



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA

Predmet: **Osnovi mašinskih tehnologija**

Nastavnik: *Prof. dr Marin Gostimirović*



TEHNOLOGIJA OBRADE SKIDANJEM MATERIJALA

Novi Sad, šk. 2014/2015. god.

TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

Struganje

- ★ *Struganje* je najčešće korišćeni postupak obrade rezanjem sa kojim se oblikuju radni predmeti cilindričnog oblika (osovina, vratilo, čaura, remenica, cilindar, vijak i dr.).



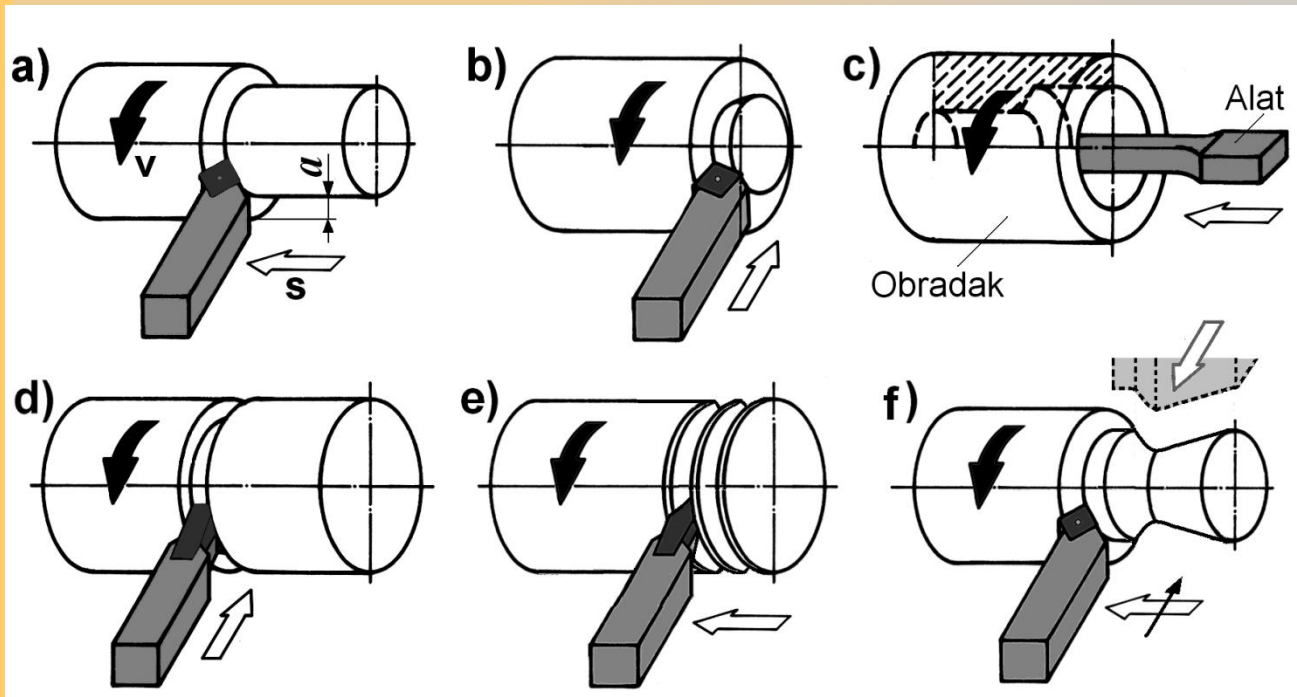
- ★ Postupak obrade kod koga glavno kružno kretanje (definisano brzinom rezanja v) izvodi obradak, dok pomoćno pravolinijsko kretanje (određeno pomakom s) izvodi alat.
- ★ Debljina sloja materijala koja se u jednom prolazu skida sa predmeta obrade određena je dubinom rezanja a

TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

Struganje

Osnovni zahvati obrade struganjem

- ★ Spoljašnji i unutrašnji **zahvati**: *uzdužna obrada, poprečna obrada, usecanje žljebova, obaranje ivica, izrada konusa, rezanje navoja, obrada profilnih površina, izrada aksijalnih otvora i rupa, nareckivanje, odsecanje itd.*
- ★ Prema kvalitetu, u primeni su **zahvati** *grube, prethodne i fine obrade.*

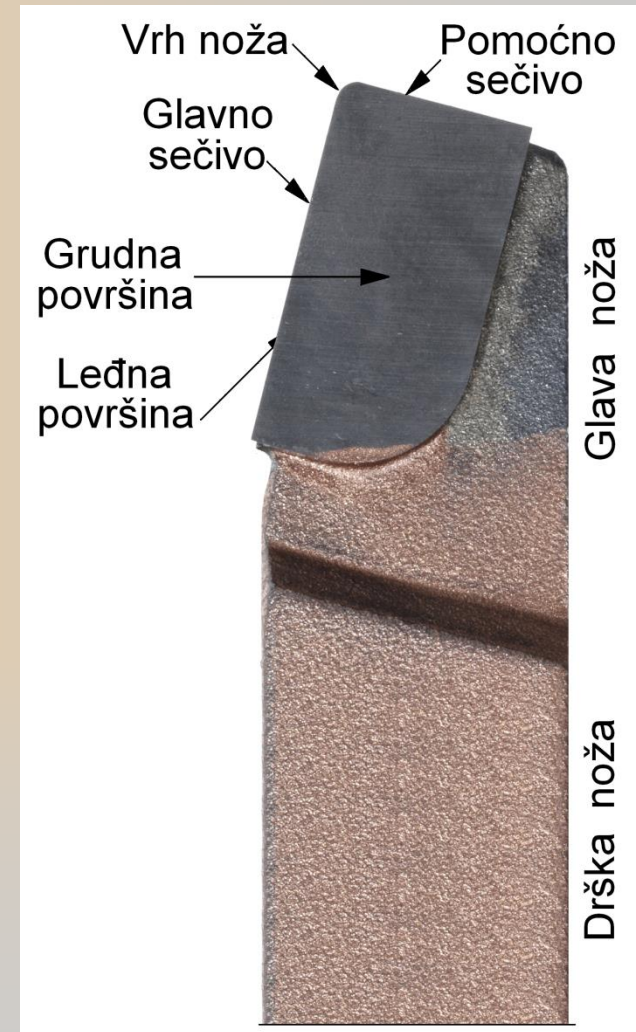


TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

Struganje

Alati za struganje

- ★ **Strugarski nož** spada u rezne alate jednostavnijeg geometrijskog oblika.
- ★ Sastoji od **držke noža** (služi za postavljanje i stezanje alata na mašini alatki) i **rezne glava** (klin koji omogućuje proces rezanja).
- ★ U **moderno postavljenoj proizvodnji** se isključivo koriste strugarski noževi sa mehanički pričvršćenim pločicama
- ★ Integrisani noževi od brzoreznog čelika i noževi sa zalemljenim pločicama sreću samo u sistemu **tekućeg održavanja**
- ★ Za izradu alata za struganje se uglavnom koriste **rezne pločice različitog oblika i dimenzija od tvrdog metala i alatne keramike**, često presvučeni različitim vrstama tvrdih prevlaka

