Slovenija, 2019a. [Navedeno: 26. 12 2019.] [http://www.mastercam.si/?page\\_id=246](http://www.mastercam.si/?page_id=246).

—. **2019c.** Prikaz avtomatskega vrtnanja, slika. *www.mastercam.si*. [Elektronski] A-CAM, inženiring, d.o.o., Ljubljana, Slovenija, 2019c. [Navedeno: 26. 12 2019.] [http://www.mastercam.si/?page\\_id=260](http://www.mastercam.si/?page_id=260).

—. **2019b.** Prikaz obdelave lesa na CNC stroju, slika. *www.mastercam.si*. [Elektronski] A-CAM, inženiring, d.o.o., Ljubljana, Slovenija, 2019b. [Navedeno: 26. 12 2019.] [http://www.mastercam.si/?page\\_id=228](http://www.mastercam.si/?page_id=228).

**Matsuura. 2019.** Logotip podjetja Matsuura. *https://en.industryarena.com*. [Elektronski] Matsuura machinery GmbH, Wiesbaden-Delkenheim, Germany, 2019. [Navedeno: 29. 12 2019.] <https://en.industryarena.com/matsuura/products/mill-turn-machining-centres--108/cublex-42--341>.

—. **2019.** Matsuura Cublex-42. *https://en.industryarena.com*. [Elektronski] Matsuura machinery GmbH, Wiesbaden-Delkenheim, Germany, 2019. [Navedeno: 28. 12 2019.] <https://en.industryarena.com/matsuura/products/mill-turn-machining-centres--108/cublex-42--341>.

**Riedl. 2019.** Interni dokument, merilni protokol. Maribor : Riedl CNC d. o. o. , 2019. Izv. Izpis meritev izdelka v podjetju Riedl, del podatkov, Interni dokument v arhivu avtorja diplomskega dela, uporabljeno z dovoljenjem podjetja Riedl.

—. **2019.** Slika podjetja RIEDL CNC d. o. o. *www.riedl.si/sl/*. [Elektronski] RIEDL CNC d. o. o., Maribor, Slovenija, 2019. [Navedeno: 28. 12 2019.] <https://www.riedl.si/sl/>.

**Siming. 2019b.** Logotip podjetja Hermle. *www.siming.si*. [Elektronski] SIMING, Ljubljana, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 2019b. [Navedeno: 28. 12 2019.] <http://www.siming.si/novi-stroji/hermle/>.

—. **2019a.** Stroj Hermle C400, slika. *www.siming.si*. [Elektronski] SIMING, Ljubljana, d. o. o., Ljubljana, Slovenija, 2019a. [Navedeno: 27. 12 2019.] <http://www.siming.si/novi-stroji/hermle/>.

**Strugarstvo. 2019.** Grobo rezkanje, slika. *https://strugarstvo.com*. [Elektronski] MSD GROUP d. o. o., Pivka, Slovenija, 2019. [Navedeno: 26. 12 2019.] <https://strugarstvo.com/storitve/rezkanje>.

**ZEISS. 2019.** Merilna naprava, ZEISS ACCURA. *www.zeiss.si*. [Elektronski] Carl Zeiss d. o. o., Industrial Metrology, Ljubljana, Slovenija, 2019. [Navedeno: 28. 12 2019.] <https://www.zeiss.si/metrology/products/systems/coordinate-measuring-machines/bridge-type-cmms/accura.html>.

## **PRILOGE**

**PRILOGA A** : Kalkulacija izdelka

**PRILOGA B**: Strojni list

**PRILOGA A : Kalkulacija izdelka**

ŠTEV	PODATEK	ENOTA	OPOMBA	OBDELOVANEC	
				ŽAGANJE	REZKANJE
1	Število kosov v seriji	kos/ser		250	
2	Število serij na leto	ser/let		3	
3	Normativni čas	min/kos		2	240
4	Čas izdelave	min/ser		480	60.000
5	Nabavna vrednost stroja	€		30.000	270.000
6	Priključna moč stroja	kW		3	10
7	Površina delovnega mesta	m <sup>2</sup>		8	12
8	Amortizacijska doba	leta		5	7
9	Koristna kapaciteta stroja	h/leto		2100	2600
10	Odpis	€/h	$\frac{(5)}{(8) \times (9)}$	2,860	14,80
11	Obresti (20 %)	€/h	$\frac{(5) \times 20}{200 \times (9)}$	1,420	10,30
12	Stroški vzdrževanja (5 %)	€/h	$\frac{(5) \times 5}{100 \times (9)}$	0,714	5,19
13	Stroški najemnine	€	$\frac{(7) \times 100}{(9)}$	0,380	0,46
14	Stroški energije	€/h	$(6) \times 0,2$	0,600	2,00
15	Stroški orodja	€		3,000	20,00
16	Stroški na stroju	€/h	$(10) + (11) + (12) + (13) + (14) + (15)$	8,980	52,75
17	Bruto osebni dohodek delavca	€/h		6,000	12,00
18	Dodatni stroški (izmet 4 %)	€/h	$\frac{(16) \times 4}{100}$	0,360	2,11
19	Stroški delovnega mesta	€/h	$(16) + (17) + (18)$	15,340	66,86



