



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI MAŠINSKI FAKULTET BANJA LUKA



PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE IZRADA RUČICE KOČNICE MOTOCIKLA PRIMJENOM CAD/CAM SISTEMA

Završni rad

Ivica Medović

Mentor: prof. dr Gordana Globočki - Lakić



Uvod:

Velika konkurencija, slični ili identični proizvodi, male razlike u cijenama i sl. su razlozi koji podstiču proizvođače da se na neki drugi način izdvoje od konkurencije. Potrebno je da se implementacijom novih sistema poboljša i ubrza razvoj proizvoda odnosno skрати vremenski period od ideje do izrade gotovog komada. Pri tome se nikako ne smije ugroziti kvalitet i funkcionalnost proizvoda.

U tom smislu posljednjih decenija razvijaju se i praktikuju mnogi sistemi, pristupi, strategije, koncepti i filozofije usmjereni ka različitim proizvodnim efektima.

Značaj automatizacije pri projektovanju proizvoda

Automatizacija projektovanja proizvoda u mašinstvu omogućila je prevođenje svih aktivnosti iz tradicionalnih u tzv. „elektronske“ pristupe.

Elektronske pristupe odlikuje široka primjena računara i odgovarajućih programskih alata. Danas se ovakvi pristupi razvoja proizvoda i procesa gotovo podrazumjevaju. Štaviše, ostvarivanje savremenih koncepata industrijske prakse nezamislivo je bez automatizacije svih segmenata razvoja, od ideje do plasiranja proizvoda na tržištu, pa sve do kraja njegovoga vijeka.

Da bi se bolje razumjela suština automatizacije projektovanja i ovih programskih sistema za projektovanje tehnologije, u nastavku je napravljen kratak osvrt na CAD/CAM sisteme i njihovu integraciju.

Integracija CAD/CAM sistema

Između CAD i CAM sistema postoji veliki broj veza. CAD sistem obezbjeđuje informacije o proizvodu i konstrukciji, što predstavlja ulaz za CAM sistem. Sama veza između CAD i CAM sistema može se ostvariti na više načina. Prvi način je ostvarivanje veza CAD i CAM sistema korišćenjem dokumentacije, sljedeći način je povezivanje CAD/CAM sistema stalnom vezom preko odgovarajućih interfejsa i treći način integracijom CAD/CAM sistema kroz bazu podataka.



CAD sistemi

Sistemi za projektovanje pomoću računara Computer-Aided Design (CAD) se bave primjenom kompjuterskih sistema u izradi, modifikaciji, analizi i optimizaciji projekata.

Ovi sistemi se razvijaju još od 60-tih godina prošlog vijeka. Veliku ekspanziju doživjeli su pojavom personalnih računara. Od tada pa sve do danas CAD sistemi se neprestano razvijaju i doprinose automatizaciji postupaka projektovanja.

Koristi od upotrebe CAD sistema su višestruke: povećava se produktivnost projektovanja, poboljšava se kvalitet projektovanih djelova i tačnost, omogućene su lake izmjene na modelima, kao i njihova razmjena u elektronskom obliku itd.

Eventualni problemi vezani za upotrebu CAD sistema su: potreba dodatne obuke za zaposlene, cijena, heterogenost razvojnih platformi, pitanje kompatibilnosti verzija i platformi i dr.

Integracija CAD/CAM sistema

Između CAD i CAM sistema postoji veliki broj veza. CAD sistem obezbeđuje informacije o proizvodu i konstrukciji, što predstavlja ulaz za CAM sistem. Sama veza između CAD i CAM sistema može se ostvariti na više načina. Prvi način je ostvarivanje veza CAD i CAM sistema korišćenjem dokumentacije, sljedeći način je povezivanje CAD/CAM sistema stalnom vezom preko odgovarajućih interfejsa i treći način integracijom CAD/CAM sistema kroz bazu podataka.



CAM sistemi

CAM sistemi predstavljaju programske alate koji podržavaju intenzivnu upotrebu računara za planiranje i projektovanje proizvodnih i tehnoloških procesa i operacija i upravljanje proizvodnjom, odnosno proizvodnim procesima.

CAM sistemi u automatizaciji projektovanja i izrade proizvoda čine važan faktor, jer uspostavljaju vezu između CAD modela i numerički upravljanih mašina (NUMA).

Osnovne funkcije CAM sistema vezane su za planiranje proizvodno-tehnoloških procesa.

Među njima su:

- generisanje priprema,
- generisanje i optimizacija putanje alata,
- kreiranje i korišćenje baza podataka i kataloga režima i alata,
- proračun vremena izrade,
- generisanje NC programa,
- simulacija i vizuelizacija procesa izrade,
- generisanje proizvodne dokumentacije,
- brza izrada prototipova „Rapid Prototyping“,
- ugrađivanje i korišćenje znanja „Knowledgeware“,
- upravljanje proizvodnim procesima.

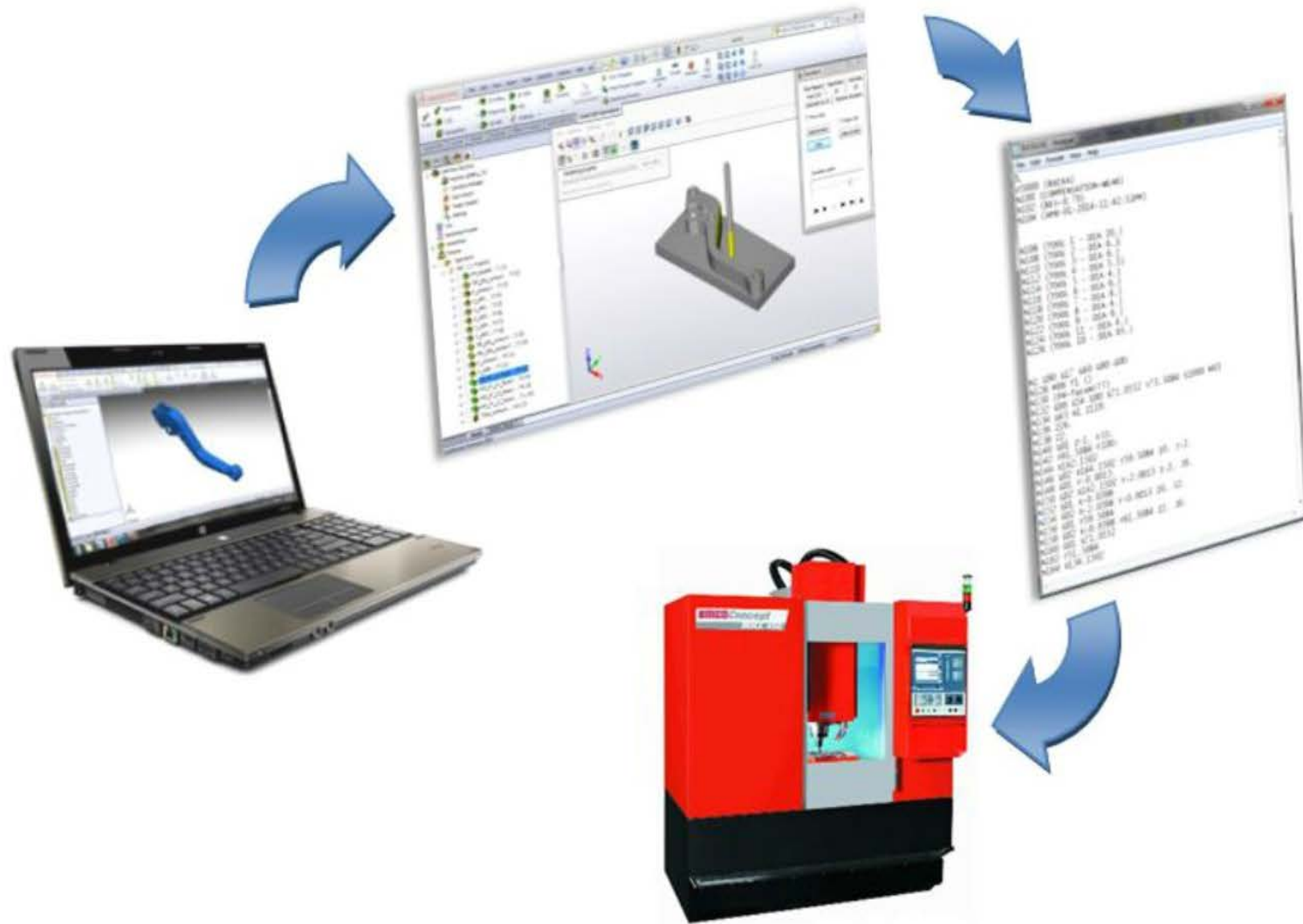


Zadatak završnog rada

Zadatak završnog rada je projektovanje tehnologije izrade ručice kočnice motocikla prema definisanom radioničkom crtežu. Prilikom izrade bilo je neophodno:

1. Izvršiti analizu geometrijskog oblika dijela,
2. Analizirati materijal dijela,
3. Definisati operacije obrade,
4. Izvršiti izbor mašine,
5. Definisati plan alata i plan stezanja,
6. Projektovati tehnologiju u SolidCam-u,
7. Izvršiti generisanje G koda,
8. Izraditi dio na obradnom centru.

Proces transformacije modela iz elektronske forme ka fizičkoj formi gotovog proizvoda



Projektovanje tehnologije izrade dijela

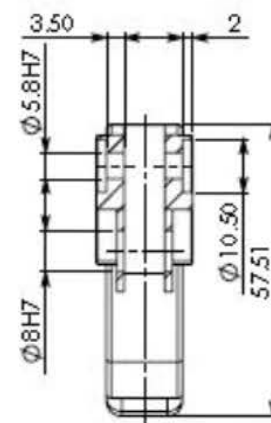
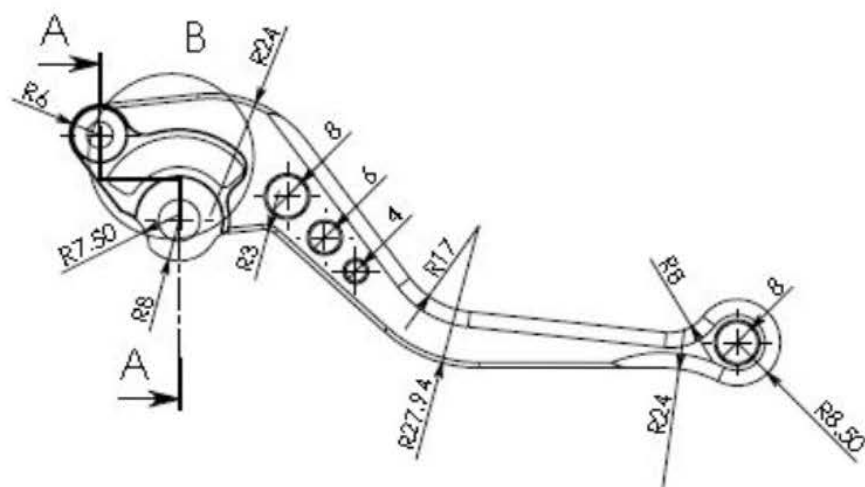
Analiza crteža izratka

Osnovna namjena crteža je opisati geometriju tj. oblik proizvoda. Zato je prvo potrebno analizirati oblik predmeta sa svim njegovim detaljima.

Slijedi detaljno analiziranje podataka na crtežu, zaglavlju, sastavnici te ostalim tabelama i napomenama.

