



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA

Predmet: **Osnovi mašinskih tehnologija**

Nastavnik: *Prof. dr Marin Gostimirović*



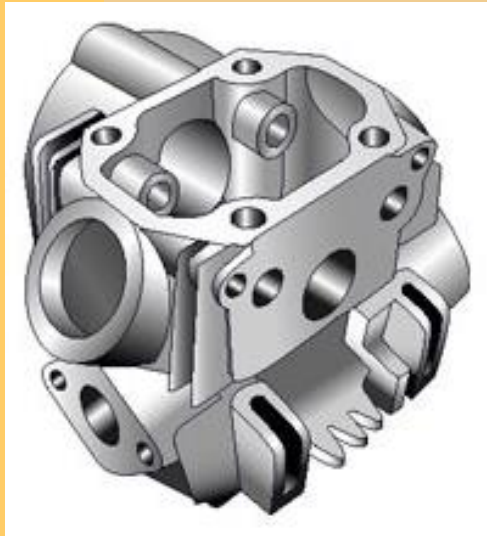
# ***TEHNOLOGIJA OBRADE SKIDANJEM MATERIJALA***

Novi Sad, šk. 2014/2015. god.

# TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

## *Bušenje*

- ★ **Bušenje** je postupak obrade rezanjem koji služi za **izradu otvora i rupa**.
- ★ Ima veoma široku industrijsku primenu jer veliki broj mašinskih delova poseduje rupe/otvore, i to **za razne namene**: *prihvatanje, stezanje, vođenje, osiguranje, podmazivanje* itd



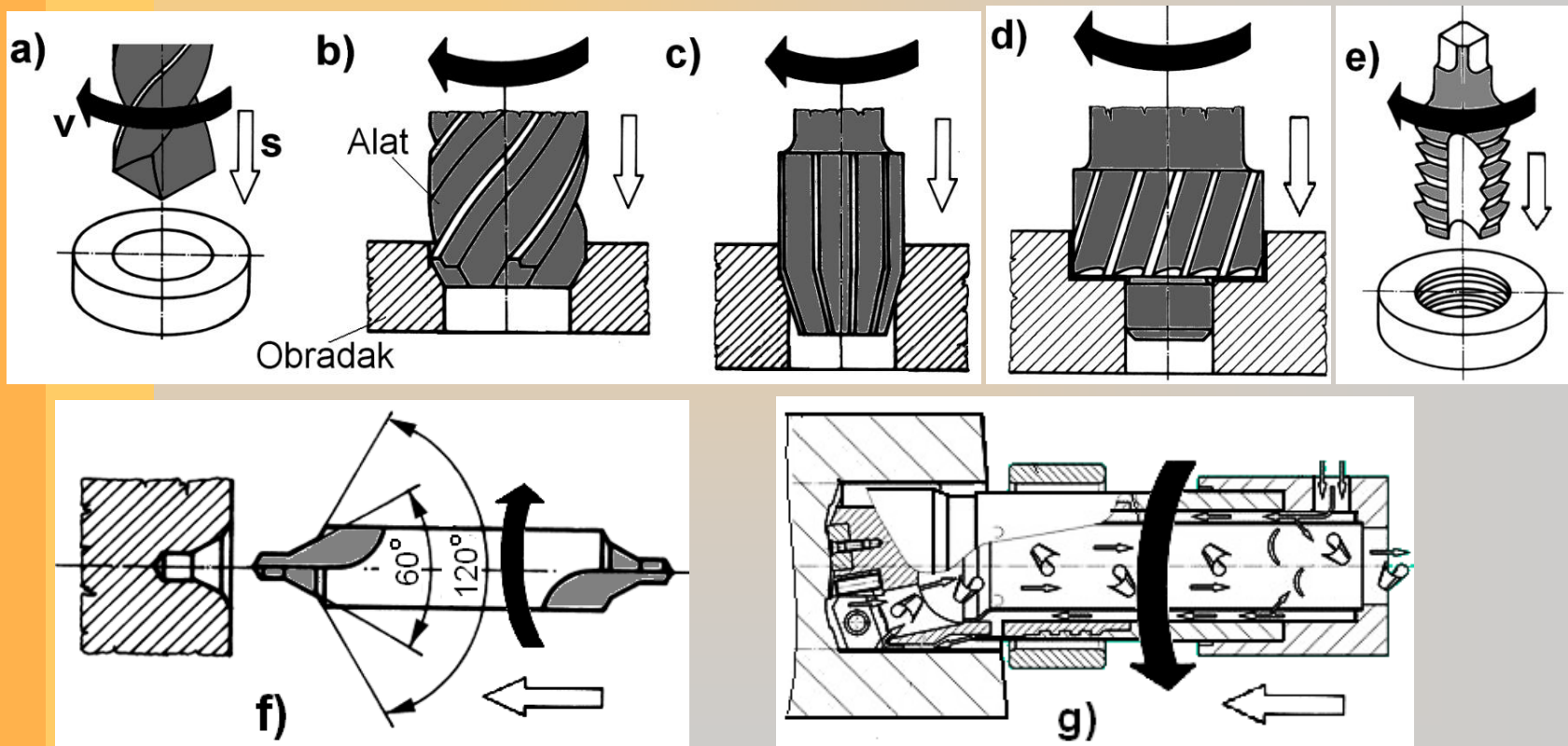
- ★ Kod bušenja alat izvodi **glavno kružno kretanje** koje je definisano brzinom rezanja  $v$ , ali i **pomoćno pravolinijsko kretanje** koje je određeno pomakom  $s$ .

# TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

## *Bušenje*

### *Osnovni zahvati obrade bušenjem*

a) bušenje; b) proširivanje; c) razvrtanje; d) upuštanje; e) rezanje navoja;  
f) zabušivanje; g) duboko bušenje



# TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

## *Bušenje*

### *Alati za bušenje*

- ★ Obradom bušenjem se sa odgovarajućim alatom **direktno ostvaruju oblik i dimenzije** obrađenih površina koje odgovaraju datom prečniku alata.
- ★ Univerzalnost alata za bušenje praktično ne postoji, već se za obradu određenih otvora/rupa **mora raspolagati sa velikim brojem alata** različitog prečnika.

### **Osnovni asortiman savremenih alata za bušenje**

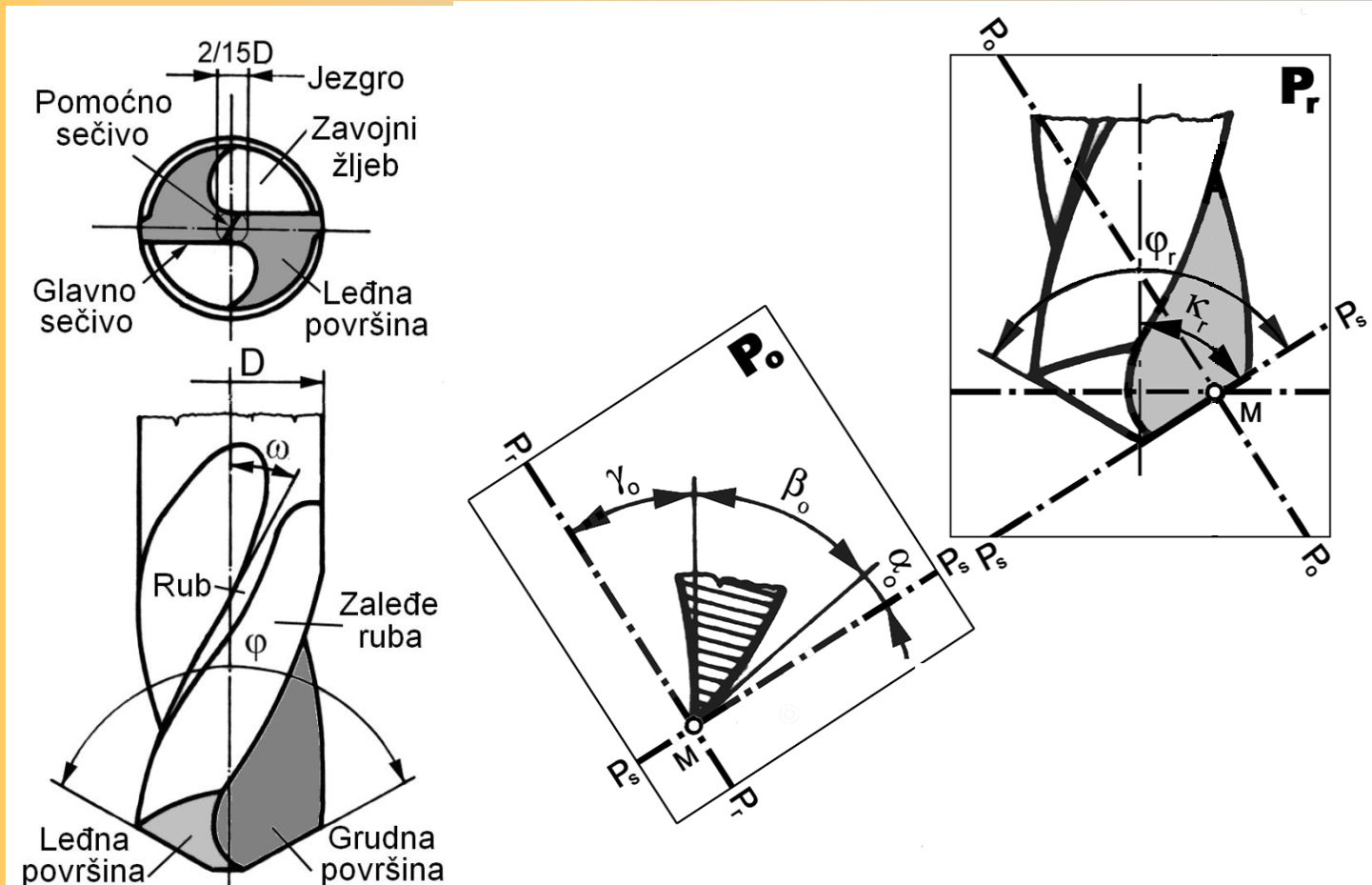
*a) zavojna burgija; b) alat za bušenje sa izmenljivim reznim pločicama; c) burgija sa otvorima za SHP; d) ejektorska glava za duboko bušenje*



# TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

## Bušenje

### Osnovni elementi i rezna geometrija zavojne burgije





# TEHNOLOGIJA OBRADJE REZANJEM

## Bušenje

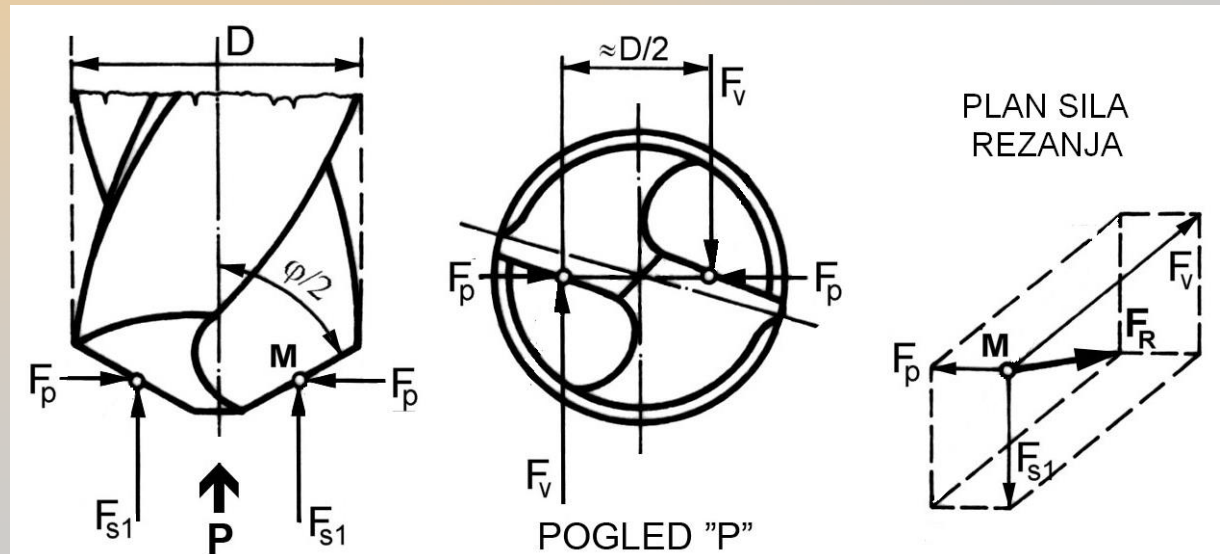
### Sile i snaga rezanja

- ★ Pri obradi bušenjem na oba glavna sečiva deluje **rezultujući otpor rezanja**  $F_R$  u tački M koja se nalazi približno na  $\frac{1}{2}$  dužine sečiva.
- ★ **Komponente** u tri međusobno upravna pravca su: *glavni otpor rezanja*  $F_v$ , *otpor pomoćnog kretanja*  $F_{s1}$  i *otpor prodiranja*  $F_p$ .
- ★ Delovanjem glavnog otpora rezanja  $F_v$  na oba sečiva burgije nastaje spreg sila, tj. **obrtni moment burgije**