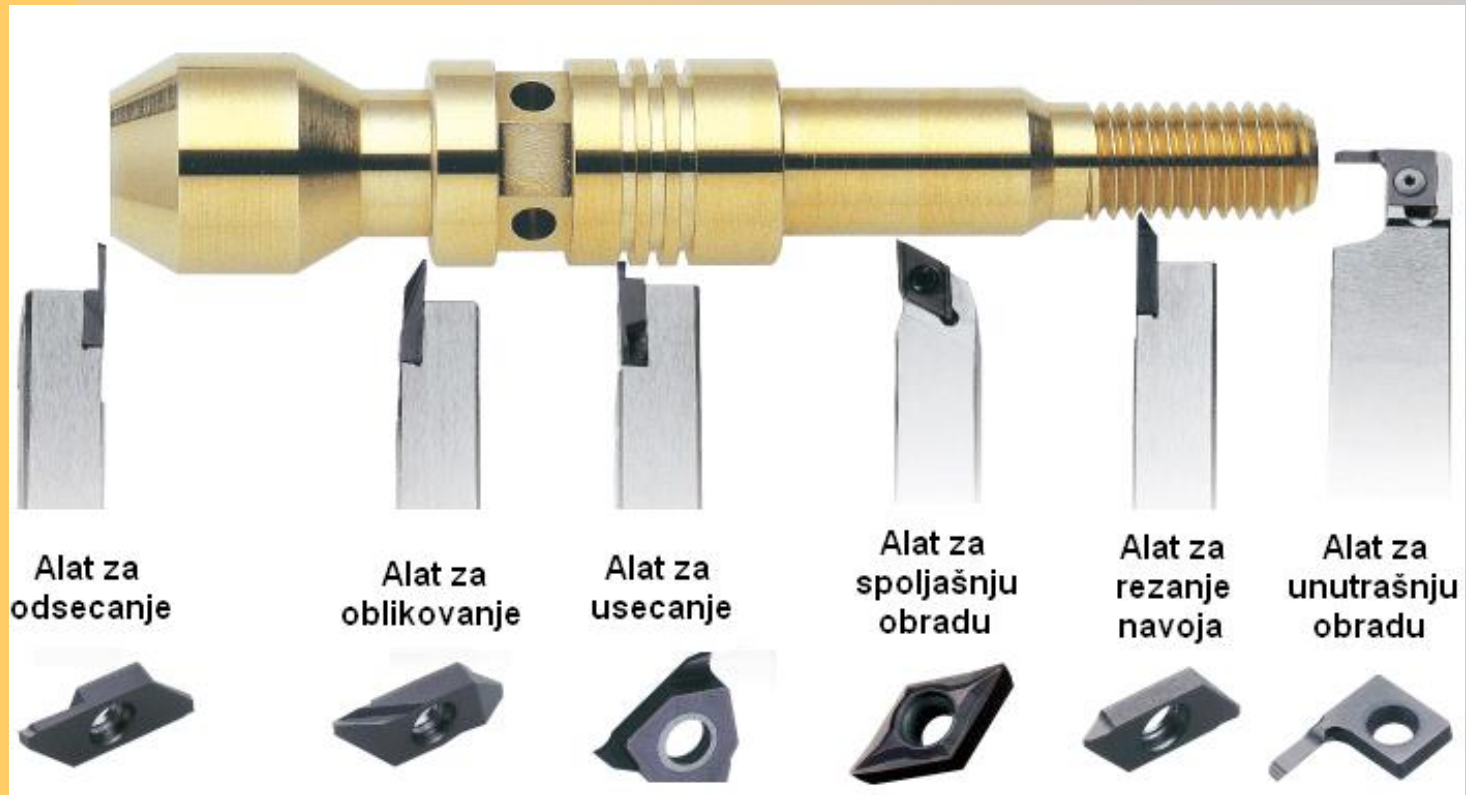


TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

Struganje

Alati za struganje

- ★ Pregled savremenih nožava pri izvođenju osnovnih zahvata struganjem sa različitim tipovima izmenljivih reznih pločica.

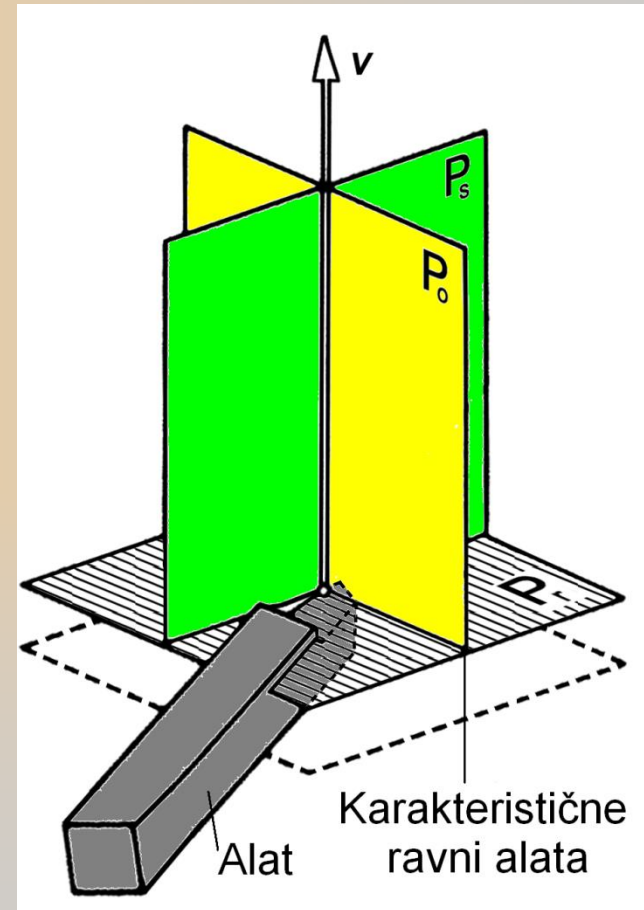


OBRADNI SISTEM

Struganje

Rezna geometrija strugarskog noža

- ★ Definisanje rezne geometrije strugarskog noža ostvaruje se primenom **referentnog koordinatnog sistema** :
- ★ Osnovna ravan P_r
- ★ Ravan rezanja P_s
- ★ Ortogonalna ravan P_o



TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

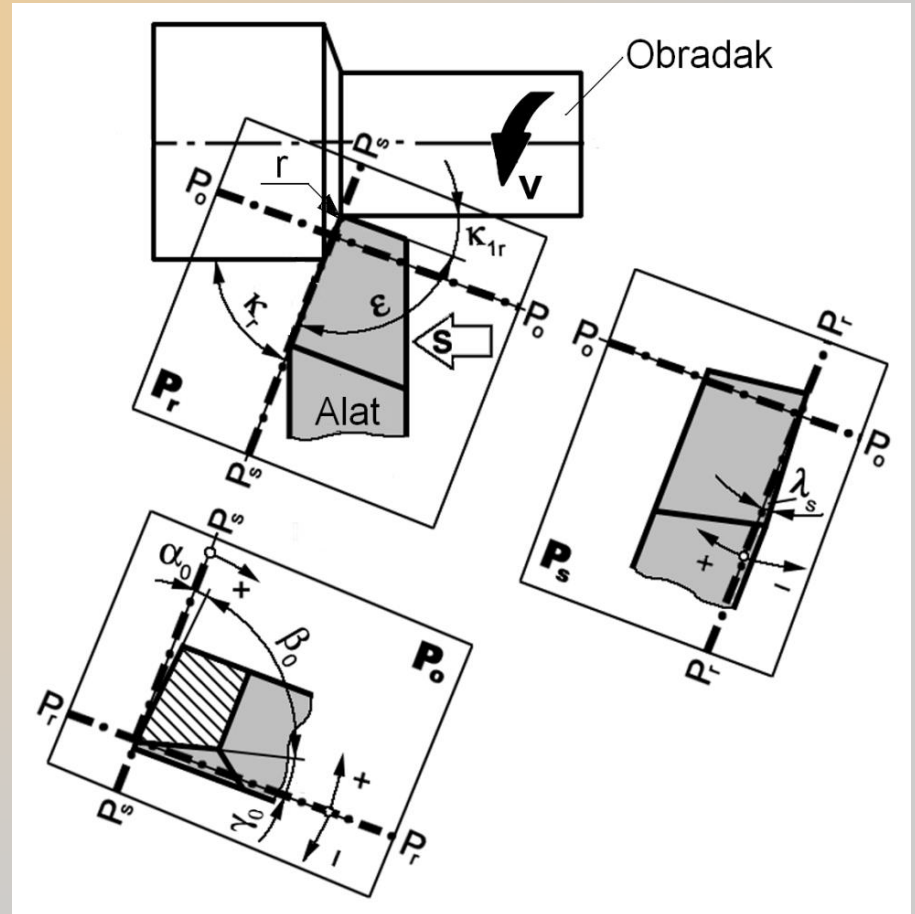
Struganje

Rezna geometrija strugarskog noža

Osnovni *uglovi strugarskog noža*

- ★ Uglovi u ortogonalnoj ravni P_o : *grudni ugao γ_o , leđni ugao α_o i ugao klina β_o*
- ★ Uglovi u osnovnoj ravni P_r : *napadni ugao κ_r , ugao vrha ϵ_r i pomoćni napadni ugao κ_{r1}*
- ★ Uglovi u ravni rezanja P_s : *ugao nagiba sečiva λ_s*

Vrednosti rezne geometrije strugarskog noža se najčešće kreću u sledećim granicama: $(-10^\circ \leq \gamma \leq 30^\circ)$; $(6^\circ \leq \alpha \leq 12^\circ)$; $(-6^\circ \leq \lambda \leq 6^\circ)$; $(45^\circ \leq \kappa \leq 90^\circ)$; $(r = 0,5 \div 2 \text{ mm})$.



TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

Struganje

Sile i snaga rezanja

Komponente rezultujućeg otpora rezanja

- ✓ *glavni otpor rezanja* F_v koji se poklapa sa pravcem brzine rezanja v ,
- ✓ *otpor pomoćnog kretanja* F_s koji pada u pravac pomaka s i
- ✓ *otpor prodiranja* F_p koji prati radijalni pravac obratka

