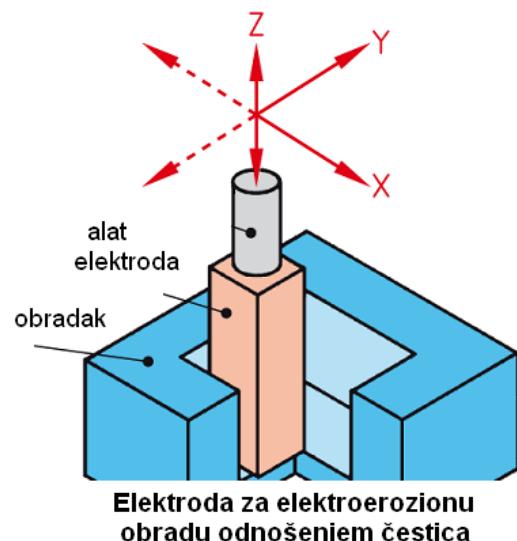
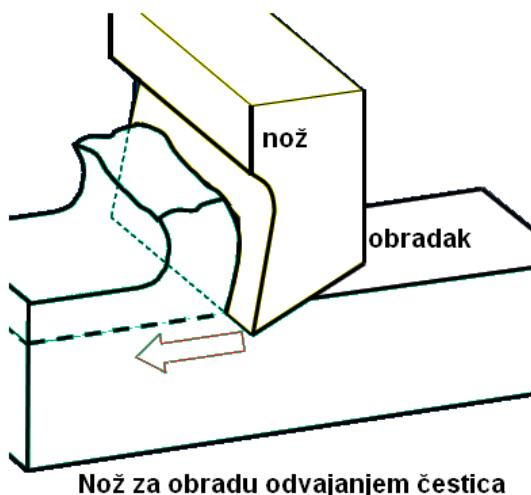
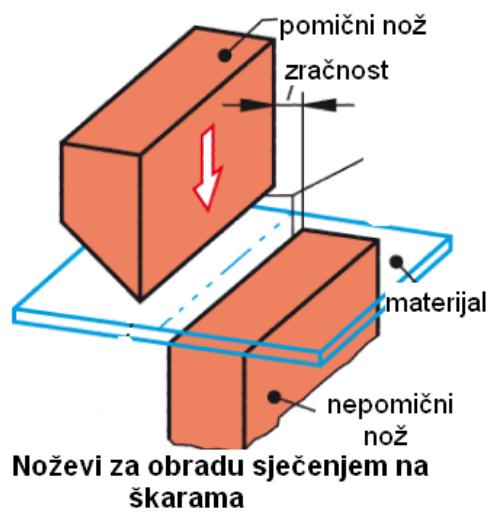


## 4. REZNI ALATI

### 4.1. Osnove reznih alata

#### 4.1.1 Podjela reznog alata prema načinu obrade:

- a) **Alati za sjećenje** u izravnom dodiru razdvajaju materijal **sjećenjem** pomoću oštice u obliku klina, bez odvajanja čestica (npr: noževi na škarama, žigovi i matrice štanci.).
- b) **Alati za odvajanje** u izravnom dodiru režu materijal **odvajanjem** čestica pomoću oštice u obliku klina (npr: tokarski nož, glodalno, bušno **Rezni alati su pomagala s kojima ručno ili na stroju obrađujemo materijal.** ( npr: svrdlo, glodalno...)).
- c) **Alati za odnošenje** bez izravnog dodira i rezne oštice obrađuju materijal **odnošenjem** čestica korištenjem energije (npr: elektroda za elektroerozionu obradu..).

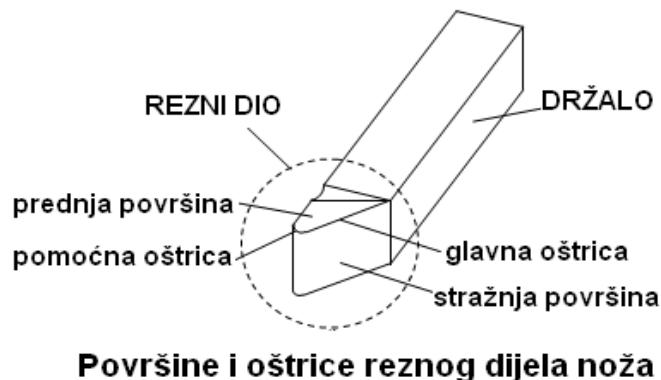


Oštrica reznog alata za vrijeme obrade razara međusobnu povezanost čestica materijala te je izložena mehaničkom, toplinskom i kemijskom djelovanju, odnosno trošenju.