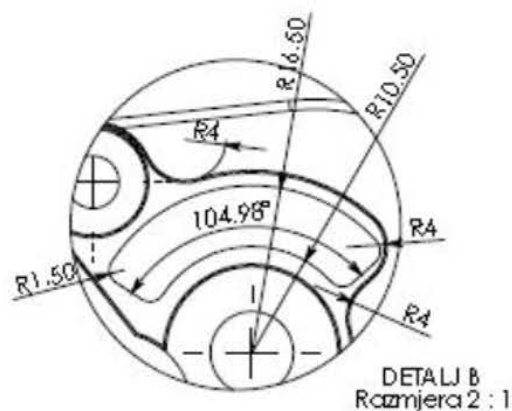
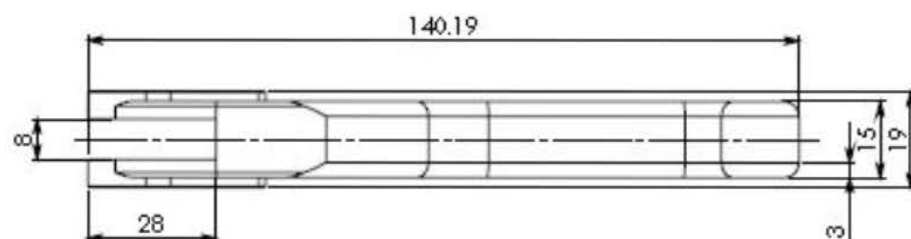
Pri tome pažnju treba usmjeriti na:

- mjerne jedinice,
- način kotiranja,
- tolerancije,
- materijal priprema, dimenzije i stanje isporuke,
- hrapavost površina,
- navoje,
- termičku obradu i
- uklanjanje oštih ivica.



PRESJEK A-A
Razmjera 1 : 1

5.8 H7	+0.012
	-0
8 H7	+0.015
	-0



DETALJ B
Razmjera 2 : 1



Izokrenanje sklopa prema merni:		Površinska završna obrada: H7	Površinska zaštita:	
Materijal: ENA W-ALMg4,5Mn0,7		Izometrija ostataka:		
		Masa: 72.44 g	Razmjera: 1 : 1	
		Datum: 27.06.2014		Naziv: RUČICA KOČNICE MOTOCIKLA
		Dizajn: Mica Medović		
		Šifra: 8403/10		
		Dobitnik:		
		MAŠINSKI FAKULTET BANJA LUKA		Oznaka: Z.R. CRTEŽ 01
D. i. Ime i Prezime		D. i. Ime i Prezime		
				I. i. Ime i Prezime

Tolerancije izrade

Pri izradi ručice postavljeni su sljedeći zahtjevi s obzirom na tačnost dimenzija i kvalitetu izrade.

ISO TOL	
5.8 H7	+0,012
	-0
8 H7	+0,015
	-0



Izbor materijala

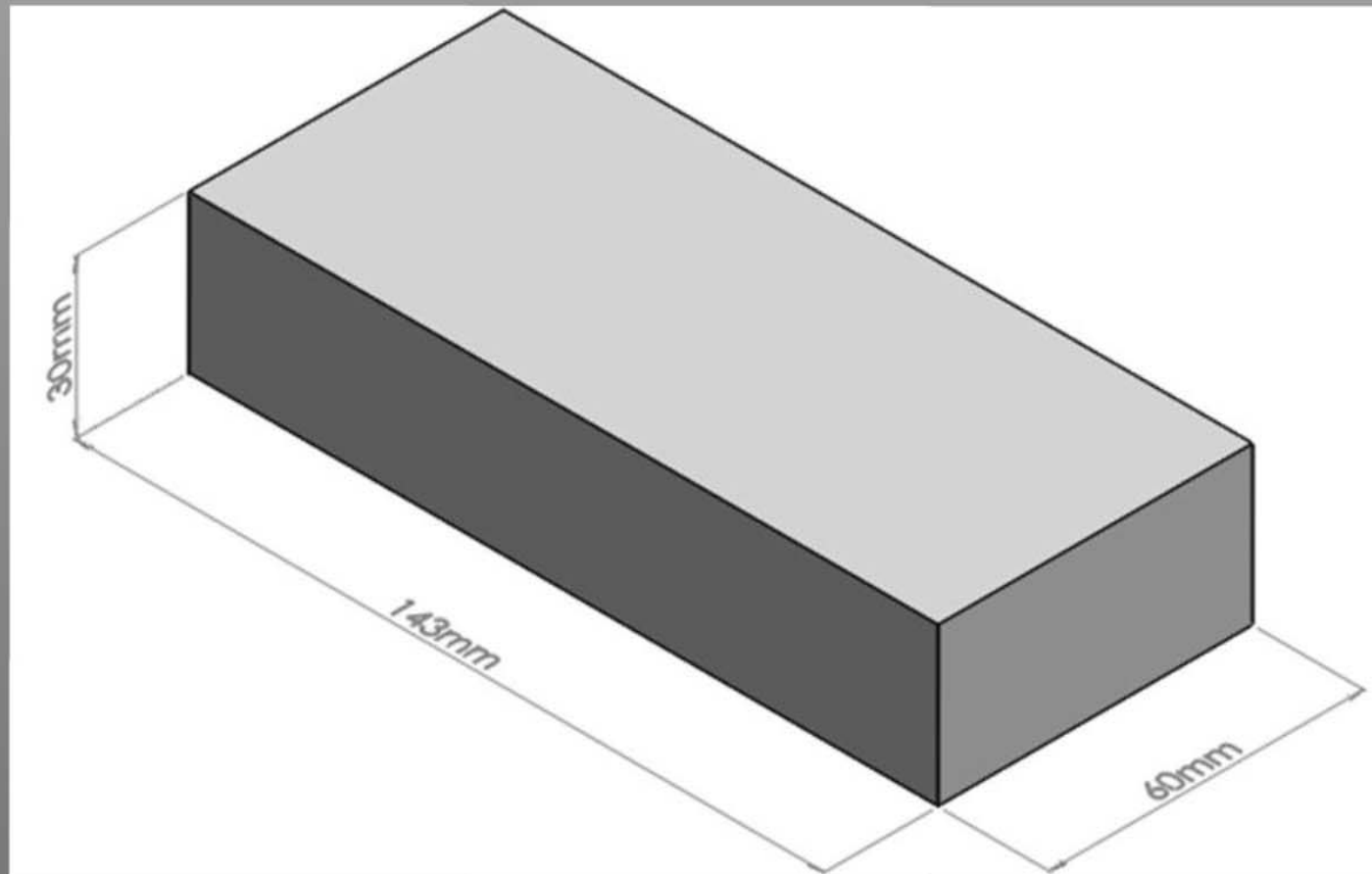
Materijal za izradu ručice je aluminijumska legura ENA W-AlMg4,5Mn0,7 i definisan je crtežom dijela, odnosno zadatkom.

Mehaničke karakteristike i hemijski sastav materijala

Oznaka materijala		Dimenzije	A %	R _m	R _{p0,2}	E
Oznaka	Broj					
ENA W-AlMg4,5Mn0,7	ENA W-5083	mm	min.	min.	min.	kN/mm ²
		profil 143x60x30	11	275	125	70

Pripremak

Polazni materijal-pripremak ima dimenzije (143x60x30)mm. Dimenzije pripremkama su određene tako što su na dimenzije gotovog dijela dodati dodaci za grubu i finu obradu.



Definisanje postupka obrade

Parametri u obradi glodanjem

Režim obrade u obradi glodanjem je određen brzinom rezanja:

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000} \approx \frac{D \cdot n}{320}, m/min$$

odnosno brojem obrtaja alata:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{D \cdot \pi} \approx \frac{320 \cdot V}{D}, o/min$$

i brzinom pomćnog kretanja:

$$V_p = n \cdot S = n \cdot S_1 \cdot z, mm/min$$

Izbor brzine rezanja kao i ostalih režima obrade vrši se na bazi:

- preporuka ili
- proračunom.



Definisanje operacija obrade

Osnovne ulazne informacije ovu fazu projektovanja tehnologije izrade dijela predstavlja crtež izratka (radni predmet poslije obrade), crtež pripremka i osnovni tehnološki zadatak (kojim su navedeni: količina radnih predmeta, posebni zahtjevi i sl.).

Tehnološki list je dokument koji definiše:

- redosljed svih operacija i zahvata u skladu sa zahtjevima na crtežu (geometrijske, tolerancije, linearne tolerancije, hrapavost, termička obrada),
- potrebne stezne, rezne i mjerne alate za pojedine operacije obrade,
- režime obrade (dubina, posmak, brzina rezanja) za pojedine operacije,
- pripremno-završno, pomoćno i glavno vrijeme obrade.

Kod glodanja redosljed operacija, tj. zahvata može biti sljedeći:

Pripremne operacije:

- pripremiti mašinu,
- umjeriti i postaviti alate,
- umjeriti i stegnuti pripremak, i
- postaviti nultu tačku obratka.

Operacije obrade:

Obrada prve strane obratka


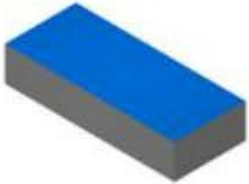
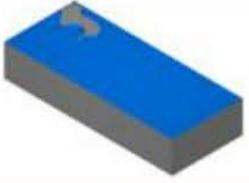



- obrada čela,
- obrada konture dijela,
- obrada džepova,
- zabušivanje,
- bušenje otvora,
- obrada žljebova,
- obrada radijusa i skošenja

Završne operacije:

- otpustiti obradak,
- očistiti obradak, i
- provjera ostvarenih dimenzija i kvaliteta površine



Operacijski list

Naziv operacije i zahvata	Alat	Prikaz operacije/zahvata u izometriji
Prva strana		
1. Stezanje pripremljena u pneumatsku stegu i umjeravanje nulte tačke pripremljena		
2. Grubo i fino čeono glodanje	Vretenasto glodalo T1-D25	
3. Glodanje konture	Vretenasto glodalo T2-D6	
Druga strana		
16. Drugo stezanje sa priborom za stezanje i umjeravanje nulte tačke		
17. Čeono glodanje druge strane obratka	Vretenasto glodalo T1-D25	
18. Glodanje konture	Vretenasto glodalo T2-D6	



Izbor mašine, alata i pribora

Sljedeća faza u projektovanju tehnologije izrade je izbor mašine, potrebnih alata za izvođenje definisanih operacija i zahvata, kao i izbor odgovarajućih steznih pribora.

Izbor mašine

Za izradu dijela je odabrana je mašina EMCO Concept MILL 450, koja se nalazi u Laboratoriji za tehnologiju obrade rezanjem i obradne sisteme. To je obradni centar za CNC glodanje i obuku sa: magacinom za 20 alata , dvostrukom hvataljkom za izmjenu alata, 11 kW i 12000 obrtaja glavnog vretena, EMCO WinNC kontrolama i konceptom izmenjivih upravljačkih jedinica.

