

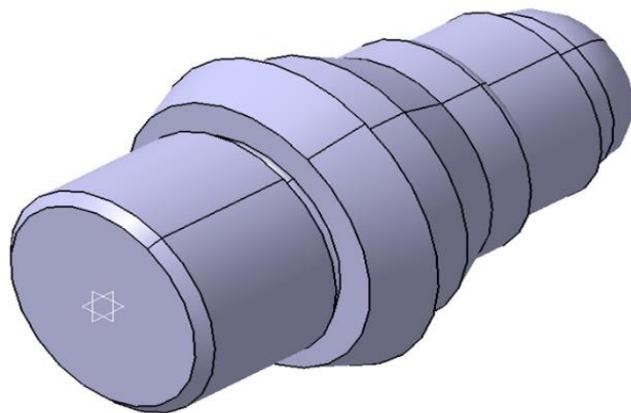


**INTERNACIONALNI UNIVERZITET TRAVNIK U TRAVNIKU**

**FAKULTET POLITEHNIČKIH NAUKA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Tema: CNC obrada struganjem**



Mentor: Doc.dr. Sejfo Papić

Student: Nedžad Kosovac

# Maj 2019. godina

## Sadržaj:

1.	Uvod.....	3
1.1.	Crtež gotovog komada.....	4
1.2.	Sirovi Crtež .....	5
2.	Izbor mašina i alata.....	6
2.1.1	Teorija struganja .....	7
2.1.2	Proračun režima rezanja.....	8
2.1.3	Definicija pomaka i efektivne dužine rezne ivice.....	9
2.1.4	Formiranje strugotine.....	10
2.1.5	Način nastanka strugotine zavisi od različitih parametara.....	11
2.1.6	Izbor alata.....	12
2.1.7	Izbor radijusa vrha.....	13
2.1.8	Kako parametri režima obrade utiču na postojanost alata.....	14
2.1.9	Uticaj pomaka (fn) i Uticaj dubine rezanja (ap).....	15
2.2.1	Parametri rezanja kod uzdužnog vanjskog tokarenja.....	16
2.2.2	Proračun glavne snage rezanja.....	16
2.3	Proračun snage za struganje i podaci korišteni za proračun.....	17
2.4	Plan alata.....	17
3.	Režimi obrade.....	18
3.1	Vrsta obrade.....	18
3.2	Operacije, broj prolaza, dubina obrade.....	18
3.3	Brzina rezanja.....	18
3.4	Posmak.....	19
3.5	Izabrani režimi obrade.....	19
4.	Stezanje predmeta pri obradi.....	20
5.	Referentne tačke.....	23
6.	Operacije.....	24
6.1.	Operacija 10.....	25
6.2	Operacija 20.....	26
7.	Kontrola dimenzija predmeta.....	27
8.	Korekcije reznog alata (x,y,z) .....	28
8.1.	Mjerenje alata.....	29
8.2.	Metoda dodira (Stratch method) .....	29
8.2.1.	Redoslijed rada mjerenja alata kod metode dodira.....	29
8.3.	Redoslijed rada mjerenja alata s optičkim uređajem.....	30
9.	Osnove programiranja cnc mašina.....	31
9.1	Shematski prikaz programiranja.....	32

9.2	Programiranje CNC strojeva.....	34
9.2.1	Ručno programiranje.....	34
9.2.2	Programiranje pomoću računala.....	34
9.3	Program op10.....	35
9.4	Program op20.....	36
10.	Opis glavnih funkcija.....	38
11.	Opis pomoćnih funkcija.....	39
12.	Simulacija.....	40
13.	Zaključak.....	42
14.	Korištena literatura.....	43

## **1. Uvod:**

CNC Struganje,

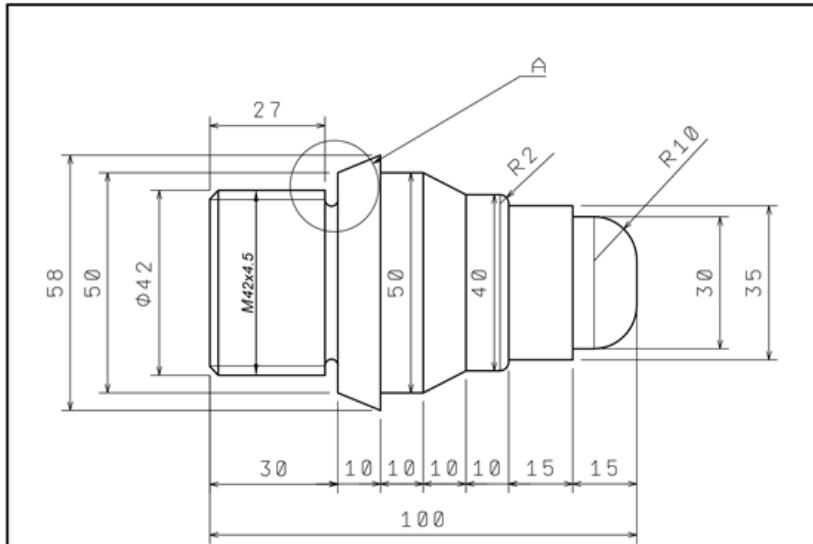
Ovu temu sam izabrao zbog trenutnog posla koji obavljam ,tako da kroz vlastiti rad i iskustvo mogu posvedoći koliki je svakodnevni napredak u tehnologijama obrade metala i koliko je bitan odabir alata i odabir načina obrade,

Smatram da se u metalnoj industriji trenutno najviše posvećuje pažnje upravo tehnologijama obrade metala.

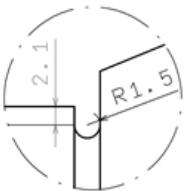
Svakodnevno se radi na tome da se postignu što bolji rezultati pri obradi metala, duži vijek alata (bolja postojanost) jeftiniji alati koji su otporni na razne uslove

( tvrdoču,vibracije,žilavost,elastičnost itd.)

## 1.1.Crtež gotovog komada



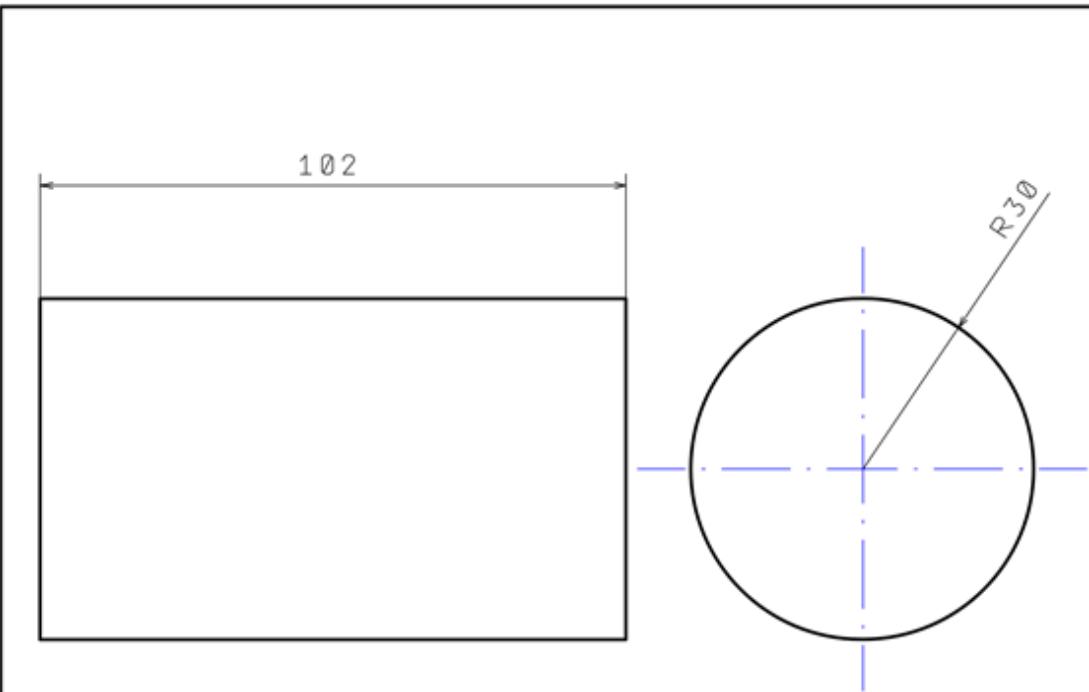
Front view  
Scale: 1:1



Detail A  
Scale: 2:1

(vezba)		(Toleranc. stob.mjera)	(Površ. kv. hrap.)	Mjerilo: 1:1	masa kg/kom: 1,3
ISO 2768-1 srednji stepen		NB		Materijal: Č.0545	
		Datum	Ime	(naziv crteža)	
		Obrađ.	19.09.		
		Ispitao:	N.kosovac		
		Stand:			
		Oznak:			
		I.U.T		Crtič br.	
				01-001	Set:
St.	Izmjena	Datum	Ime (klasif.)	(Izv.dokument)	(zamjeni za:)

## 1.2. Sirovi Crtež.



Front view  
Scale: 1:1

Left view  
Scale: 1:1

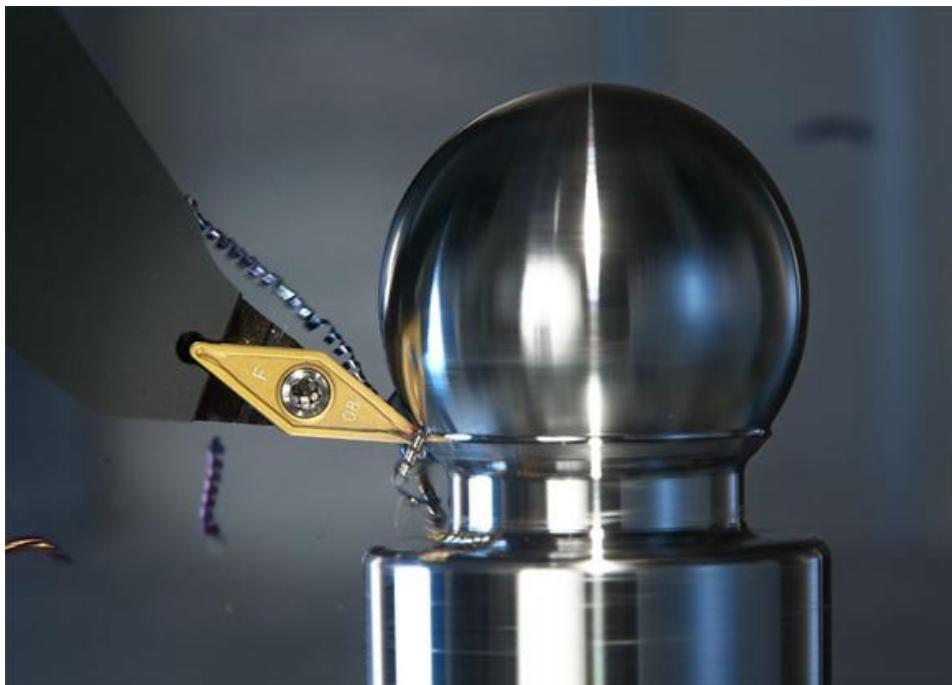
Napomena:  
Sirovi komad dobivamo iz trupca FI60 odsjecenog na zadatu mjeru.  
Za velike serije moze se izraditi crtez odkrivka..

(veza)	(Toleranc. slob.mjera)	(Površ. kv. hrap.)	Mjerilo: 1:1	masa kg/kom: 2,2
Materijal:				Č.0545
Obrađ.	Datum	Ime	(naziv crteža)	
Ispitao	09.09.2019	J.N.Kosovac	01-001_SIROVI	
Stand.				
Oznac.				
	I.U.T	Crtanje br.	01-001	list:
St.	Izmjena	Datum	Ime (klasif.)	(izv.dokument)
				(zamjena za:)

## 2.Izbor mašina i alata

Pri samoj obradi potrebno je izabrati mašine i alate. Potrebno je izračunati potrebnu glavnu snagu rezanja i odgovarajuće alate kod vanjskog uzdužnog tokarenja uz sljedeće podatke:

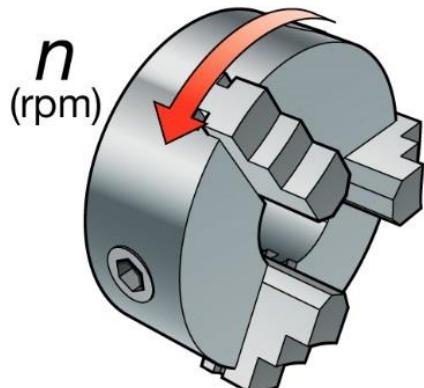
### **Struganje:**



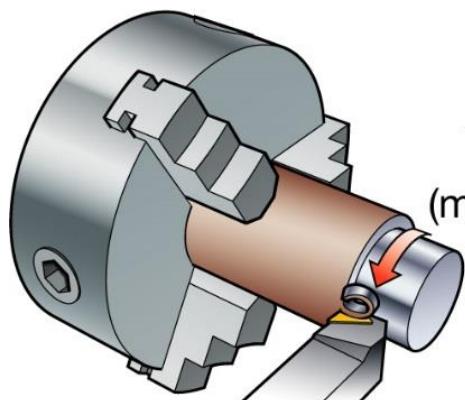
-Struganjem se proizvode cilindrične i obrtne forme dobijene sa jednosečnim alatima. Pri tome je najčešće alat stacionaran, a obradak se rotira.