$$M = C_M \cdot D^x \cdot s^y$$

$$F_s = C_F \cdot D^{x_1} \cdot s^{y_1}$$

$$P_M = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{\eta}$$



# TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

## *Bušenje*

### *Režim obrade*

Parametri sa kojima se definišu glavno i pomoćno kretanje na mašini, odnosno:

- pomak  $s$  i
- brzina rezanja  $v$ , odnosno broj obrtaja  $n$ .

### *Pomak*

★ Pri određivanju merodavne vrednosti ***pomaka*** uglavnom se polazi od **preporučenih vrednosti koje se proveravaju** za date uslove obrade

***Provera otpornosti burgije*** ➤ Ova provera se sprovodi za burgije manjeg prečnika ( $D \leq 15$  mm) s obzirom na dozvoljeno naprezanje materijala burgije:

$$s \leq \left( \frac{\sigma_{doz}}{42 \cdot C_M} \right)^{\frac{1}{y}} \cdot D^{\frac{3-x}{y}}$$

***Provera minimalnog kinematskog lednog ugla*** ➤ U ovom slučaju se proverava granična vrednost pomaka gde se uzima u obzir minimalna vrednost lednog ugla

$$s \leq \frac{D \cdot \pi \cdot \operatorname{tg}(\alpha - 2)}{\sin \frac{\varphi}{2}}$$

# TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

## *Bušenje*

### *Brzina rezanja*

- ★ Na **brzinu rezanja utiče veliki broj faktora** od kojih su najvažniji: *vrsta materijala obratka i alata; postojanost alata; rezna geometrija alata; karakteristike i način dovodenja SHP; vrsta obrade i dr.*
- ★ Za brzo određivanje brzine rezanja pri bušenju koriste se **preporučene vrednosti**
- ★ Za tačnije određivanje brzine rezanja koriste se različiti oblici **empirijskih obrazaca**

$$v = \frac{C_v \cdot D^{x_0} \cdot \mu_0}{T^m \cdot s^{y_0}}$$

- ★ Brzina rezanja pri bušenju se na mašini alatki definiše preko **broja obrtaja alata** ( $n=v/D\pi$ ). Pri tome, merodavna vrednost broja obrtaja se definiše s obzirom na:

*Potpuno iskorišćenje ekonomske postojanosti alata* 
$$n \leq \frac{C_v \cdot D^{x_0-1} \cdot \mu_0}{T^m \cdot s^{y_0} \cdot \pi}$$

*Potpuno iskorišćenje raspoložive snage mašine alatke* 
$$n \leq \frac{P_M \cdot \eta}{2 \cdot \pi \cdot M}$$



# TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

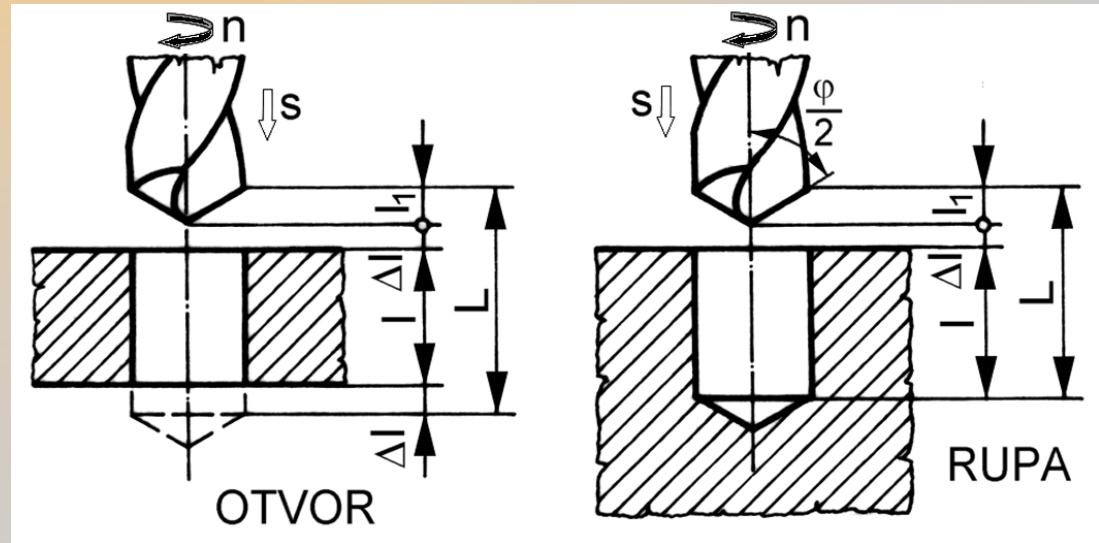
## Bušenje

### Glavno vreme obrade

- ★ **Glavno vreme obrade** pri bušenju određuje se na osnovu pređenog puta alata  $L$  i brzine pomoćnog kretanja  $ns$ .
- ★ Pređeni put ili **radni hod alata**  $L$  se određuje u zavisnosti od toga da li se vrši bušenje otvora ( $\Delta l_m = 2\Delta l$ ) ili bušenje rupe ( $\Delta l_m = \Delta l$ )

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

$$L = l + l_1 + \Delta l_m$$

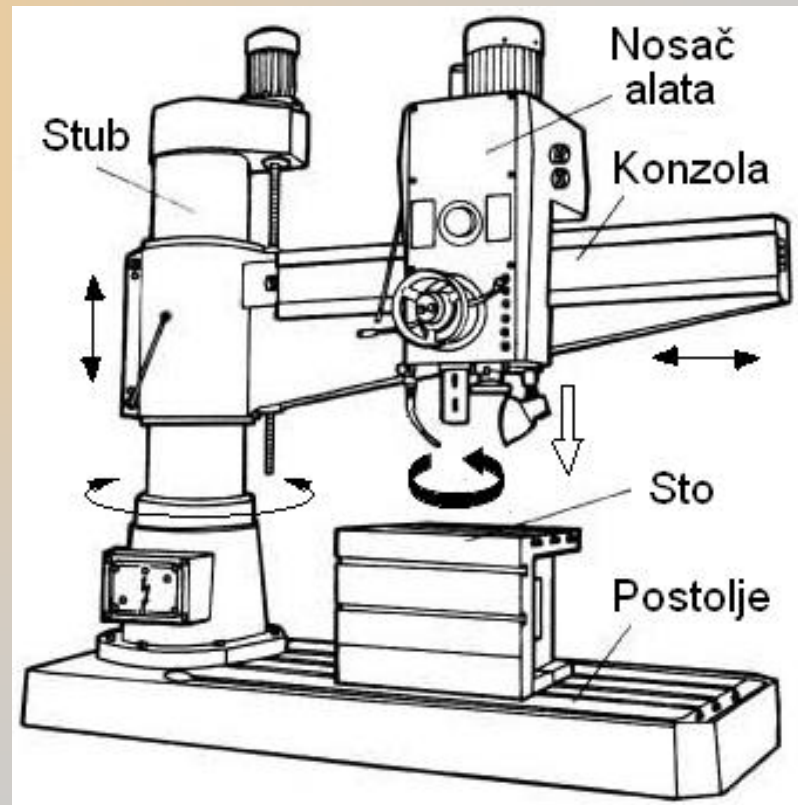


# TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

## *Klasične bušilice*

### *Stone, stubne i radijalne bušilice*

- ★ Koriste u pojedinačnoj proizvodnji za obradu radnih predmeta različitih dimenzija i mase

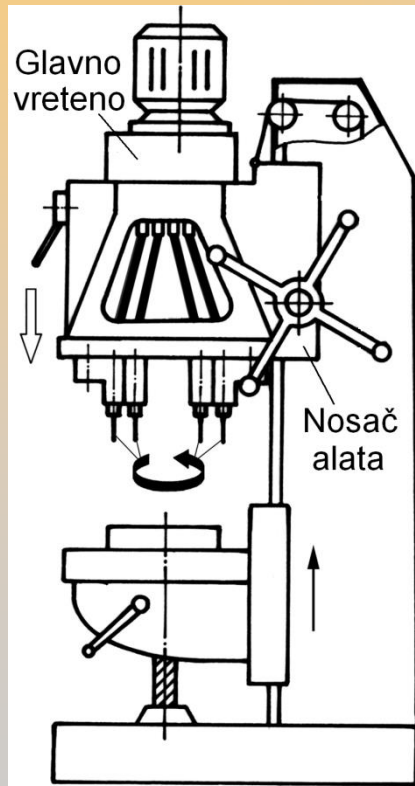


# TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

## *Klasične bušilice*

### *Viševretene bušilice*

- ★ *Viševretene bušilice* se koriste u serijskoj i masovnoj proizvodnji za istovremenu obradu više istih ili različitih zahvata obrade bušenjem