MAGACIN ALATA

- Magacin za 20 alata
- "twin arm" ruka za izmjenu alata

RADNI PROSTOR

- Najbolja ergonomija
- Jednostavan pristup kroz zaštitna vrata

GLAVNO VRETENO

- Velika pogonska snaga
- Veliki spektar brzina
- Stalno podmazivanje

UPRAVLJAČKA JEDINICA

- Najmodernija AC upravljačka tehnologija
- LCD displej
- Integrisan industrijski PC i PLC

POSTOLJE MAŠINE

- Jednostavno za transport
- Konstrukcija od livenog željeza

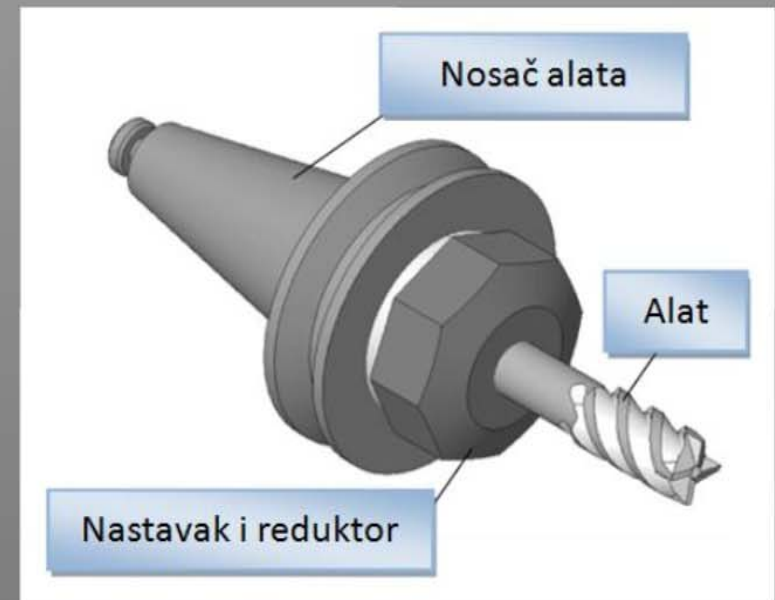


Izbor alata

Uticaj alata na ukupno vrijeme izrade, a s tim i na troškove proizvodnje, veoma je značajan. Zbog toga, pored ispravno riješenog tehnološkog procesa izrade treba posebnu pažnju posvetiti pravilnom odabiru alata za obradu.

Pri odabiru alata treba voditi računa o:

- cijeni alata,
- vrsti i tvrdoći materijala koji se obrađuje,
- stanju materijala,
- površinskoj hrapavosti materijala,
- dimenziji alata s obzirom na dimenzije i
- tolerancije koje treba ostvariti obradom,
- vrsti i obliku alata s obzirom na geometrijski
- oblik površine koja se obrađuje i
- potrebe korišćenja SHP-a.



Vretenasto glodalo

T1 - D25



D=25
AD=25
OHL=60
SL=50
CL=45
TL=121

Broj reznih ivica 5

Vretenasto glodalo

T2 - D6

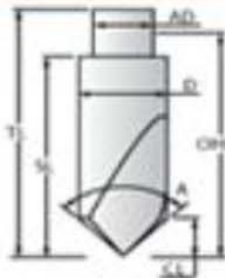


D=6
AD=6
OHL=20
SL=10
CL=8
TL=52

Broj reznih ivica 2

Zabušivač

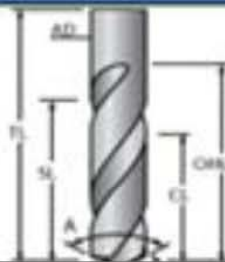
T3 - D10



D=10
AD=10 A=90
OHL=1.5748
SL=1.1811
CL=0.1968
TL=3.937

Spiralna burgija

T4 - D5.8



D=5.8
AD=5.8 A=118
OHL=60
SL=30
CL=24

Izrada plana stezanja

Pri obradi glodanjem na obradak djeluju sile rezanja čija veličina i smjer zavisi od vrste operacije, režima obrade i materijala obratka. U nekim slučajevima te sile mogu imati značajan uticaj pa je obradak potrebno sigurno učvrstiti na radni sto.

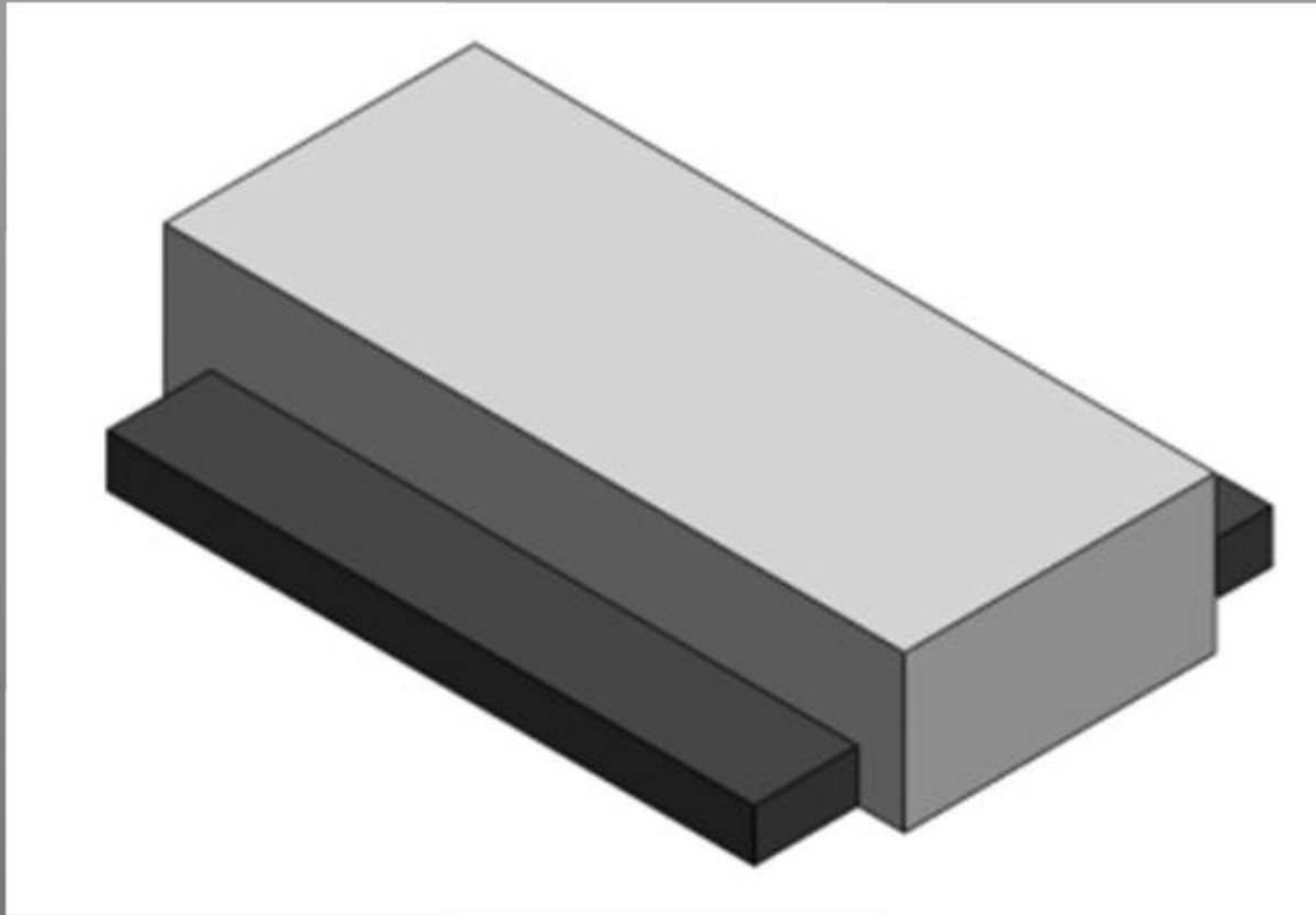
Stezanje može biti izvedeno kao:
mehaničko,

- hidrauličko,
- pneumatsko, i
- elektromagnetsko.

Izrada ovoga dijela se vrši u dva stezanje na troosnoj mašini EMCO ConceptMILL 450.

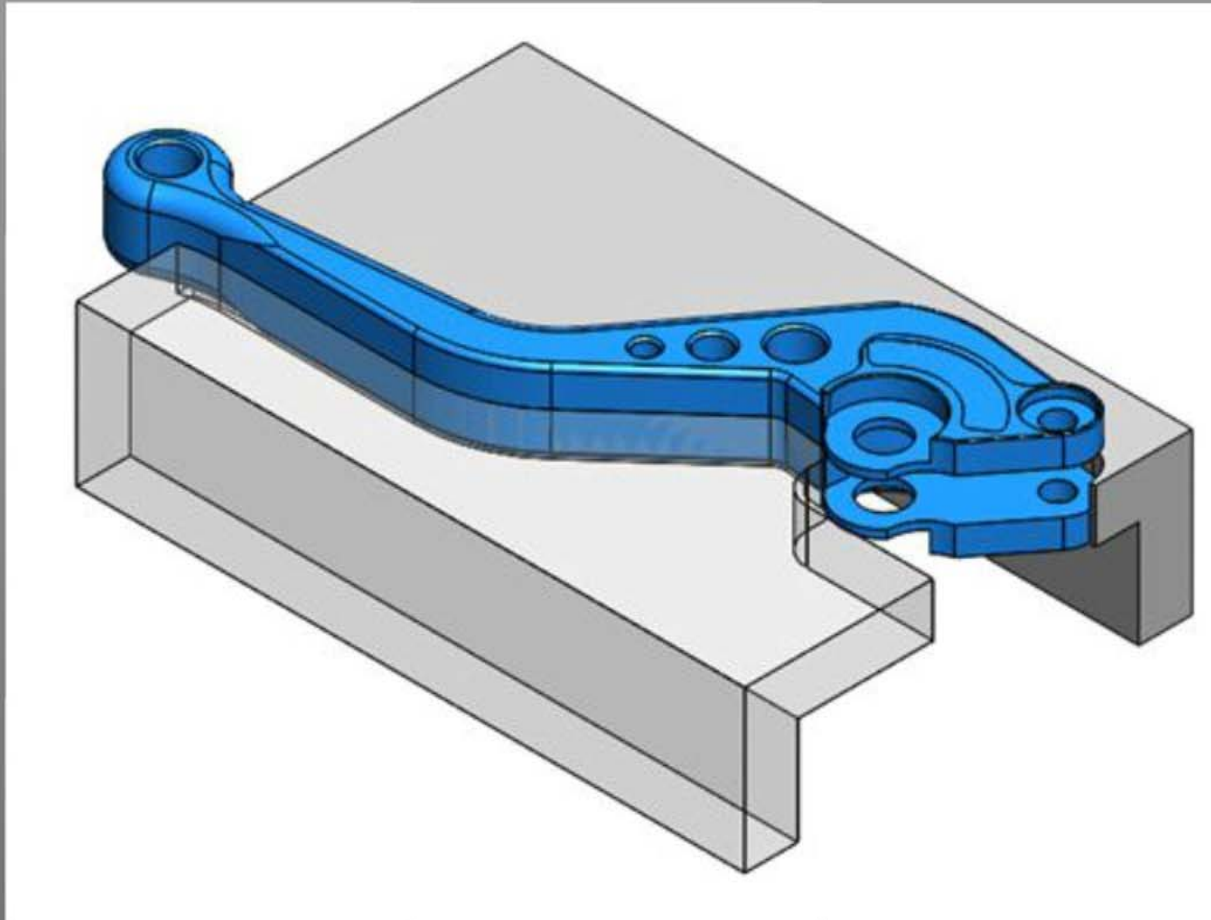
Prvo stezanje

Pripremak je prizmatičnog oblika i zbog toga se prvo stezanje se vrši pomoću pneumatske stege „Kesel Bull“.