### 2.1.1 Teorija struganja

Broj obrtaja i brzina rezanja

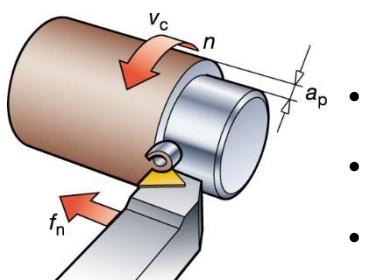


- Broj obrtaja, rpm (o/min), je broj obrtaja stezne glave i obradka u obrtajima po minuti

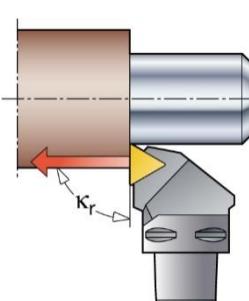


- Brzina rezanja je obimna brzina, m/min, kojom se alat kreće po površini radnog predmeta u metrima po minuti

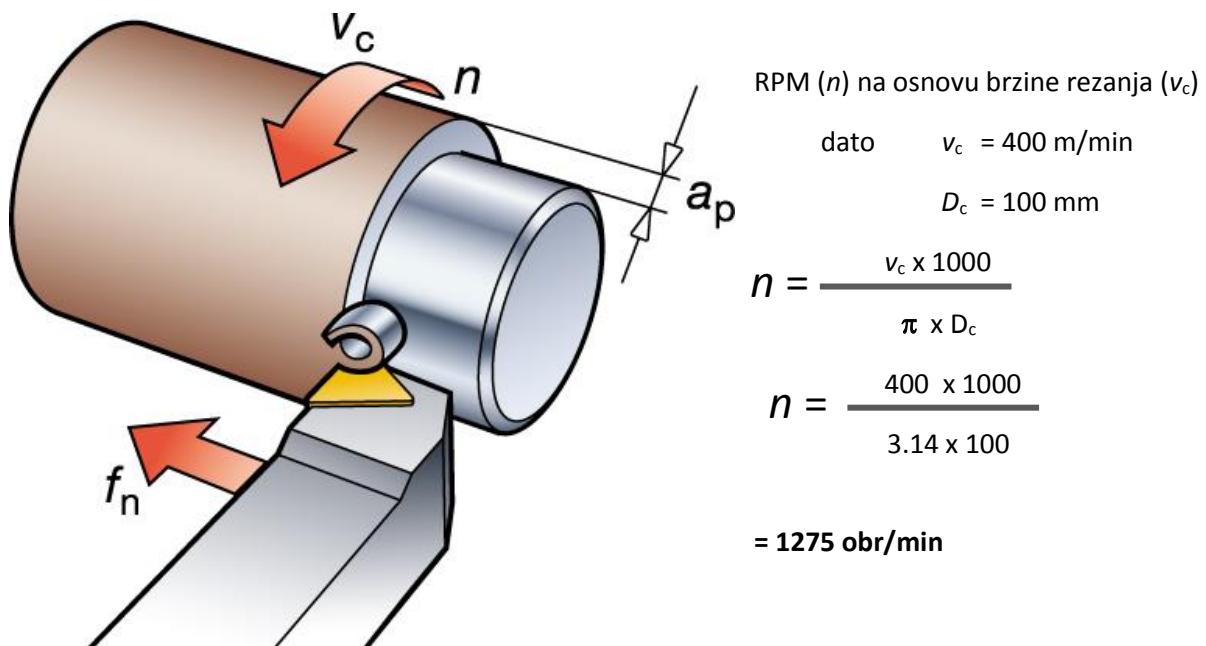
### 2.2 Definicija pojmove



- $n$  = broj obrtaja (rpm)
  - $V_c$  = brzina rezanja (m/min)
  - $f_n$  = pomak (mm/rev)
- $\cdot a_p$  = dubina rezanja (mm)
- $\cdot K_r$  = napadni ugao



## 2.1.2 Proračun režima rezanja



Jedan od bitnih faktora je tačan proračun režima rezanja.

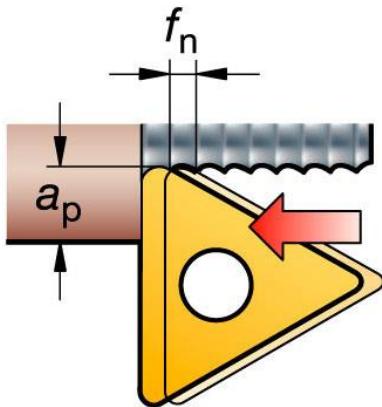
Gotovo svi proizvođači alata na pakiranju preporučuju vlastite režime rezanja za njihov alat, to jest one režime reanja u kojima će njihov alat dostići maksimalni učinak i najbolje rezultate.

U praksi se to pokazalo dosta približno ali ne i 100% tačno ,

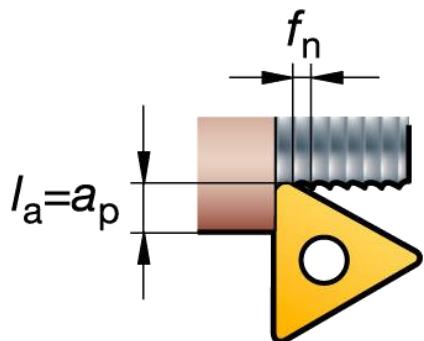
naime zbog tolerancija koje imaju odlivci ili otkivci za obradu, rezultati se mogu drastično razlikovati.

Ono što je nama bitno je to da mi znamo tačno šta treba da radimo kako bi smo postigli što bolje rezultate. (Detaljnije objašnjeno u nastavku )

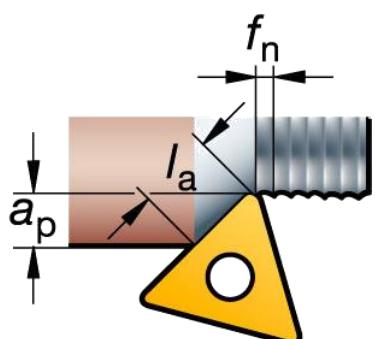
### 2.1.3 Definicija pomaka i efektivne dužine rezne ivice



- Pomak  $f_n$  je rastojanje koje pređe rezna ivica pri jednom obrtaju



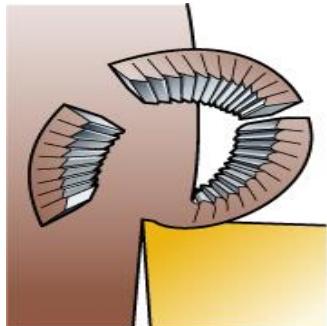
- Dubina rezanja  $a_p$  je dužina za koju rezna ivica prodire u obradak



- Efektivna dužina rezne ivice  $l_a$  zavisi od dubine rezanja i napadnog ugla

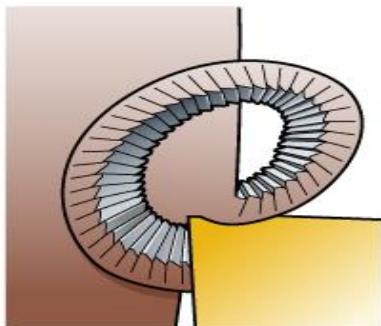
## 2.1.4 Formiranje strugotine

Različiti načini nastanka strugotine



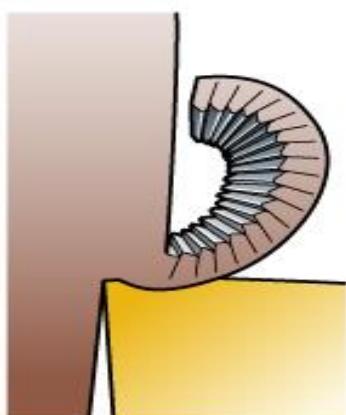
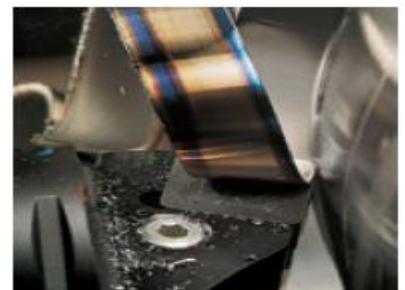
A )

Samo-lomljenje



B )

Lomljenje o alat



C )

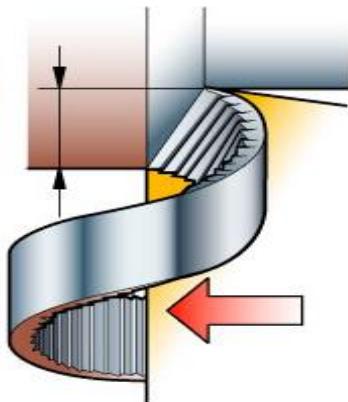
Lomljenje o obradak



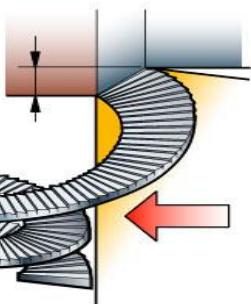
Strugotina može stvarati velike probleme ako nema pravilno lomljenje pogotovo na CNC mašina u seriskoj proizvodnji.

Ako strugotina nema pravilno lomljenje dolazi do namotavanja oko alata ili oko obradka što dalje stvara probleme ili pri odlaganju komada ili dolazi do loma rezne ivice na alatu. ,namotavanje oko alata može da sprječi protok emulzije i alat ima slabije hlađenje pa dolazi do loma rezne ivice na alatu.

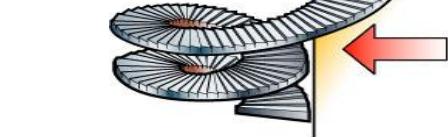
## 2.1.5 Način nastanka strugotine zavisi od različitih parametara:



— Veća dubina  $a_p$  - Koristi se kod mekših materijala i materijala gdje ne postoji prekinuti rez .



Manja dubina  $a_p$  - često se koristi kod fine obrade gdje je RZ (površinska hrapavost) tolerisana.



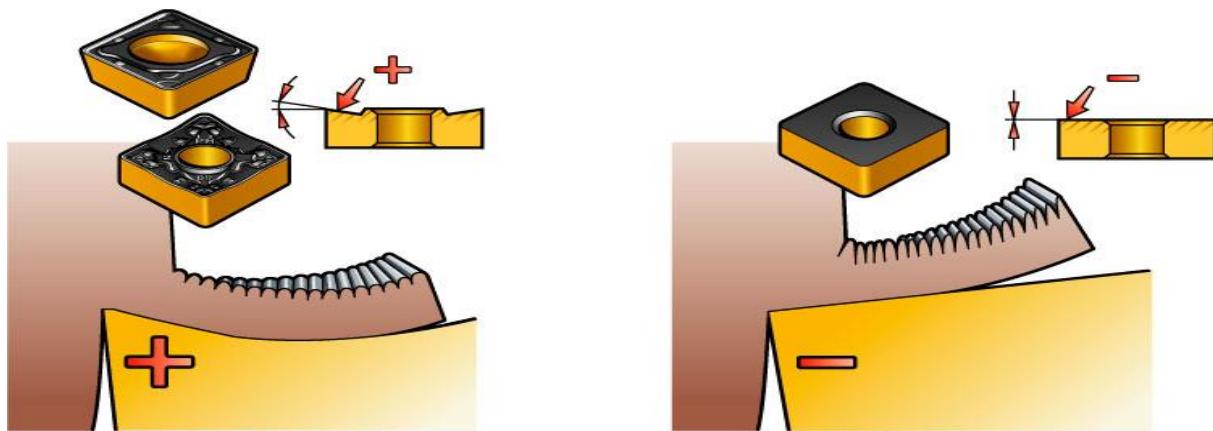
Napadni ugao – ako je komad nepravilnog oblika , često dolazi do promjene napadnog ugla što mijenja oblik strugotine .