**Postojanost i vijek trajanja oštice** ovisi o materijalu alata i obratka, režimu rada, a posebno o brzini rezanja.

#### 4.1.2 Elementi reznog alata

- a) **rezni dio** koji osigurava proces obrade
- b) **držalo** koje služi za prihvatanje na alatni stroj i prijenos sila rezanja



#### 4.2. Kutovi na reznom alatu

- kutovi određuju položaj rezne oštice, odnosno položaj prednje i stražnje površine reznog dijela alata.
- označavanje kutova je grčkim slovima:

$\gamma$  – **prednji kut**; između prednje površine alata i osnovne ravnine; pri većem kutu povoljnije odvođenje čestica, ali slabija oštrica.

$\beta$  – **kut klinja**; između prednje i stražnje površine; pri manjem kutu lakše prodiranje u materijal, ali istovremeno slabija oštrica.

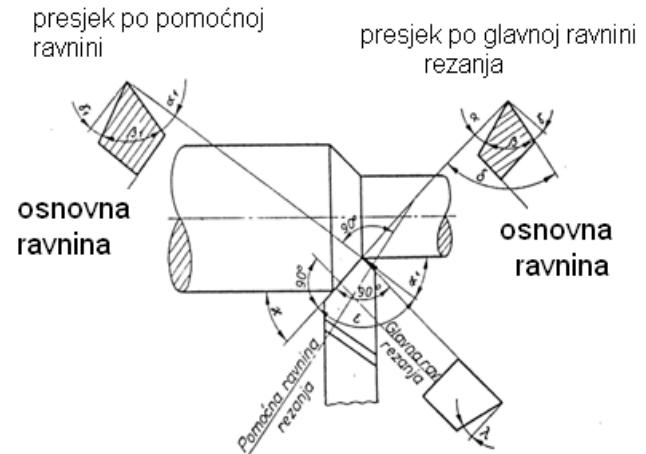
$\alpha$  – **stražnji kut**; između stražnje površine alata i obrađene površine (tangenta); uvijek veći od nule da se smanji trenje.

$$- \quad \alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

$\epsilon$  – **vršni kut**; između glavne i pomoćne oštice; uvijek se mjeri na prednjoj površini alata

$\kappa$  – **kut namještanja glavne oštice**; između glavne oštice i površine obratka u smjeru obrade;

$\lambda$  – **kut nagiba oštice** ili kut odvođenja strugotine



## 4.3 Materijali za izradu reznog dijela alata

### - Osnovni zahtjevi:

- **kod alata za rad u hladnom stanju (do 200<sup>0</sup>C):** otpornost na trošenje, udarce, koroziju te deformaciju pri kaljenju i radu, a **kod alata za rad u toplom stanju (iznad 200<sup>0</sup>C):** otpornost na trošenje, udarce, koroziju, popuštanje pri povišenoj temperaturi te promjenu mjera i oblika

### - Vrste materijala:

**a) ugljični alatni čelici:** 0,5-1,5% C; temperaturna izdržljivost do 150<sup>0</sup> C; brzina rezanja do 25m/min; kale se u vodi; osjetljivi na udarce i promjenu dimenzija; npr: Č 1940, Č1941 – narezna svrdla, razvrtala, žigovi štanci...

**b) legirani alatni čelici:** namjerno dodani kemijski elementi radi povećanja reznih svojstava; toplinska izdržljivost do 300<sup>0</sup>C; brzine rezanja do 40 m/min:

- Č6840, Č6441, Č6850 – tkz. srebrnasti čelik, nešto žilaviji i ne puca pri kaljenju, za manje brzine rezanja – ureznici i nareznice, noževi za drvo, papir...

- Č3840, Č6440 – tkz. merilo, dodani Mn-V ili Mn-Cr-W, kale se u ulju, velika tvrdoća i minimalna deformacija – pretežno za mjerne instrumente, ali i za narezni alat, noževi škara, zavojna svrdla, složene matrice štanci..

- Č6443, Č6444 – tkz. osikro, dodani W-Cr-Si zbog povećanja žilavosti, ovisno o postupku popuštanja namjenjeni za rad u toplom ili hladnom stanju – pneumatski alat, sjekači, strojni noževi...

- Č4141, Č4143 – tkz. OCR, dodani Cr, Mn i V, za udarne alate i štance zbog povećane otpornosti na trošenje – zavojna svrdla, svrdla za staklo, noževi za mramor, tvrde turpije...