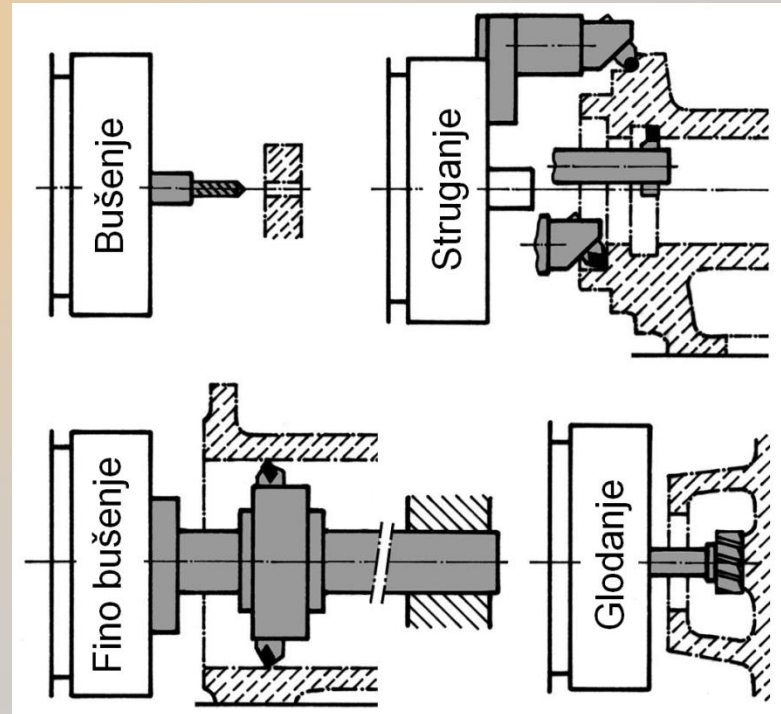
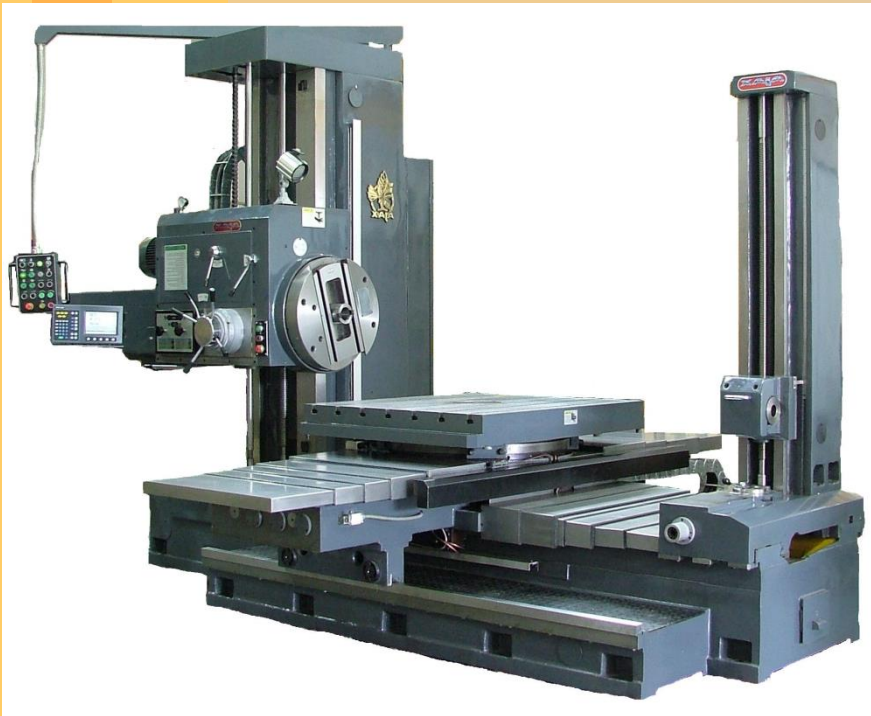


# TEHNOLOGIJA OBRADRE REZANJEM

## *Klasične bušilice*

### *Horizontalne bušilice*

- ★ **Horizontalne bušilice** su namenjene za obradu kompleksnih i masivnih radnih predmeta koji zahtevaju obradu u više složenih zahvata i sa više strana (kućišta, postolja, blokovi i sl.).