Način nastanka strugotine zavisi od:

dubine rezanja, pomaka, materijala i geometrije alata

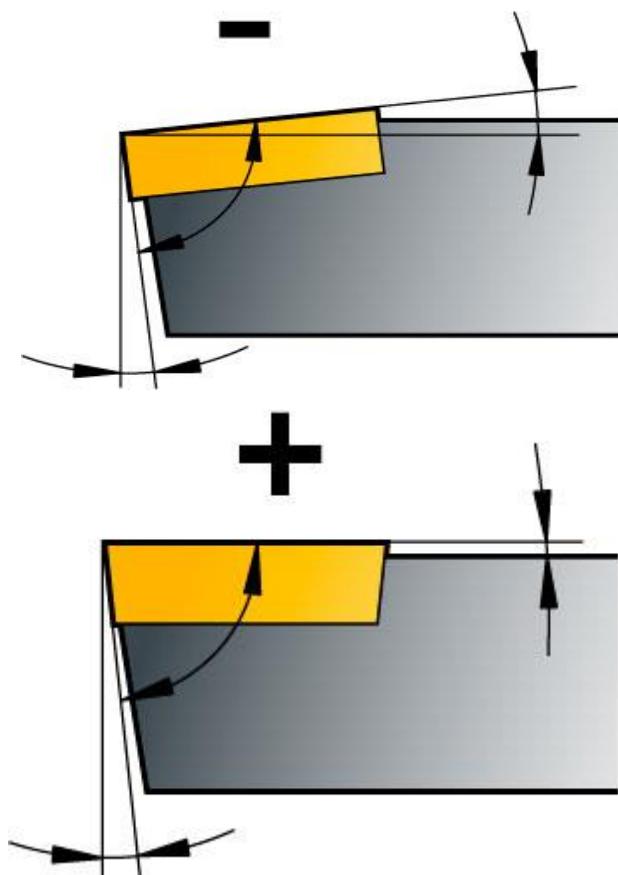
## 2.1.6 Izbor alata

Pozitivna i negativna akcija rezanja



Ugao između gornje površine pločice i horizontalne ose obradka

### Negativne u odnosu na pozitivne



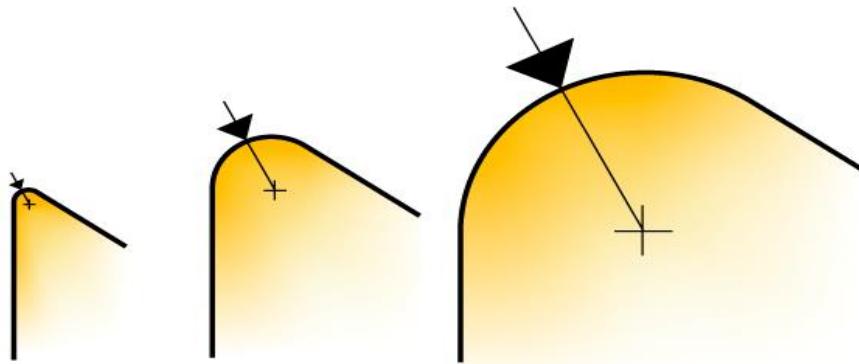
- Dvostrane
- Jača rezna ivice
- Nema leđnog ugla - zazora
- Spoljašnja obrada
- Teški uslovi rezanja

- Jednostrane
- Niže sile rezanja
- Leđni ugao – zazor na boku
- Unutrašnja obrada
- Vitke osovine

Napomena: Leđni ugao je ugao između prednje strane pločice i vertikalne ose obradka

### 2.1.7 Izbor radijusa vrha

Uticaj malog i velikog radijusa vrha.



#### Mali radius vrha

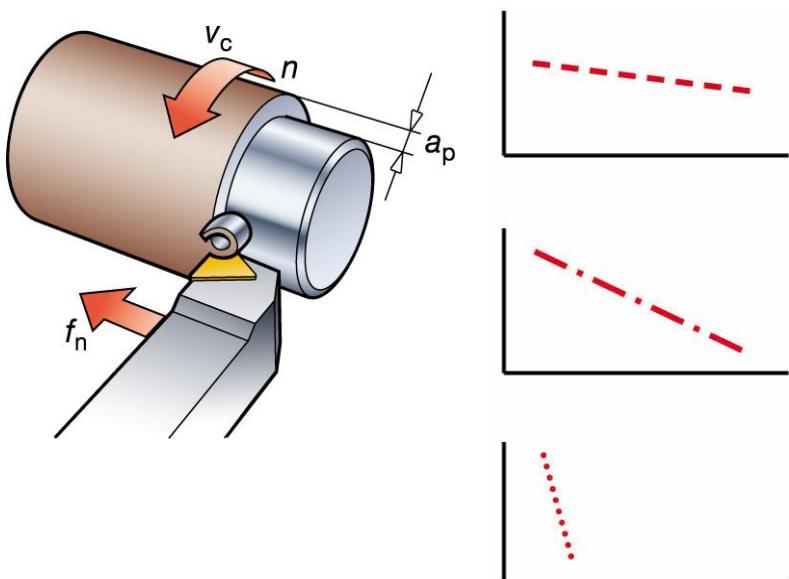
- Idealan za male dubine rezanja
- Smanjene vibracije
- Slab vrh – moguć lom pločice
- Idealan za finu obradu

#### Veliki radius vrha

- Veći pomak
- Veća dubina rezanja
- Jača rezna ivica
- Povećan radijalan pritisak

**Napomena:** Kao nepisano pravilo, dubina rezanja ne bi trebala da bude manja od 2/3 radijusa pločice.

## 2.1.8 Kako parametri režima obrade utiču na postojanost alata



### Efekat na vjek alata

$a_p$  - mali efekat na vjek

$f_n$ -manji efekat na vjek nego  $v_c$

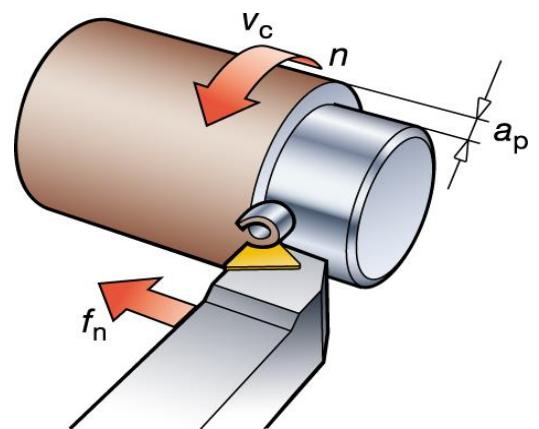
$v_c$ -veliki efekat na vjek  
Prilagoditi  $v_c$  za postizanje najbolje ekonomičnosti

### Optimizacija potencijala

- $a_p$  - smanjiti broj prolaza
- $f_n$  - za manje vreme rezanja
- $v_c$  - za najbolji vjek

### Uticaj brzine rezanja ( $v_c$ )

Pojedinačno najuticajniji faktor na postojanost



### Prevelika brzina

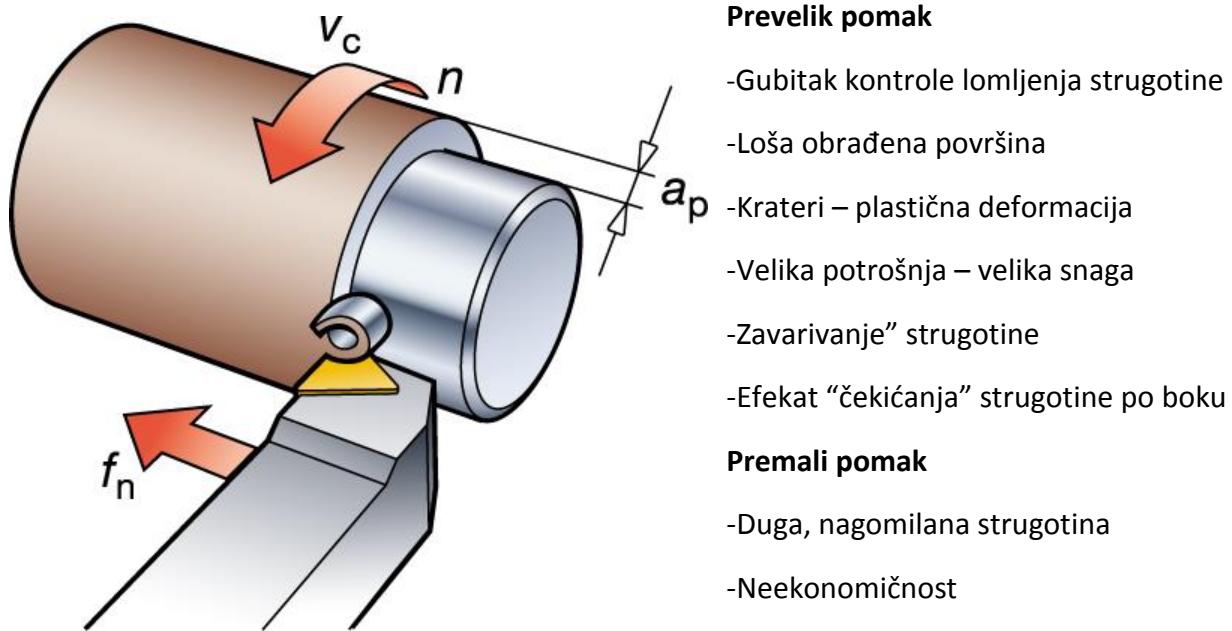
- Brzo habanje na leđnoj površini
- Loša obrađena površina
- Nastajanje kratera na grudnoj površini
- Plastična deformacija

### Premala brzina

- Stvaranje naslaga
- Neekonomičnost

## 2.1.9 Uticaj pomaka (fn) i Uticaj dubine rezanja (ap)

Pojedinačno najuticajniji faktor na produktivnost



### Prevelika dubina

- Velika potrošnja – velika snaga
- Lom pločice
- Povećane sile rezanja

### Premala dubina

- Gubitak kontrole lomljenja strugotine
- Vibracije
- Preveliko zagrevanje
- Neekonomičnost

## 2.2.1 Proračun glavne snage rezanja:

Glavna snaga rezanja:  $P_c = F_c \cdot v_c$ , [W]

$$F_c = b \cdot h \cdot k_{c1.1} , [N]$$

$b$  – širina odvojene čestice, m (mm)

$h$  – debljina odvojene čestice, m (mm)

$m_c$  – eksponent korekcije debljine odvojene čestice

$k_{c1.1}$  – jed. spec. sila rezanja prema Kienzl-u (1X1), N m-2 (N mm-2)

Slika 1

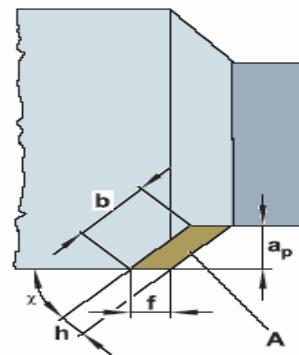
$K_r$  – ugao prednamještanja glavne oštice, (°)

Brzina rezanja:

$$v_c = D \cdot \pi \cdot n, \text{ } ms^{-1} (\text{m min}^{-1})$$

$$b = a_p / \sin K_r, \text{ m (mm)}$$

$$h = f * \sin K_r, \text{ m (mm)}$$



## 2.2.2 Proračun snage za struganje i podaci korišteni za proračun

$k_{c1.1} = 1800 \text{ N mm-2}$ , (tablica specifične sile rezanja i dijagram za materijal)

$b = 0,3 \text{ mm}$ , (širina odvojene čestice)

$h = 2 \text{ mm}$ , (debljina odvojene čestice)

$D = 60 \text{ mm}$ , (debljina sirovog komada)

$n = 735 \text{ min}^{-1}$ , (broj obrataja)

$m_c = 0,19$ , (tablica specifične sile rezanja i dijagram za materijal)

**rezultati:**

$$P_c = F_c \cdot v_c, [W]$$

$$F_c = b \cdot h \cdot k_{c1.1} = 0.3 \cdot 2 \cdot 1800 = 1080 \text{ [N]}$$

$$v_c = D \cdot \pi \cdot n = 0.06 \cdot 3.14 \cdot (735/60) = 2.3 \text{ } ms^{-1} (\text{m min}^{-1})$$

$$P_c = 1080 \cdot 2.3 = 2484, [\text{W}] = 2.5, [\text{KW}], \text{ npr. CNC tokarilice EMCO TURN 55}$$

## 2.4 Plan alata

Dokument koji omogućuje operateru na stroju da izvede prednamještanje alata, te obradu s tačno određenim alatima, redoslijedom i načinom kako je predviđeno u programu. Sadržava sljedeće podatke:

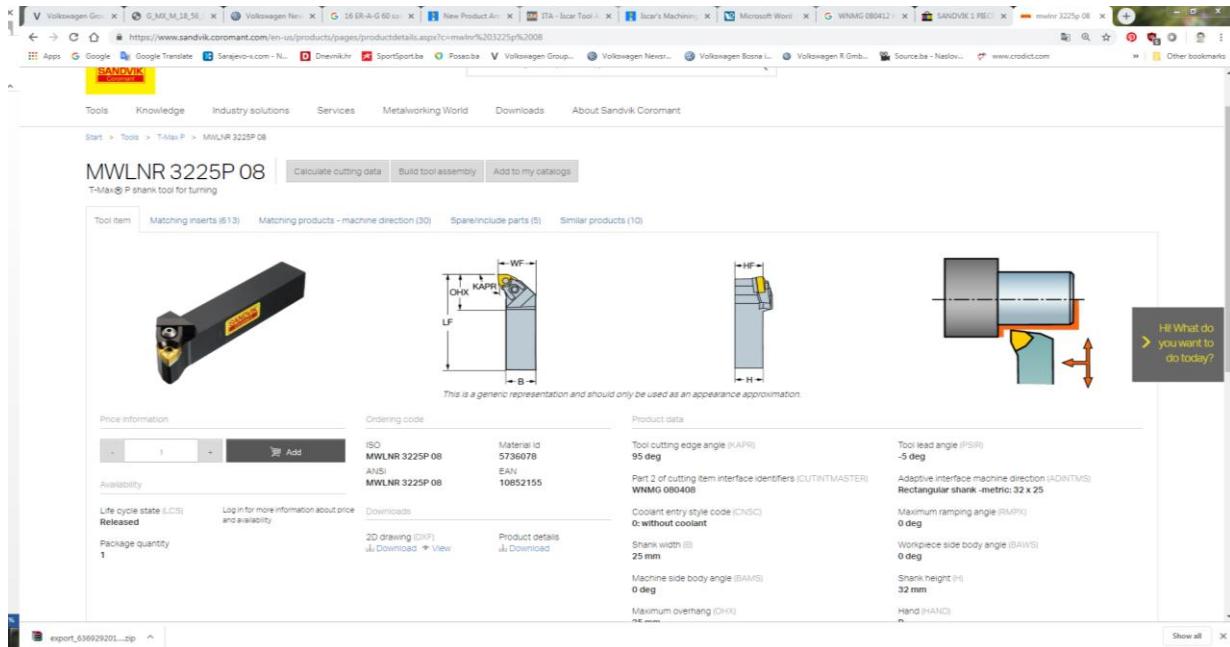
- naziv, tip i oznaku alata,
- vrstu i oznaku držača alata,
- izmjere (dimenzije) alata,
- broj mesta gdje se smješta alat u magazinu alata ili revolverskoj glavi,
- broj, značenje i način određivanja pojedine korekcije alata,
- za operacije obrade koje se dugo izvršavaju treba osigurati informacije o trajanju alata, te o načinu njegove zamjene.

### Lista izabranih alata

PLAN ALATA								List 1	
Redni broj	Broj korekcije	Naziv alata	Oznaka držača	Oznaka ploče	Radius oštrica	Broj oštrica	Orientacija	Mjerilo (x)	(z)
1	T1D1	Strugarski nož za grubu obradu	MWLN R3225P 08	WNMG 080412	1,2	6	desni	170	25
2	T2D1	Nož za izradu radiusa i konusa	SVHCR 2525M	VNMG 160404	0,4	4	desni	170	25
3	T3D1	Srugarski nož za izradu žljebova		HSS	2	2	neutralni	170	25
4	T4D1	Nož za navoj	SER 2020-16-AD	16 ER-M-G 60		3	desni	20	67

Napomena: Detaljno o izboru alata možemo naći u katalozima raznih svjetskih isporučioца.

## Primjer alata i držača (redni broj 1) sa svim detaljima iz Sandvik kataloga



Slika 2

### 3. Režimi obrade

Kod tokarenja potrebno je odrediti :

#### 3.1 Vrstu obrade

Vanjska, unutrašnja ili kombinovana obrada

#### 3.2 Operacije, broj prolaza, dubina obrade

Operacije, kao i ostali režimi su prikazani u operacionim listovima u prilogu.

#### 3.3 Brzina rezanja

Brzina rezanja zavisi o materijalu obrade i materijalu alata. Svaki proizvođač daje svoje brzine rezanja alata za taj alat. Kod grube obrade koriste se manje brzine rezanja i veći posmaci, dok se pri finoj obradi koriste veće brzine rezanja, a manji posmaci.

Brzina rezanja  $V_c$  je brzina kojom se alat kreće kroz neki materijal. Ona je svojstvena za određeni materijal i za određeni nož; ovisi o materijalu alata, dubini rezanja ap, snazi alatnog stroja, stanju obrađene površine (hrapavosti). Kod struganja glavnu brzinu rezanja ima obradak. Mjeri se u m/min, odnosno kod struganja se preračunava u  $n =$ broj okretaja u minuti:  $n = V_c / (D^* \pi)$  gdje je: D – prečnik obratka.

### 3.4 Posmak

Posmak se može izračunati kao posmak po zubu,okretu ili minutni.

Posmak po zubu ovisi o materijalu, alatu, i dubini rezanja.

Posmak glodala po okretu se računa po formuli  $S=Sz^*Z(\text{mm}/\text{okr})$

Gdje je z – broj zubi glogala

Posmak u minutni  $s=Sz^*z^*n(\text{mm}/\text{min})$

### 3.5 Izabrani režimi obrade

Za svaki izabrani rezni alat se mogu vidjeti preporučeni režimi kod rezanja.



Slika 3



P- material, konstrukcioni čelik

$$a_p = 1.00 - 4.00 \text{ mm}$$

$$f_n = 0.25 \text{ mm} - 0.6 \text{ mm}$$

$$v_c = 250 - 365 \text{ m/min}$$

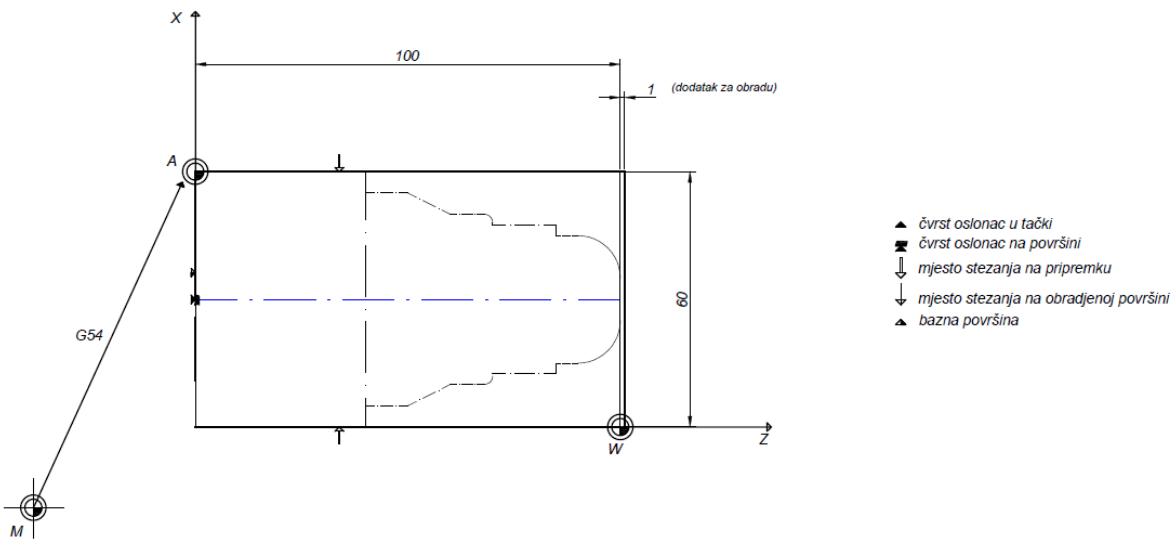
Slika 4

#### 4. Stezanje predmeta pri obradi

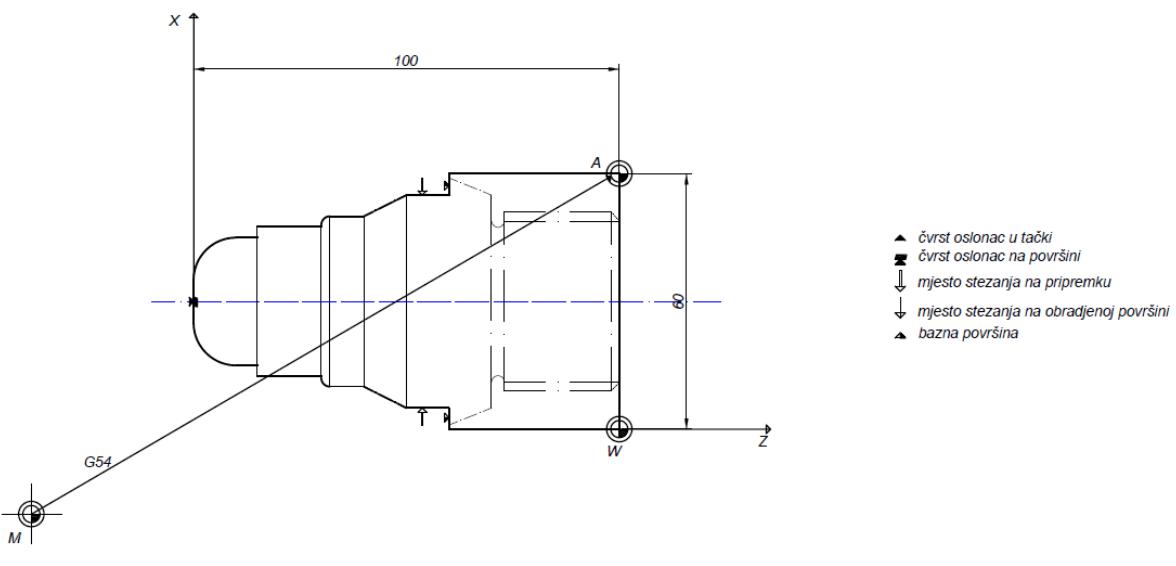
Plan stezanja je dokument koji CNC operateru na stroju kazuje kako stegnuti obradak za pojedine operacije obrade. U njega se ucrtava:

- nul tačka obratka (tačka W),
- glavne izmjere pripremka (izratka),
- koordinatni sistem obratka,
- mjesta stezanja i mjesta oslanjanja obratka,
- početna tačka alata,
- položaj alata pri izmjeni izratka.