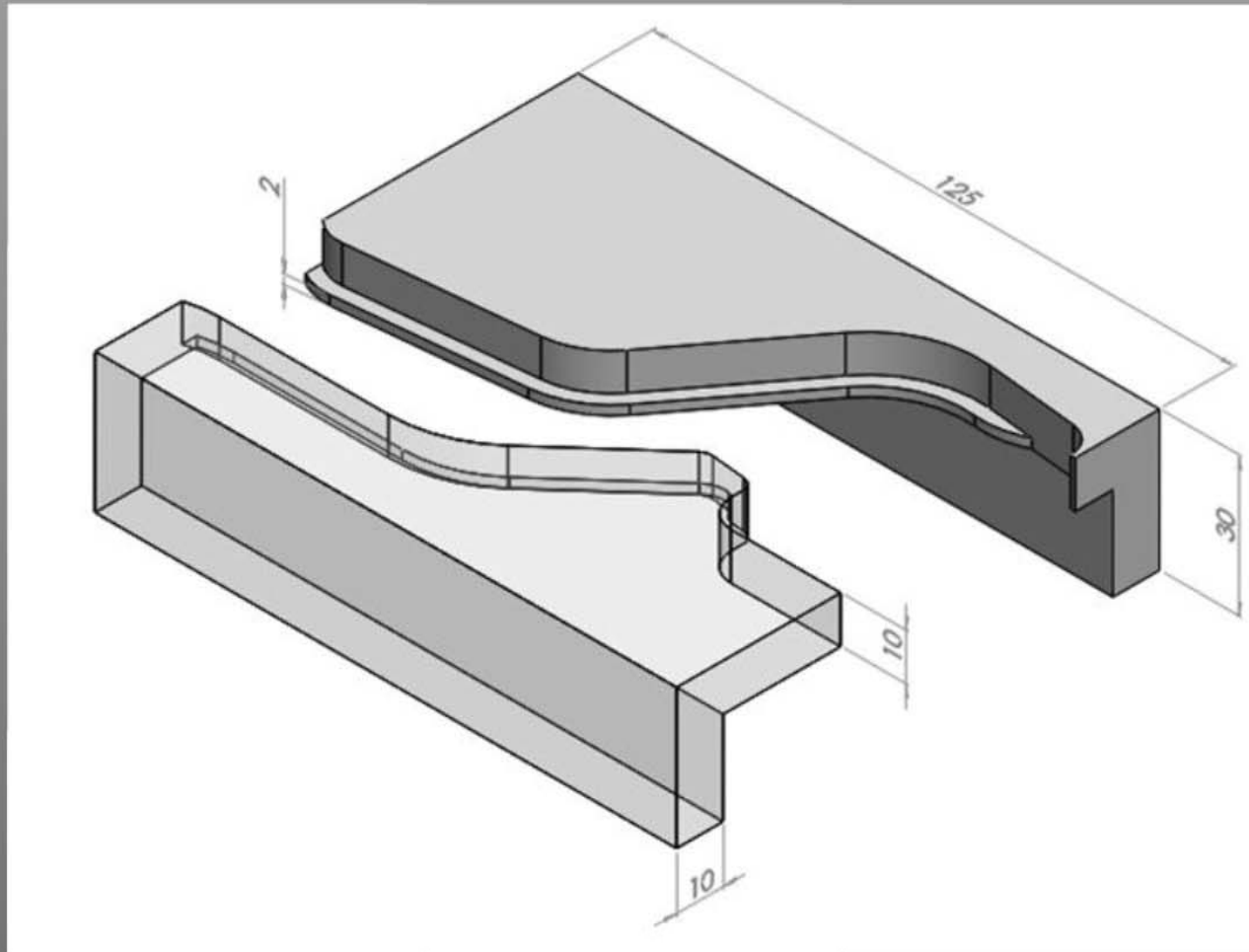
Drugo stezanje

Zbog složene konture obratka i nemogućnosti da se stegne na radni sto mašine nekim od standardnih pribora za stezanje, izrađen je specijalni pribor za stezanje. Obradak se postavlja u pribor za stezanje koji se takođe postavlja u pneumatsku stegu, koja je učvršćena na postolju mašine.



Izrada pribora za stezanje

Izrada pribora je izvršena uz pomoć CAD/CAM softvera SolidWorks 2013 i SolidCAM 2013. U softveru je takođe urađen i sklop pribora sa dijelom koji se izrađuje tako da su sve moguće greške na priboru otklonjene prije same izrade pribora na mašini.



Primjena CAM modeliranja u postupku automatizacije

SolidCAM 2013

Za izradu CAM tehnologije odabran je programski paket SolidCAM 2013 jer je jedan od vodećih programa u oblasti kompjuterski podržane proizvodnje–CAM-a. SolidCAM je jednostavan i moćan CAM sistem, koji je potpuno integrisan u SolidWorks.

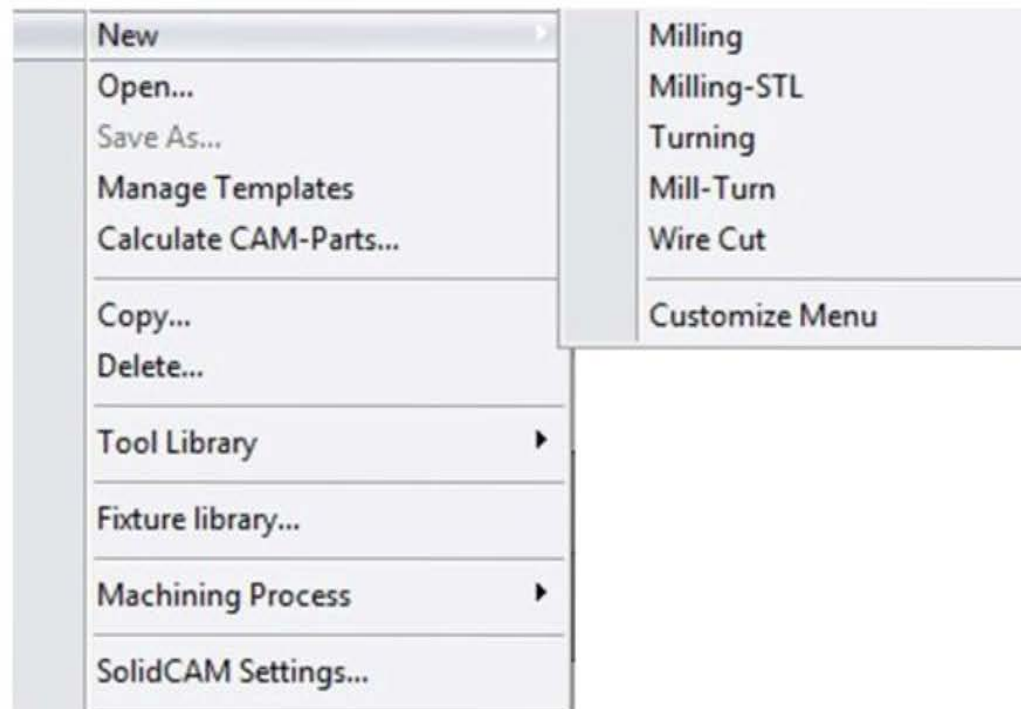
Najprodavaniji SolidCAM modul je 2.5D milling. Sadrži najnoviju tehnologiju obrada za vrlo jednostavnu primjenu i izradu 2.5D putanja alata. Dizajniran je za napredne korisnike, a jednostavan za početnike.



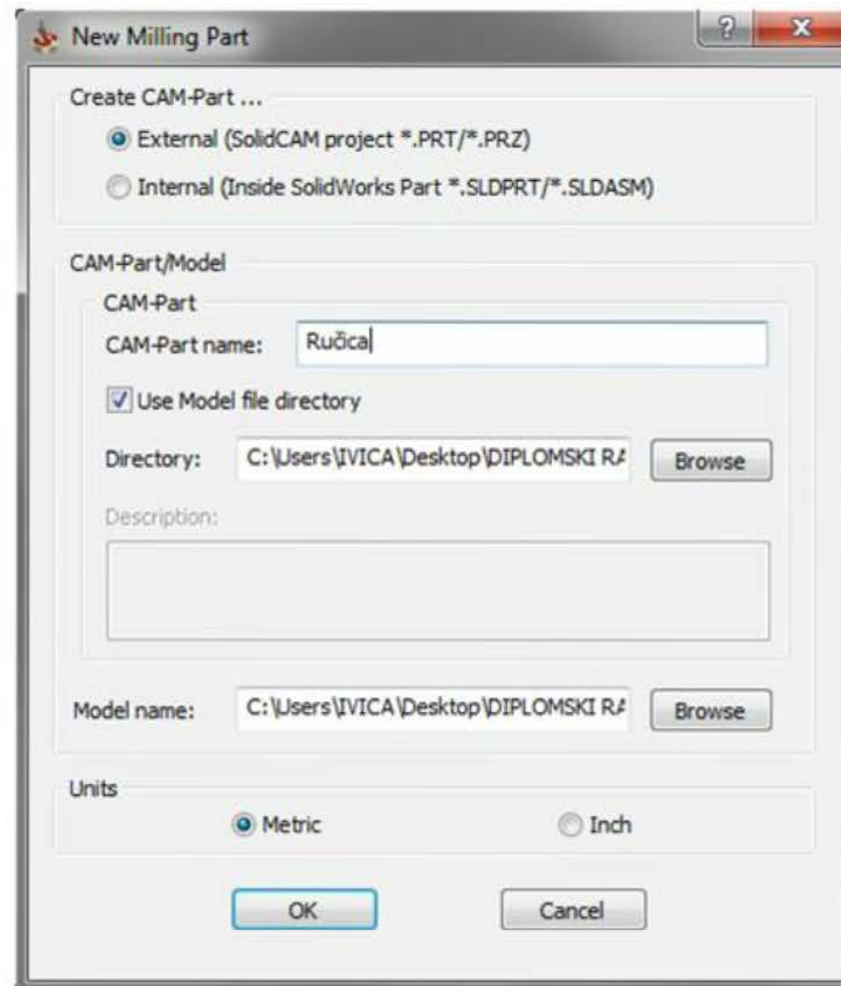
Projektovanje tehnologije u CAM-u

SolidCAM podržava sve formate SolidWorks-a tako da je nivo komunikacije između CAD i CAM sistema na veoma visokom nivou.