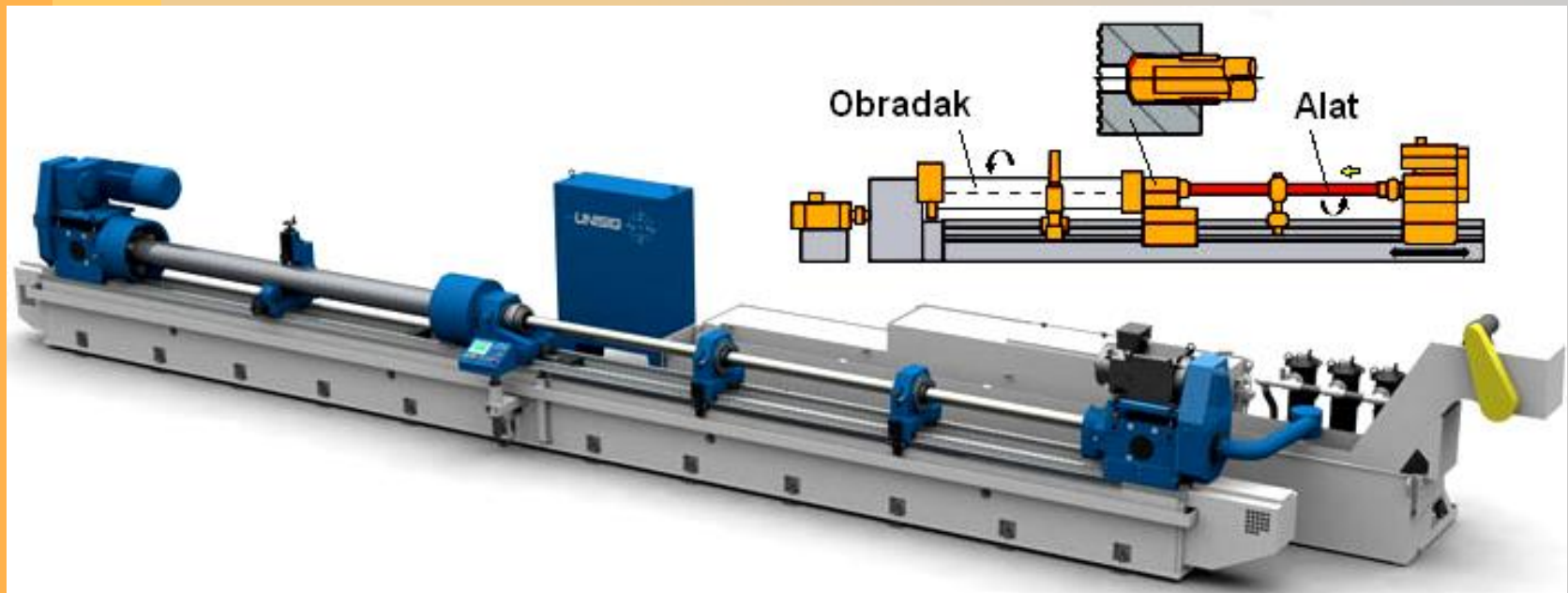


# TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

## *Klasične bušilice*

### *Bušilice za duboko bušenje*

- ★ *Bušilice za duboko bušenje* služe za obradu otvora/rupe čija dubina prelazi pet prečnika burgije





# TEHNOLOGIJA OBRADE REZANJEM

## *Numerički upravljane bušilice*

### *CNC bušilice i obradni centri za bušenje*

- ★ *CNC bušilice* sa dve i tri upravljane ose su specijalne bušilice namenjene za bušenje otvora/rupa kod kojih se zahteva visoka preciznost međusobnog osnog rastojanja
- ★ *Obradni centri za bušenje* su fleksibilne, precizne i produktivne mašine koje se koriste u pojedinačnoj i serijskoj proizvodnji delova na kojima se izvodi više zahvata bušenja