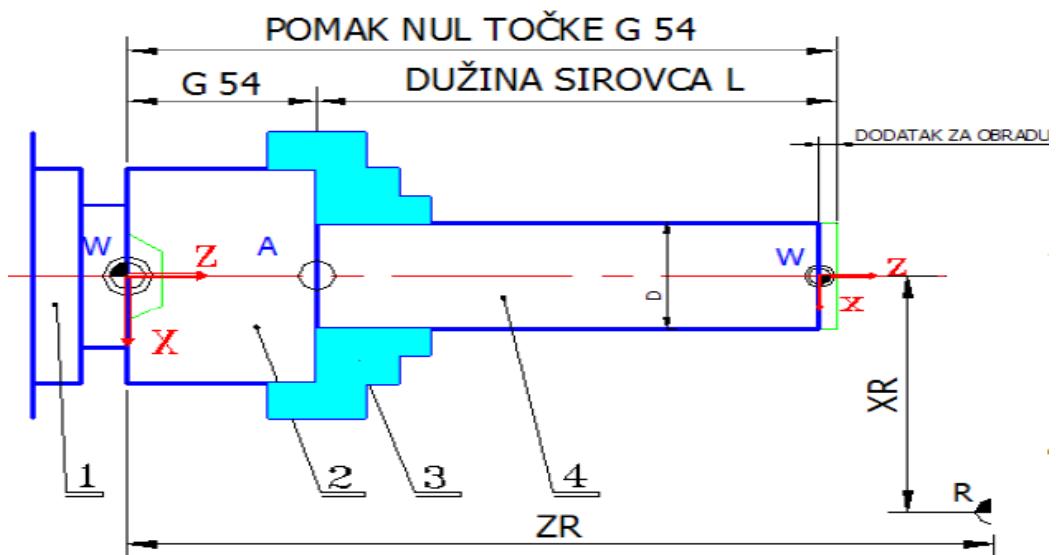
Operacija 10



Operacija 20



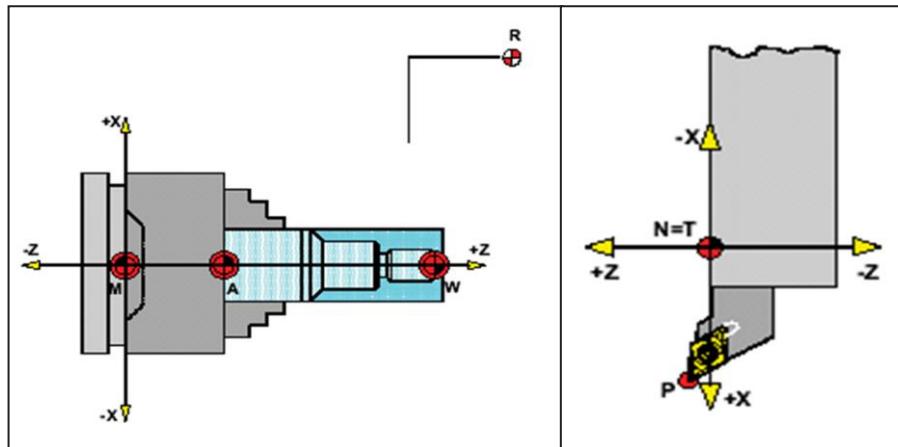
**Primjer po kojem se radi:**



*Slika 6*

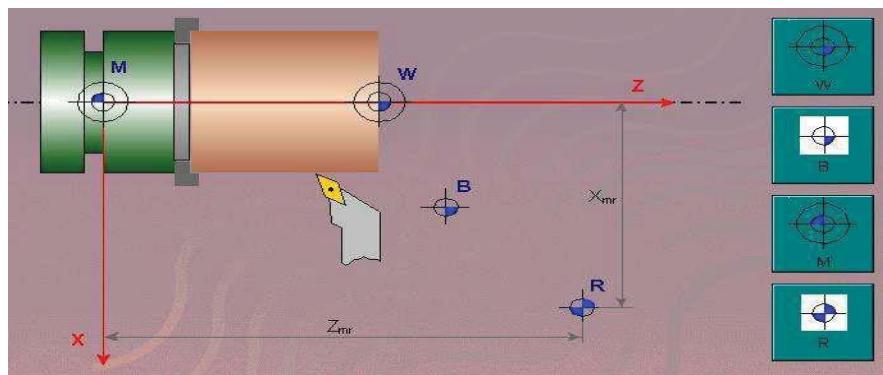
## 5. Referentne tačke

Kod programiranja CNC strojeva potrebno je poznavati određene referentne, odnosno nul tačke koje definiraju koordinatni sistem i sam alat.



Slika 7

Primjer: Kod školske CNC tokarilice TURN 55 prilaz alata je s donje (prednje) strane, pa je koordinatni sistem i položaj referentnih tačaka kao na slici ispod.



Slika 8

**W – Nul tačka izratka (Workpiece zero point)**

Tačka vezana za izradak. Slobodno se mijenja prema potrebama konstrukcije ili izrade.

U ovoj tački je ishodište koordinatnog sistema koje je prebačeno iz tačke M i ona olakšava programiranje.

**M – Strojna nul tačka (Machine zero point)**

Pozicija ove tačke se ne može mijenjati. Određena je od strane proizvođača CNC stroja. Ona je ishodište koordinatnog sistema i od nje se proračunavaju svi pomaci alata.

**N – Referentna tačka alata (Tool mount reference point)**

Početna tačka od koje se mjeru svi alati. Leži na osi držača alata. Određena je od strane proizvođača i ne može se mijenjati.

**R – Referentna tačka (Reference point)**

Tačka u radnom području stroja koja je determinirana sa krajnjim prekidačima. Služi za kalibriranje mjernog sistema i u početku rada sa strojem moramo dovesti alat u tačku R.

**B – Početna tačka alata (Begin point)**

Od ove tačke alat počinje sa obradom i u njoj se vrši izmjena alata. Ne mora biti neophodno definirana.

## 6. Operacije

**Za izradu radnog komada su nam potrebne dvije operacije u dva stezana.**

Operacijski list je dokument koji definira:

- redoslijed svih operacija i zahvata obzirom na zahtjeve na crtežu (geometrijske, tolerancije, linearne tolerancije, hrapavost, toplinska obrada),
- potrebne stezne, rezne i mjerne alate za pojedinu operaciju izrade,
- režime obrade (dubina, posmak, brzina rezanja) za pojedinu operaciju,
- pripremno-završno, pomoćno i glavno vrijeme obrade.

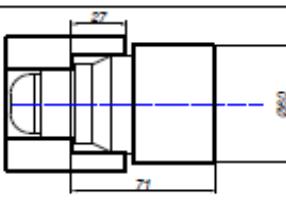
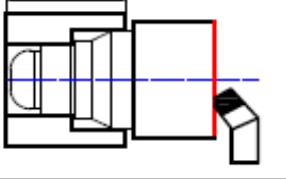
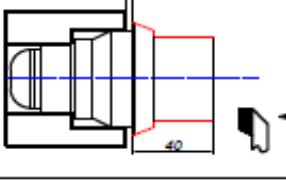
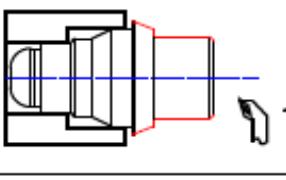
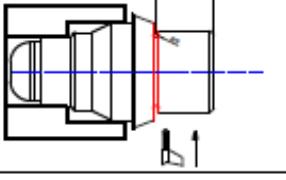
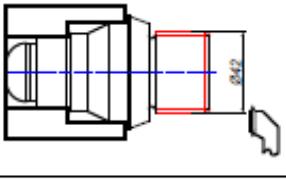
Pri izradi operacijskog lista treba utvrditi:

- da li se neki elementi ponavljaju, pa se mogu napisati u obliku podprograma,
- da li su pojedini elementi već riješeni na postojećim crtežima, pa se mogu primijeniti,
- da li je neophodno ili pogodno koristiti zrcaljenje, rotiranje ili skaliranje.

## 6.1. Operacija 10 (Slika 9)

TEHNOLOŠKA PRIPREMA	BROJ DIJELA GRUPE	MATERIJAL Č.0545						NAZIV OPERACIJE: STRUGANJE	BR: 1.0			
NAZIV DIJELA: xx	BROJ CRTEŽA BR: 01-001	VRSTA-OBLIK-DIMENZIJE Trupac Ø60 x 100						MAŠINA: CNC STRUG-Horizontalni				
OPERACIONI LIST				SIROVA TEŽINA		OBRAĐENA TEŽINA		SREDSTVO ZA HLAĐENJE EMULZIJA				
ZAHVATI				REŽIM OBRADE		VRJEME		ALATI, PRIBOR I UREĐAJI		KOM. PO OPERACIJI		
	SKICA ZAHVATA	OPIS	n min <sup>-1</sup>	s mm	i	d mm	L mm	t <sub>a</sub> min	t <sub>p</sub> min	t <sub>pr</sub> min		
1.1		baziranje postaviti radni predmet u steznu glavu, centrirati i stegnuti	0					0	0,05		STEZNA GLAVA SA TRI ČELJUSTI (MEKE PAKNE) KONTROLISATI I DORATITI PRECNIK NALJEGANJA	1
1.2		čeonono struganje Ø60	760	0,25	1	0,9	30	0,10	0,22	60	DESNI (WNMG080412) STRUGARSKI NOŽ ZA ČEONONO STRUGANJE POMIČNO MJERILO DUŽINE L = 150 mm	1
1.3		uzdužno struganje Ø60 x 60	1200	0,25	24	1,4	40	3,30	0,40	60	DESNI (SNMG120412) STRUGARSKI NOŽ ZA UZDUŽNO STRUGANJE POMIČNO MJERILO DUŽINE L = 150 mm	1
1.4		poprečno struganje / izrada radijusa R10 i R2	1200	0,17	1	0,6	40	0,2	0,12	60	DESNI (VNMG160404) STRUGARSKI NOŽ ZA FINU OBRADU i IZRADU RADIJUSA KONTROLNIK RADIJUSA R10 i R2	1
1.5												
1.6												

## 6.2 Operacija 20 (Slika 9.1.)

TEHNOLOŠKA PRIPREMA		BROJ DIJELA GRUPE	MATERIJAL Č.0545						NAZIV OPERACIJE: STRUGANJE	BR: 2.0			
NAZIV DIJELA: xx		BROJ CRTEŽA BR: 01-001	VRSTA-OBLIK-DIMENZIJE Trupac Ø60 x 100						MAŠINA: CNC STRUG Horizontalni				
		OPERACIONI LIST		SIROVA TEŽINA		OBRAĐENA TEŽINA		SREDSTVO ZA HLAĐENJE EMULZIJA					
		ZAHVATI		REŽIM OBRADE		VRUĆME		ALATI, PRIBOR I UREĐAJI					
		SKICA ZAHVATA		n min <sup>-1</sup>	s mm	i	d mm	L mm	t <sub>a</sub> min	t <sub>p</sub> min	t <sub>pr</sub> min		
2.1			okretanje komada / baziranje	0					0,70	0,62		STEZNA GLAVA SA TRI ČELJUSTI (MEKE PAKNE) KONTROLISATI I DORATITI PRECNIK NALJEGANJA	1
2.2			okretanje komada / baziranje	721	0,25	1	0,9	30	0,10	0,22	60	DESNI (WNMG080412) STRUGARSKI NOŽ ZA ČEONO STRUGANJE POMIČNO MJERILO DUŽINE L = 150 mm	1
2.3			čeono struganje Ø105	1200	0,25	23	1,2	40	3,9	0,62	60	DESNI (SNMG120412) STRUGARSKI NOŽ ZA UZDUŽNO STRUGANJE POMIČNO MJERILO DUŽINE L = 150 mm	1
2.4			uzdužno struganje Ø100 x 40	400	0,40	3	0,9	40	0,76	0,62	60	DESNI (VNMG160404) STRUGARSKI NOŽ ZA FINU OBRADU i IZRADU RADIJUSA KONTROLNIK RADIJUSA R10 i R2	1
2.5			usjecanje kanala poprečno struganje i izrada radijusa R2	400	0,40	3	0,9	10	0,76	0,42	60	RAVNI STRUGARSKI NOŽ ZA IZRADU UTORA 2mm KONTROLNIK RADIJUSA R2 POMIČNO MJERILO L=150 mm	1
2.6			struganje vanjskog navoja Ø42 x 26	160	4,5	2	1,2	30	0,26	0,62	60	RAVNI STRUGARSKI NOŽ ZA IZRADU NAVOJA (SEL1616H16) KONTROLNIK KORAKA NAVOJA i POMIČNO MJERILO L=150 mm	1

## 7. Kontrola dimenzija predmeta

Kontrolu radnih komada nakon mehaničke obrade vršimo:

- pomičnim mjerilom dužine 150mm (Slika 10)



- kontrolnikom za radiuse R10 i R2 (Slika 11)

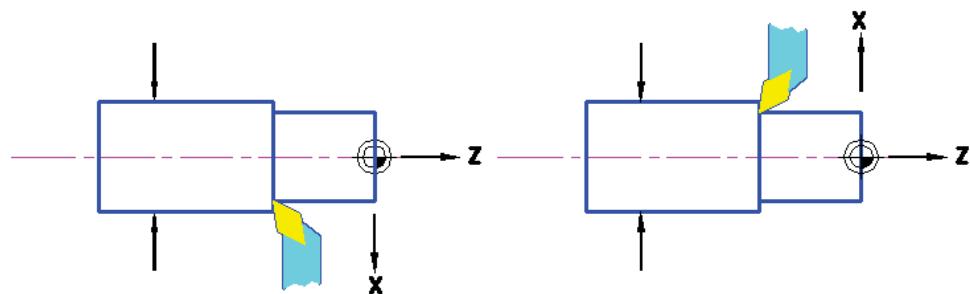


- kontrolnik vanjskog koraka navoja M42x4.5 (Slika 12)



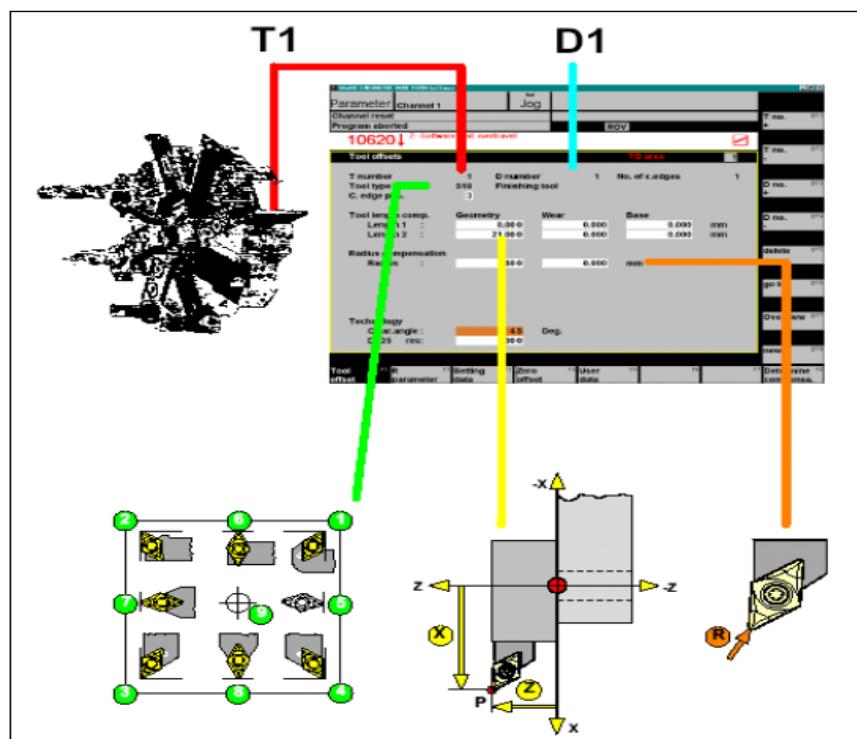
## 8. Korekcije reznog alata (x,y,z)

Kod CNC tokarilica koordinatni sistem je dvoosni, tj. u osi izratka nalazi se os Z a okomito na os izratka os X. Pozitivna os X može biti postavljena u jednom ili drugom smjeru što ovisi o položaju alata odnosno revolverske glave u odnosu na izradak (vidi sliku br. 10 ). Koordinate sa negativnim predznakom (-x, -y ) označavaju kretanje alata prema radnom predmetu, a pozitivni predznak znači odmicanje alata od radnog predmeta.