- Č4150, Č4650 – tkz. OCR12, najpoznatiji čelik za rad u hladnom stanju, visoki sadržaj kroma do 12% i ugljika do 2% - žigovi i matrice štanci, igle za provlačenje...

- Č4173, Č4770 – tkz. prokron, s 14% Cr, otporan na kemijske utjecaje i koroziju – rezni alati u prehrambenoj industriji.

- Č4751, Č5741 – tkz. utop, za rad u toplom stanju, do 5% Cr; s uljikom, wolframom, vanadijem i molibdenom osigurava postojanost na povišenoj temperaturi – kalupi za tlačno lijevanje i kovanje metala, ali i rezni alati...

**c) brzorezni čelici:** - tkz. BRC, BRW, BRMo ; visoka tvrdoća i postojanost pri povišenim temperaturama do 600<sup>0</sup> C i brzine rezanja do 80 m/min; prema postotku wolframa: npr:Č6880 (BRW) s 18% W - najstariji i najpoznatiji, za opću upotrebu; Č6981 (BRC-2) s 12% W – za preciznu i finu obradu; Č9780 (BRCMo) sa 6,5% W – univerzalni, posebno za grubu obradu

**d) tvrdi metal:** - sinteriran od tvrdih metalnih karbida ( WC, TiC...) i kobalta kao veziva, za brzine do 500 m/min i temperature do 1000<sup>0</sup> C; pločice za obradu preoblikovanjem (G) i odvajanjem (P,M,K)

**e) prevučeni tvrdi metali:** TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiCN...

**f) keramika:** oksidna na bazi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, nitridna Si<sub>3</sub>Ni<sub>4</sub>...

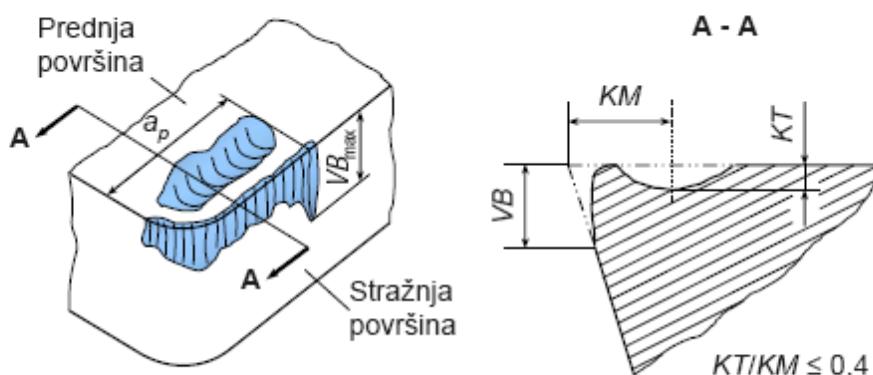
**g) CBN** – kubni nitrid bora

## 4.4 Trošenje i postojanost reznog alata

Treba razlikovati:

- **uzroke trošenja** (mehanička, toplinska i kemijska naprezanja)
- **mehanizme trošenja**
  - mehanizmi koji su posljedica mehaničkih naprezanja (**abrazija i adhezija**) – prisutni su uvijek, a dominiraju kod nižih temperatura obrade
  - mehanizmi koji su posljedica kemijskog djelovanja između alata, obratka i okoline (**oksidacija i difuzija**), a karakteristični su za povišene temperature obrade
- **oblike trošenja** (lom, krater, pojas istrošenja,...)
- **parametre trošenja** ( $VB$ ,  $VB_{max}$ ,  $KT$ ,...)
- **kriterije istrošenosti** (određuju nepovoljnost, ne i nemogućnost alata za daljinu obradu)

Parametri trošenja alata:



**Karakteristični parametri trošenja alata.**  $VB$  srednja širina pojasa trošenja na stražnjoj površini alata,  $VB_{max}$  maksimalna širina pojasa trošenja na stražnjoj površini alata,  $KT$  dubina kratera na prednjoj površini alata,  $KM$  udaljenost središta kratera od početne oštice

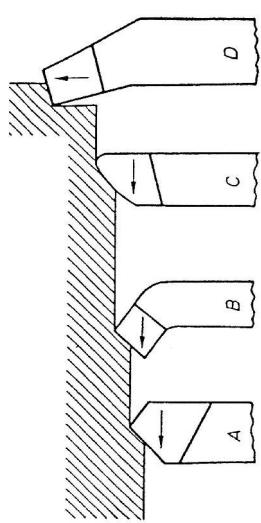
**Kriteriji istrošenja:**

Ne postoje jednoznačni kriteriji istrošenosti oštice reznog alata.