Pokretanje novog dokumenta u SolidCAM-u

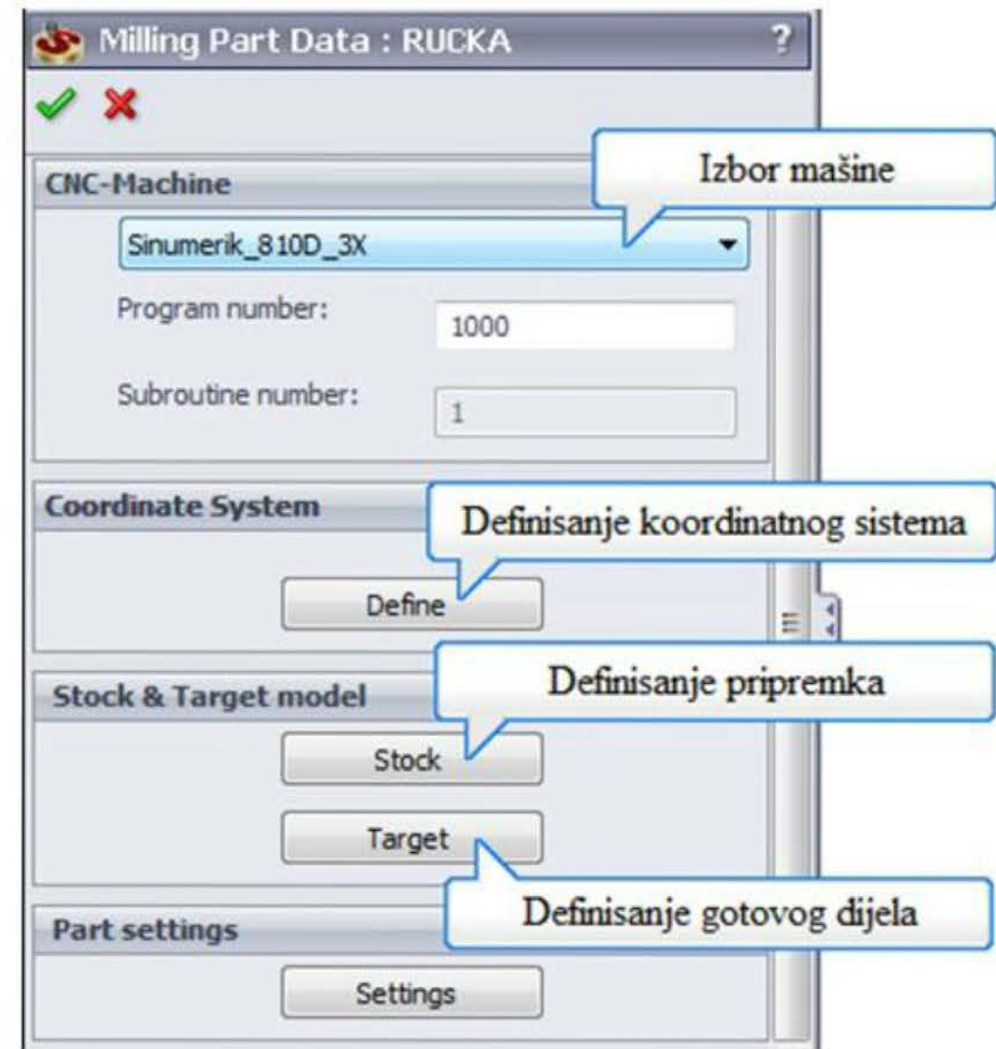


Nakon što je odabrana operacija, pojavljuje se novi okvir u koji treba unjeti: naziv modela, mjesto gdje se nalazi na računaru CAD model, mjesto čuvanja CAM modela i mjerni sistem koji se koristi (u konkretnom slučaju metrički mjerni sistem).



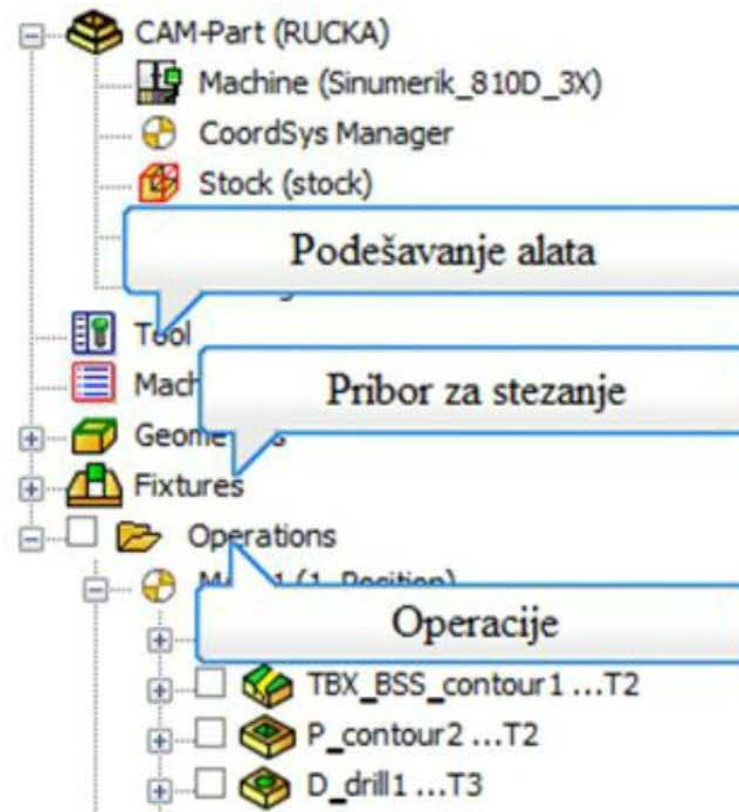
Nakon što je odabran CAD model za koji se projektuje tehnologija izrade, u okviru SolidCAM-a pojavljuje se novi dijalog okvir u kojem treba izvršiti sljedeće:

- Izbor mašine za obradu
- Definisane koordinatnog sistema
- Definisane priprema
- Definisane gotovog dijela
- Definisane materijala obrade
- Definisane tolerancija i dr.

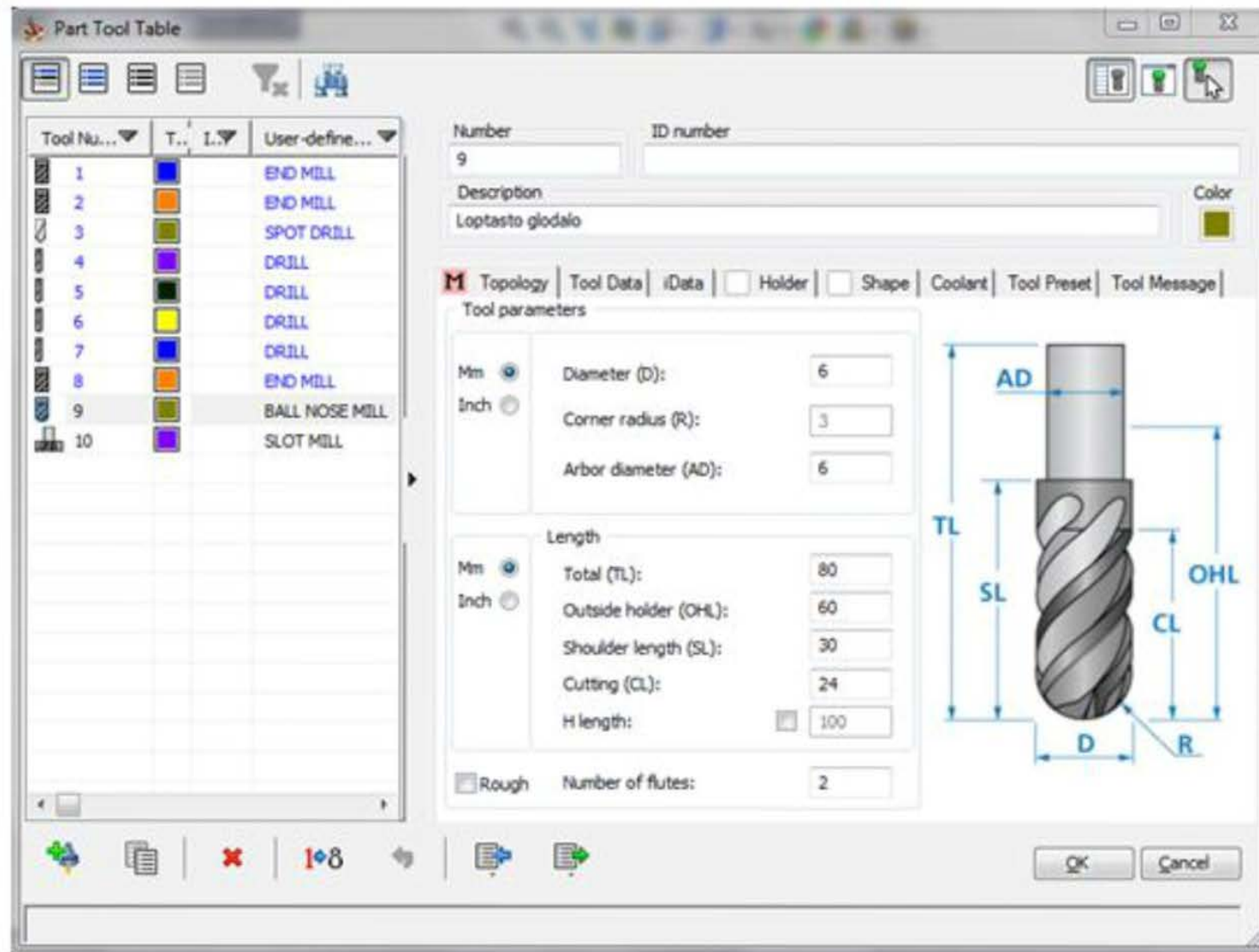


Projektovanje tehnologije

Nakon generisanja geometrije potrebne za CAM modeliranje i nakon izbora postprocesora, definisanja koordinatnog sistema, definisanja priprema i gotovog dijela potrebno je u tehnološkom stablu definisati preostale parametre.



Ova podešavanja se odnose na: alat, način stezanja i operacije.

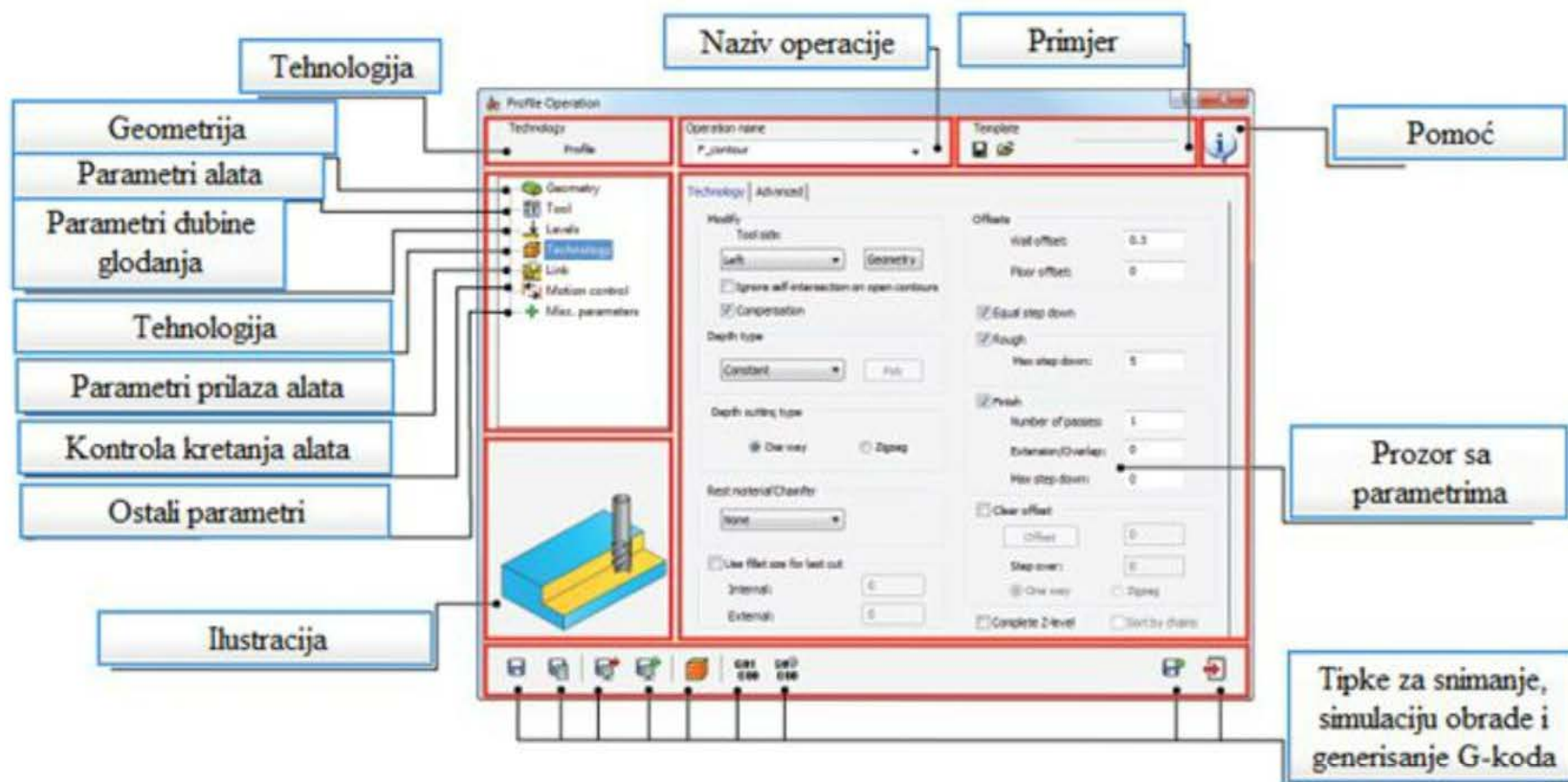


Operacije se biraju tako što se sa Modulske palete „SolidCAM Operations“ bira potrebna operacija glodanja.