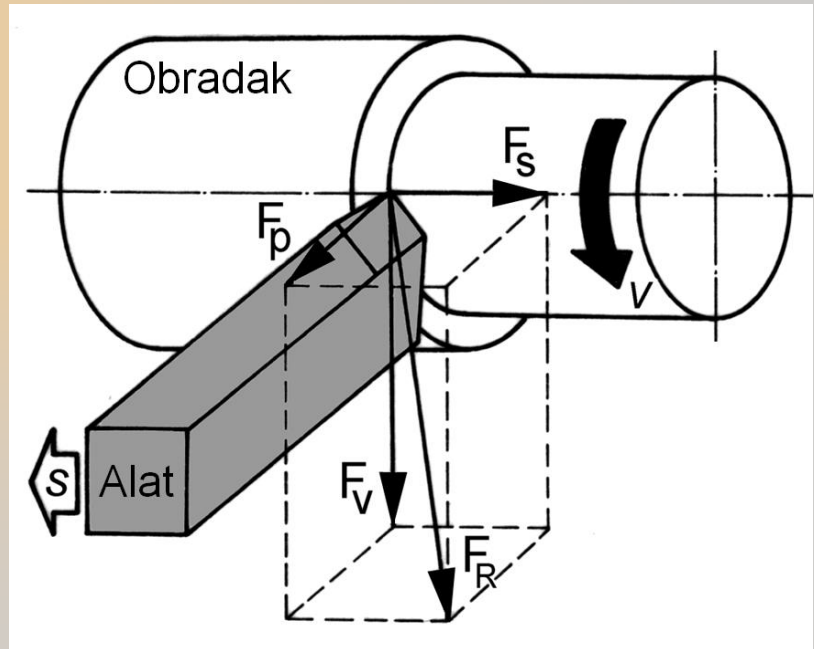
$$F_R = \sqrt{F_v^2 + F_s^2 + F_p^2}$$

$$F_v = C_k \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1}$$

$$F_v : F_s : F_p \approx 5 : 2 : 1$$

Snaga pogonskog elektromotora

$$P_M = \frac{C_k \cdot a^{x_1} \cdot s^{y_1} \cdot v}{\eta}$$



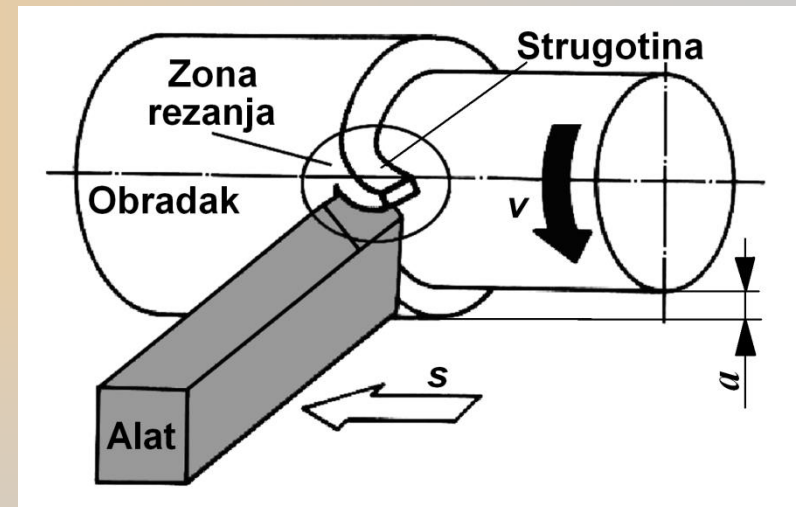
TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

Struganje

Režim obrade

Obuhvata osnovne parametre za definisanje međusobnog položaja i relativnog kretanja alata i obratka

- ★ dubina rezanja a
- ★ pomak s
- ★ brzina rezanja v , odnosno broj obrtaja n



Struganje

Dubina obrade

- ★ **Rastojanje između** trenutno obrađivane i obrađene površine obratka, tj. **debljinu sloja materijala** koji se skida u jednom prolazu
- ★ Po pravilu, za dubinu rezanja uvek se **uzima maksimalna moguća vrednost** zavisno od: *zahtevanog kvaliteta obrade; dimenzija i geometrije alata; snage mašine alatke; materijala i stabilnosti obratka ...*
- ★ Dubina rezanja je u direktnoj vezi sa ukupnim **dodatkom za obradu δ** koji može da se skida u jednom ili više prolaza

$$i = \frac{\delta}{2 \cdot a_{\max}}$$

- ★ **Broj prolaza** može biti određen na dva načina

Prvi slučaj ➤ Poznate konkretne vrednosti polaznog D i završnog d prečnika obratka:

$$\delta = D - d$$

Drugi slučaj ➤ Izbor dodatka za obradu kao preporučene vrednosti definisane.

TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

Struganje

Dubina obrade

- ★ Primer aplikacije za izbor dodataka za obradu pri struganju

Dodatak za obradu - grubo spoljasnje struganje		Fakultet tehnickih nauka Departman za proizvodno masinstvo Katedra za procese obrade skidanjem materijala Novi Sad	
Izbor dadatka za obradu		Odredjivanje broja prolaza	
Precnik obrade:	240 mm	Oblik plocice:	Kvadratna
Duzina obrade:	1200 mm	Duzina ivice:	12 mm
Kvalitet obrade:	Normalna tacnost	Napadni ugao:	45 °
Tip proizvodnje:	Maloserijaska		
Merodavna dubina obrade		Broj prolaza: 1	
		Formula: $a_g = \frac{\delta_1}{2 \cdot i_g} [mm]$	
Dodatak za obradu: 8 mm		Broj prolaza: 1 	
Glavni meni		Dubina obrade: 4 mm	
		Izbor	

Struganje

Pomak

- ★ Pri određivanju ***pomaka*** prvenstveno se **polazi od preporučenih vrednosti** koje zavise od: *materijala i dimenzija obratka i drške noža; materijala, vrste, oblika i dimenzija rezne pločice alata; dubine rezanja; kvaliteta obrade* itd.
- ★ Preporučena vrednost **podleže proveri ispunjenosti uslova** koji treba da omoguće izbor merodavne vrednosti pomaka za date uslove obrade

Ispunjenost uslova povoljnog nastanka strugotine

- ★ Povoljni oblici strugotine ostvaruju se ako je **koeficijent vitkosti strugotine** g za uzdužno struganje $5 \div 10$, a za uzdužno struganje $5 \div 20$

$$\frac{a}{g_{\max}} \leq s \leq \frac{a}{g_{\min}}$$

Provera hrapavosti obrađene površine

- ★ provera se sprovodi kod finog struganja, a određuje graničnu vrednost pomaka s obzirom na zadatu hrapavost obrađene površine

$$s \leq \sqrt{32 \cdot R_a \cdot r}$$

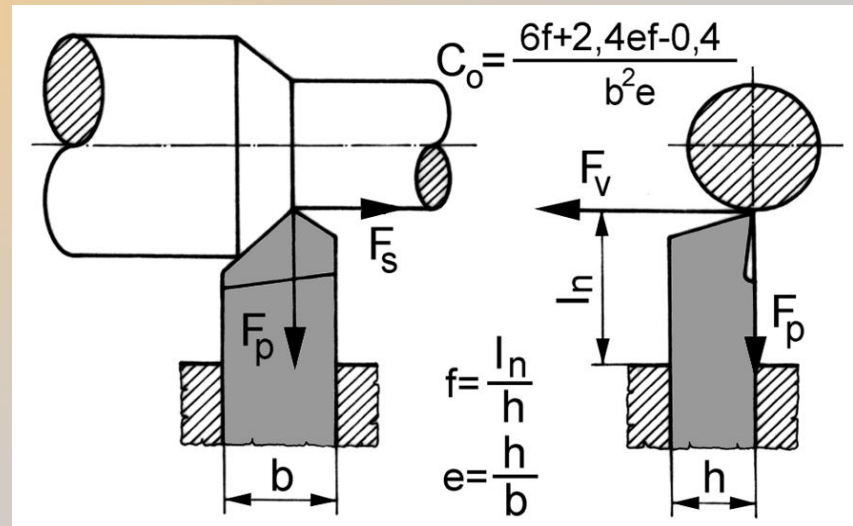
Struganje

Pomak

Provera otpornosti drške noža

- ★ Određuje graničnu vrednost pomaka pod uslovom da naprezanje u najkritičnijem preseku drške noža ne pređe dozvoljenu vrednost