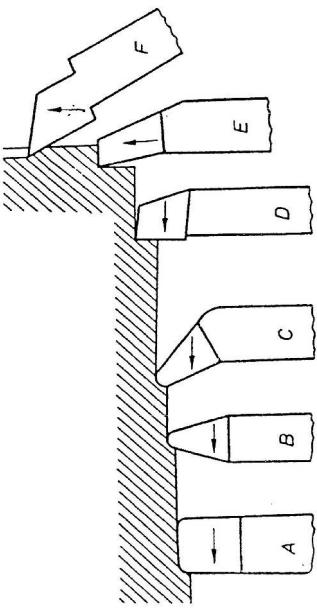
Prema međunarodnim standardima za različite materijale alata (HSS, tvrdi metal, keramika) preporučuju se različiti kriteriji istrošenosti.

Kao kriteriji istrošenosti, osim parametara preporučenih standardima ( **$VB$  i  $KT$** ), mogu se (sve češće) uzeti vrijednosti parametara obratka (**hrapavost obrađene površine  $Ra$  i dimenzije**) ili mjerljivih veličina procesa obrade skidanjem strugotine (**sile rezanja, snaga, moment, vibracije, ...**).

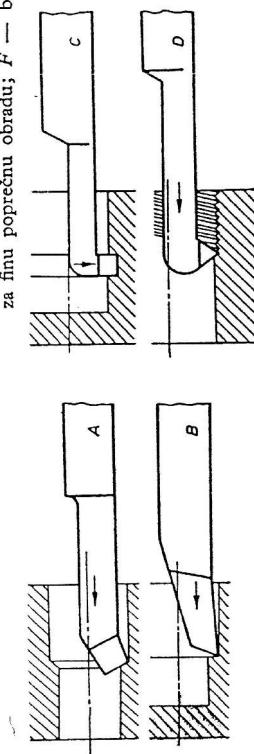
## GEOMETRIJSKI OBLICI TOKARSKIH NOŽEVA



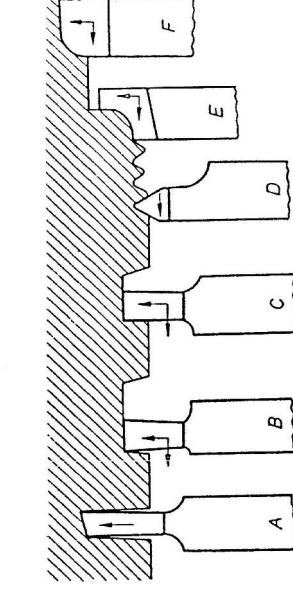
Slika 3.1. Objici noževa za grubu obradu; A — ravnji, desni, za užnu obradu; B — savinuti, desni, za uždužnu obradu; C — zaobavljeni, desni, za uždužnu obradu; D — savinuti, desni, za poprečnu obradu.



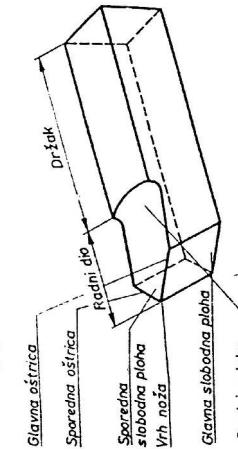
Slika 3.2. Oblici noževa za finu uzdužnu obradu; A — široki nož za finu uzdužnu obradu; B — ravni nož za finu uzdužnu obradu; C — savijeni nož za finu uzdužnu obradu; D — bočni nož za finu uzdužnu obradu; E — bočni nož za finu poprečnu obradu; F — bočni nož za finu poprečnu obradu



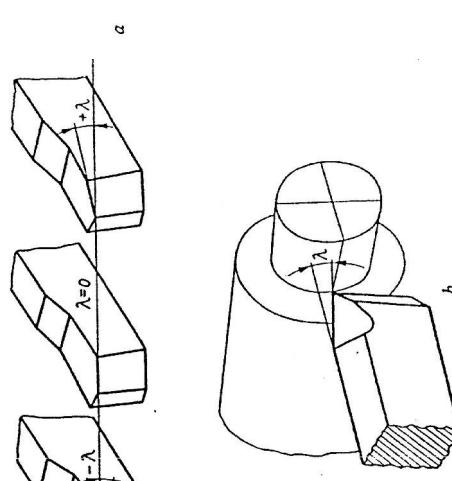
Slika 3.3. Razni oblici noževa za unutarnju obradu; A — nož za grubu obradu rupe; B — nož za finu obradu rupe; C — nož za unutrašnje urezivanje; D — nož za unutrašnji navoj