Izborom željene operacije javlja se novi prozor u kojem treba definisati sljedeće tehnološke parametre:

- ciljanu geometriju na obratku,
- alat,
- tehnološke parametre,
- ograničenja vezana za alat.





Izrada Tehnološkog lista

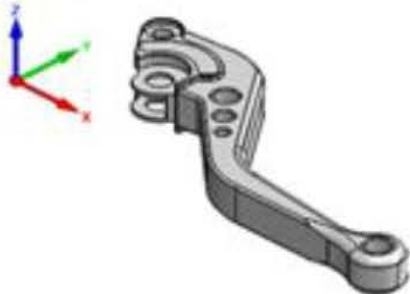
Tehnološki list




Ručica kočnice motocikla



Sistem jedinica	mm
Mašina	EMCO ConceptMILL 450
Tip mašine	Glodalica
Upravljačka jedinica	Sinumerik 810D
Br. programiranih osa	3 ose
Stežanje alata	Pomoću stezne čaure
Materijal pripremla	ENA W-AlMg4, 5MnQ, 7
Broj operacija/zahvata	25
Broj izmjena alata	19
Ukupno vrijeme izrade	1h: 36m: 35s
Mašina	
	
Izradio	Ivica Medović 8403/10
Dimenzije pripremla	X: 143 Y: 60 Z: 30





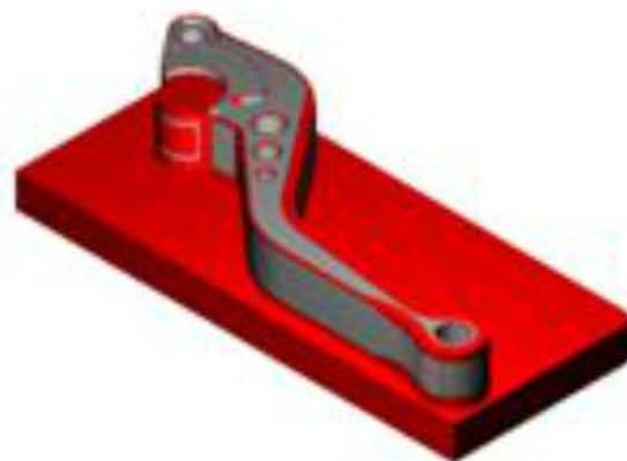


Operacija br. 10
Simple Boss

Prije obrade



Poslije obrade



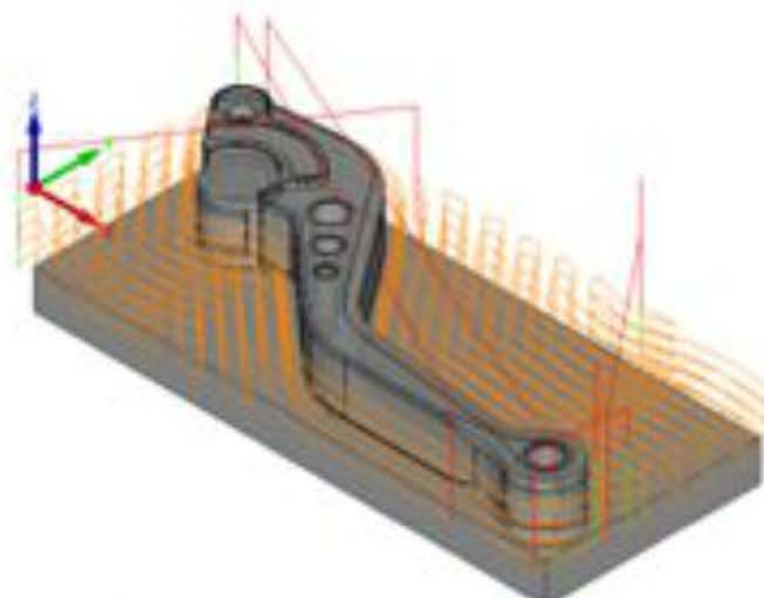
Režimi obrade:

Brzina pomoćnog kretanja:
 $F=382 \text{ mm/min}$

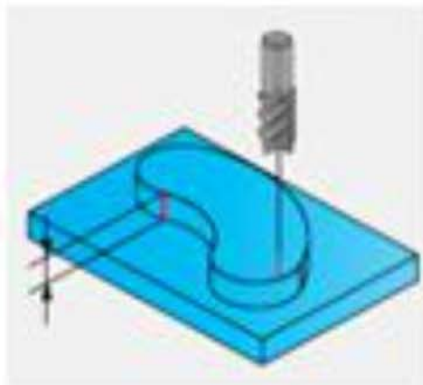
Korak po zubu:
 $Fz=0,040 \text{ mm/zubu}$

Broj obrtaja glavnog vretena:
 $S=4774 \text{ min}^{-1}$

Brzina rezanja:
 $V=90,987 \text{ m/min}$



Tehnologija



Positioning levels

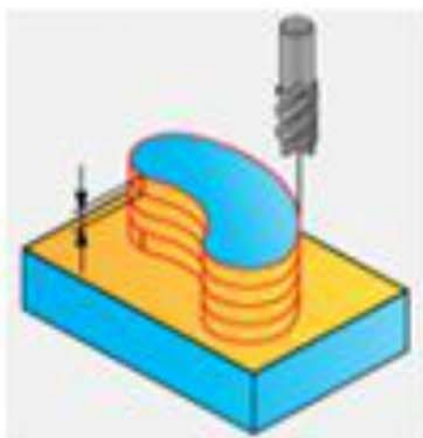
Start level	24	Delta:	0
Clearance level	10	Delta:	0
Safety distance:	3		