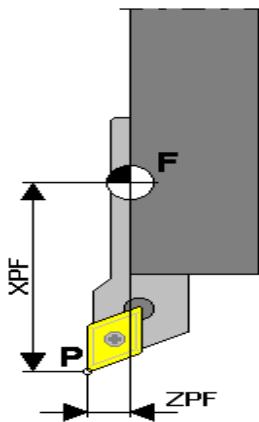


Slika 13. Koordinatni sustav CNC tokarilica

Sve vrijednosti o određenom alatu upisuju se u bazu podataka za odabrani alat T pod **Parameter, Tool offset**. Detaljni opis određenih parametara alata kao i opis vertikalnih funkcijskih tipki možete naći u dokumentaciji o samoj mašini i njenom upravljanju.



Slika 14



## 8.1. Mjerenje alata

Postoje dvije osnovne metode mjerena alata:

1. Metoda dodira (Stratch method)
2. Metoda mjerena pomoću optičkog uređaja

Osnovne mjerne veličine alata su kod tokarenja XPF, tj.

radijalna udaljenost vrha oštice do referentne tačke F(N)

po osi X i ZPF, tj. aksijalna udaljenost vrha alata do  
tačke F(N) po Z osi.

Slika 15

Kod glodanja važna je samo korekcija po visini alata, tj.  
veličina ZPF.

## 8.2. Metoda dodira (Stratch method)

Ova metoda bazira se na dodiru izratka poznatog promjera vrhom oštice alata, pri čemu se mogu proračunati tražene korekcije po osi X ( $L_1 = XPF$ ) i po osi Z ( $L_2 = ZPF$ ). Prethodno se mora referentna tačka alata N(F) dovesti u tačku W (čelo izratka). Vidi slike!

Smjer korekcije dobije se pogledom od ref. tačke F prema vrhu alata, pa ako je smjer prema negativnoj osi korekcija je negativna i obrnuto.

### 8.2.1. Redoslijed rada mjerena alata kod metode dodira:

1. Učvrstimo izradak u steznu glavu sa obrađenim čelom i tačno izmjerelim promjerom
2. Dovedemo čelo revolverske glave na čelo izratka čime se tačka F dovodi u tačku W po Z osi. Pri tome izradak miruje. U JOG modu reduciramo posmak na 1%, a izmjenu izratka i diska revolverske glave ubacujemo list papira. Primičemo čelo revolverske glave do izratka dok papir ne zapne.
3. Očitamo i zabilježimo aktualnu Z poziciju (npr.  $120 = 40+80$ )
4. Odmaknemo revolversku glavu od izratka i pozovemo prvi alat koji ćemo mjeriti (npr. desni nož za fino tokarenje) – alat zarotiramo u poziciju izrade pomoću tipke za rotiranje revolverske glave na upravljačkoj jedinici stroja.
5. Dovedimo vrh alata na čelo izratka, ubacimo papir, reduciramo posmak.
6. Pozovemo register alata (radno područje **Parameter/ Tool offset**) i izaberemo željeni alat i korekciju s funkcijskim tipkama «T no, D no.».

7. Za bušačke alate postavimo kurzor na Geometry L3, za alate za tokarenje na Geometry L2.
8. Pritisnemo tipku «Determine compensation».
9. U okviru «Reference dimensions» postavimo os na Z.
10. Unesimo vrijednost iz tačke 3 kao «Reference value».
11. Prenesemo korekciju u polje L2 (os Z) pritiskom na tipku «Calculacion» (Include) i «OK» čime računalo proračuna vrijednost korekcije (npr.  $120 - 135,13 = -15,13$ )
12. Pomaknemo vrh alata na vanjski promjer izratka; ubacimo papir, reduciramo posmak.
13. Za alate za tokarenje postavimo kurzor na Geometry L1.
14. U okviru «Reference dimensions» postavimo os na X.
15. Unesimo promjer izratka kao referentnu vrijednost (Reference value = 40).
16. Prenesemo vrijednost korekcije u polje X (L1) pritiskom na tipku «Calculation» i «OK».
17. Unesimo u okvir za dijalog Tool offset preostale podatke (radijus, kut čišćenja, poziciju vrha oštice...)
18. Zarotiramo sljedeći alat u poziciju mjerena, izaberemo T i D broj i ponovimo mjerjenje od koraka 5, i tako za sve alate.

### **8.3. Redoslijed rada mjerena alata s optičkim uređajem**

Ovo je češći i precizniji način mjerena pomoću posebnog optičkog uređaja. On je različit za različite strojeve. Ovdje je izbjegnut dodir alata s izratkom, a sam alat se vidi u uvećanom mjerilu (zrcalna slika alata). Za mjerjenje se koristi poseban etalon (reference tool) čiji se vrh dovodi u središte koordinatnog sistema. U principu ovo je isti način mjerena kao i metoda dodira.

## 9. Osnove programiranja cnc mašina

Prvi numerički upravljeni alatni stroj napravljen je u Americi početkom 50.-tih godina uz pomoć znanstvenika MIT-a ( Massatussets Institut of Technology ).

Novina stroja je bilo uvođenje «elektroničkog» upravljanja pomoću tzv. UPRAVLjAČKE JEDINICE u koju se program unosi preko bušene papirne vrpce.

Tadašnja upravljačka jedinica je bila veća od samog stroja.

U odnosu na konvencionalne strojeve značajna je promjena bila uvođenje zasebnih istosmjernih motora za pogon glavnog vretena i suporta.

Nivoi upravljanja:

- upravljanje po tački (istovremeno kretanje samo po jednoj osi – npr. operacija bušenja)
- upravljanje po krivulji u ravnini (istovremeno kretanje po dvjema osama)
- upravljanje po prostornoj krivulji (istovremeno kretanje po najmanje 3 osi npr. prostorno zakrivljene plohe – npr. lopatice turbine)

Karakteristike CNC strojeva

- mogućnost obrade najsloženijih strojnih dijelova
- visoka produktivnost
- velika brzina rada zbog povećanih režima rada
- robusnija konstrukcija stroja
- bolje vođenje (npr. kuglično navojno vreteno), što rezultira većom preciznošću (0.001mm)
- obilno podmazivanje i hlađenje alata (do 100 l/min i više ) čime se produžuje vijek trajanja alata
- korištenje najkvalitetnijih alata s reznim oštricama od tvrdih metala i keramike

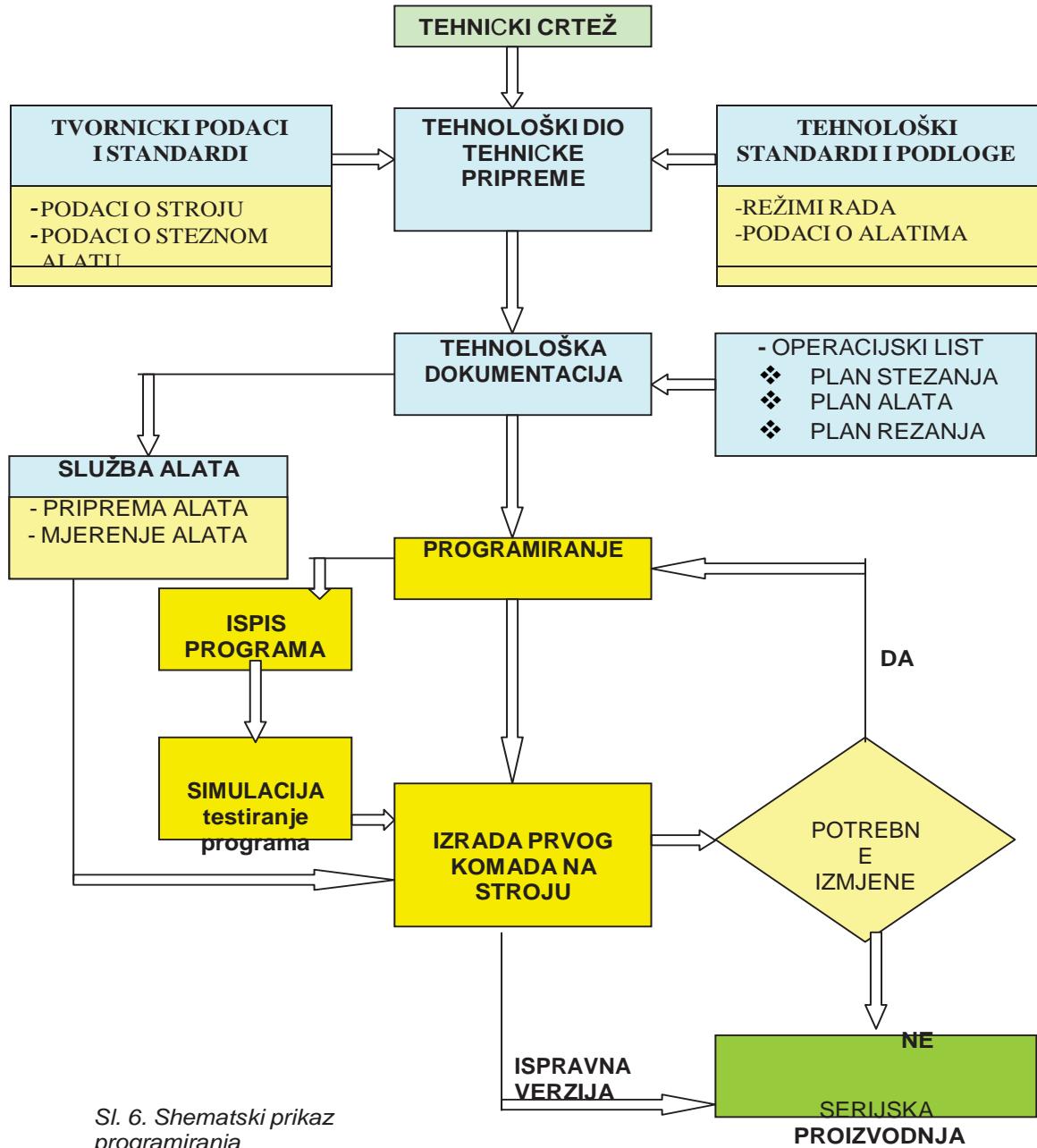
Najnoviji strojevi su tzv. OBRADNI CENTRI koji obrađuju radne predmete veoma složene geometrije s visokim stupnjem tačnosti. Ovi strojevi omogućuju kompletну obradu radnog predmeta uz automatsku izmjenu alata (magazin s mehaničkom rukom za izmjenu alata). Radni predmet ima mogućnost zakretanja i pomicanja u više smjerova.

Povezivanje više CNC strojeva čini tzv. FLEKSIBILNI OBRADNI CENTAR – sadrži nekoliko obradnih centara povezanih sistemom transporta.

Najnovije dostignuće je povezivanje niza fleksibilnih obradnih centara koje poslužuju roboti. To su «tvornice bez ljudi» potpuno automatizirane u kojima se postiže najveća

produktivnost.