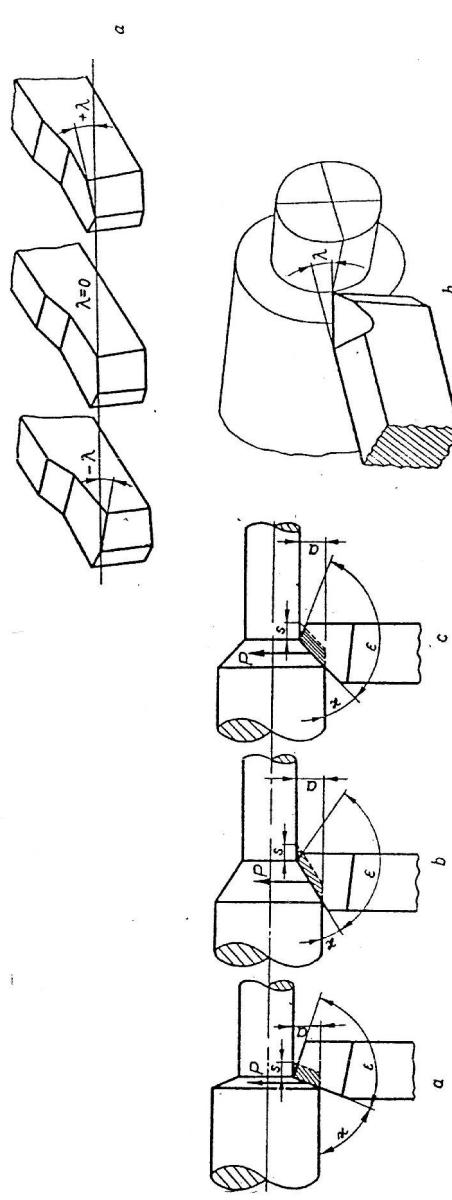
Slika 3.4. Razni oblici noževa za unutarnju obradu; A — nož za finu uzdužnu obradu; B — ravni, desni, za uždužnu obradu; C — za rezanje nareza, desn.; D — za radijuše, konveksno.