Milling levels

Debljina glodanja

Upper level	-3	Delta:	0
Depth	16	Delta:	0

Vrijednost spuštanja alata pri svakom prolazu



Rough

Step down
 Equal step down
Step down: 4

Step over
Step over: 4

Direction
 One way Zigzag

Offsets

Wall offset: 1
Floor offset: 0

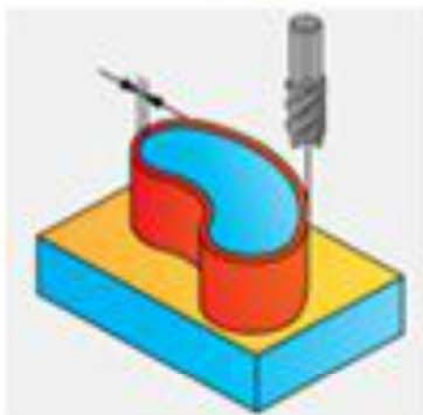
Extension

% of tool diameter
 Value: 10

Finish

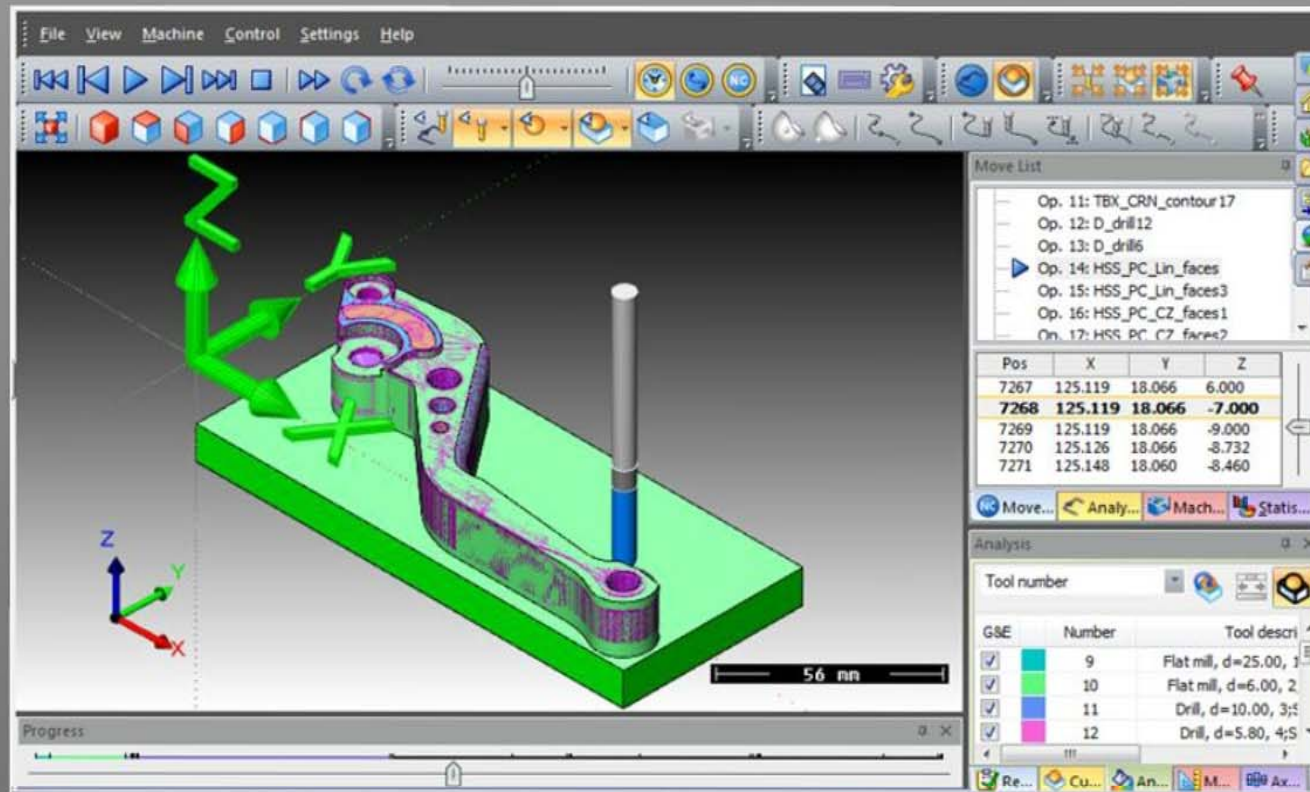
Wall finish
Step down: 4

Dodatak za finu obradu



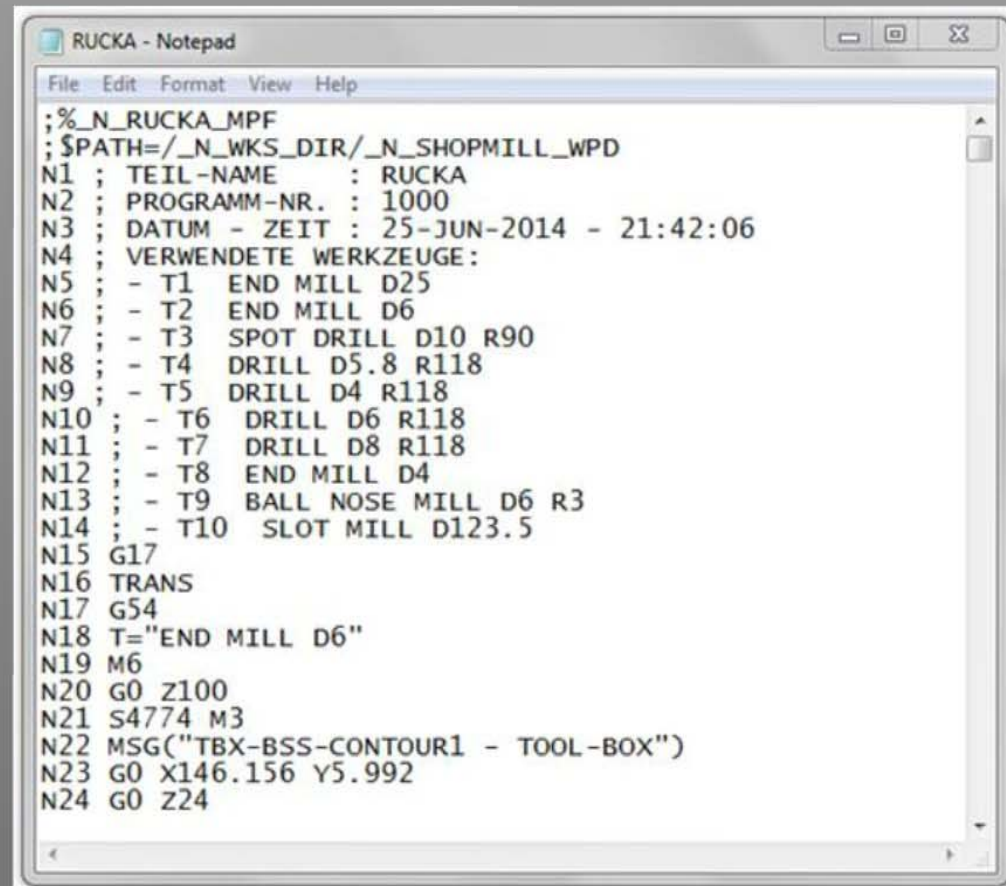
Simulacija u SolidCAM-u

Nakon što su definisane sve potrebne operacije za projektovani dio, sljedi simulacija procesa obrade da bi se provjero redoslijed izvođenja operacija, putanje alata te detektovala eventualna kolizija alata, obratka i pribora. Simulacija se može vršiti za čitav proces obrade ili pojedinačno za određenu operaciju. Nakon što se simulacija pokrene javlja se novi prozor u kojem se bira jedna od ponuđenih simulacija.



Generisanje G koda

Uspostavljanje veze između SolidCAM programa i upravljačke jedinice mašine ostvaruje se slanjem fajla sa G kodom na upravljačku jedinicu mašine. Generisanje koda se može izvesti za sve operacije obrade ili pojedinačno za određene operacije obrade.



```
;%_N_RUCKA_MPF
;$PATH=/_N_WKS_DIR/_N_SHOPMILL_WPD
N1 ; TEIL-NAME      : RUCKA
N2 ; PROGRAMM-NR.  : 1000
N3 ; DATUM - ZEIT  : 25-JUN-2014 - 21:42:06
N4 ; VERWENDETE WERKZEUGE:
N5 ; - T1  END MILL D25
N6 ; - T2  END MILL D6
N7 ; - T3  SPOT DRILL D10 R90
N8 ; - T4  DRILL D5.8 R118
N9 ; - T5  DRILL D4 R118
N10 ; - T6  DRILL D6 R118
N11 ; - T7  DRILL D8 R118
N12 ; - T8  END MILL D4
N13 ; - T9  BALL NOSE MILL D6 R3
N14 ; - T10 SLOT MILL D123.5
N15 G17
N16 TRANS
N17 G54
N18 T="END MILL D6"
N19 M6
N20 G0 Z100
N21 S4774 M3
N22 MSG("TBX-BSS-CONTOUR1 - TOOL-BOX")
N23 G0 X146.156 Y5.992
N24 G0 Z24
```

Izrada dijela na mašini

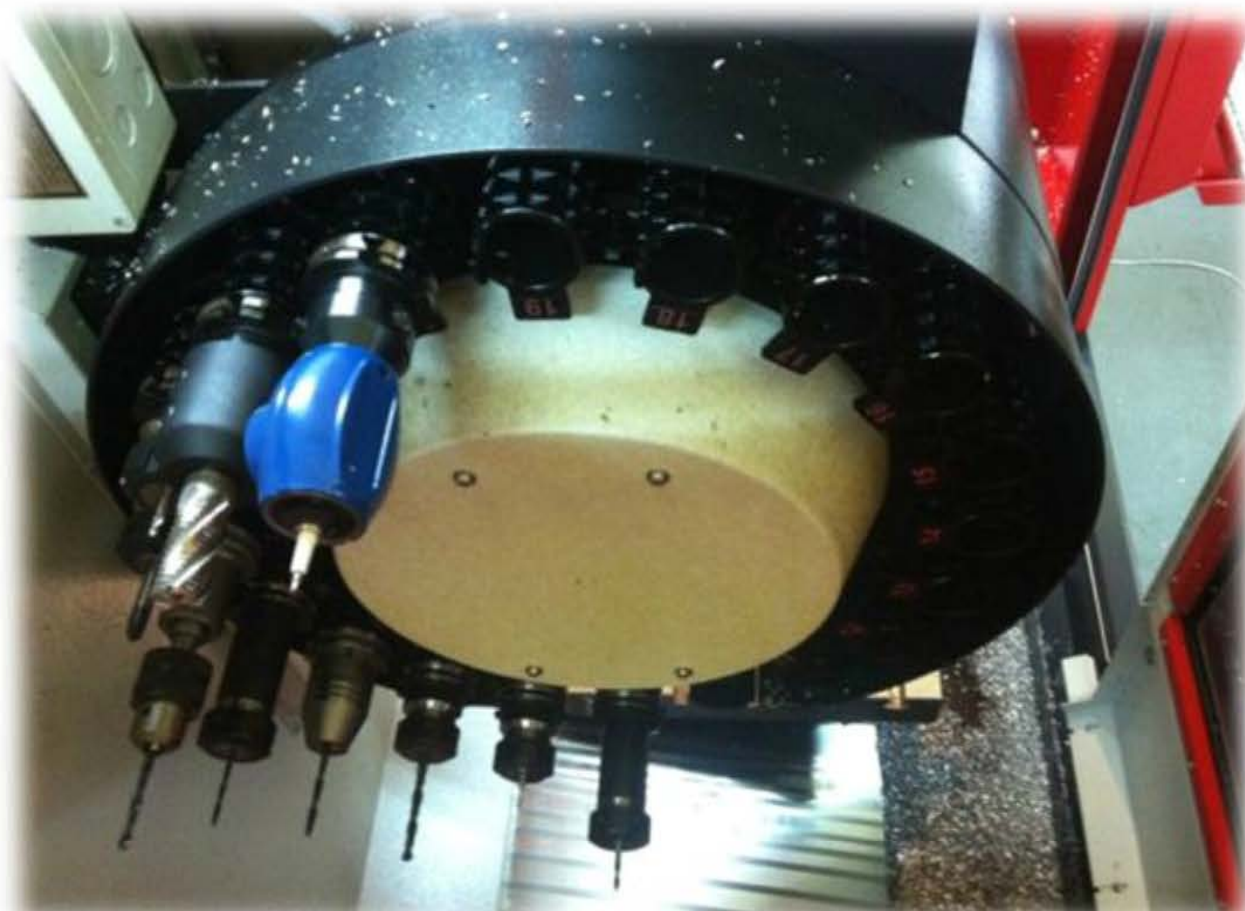
Prije same izrade ručice motocikla na na mašini slijedi nekoliko radnji pokretanja i namještanja mašine:

- potrebno je uključiti glavni pogon mašine kako bi mogli funkcionisati glavni i pomoćni sistemi mašine,
- nakon toga potrebno je pobuditi mjerni sistem mašine,
- poništiti greške na upravljačkoj jedinici mašine, u slučaju da se pojave.



Postavljanje i umjeravanje alata

Postavljanje alata i njihovo umjeravanje, je dugotrajnije jer u laboratoriji ne postoji uređaja za automatsko umjeravanje alata. Potrebno je sve alate pripremiti i postaviti u nosače alata. Zatim se svaki alat postavlja u magacin alata mašine na mjesto koje je planom alata predviđeno za njega.



Unošenje parametara alata se vrši u programskom okviru na upravljačkoj jedinici mašine, gdje je potrebno za svaki alat unijeti njegove dimenzije, tip alata i mjesto u magacinu na kojem se alat nalazi.

WinNC SINUMERIK 840D MILL (c) Emco

Parameter channel 1 | JOG | IMPF.DIR 0001.MPF

Channel reset

Program aborted

7018 Door open

TO area 1

T number	4	D number	1	No. of c.edges	1
Tool type	200	Twist drill			

Tool length comp.	Geometry	Wear	Base	
Length 1 :	213.125	0.000	0.000	mm
Length 2 :	0.000	0.000	0.000	mm
Length 3 :	0.000	0.000	0.000	mm

Radius compensation			
Radius :	2.900	0.000	mm

Tool offset | F1 R variables | F2 Setting data | F3 Work offset | F4 | F5 | F6 | F7 Determine compensa.

Right sidebar buttons: T no. +, T no. -, D no. +, D no. -, Delete, Go to, Overview, New

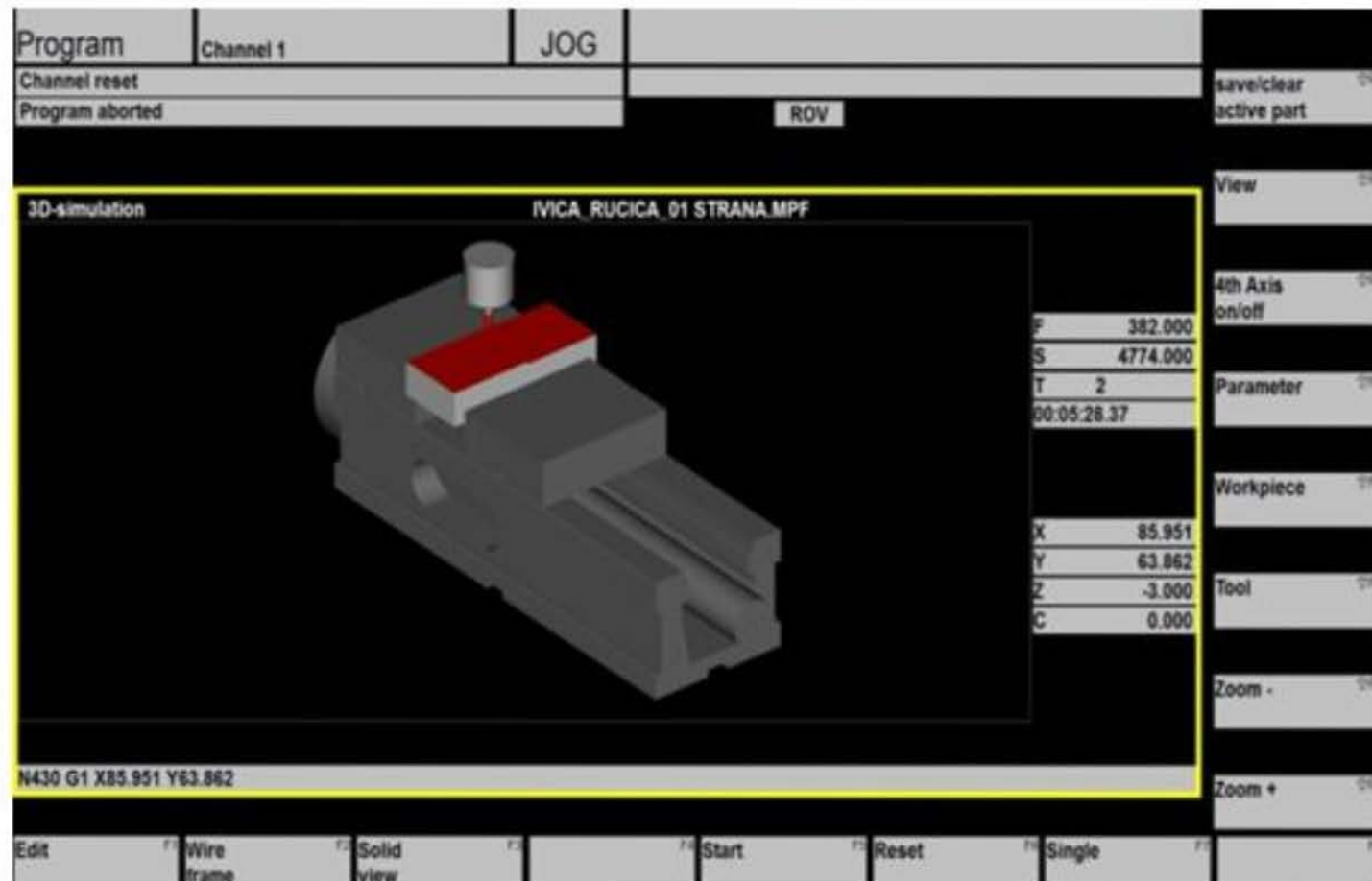
Stezanje i umjeravanje pripremk

Pripremak dimenzija (143x60x30)mm se steže u stegu na radnom stolu mašine. Nakon stezanja pripremk sljedi umjeravanje nulte tačke pripremk.