20	Stroški po kosu	€/kos	$\frac{(3)x(19)}{60}$	0,5	267,000
21	Stroški vpenjalnih naprav in specialnih orodij	€/kos		/	0,037
22	Stroški programiranja (NC)	€/h		/	80,000
23	Stroški priprave (pri 1. seriji)	€/kos	$\frac{(21)+(22)}{(1)x(2)}$	/	0,100
24	Stroški priprave po kosu	€/kos	$\frac{(4)x(19)}{60x(1)}$	0,00043	267,440
25	Stroški izdelave	€/kos	$(20)+(23)$	0,1304	267,540
26	Posebni stroški obdelave	€/kos		a	b
27	Skupni izdelovalni stroški	€/kos	$(25)+a+b$	267,54	STROŠKOVNA KALKULACIJA
28	Masa surovca	kg/kos		1	
29	Cena materiala	€/kg		0,98	
30	Manipulacijski dodatek	10 %		10	Naziv izdelka:
31	Stroški materiala	€/kos	$\frac{(28)x(29)x(100+(30))}{100}$	1,27	<b>Nosilec KTM motorja</b>
32	Dodatek za splošne proizvodne stroške (1 %)	€/kos	$\frac{(27)x1}{100}$	2,67	Št. delavniške risbe: <b>76703001017</b>
33	Dodatek za stroške uprave in prodaje (3 %)	€/kos	$\frac{(27)x3}{100}$	8,20	Tehnolog: <b>Žan Stupan</b> Pregledal: <b>mag. Franc Jakopič</b>
34	Termična obdelava (poboljšanje)	€/kg	1 kg	2,00	Izdelano: <b>20. 1. 2020</b>
					List: 1
35	<b>LASTNA CENA</b>	<b>€/KOS</b>	$(27)+(31)+(32)+(33)+(34)$		<b>281,690 €</b>

PRILOGA B: Strojni list

<b>STROJNI LIST</b>		Naziv: Matsuura CUBLEX-42		Tip: Obdelovalni center	
Inv.št.: 5		Nabavna cena: 270.000 €		Tovarniška št. 18369	
Proizvajalec: MATSUURA MACHINERY CORP. JAPAN		Leto izdelave: 2011		Stroški m. 2-5.000 €	
Dobavitelj: Machineseeker		Leto dobave: 2014		Mesto namestitve: rezkalni obrat	
Dolžina: 5389	Vrsta toka: 3-fazni				
Višina: 3090	Napetost: 415V				
Širina: 2477	Frekvenca: 50Hz				
Teža: 9500kg	Skupna moč: 65kW				
KARAKTERISTIKA STROJA		POSEBNA OPREMA			
Podatki o vrtljajih, stopnjevanju in pomikih (vzdolžnih, prečnih, vertikalnih)					
S 18000 max					
F 9000 max					
Planska vzdrževalna dela					
Dne, opravi: 18.12.2019		Stroški: 30 €		Izredni posego: Stroški	
Menjava zračnega filtra		Menjava poravnava mize		25-50.000 €	
Pripombe					
Kapaciteta					
				Izdelano dne: 15.01.2020	
				Tehnolog: Žan Stupan	

<b>STROJNI LIST</b>		Naziv: Hermle C400		Tip: Obdelovalni center	
Inv. št.: 6		Nabavna cena: 400.000 €		Tovarniška št. 26941	
Proizvajalec: Berthold Hermle AG		Leto izdelave: 2018		Stroški m. 2-5.000 €	
Dobavitelj: SIMING d. o. o.		Leto dobave: 2019		Mesto namestitve: rezkalni del	
Dolžina: 4350	Vrsta toka: 3-fazni				
Višina: 3050	Napetost: 400V				
Širina: 2310	Frekvenca: 50Hz				
Teža: 9500kg	Skupna moč: 30kW				
<b>KARAKTERISTIKA STROJA</b>					
<b>POSEBNA OPREMA</b>					
Podatki o vrtljajih, stopnjevanju in pomikih (vzdolžnih, prečnih, vertikalnih)					
S 18000 max					
F 9000 max					
Planska vzdrževalna dela	Dne, opravi	Stroški	Izredni posegi	Stroški	
Pregled olja za mazanje vodila	8.01.2020	/	Pozicioniranje odlaganja orodja	100-300 €	
Pripombe					
				Kapaciteta	
				Izdelano dne	
				15.01.2020	
				Tehnolog	
				Žan Štupan	