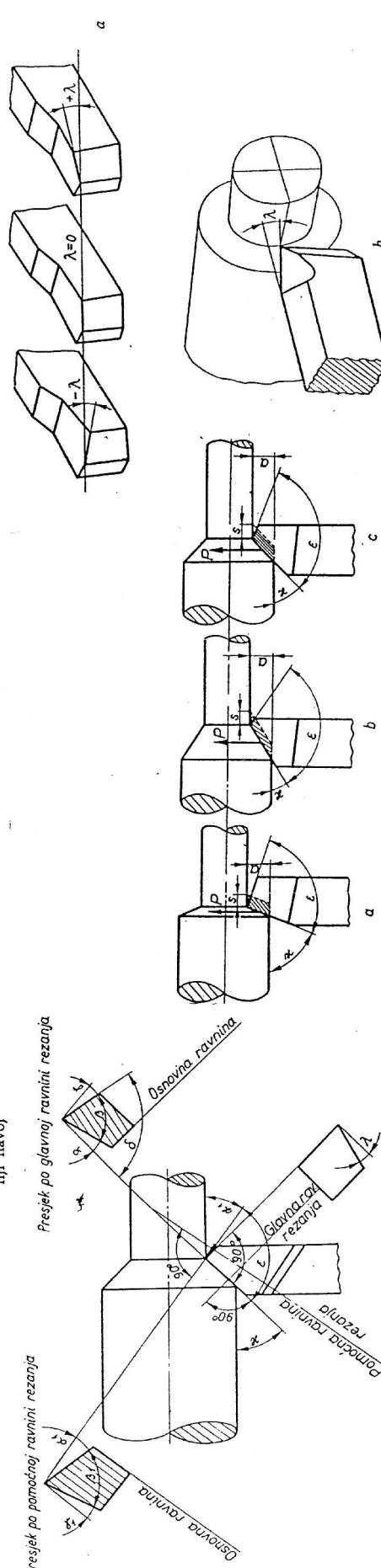
Slika 3.5. Elementi tokarskog noža



Slika 3.6. Geometrija oštice, tj. radnog dijela tokarskog noža

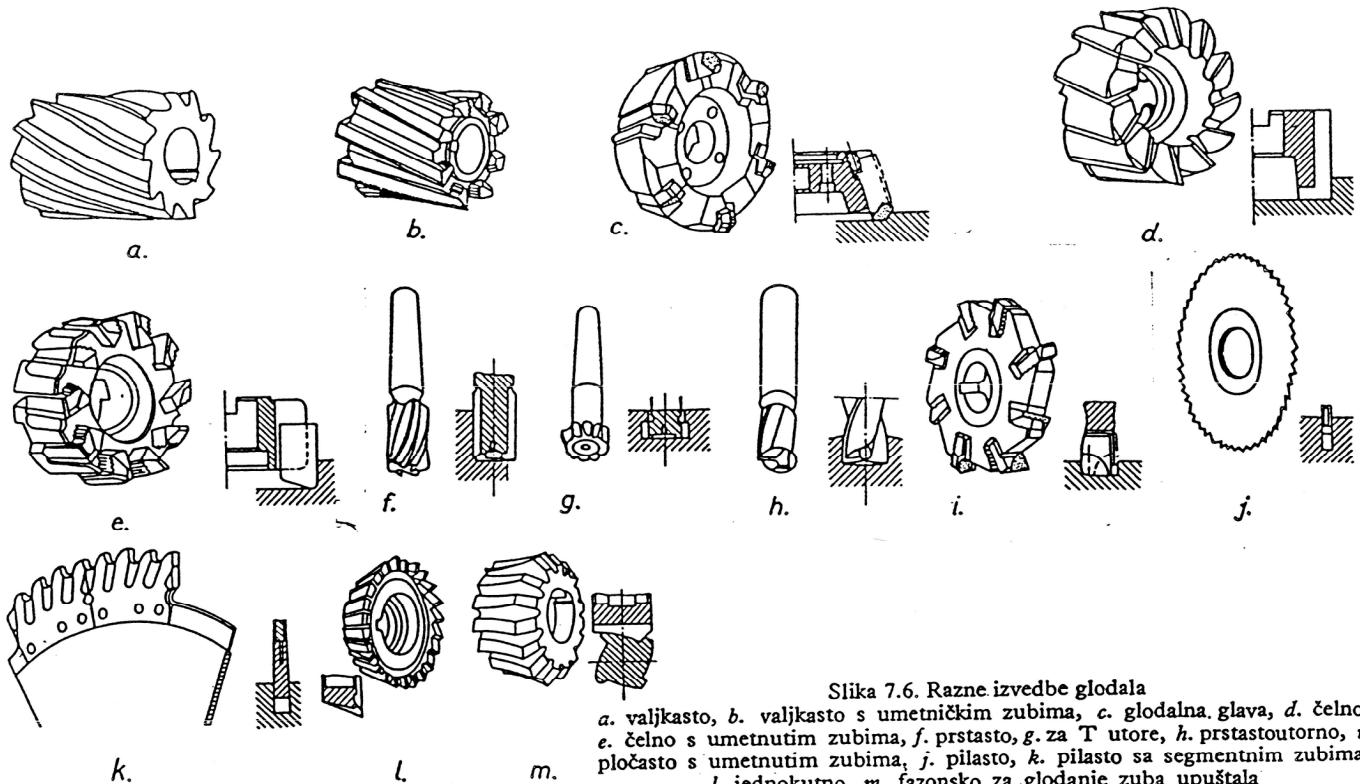


Slika 3.7. Tri položaja kuta namještanja



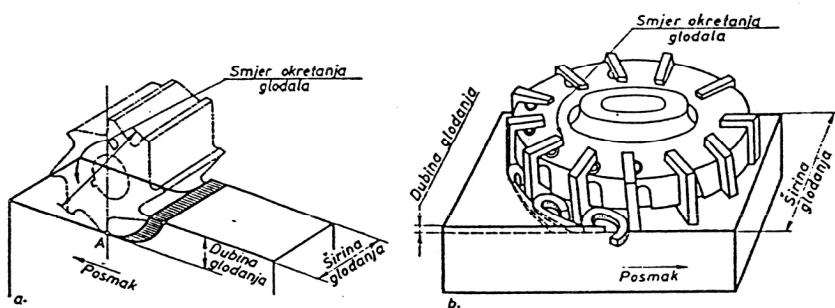
Slika 3.8. Oblik noža na kut nagiba; a, kut  $\lambda$  u tri položaja, b, nož u radu kod nagiba kuta  $\lambda$