$$s \leq \left(\frac{\sigma_{doz}}{C_o \cdot C_k \cdot a^{x_1}} \right)^{\frac{1}{y_1}}$$



TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

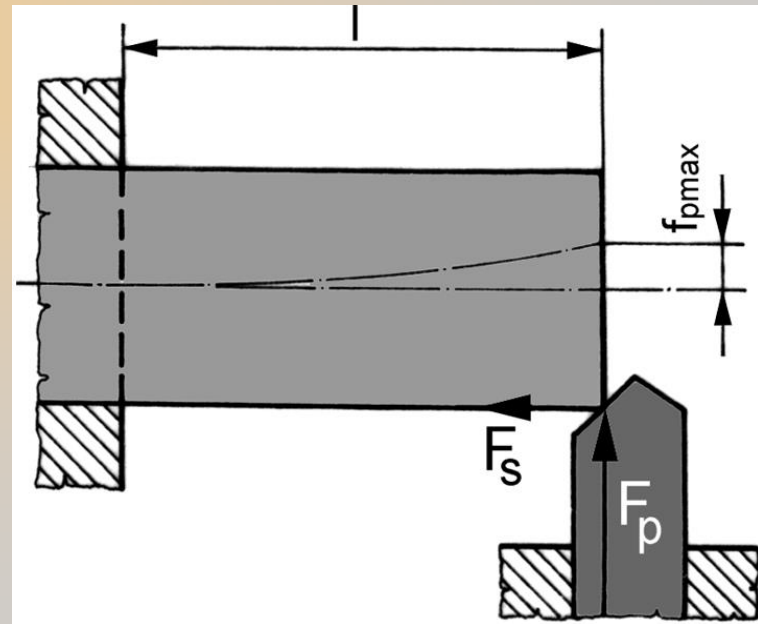
Struganje

Pomak

Provera stabilnosti radnog predmeta

- ★ Određuje graničnu vrednost pomaka pod uslovom da deformacija (ugib) obratka f usled dejstva sila rezanja F_i ne pređe dozvoljenu vrednost

$$s \leq \left(\frac{f_{\max} \cdot E \cdot I}{0,2 \cdot C_k \cdot a^{x_1} \cdot l^3 \cdot \mu} \right)^{\frac{1}{y_1}}$$



TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

Struganje

Brzina rezanja

- ★ Na **brzinu rezanja** utiče **veliki broj faktora** među kojima su najvažniji: *vrsta materijala obratka i alata; postojanost alata; presek režućeg sloja; geometrija alata; karakteristike SHP; vrsta i kvalitet obrade* i dr.
- ★ Za približno određivanje brzine rezanja mogu da se koriste **preporučene vrednosti**
- ★ Za tačnije određivanje brzine rezanja koriste se različiti oblici **empirijskih obrazaca**

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot a^x \cdot s^y} \xi_i$$

- ★ Na mašini alatki, brzina rezanja pri obradi struganjem se definiše preko **broja obrtaja obratka** ($n=v/D\pi$). Pri tome se teži da broj obrtaja bude što je moguće veća vrednost, stim da postoje dva bitna ograničenja

Potpuno iskorišćenje ekonomske postojanosti alata

$$n \leq \frac{C_v}{D \cdot \pi \cdot T^m \cdot a^x \cdot s^y} \xi_i$$

Potpuno iskorišćenje raspoložive snage mašine alatke

$$n \leq \frac{P_M \cdot \eta}{D \cdot \pi \cdot F_v}$$

TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

Struganje

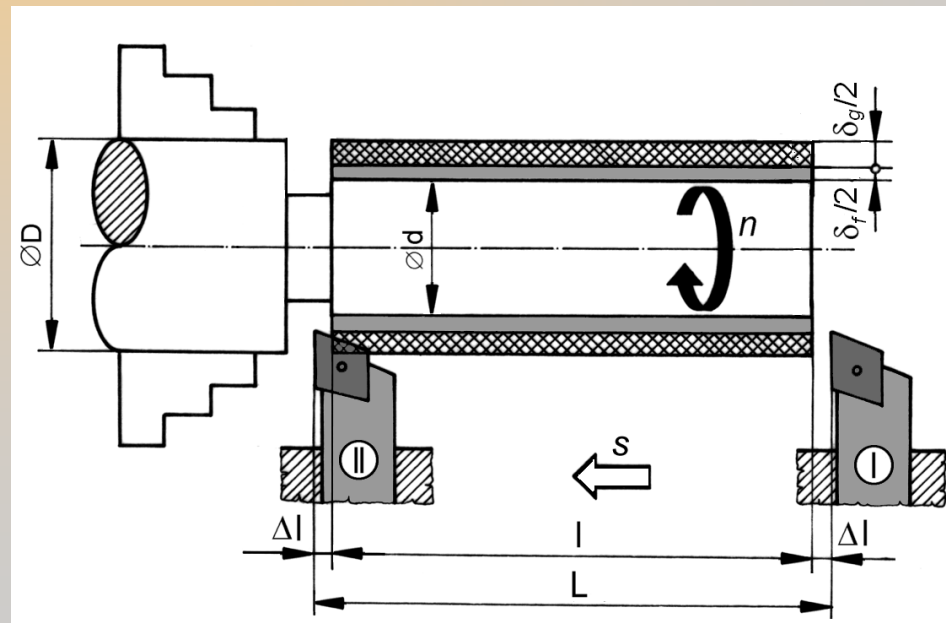
Glavno vreme obrade

- ★ **Glavno vreme obrade** pri struganju se određuje za svaki zahvat ponaosob i to kao odnos pređenog puta alata L i brzine pomoćnog kretanja ns multiplicirano brojem prolaza i
- ★ **Ukupno glavno vreme obrade** za celu operaciju dobija se kao zbir glavnih vremena za pojedine zahvate