### 9.1 Shematski prikaz programiranja



Sl. 6. Shematski prikaz programiranja

Iz slike vidimo da samom programiranju prethodi odgovarajuća priprema koja se sastoji od izrade tehnološke dokumentacije u tehničkoj pripremi. Pri tome moramo prikupiti podatke o steznim i reznim alatima, stroju i režimima rada. Programiranje i sam ispis programa slijedi nakon što se izradi plan rezanja, koji je najvažnija tehnološka dokumentacija. Prije same izrade prvog komada na stroju vrši se simulacija programa. Nakon što se izradi prvi komad na stroju i nakon eventualnih korekcija programa pristupa se serijskoj proizvodnji. Veoma važnu ulogu ima služba pripreme alata koja prema tehnologiji postavlja odgovarajuće alate u revolversku glavu i vrši izmjere i podešavanje alata.

## **9.2 Programiranje CNC strojeva**

Proces izrade dijelova na CNC ( hr. NUAS - numerički upravljeni alatni strojevi ), kako smo vidjeli na prethodnoj shemi, sastoji se od sljedećih aktivnosti:

1. razrada tehnologije i utvrđivanje redoslijeda zahvata, alata i režima rada
2. priprema alata
3. programiranje
4. priprema stroja
5. izrada prvog komada u seriji
6. serijska proizvodnja

Većina nabrojanih aktivnosti postoji i kod klasičnih alatnih strojeva, međutim ono što je svojstveno CNC strojevima to je PROGRAMIRANJE.

Programiranje je postupak pisanja programa prema unaprijed definiranoj tehnologiji, a može se obaviti ručno ili pomoću računala.

**9.2.1 Ručno programiranje** podrazumijeva ispisivanje programa od strane tehnologa ručno, tj. piše se svaki redak programa prema definiranoj tehnologiji.

**9.2.2 Programiranje pomoću računala** - podrazumijeva automatsko programiranje samog računala na osnovu izabranih parametara programera kao što su dimenzije sirovca, put alata, izbor alata, režima rada itd. u posebnim softverima kao što su CATIA, CIMCO, SOLIDCAM i dr. Također je moguća simulacija programa i ispis samog programa u izabranim upravljačkim jedinicama. Ovime se skraćuje vrijeme i smanjuju troškovi izrade programa, te je brža izrada prvog komada na stroju.

Programiranje podrazumijeva izradu dokumentacije:

- **operacijski list** – sadrži redoslijed operacija radnog predmeta sa potrebnim režimima rada i vremenima izrade
- **plan alata za radni predmet** – sadrži popis svih korištenih alata za obradu prema redoslijedu korištenja, potrebne mjere, standarde režime i korekcije
- **plan stezanja** – obuhvaća osnovne gabarite radnog prostora, položaj radnog predmeta na stroju, tačke oslanjanja predmeta i mjesto stezanja, te položaj nulte tačke
- **plan rezanja** – je glavni dokument za ispis programa na kojem su vidljive putanje kretanja alata za svaku operaciju. Prati se put kretanja vrha alata za od početka do kraja obrade.
- **Ispis programa** – ili kraće PROGRAM je zadnji i najvažniji dokument po kojem se unose naredbe za upravljanje strojem. Razradeni program unosi se u programske listice ciji mogući izgled prikazuje slika u prilogu skripte.

U programiranju nećemo izrađivati kompletну dokumentaciju, već samo onu bitnu za ispis programa – operacijski list i plan rezanja.

Mogući obrasci CNC programiranja nalaze se u prilogu (operacioni list).

### 9.3 Program op10

	N152 ;(SNMG120412 sa nožem za grubu vanjsku obradu)	N218 G00 X43.059 N220 G01 Z103.062
<b>N100 DATUM: 07.04.2019</b>	N154 G00 X110.0 Z100.0 T2 M6 M08 (može se uraditi i preko cyklusa zavisno od upravljanja na mašini)	N222 G01 Z58.483 N224 G01 X43.259 Z58.583
<b>N102 ;EMCO , op10</b>		N226 G00 Z105.500
<b>N104 ;KUPAC:xxx</b>	N156 G00 Z105.500	N228 G00 X40.235
<b>N106 ;MASIN.BR.:</b>	N158 G00 X60.000 S1200	N230 G01 Z103.020
<b>N108 ;C.BR. : 01-001</b>	N160 G01 Z103.030 F0.25	N232 G01 Z69.352 N234 G01 X40.435 Z69.452
<b>N110 ;DATUM IZMJENE CR.BR.: 10.04.2019</b>	N162 G01 Z42.470	
<b>N112 ;NAPOMENA :Kosovac</b>	N164 G01 Z40.000 N166 G00 X60.000 Z105.500	N236 G00 Z105.500 N238 G00 X37.412
N114 G0 G18 G40 G54 G60 G90 M180	N168 G00 X57.176 N170 G01 Z103.030	N240 G01 Z103.055 N242 G01 Z69.997
N116 G26 S1=3000	N172 G01 Z40.000	N244 G01 X37.612 Z70.097
N118 GO_HOME_	N174 G01 X57.376 Z40.100	N246 G00 Z105.500
N120 (1.2 GRUBO ČEONO STRUGANJE)	N176 G00 Z105.500 N178 G00 X54.353	N248 G00 X34.588 N250 G01 Z103.000
N122 ;(WNMG080412 sa nožem za grubu vanjsku obradu)	N180 G01 Z103.030 N182 G01 Z40.000	N252 G01 Z85.000 N254 G01 X34.788 Z85.100
N124 G00 X75.00 Z125.0 T1 M6 M08	N184 G01 X54.553 Z40.100 N186 G00 Z105.500	N256 G00 Z105.500 N258 G00 X31.765
N126 G00 X75.000 S750	N188 G00 X51.529	N260 G01 Z103.247
N128 G00 X100.0 Z109.000	N190 G01 Z103.036	N262 G01 Z85.975
N130 G00 X100.0 Z103.000	N192 G01 Z41.012	N264 G01 X31.965 Z86.075
N132 G01 Z100.300 F0.25	N194 G01 X51.729 Z41.112	N266 G00 Z105.500
N134 G01 X000.00	N196 G00 Z105.500	N268 G00 X28.941
N136 G01 Z102.300	N198 G00 X48.706	N270 G01 Z103.314
N138 G01 Z107.300	N200 G01 Z103.068	N272 G01 Z94.885
N140 G00 X100.0	N202 G01 Z52.836	N274 G01 X29.141 Z94.985
N142 G01 Z100.000	N204 G01 X48.906 Z52.936	N276 G00 Z105.500
N144 G01 X00.000	N206 G00 Z105.500	N278 G00 X26.118
N146 G01 Z102.000	N208 G00 X45.882	N280 G01 Z103.346
N148 G01 Z107.000	N210 G01 Z103.026	N282 G01 Z96.728
N150 (1.3 UZDUŠNO GRUBO ISTRUGIVANJE)	N212 G01 Z55.659 N214 G01 X46.082 Z55.759 N216 G00 Z105.500	N284 G01 X26.318 Z96.828 N286 G00 Z105.500

N288 G00 X23.294	N358 G01 Z85.000	
N290 G01 Z103.241	N360 G01 X35.000	N122 (2.2 GRUBO ČEONO STRUGANjE)
N292 G01 Z97.964	N362 G01 Z69.936	
N294 G01 X23.494 Z98.064	N364 G03 X40.000 Z68.000 R2.000	N124 ;(WNMG080412 sa nožem za grubu vanjsku obradu)
N296 G00 Z105.500	N366 G01 Z60.000	
N298 G00 X20.471	N368 G01 X50.000 Z50.000	N126 G00 X-14.307 Z103.761 T1 M6 M08
N300 G01 Z103.465	N370 G01 Z40.000	N128 G00 Z108.761 S750
N302 G01 Z98.861	N372 G01 X58.000	
N304 G01 X20.671 Z98.961	N374 G01 X59.000	N130 G01 Z101.017
N306 G00 Z105.500	N376 G01 X60.000	N132 G01 X62.426
N308 G00 X17.647	N378 G00 X80.000 Z40.000	N134 G01 Z103.017
N310 G01 Z103.155	N380 G00 X77.200 Z40.000	N136 G01 Z108.017
N312 G01 Z99.466	M9	N138 G00 X-00.307
N314 G01 X17.847 Z99.566		N140 G01 Z100.274
N316 G00 Z105.500	N382 M05	N142 G01 X62.426
N318 G00 X14.824	N384 M30	N144 G01 Z102.274
N320 G01 Z103.278		N146 G01 Z107.274
N322 G01 Z99.835	N386 ;	N148 G00 X-00.307
N324 G01 X15.024 Z99.935		N150 G01 Z100.074
N326 G00 Z105.500	<b>9.4 Program op20</b>	N152 G01 X62.426
N328 G00 X12.000		N154 G01 Z102.074
N330 G01 Z103.331	<b>N100 DATUM: 07.04.2019</b>	N156 G01 Z107.074
N332 G01 Z99.992	<b>N102 ;EMCO , op20 KRATKA STRANA</b>	
N334 G01 X12.200 Z100.092	<b>N104 ;KUPAC: xxx</b>	N158 (2.3 UZDUŽNO BOČNO STRUGANjE KRATKE STRANE)
N336 G00 Z105.500	<b>N106 ;MASIN.BR.:</b>	
N338 G00 X100.000	<b>N108 ;C.BR. : 01-001</b>	N160 ;(SNMG120412 sa nožem za grubu vanjsku obradu)
N340 G00 Z100.000	<b>N110 ;DATUM IZMJENE CR.BR.: 10.04.2019</b>	
N342 (1.4 UZDUŠNO FINO ISTRUGIVANJE)	<b>N112 ;NAPOMENA : Kosovac</b>	N162 G00 X100.000 Z100.000 T2 M6 M08 (može se uraditi i preko cyklusa zavisno od upravljanja na mašini)
N344 ; (VNMG160404 sa nožem za grubu vanjsku obradu)		N164 G00 Z105.500
N346 G00 x50.0 z100 T3 M6 M08	N114 G0 G18 G40 G54 G60 G90 M180	N166 G00 X58.000
N348 G00 X80.000 Z100.000 S1200	N116 G26 S1=3000	N168 G01 Z103.046 F0.25 s250
N350 G01 X0.000 F0.17	N118 GO_HOME_	
N352 G01 X8.776		N170 G01 Z62.016
N354 G01 X10.000	<b>N120 (1.2 POZICIONIRANjE OBRATKA U STEZNI SISTEM)</b>	N172 G00 X58.000 Z105.500
N356 G03 X30.000 Z90.000 R10.000		

N174	G00 X55.400	N238	G00 Z105.500	N288	G0 X171.200 Z108.500 T4 M6 M08
N176	G01 Z103.013	N240	G00 X39.800	N290	G00 X100.000 Z100.000
N178	G01 X55.600 Z65.366	N242	G01 Z103.250	N292	G00 Z71.000
N180	G00 Z105.500	N244	G01 Z103.750	N294	G01 X39.000 F0.25
N182	G00 X52.800	N246	G01 Z101.499	N296	G00 X100.000 Z71.0000
N184	G01 Z103.080	N248	G01 Z101.999	N298	G00 X100.000 Z100.000
N186	G01 Z68.516	N250	G01 Z99.749	N300	G0 X180.000
N188	G01 X53.000 Z68.616	N252	G01 X40.000 Z99.849	N302	(2.6 STRUGANjE VANjSKOG NAVOJA)
N190	G00 Z105.500	N254	G00 Z105.500	N304	; (NAVOJ 42X4.5 NAZIVNI PREČNIK D42 I MINIMALNI D37.129)
N192	G00 X50.200	N256	G00 X100.000	N306	G00 X62.000 Z102.142 T5 M6 M08
N194	G01 Z103.056	N258	G00 Z100.000	N308	G00 X40.376
N196	G01 X50.400 Z70.100			N310	G32 Z72.000 F4.500
N198	G00 Z105.500	N260	(2.4 UZDUŽNO FINO BOČNO STRUGANjE KRATKE STRANE)	N312	G00 X62.000
N200	G00 X47.600			N314	G00 Z102.071
N202	G01 Z103.056	N262	; (VNMG160404 sa nožem za FINU VANjSKU OBRADU)	N316	G00 X38.753
N204	G01 Z70.000			N318	G32 Z72.000 F4.500
N206	G01 X47.800 Z70.100	N264	G00 X20.000 Z100.000 T3 M6 M08	N320	G00 X62.000
N208	G00 Z105.500			N322	G00 Z102.000
N210	G00 X45.000	N266	G01 X0.000 F0.17	N324	G00 X37.129
N212	G01 Z103.056	N268	G01 X37.800	N326	G32 Z72.000 F4.500
N214	G01 Z70.000	N270	G01 X38.000	N328	G00 X62.000
N216	G01 X45.200 Z70.100	N272	G01 X42.000 Z98.000	N330	G00 Z102.00 M9
N218	G00 Z105.500	N274	G01 Z73.000		
N220	G00 X42.400	N276	G01 Z70.000		
N222	G01 Z103.362	N278	G01 X50.000 Z70.000		
N224	G01 Z103.862	N280	G01 X58.000 Z60.000		
N226	G01 Z101.724	N282	G00 X78.000		
N228	G01 Z102.224				
N230	G01 Z100.086	N284	(2.5 USJECANjE KANALA POPREČNO STRUGANjE)	N332	M05
N232	G01 Z100.586			N334	M30
N234	G01 Z98.449	N286	; (VNMG160404 sa nozem za FINU VANjSKU OBRADU)	N336	; Nedžad Kosovac
N236	G01 X42.600 Z98.549				