## GLODALA I POSTUPCI GLODANJA

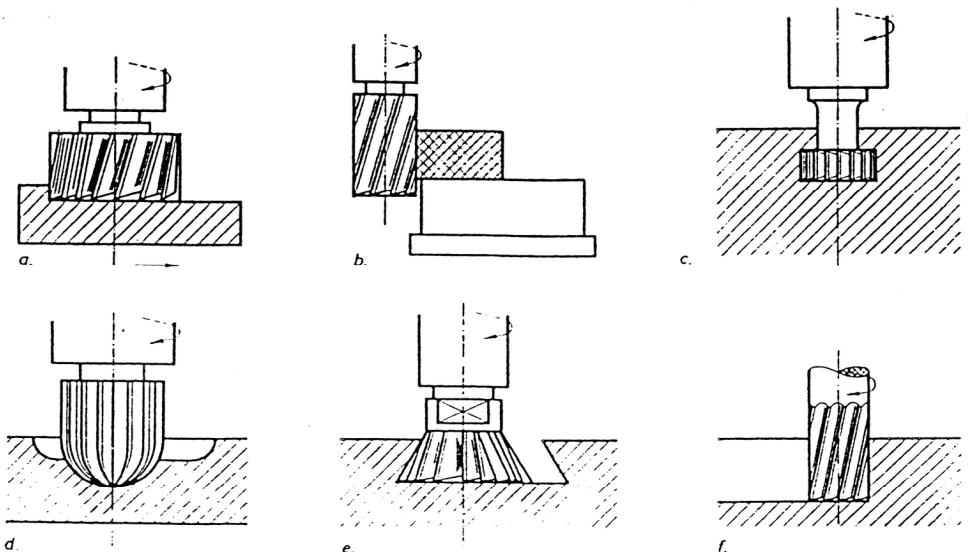


Slika 7.6. Razne izvedbe glodalaca

a. valjkasto, b. valjkasto s umetničkim zubima, c. glodalna glava, d. čelno, e. čelno s umetnutim zubima, f. prstasto, g. za T utore, h. prastoutorno, i. pločasto s umetnutim zubima, j. pilasto, k. pilasto sa segmentnim zubima, l. jednokutno, m. fazonsko za glodanje zuba upuštala

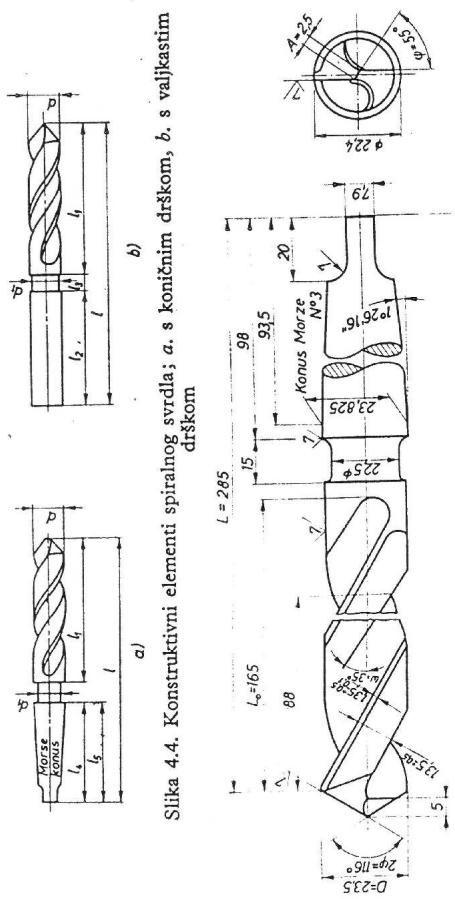


Slika 7.3. Prikaz skidanja strugotine kod glodanja; a. valjkasto glodanje, b. čelno glodanje



Slika 7.2. Prikaz raznih vrsta glodanja na vertikalnoj glodalici: a. čelno, b. kopirno, c. utorno, d. konkavno, e. lastin rep i f. utorno za klin

## BUŠNI ALAT



Slika 4.4. Konstruktivni elementi spiralnog svrda; a. s koničnim drškom, b. s valjkastim drškom



Slika 4.5. Spiralno svrdlo. Nazivi konstruktivnih elemenata

*Toplinska obrada:*  
režni dio kaititi na  $HR_C = 62 \dots 65$   
stezni dio kaititi na  $HR_C = 30 \dots 40$