$$t_g = i \frac{L}{n \cdot s}$$

$$L = l + \Delta l_m$$

$$t_{gu} = \sum t_{gi}$$

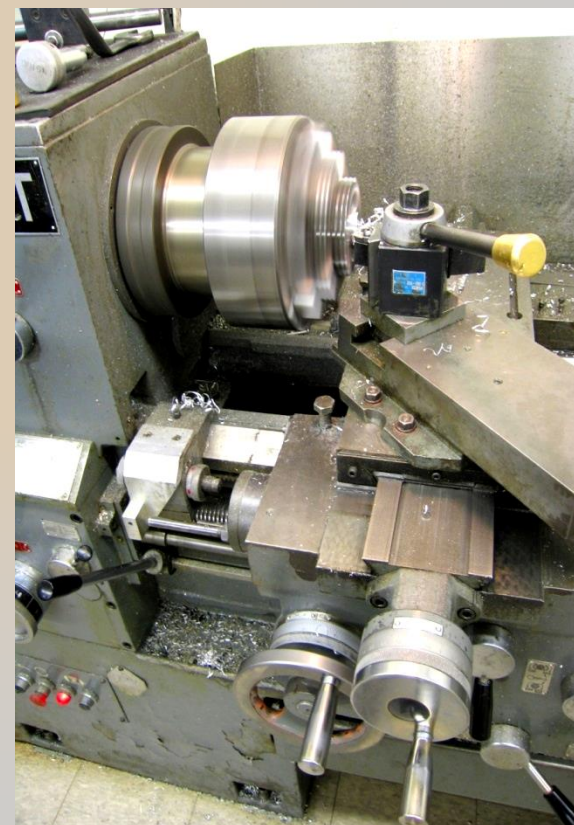
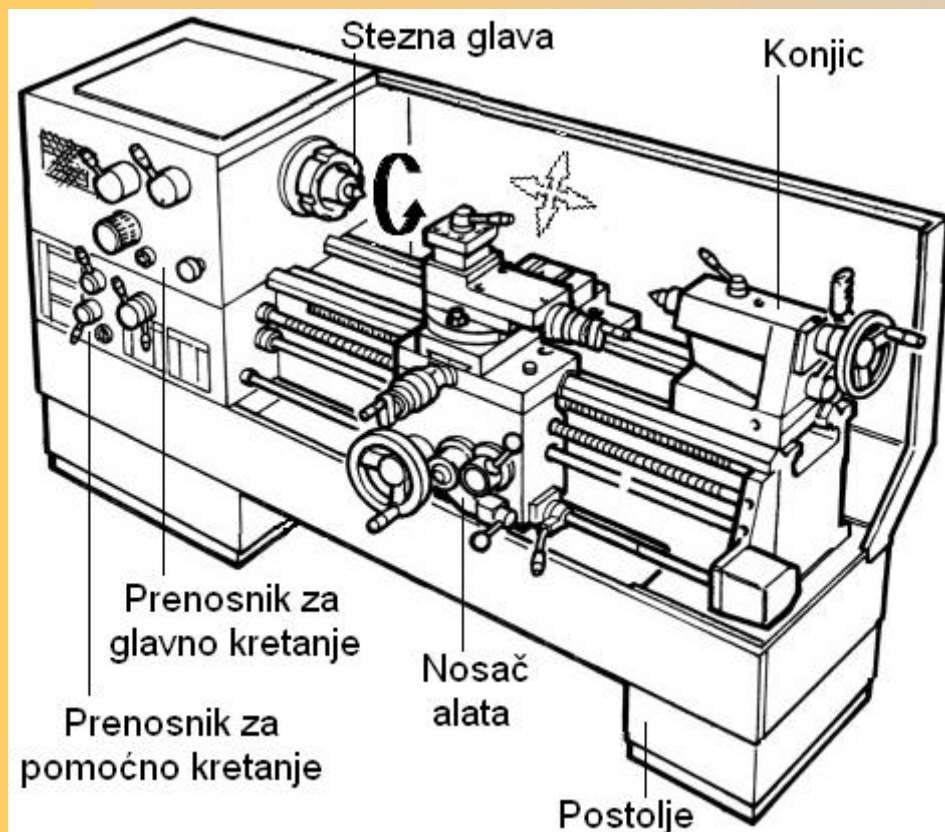


TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

Klasični strugovi

Univerzalni strugovi

- ★ Koriste u pojedinačnoj proizvodnji za zahvate uzdužne i poprečne (spoljašnje ili unutrašnje) obrade, rezanje navoja, bušenje aksijalne rupe, obrada konusa i sl