## 10. Opis glavnih funkcija

Naziv funkcije	Opis funkcije – znacenje funkcije
<b>G0</b>	Brzi hod
<b>G1</b>	Radni hod
<b>G2</b>	Kružno gibanje u smislu kazaljke na satu
<b>G3</b>	Kružno gibanje suprotno kazaljci na satu
<b>G4</b>	Vrijeme zastoja
<b>G9</b>	Kružna interpolacija kroz tačku
<b>G17</b>	Izbor radne površine – XY
<b>G18</b>	Izbor radne površine – XZ
<b>G19</b>	Izbor radne površine – YZ
<b>G25</b>	Minimalno programirani radni prostor/broj okretaja radnog vretena
<b>G26</b>	Maksimalno programirani radni prostor/ broj okretaja rad. vretena
<b>G33</b>	Narezivanje navoja sa konstantnim korakom
<b>G331</b>	Urezivanje navoja
<b>G332</b>	Urezivanje navoja – povratno gibanje
<b>G40</b>	Isključenje kompenzacije radijusa alata
<b>G41</b>	Lijeva kompenzacija radijusa alata
<b>G42</b>	Desna kompenzacija radijusa alata
<b>G53</b>	Isključenje pomaka nul tocke
<b>G54-G57</b>	Postavljanje – pomak nul tačke
<b>G63</b>	Urezivanje navoja bez sinkronizacije
<b>G64</b>	Mod izrade konture
<b>G70</b>	Mjerni sistem u inčima
<b>G71</b>	Mjerni sistem u milimetrima
<b>G90</b>	Apsolutni mjerni sistem
<b>G91</b>	Inkrementalni mjerni sistem
<b>G94</b>	Posmak u mm/min (inch/min)
<b>G95</b>	Posmak u mm/o (inch/o)
<b>G96</b>	Konstantna brzina rezanja
<b>G97</b>	Konstantna brzina rezanja isključena
<b>G110</b>	Polarna koordinata - pol postavljen u zadnjoj tački u koju je stigao alat
<b>G111</b>	Polarna koordinata – pol postavljen u tačku W
<b>G112</b>	Polarna koordinata – pol postavljen relativno u odnosu na zadnji pol
<b>G147</b>	Prilaz alata prema predmetu pravocrtno
<b>G148</b>	Odmicanje alata od predmeta pravocrtno
<b>G247</b>	Prilaz alata prema predmetu sa radijusom od četvrtine kružnice
<b>G248</b>	Odmicanje alata od predmeta sa radijusom od četvrtine kružnice
<b>G347</b>	Prilaz alata predmetu sa radijusom od pola kružnice
<b>G348</b>	Odmicanje alata od predmeta sa radijusom od pola kružnice
<b>G450/G451</b>	Prilaženje i odmicanje alata oko konturne tačke

## 11. Opis pomoćnih funkcija

Naziv funkcije	Opis funkcije – značenje funkcije
<b>M0</b>	Programirano zaustavljanje/ stop
<b>M1</b>	Optimalni stop
<b>M2</b>	Kraj programa
<b>M2=3</b>	Rotacija alata desno
<b>M2=4</b>	Rotacija alata lijevo
<b>M2=5</b>	Isključena rotacija alata
<b>M3</b>	Rotacija vretena udesno ( u smislu kazaljke na satu)
<b>M4</b>	Rotacija vretena u lijevo ( u smislu suprotno kazaljci na satu)
<b>M5</b>	Zaustavljanje vretena
<b>M6</b>	Izmjena alata – rotacija revolverske glave
<b>M8</b>	Uključenje rashladnog sredstva
<b>M9</b>	Isključenje rashladnog sredstva
<b>M17</b>	Kraj potprograma
<b>M20</b>	Pomicanje konjića unazad
<b>M21</b>	Pomicanje konjića naprijed
<b>M25</b>	Otvaranje čeljusti škripca
<b>M26</b>	Zatvaranje čeljusti škripca
<b>M30</b>	Kraj programa

CIKLUSI ZA TOKARENjE – Turning cycles	
<b>Cycle 93</b>	Grooving cycle – ciklus izrade utora
<b>Cycle 94</b>	Undercut cycle – ciklus podrezivanja
<b>Cycle 95</b>	Stock removal cycle – ciklus konturnog tokarenja
<b>Cycle 96</b>	Thread undercut cycle – ciklus podrezivanja za izradu navoja
<b>Cycle 97</b>	External thread – ciklus izrade vanjskog i unutarnjeg navoja
<b>Cycle 98</b>	Chaining of threads – ciklus povezivanja navoja

## 12. Simulacija

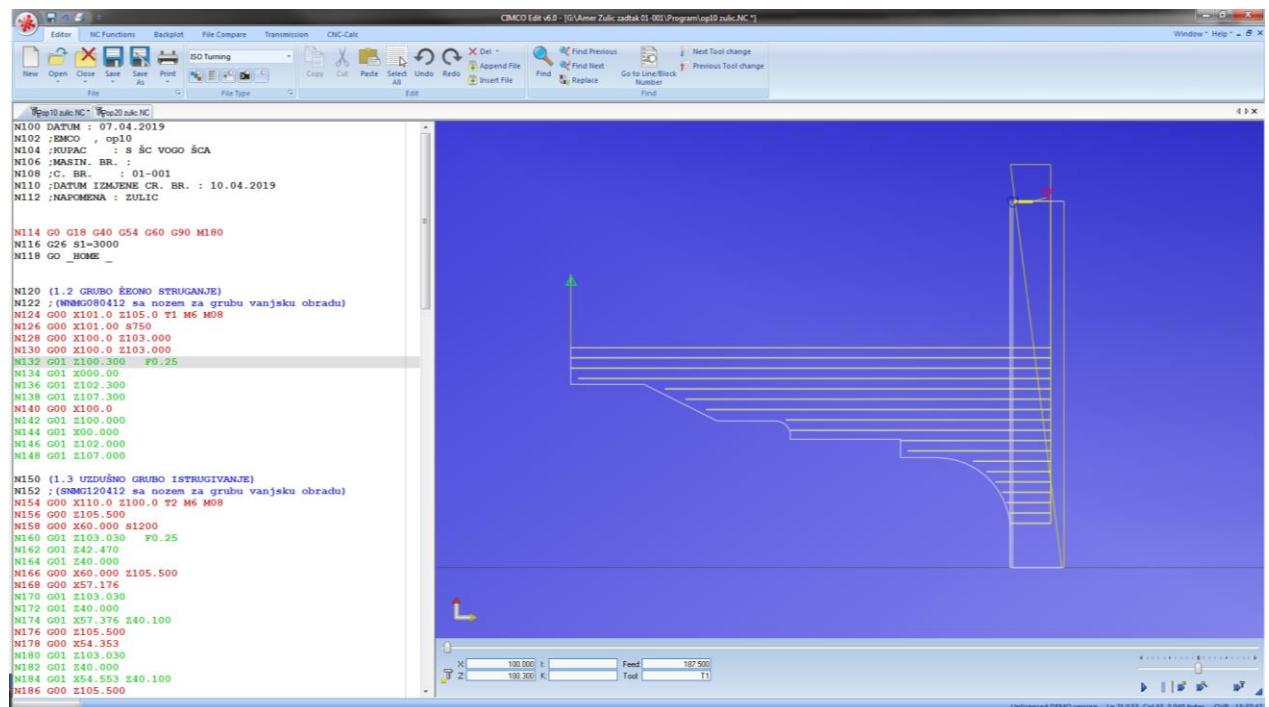
Napisani NC program se može simulirati u 2D ( Simulation) ili 3D (3D View) kako bi se mogla vidjeti putanja alata (2D) ili putanja alata, promjene alata, dubine rezanja i izgled gotovog predmeta (3D).

Tipkom Simulation otvara se prozor za simulaciju u 2D koji nam grafički prikazuje aktualnu poziciju koordinatnog sistema, posmak (feed), alat (tool), status simulacije (Start/Reset/Single), postavu simulacije (Settings), i zumiranje – povećanje/ smanjenje prikaza trajektorija putanje alata.

Prikazane boje na ekranu znače sljedeće:

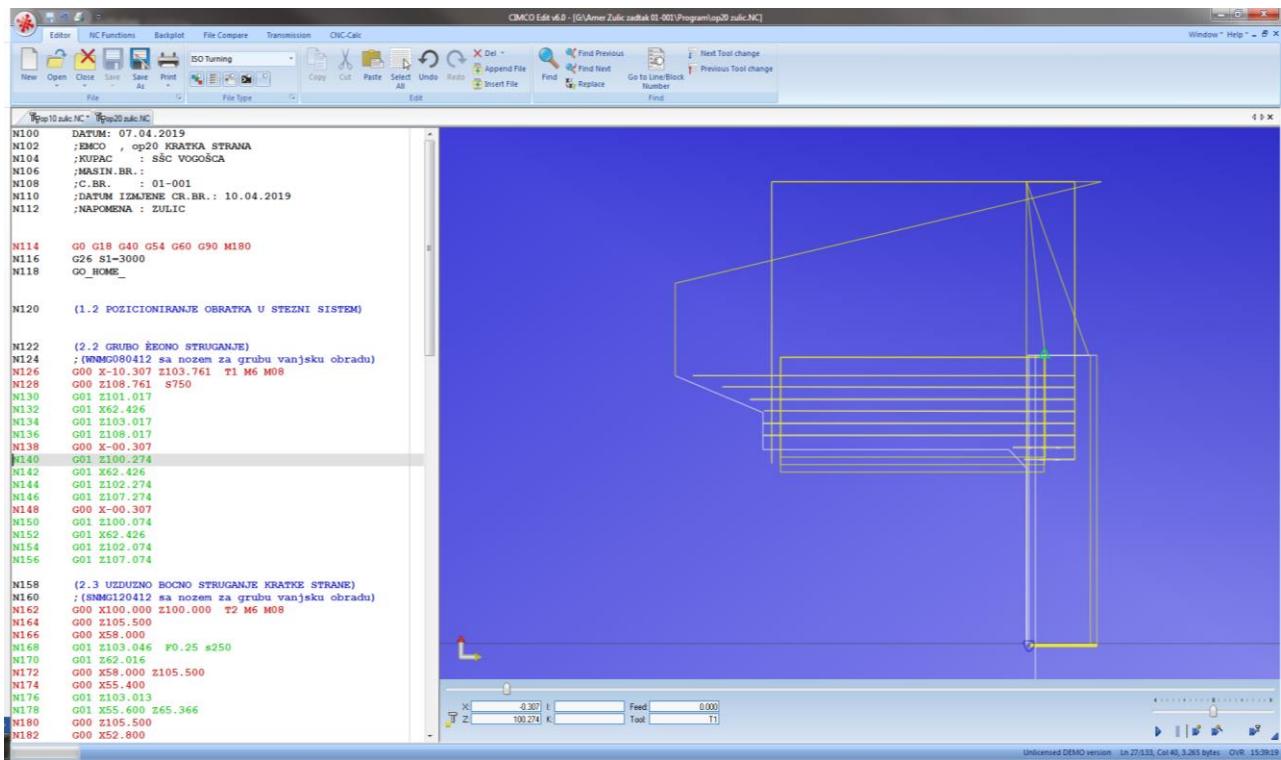
- svijetlo žuta – putanja vrha oštice alata u radnom hodu
- tamno crvena – putanja alata u brzom hodu
- žuta – reticule, simbol alata, središnjica itd.
- plava – pomoćne crte kružnog gibanja i napomene

## OP10



Slika 17

## OP20



Slika 18

### 13. Zaključak

Ovim radom smatram da sam slikovito objasnio sve nejasnoće koje zbuju mnoge operatere na CNC mašinama kako da rješe određene probleme pri obradi komada, bilo da se radi o problemu strugotine ili odabira alata kao i način izrade programa za obradu dijela.

## 14. Korištena literatura

- Zdravko Blažević - Programiranje\_CNC\_Strugova\_i\_Glodalica.pdf
- Steve Krar., Arthur Gill., Computer numerical control programming, United states of America., New York., Hanser Publishers.,1999. 189 str.
- Sandvik AB, MainCatalouge\_2018\_eng.pdf
- Cimco v6 program za simulaciju 2D