Simulacija procesa obrade na mašini

Prije same obrade treba izvršiti simulaciju obrade na upravljačkoj jedinici obradnog centra.

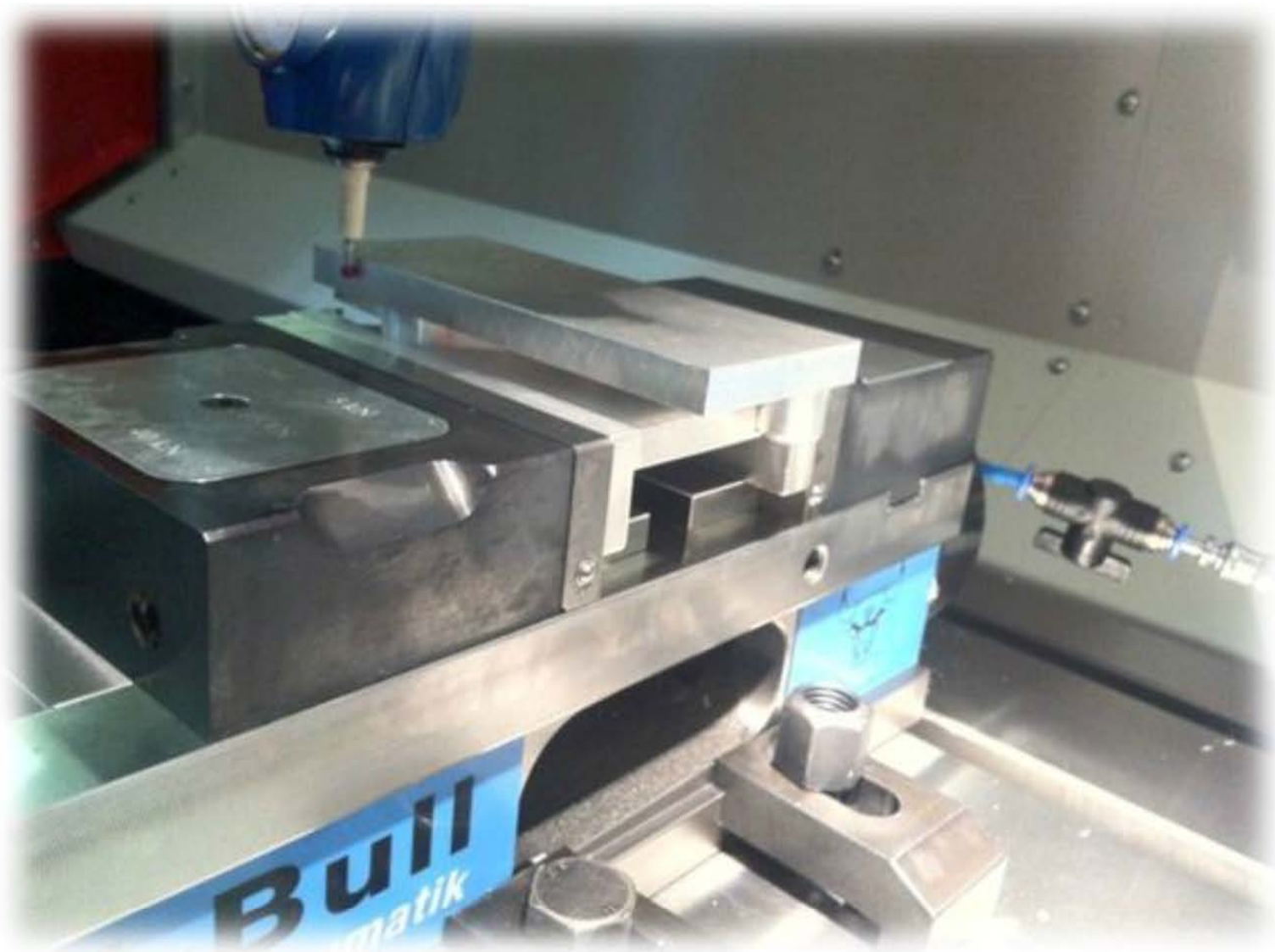


Pokretanje mašine

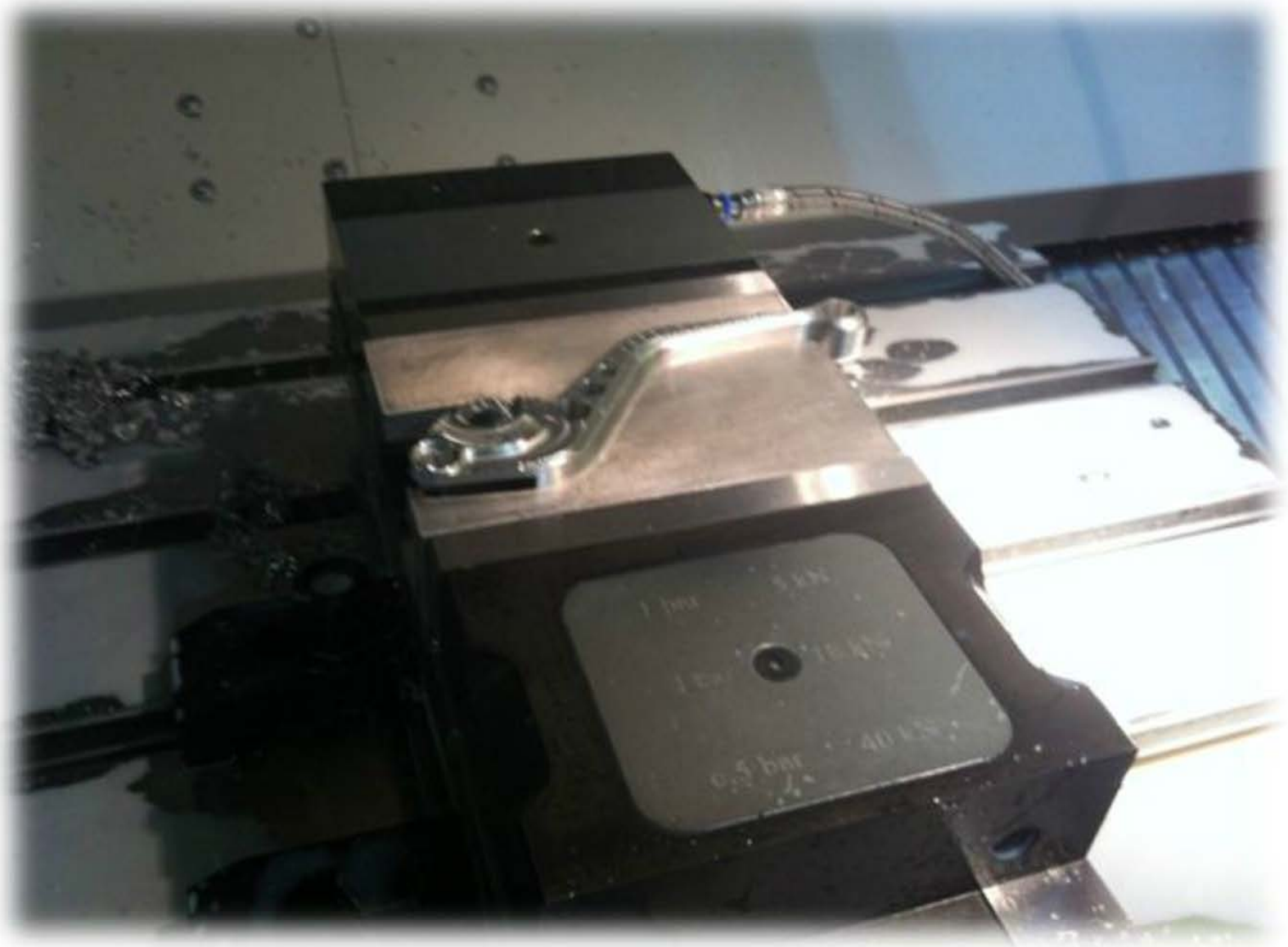
Nakon što se sve pripremne radnje završe, mašina se vraća u automatski mod, zaštitna vrata se zatvaraju i mašina se „pušta“ u rad.



Nakon obrade jedne strane glavno vreteno mašine se zaustavlja, otpušta se pripremak sa stege, obradak se okreće i postavlja u pribora za stezanje. Ponovo se vrši umjeravanje nulte tačke i pokreće se se mašina.



Nakon što se na mašini završi obrada i druge strane ručice, ista se otpušta iz pribora i čisti.



Zaključak

Prilikom izrade ovoga rada pojavili su se mnogi izazovi i prepreke koje je trebalo savladati da bi se na kraju dobio gotov proizvod koji ispunjava postavljene kriterijume i zahtjeve definisane crtežom i zadatkom rada.

Jedna od prvih važnih odluka je odabrati odgovarajuće CAD/CAM softvere. Takođe, vrlo važan segment je imati na raspolaganju odgovarajući postprocesor, jer treba biti oprezan prilikom instaliranja i korišćenja postprocesora koji nisu dobijeni od strane isporučioaca mašine ili CAM programa.

Stezanje priprema je drugi izazov koji je trebalo savladati. Zbog složene konture obratka i nemogućnosti da se stegne standardnim priborom za stezanje izrađen je pribor za stezanje. Izbor mašine i alata je bio ograničen na raspoložive resurse laboratorije. To je uveliko uticalo na tehnologiju obrade i možda duže vrijeme izrade u poređenju sa mašinom sa četiri i pet osa. Vjerovatno tada ne bi bila potrebna dva stezanja, bilo bi kraće vrijeme izrade i ne bi bilo potrebe za izradom pribora za stezanje.

Znači, pred današnje firme kod kojih je dominantna obrada rezanjem, postavljeni su visoki zahtjevi sa aspekta kvaliteta i tačnosti obrade, skraćenog vremena obrade, niskih troškova proizvodnje, kratkih rokova isporuke, uz racionalno upravljanje materijalnim i informacionim tokovima u proizvodnom okruženju. Ispuniti sve ove zahtjeve gotovo je nemoguće bez novih pristupa u postupcima obrade rezanjem primjenom CNC tehnologija.



Hvala na pažnji