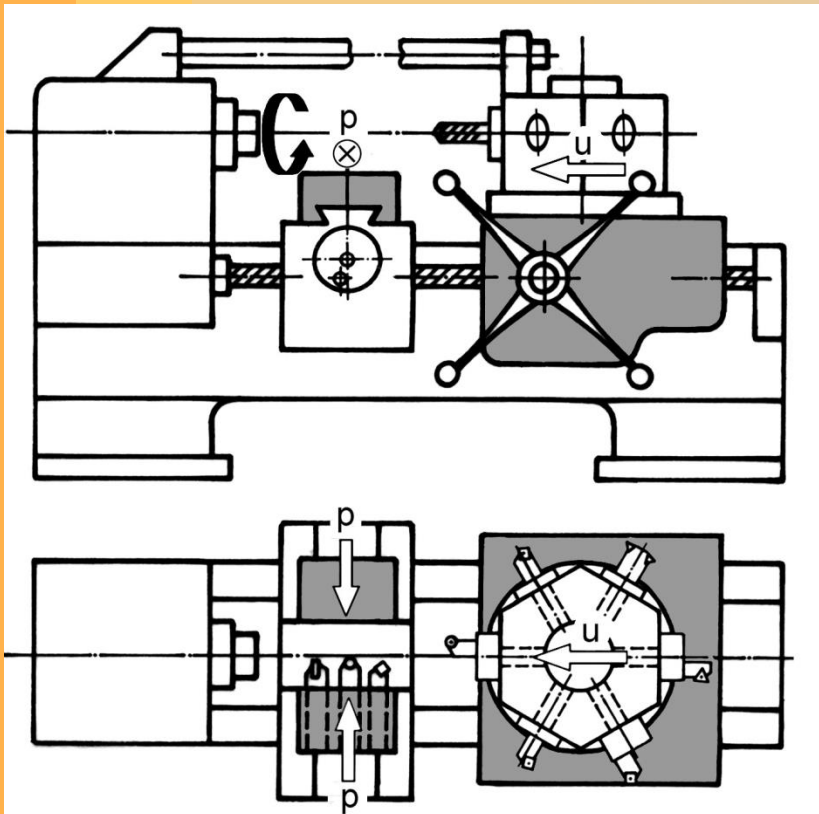


TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

Klasični strugovi

Revolver strugovi

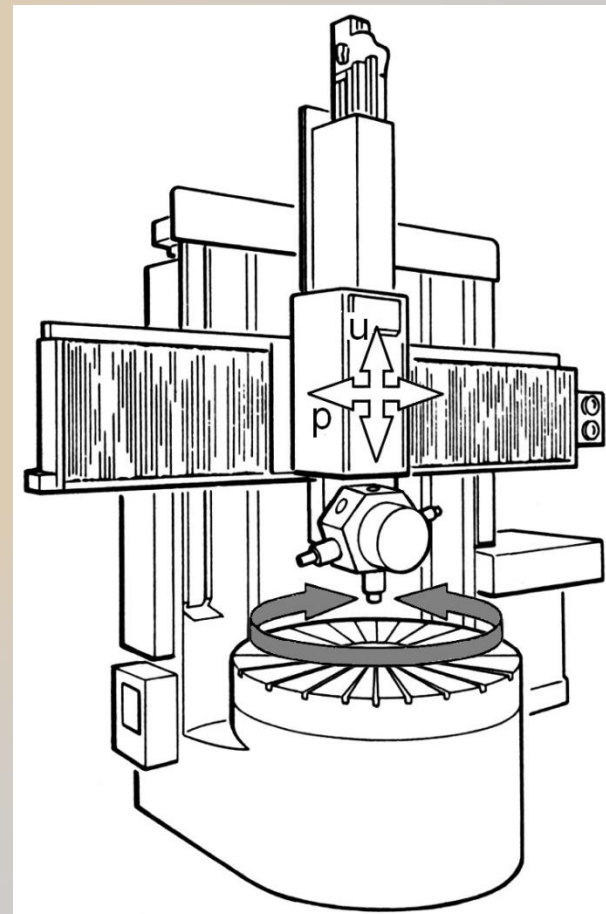
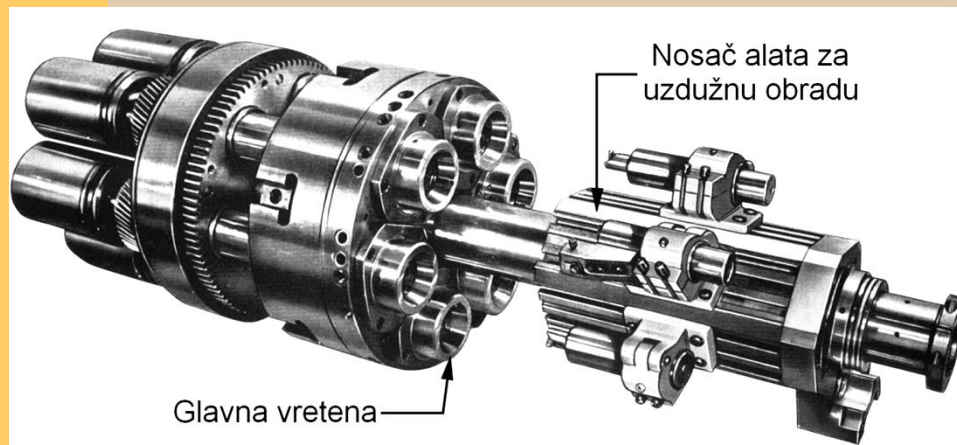
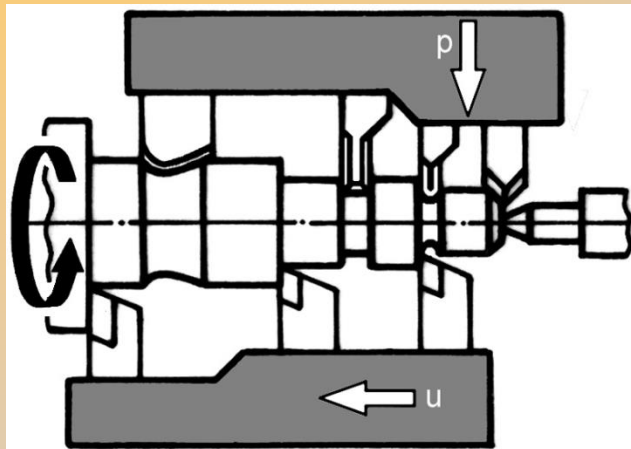
★ Imaju obrtnu revolversku glavu sa većim brojem alata poređanih prema redosledu izvođenja zahvata na obratku u serijskoj proizvodnji



TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

Klasični strugovi

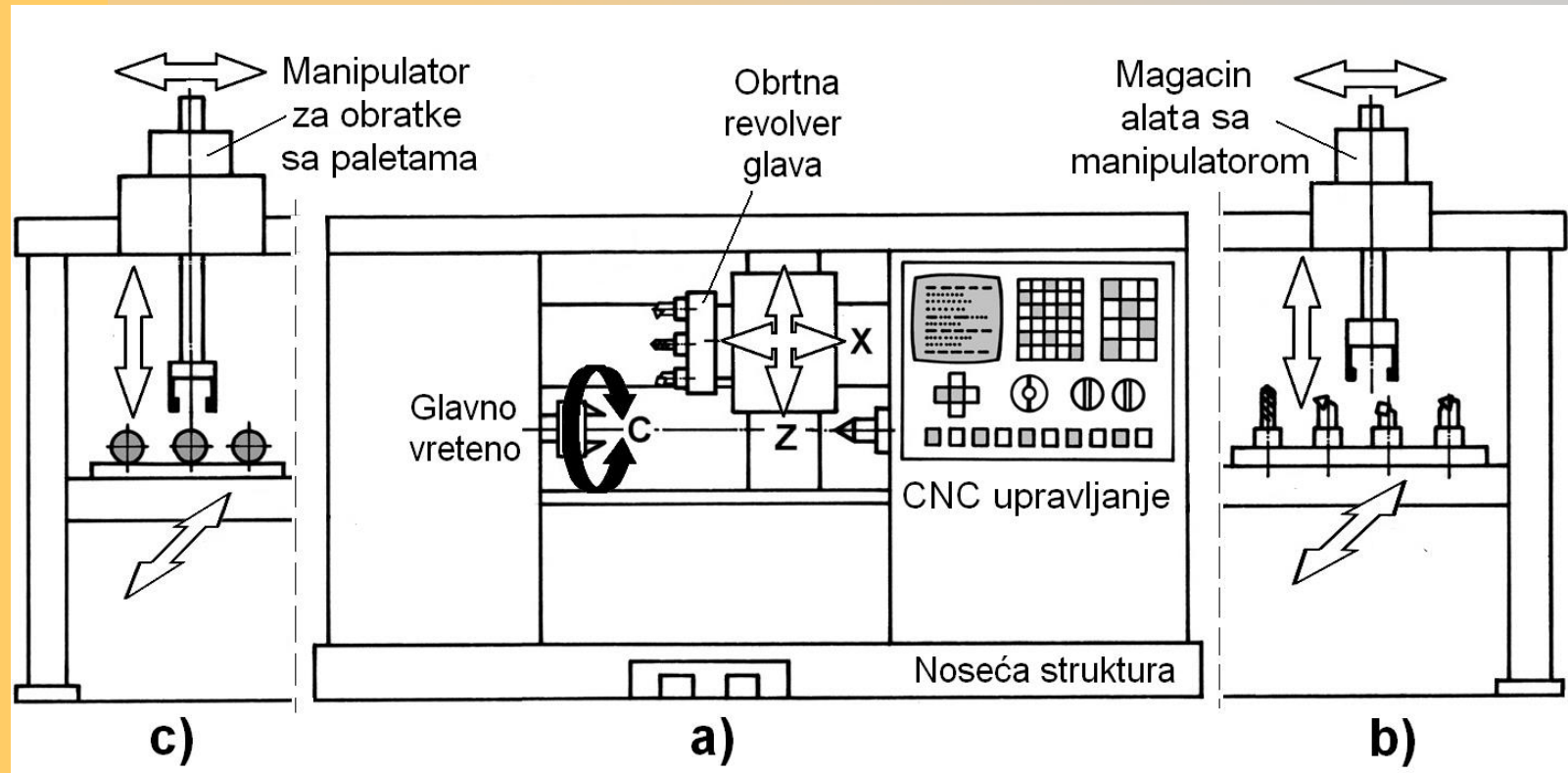
Viešečni, viševreteni i vertikalni strugovi



TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

Numerički upravljani strugovi

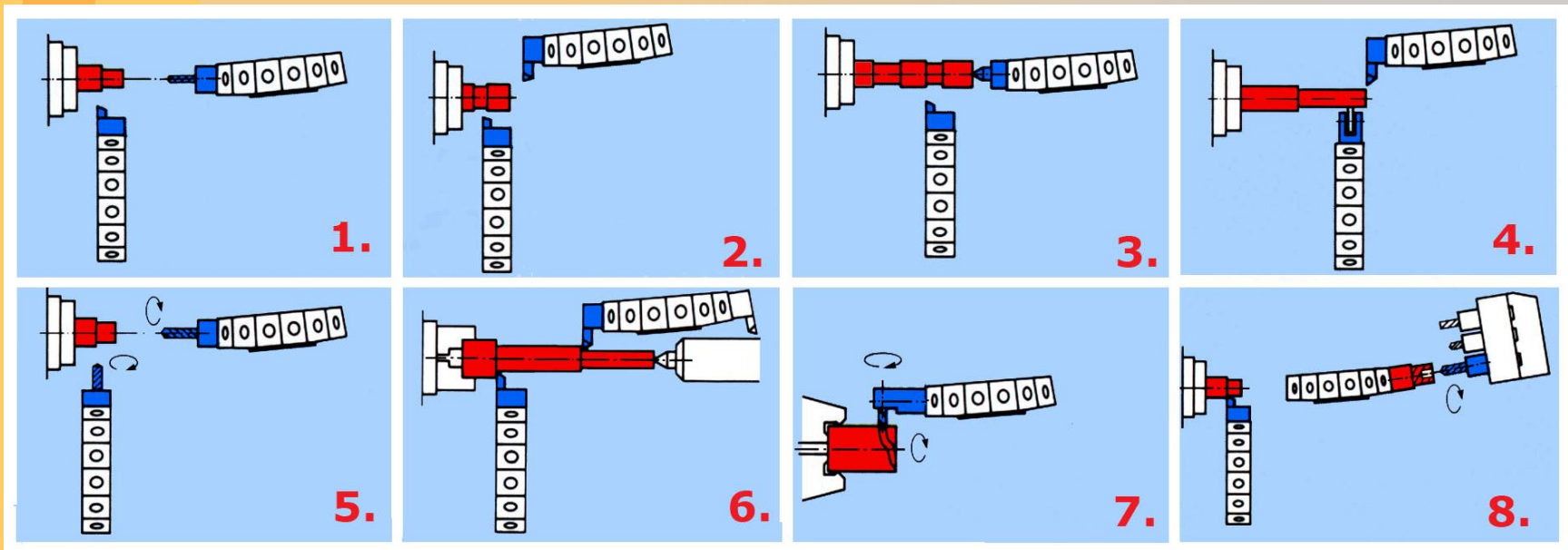
- ★ Sve više koriste u praksi kao zamena za klasične strugove.
- ★ Uglavnom se razlikuju: *CNC strugovi, obradni centri za struganje i fleksibilni obradni moduli za struganje*



TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

Numerički upravljani strugovi

- ★ Primer izvođenja raznih zahvata kod CNC struga sa više revolverskih glava



TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

Numerički upravljani strugovi

- ★ Izgled fleksibilnog obradnog modula za struganje