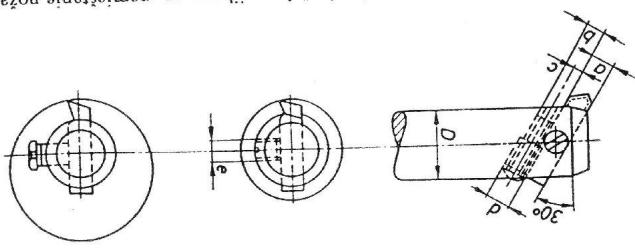
*Materijal:* režni dio  $C$   
stezni dio  $C$

*a. geometrija svrda:*  
 $l = 285$ ,  $l_o = 165$ ,  $l_1 = 88$ ,  $l_2 = 15$ ,  $l_3 = 98.5$ ,  $l_4 = 20$ ,  $l_5 = 23.825$ ,  $l_6 = 16$ ,  $l_7 = 22.4$ ,  $\phi_{\text{šoba}} = 2.5$ ,  $\phi_{\text{čep}} = 3.5$ ,  $2\varphi = 116^\circ$ ,  $D = 23.5$ .

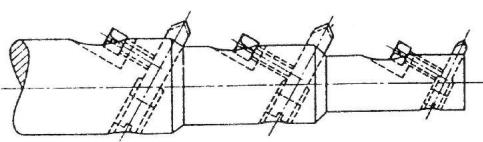
*b. geometrija svrda:*  
 $l = 285$ ,  $l_o = 165$ ,  $l_1 = 88$ ,  $l_2 = 15$ ,  $l_3 = 98.5$ ,  $l_4 = 20$ ,  $l_5 = 23.825$ ,  $l_6 = 16$ ,  $l_7 = 22.4$ ,  $\phi_{\text{šoba}} = 2.5$ ,  $\phi_{\text{čep}} = 3.5$ ,  $2\varphi = 116^\circ$ ,  $D = 23.5$ .

Slika 4.99. Prikaz konstrukcije spiralnog svrda; a. geometrija svrda, b. geometrija žlijeba

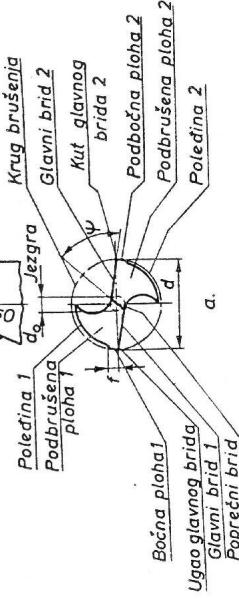
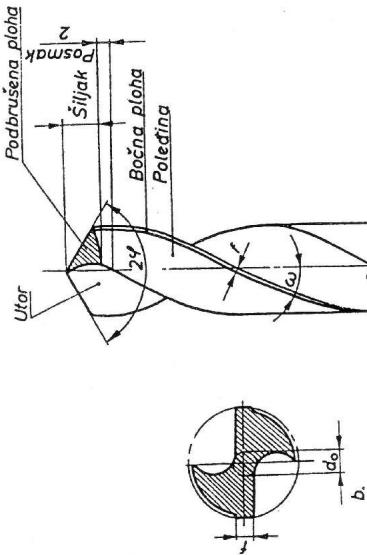
Slika 4.59. Slobođena mokra za obradu stepenastih otvora sa tri razna promjera



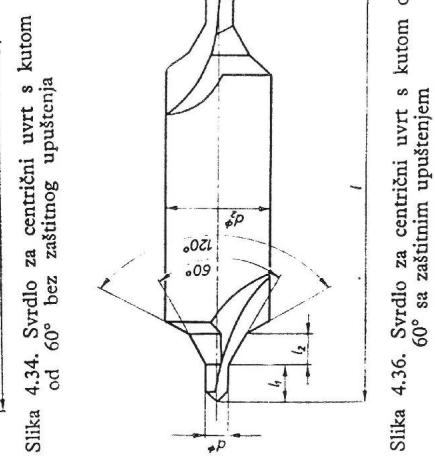
Slika 4.60. Prikaz mokre za obradu stepenastih otvora sa tri razna promjera



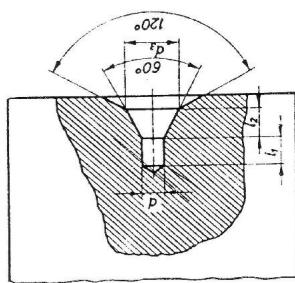
Slika 4.61. Precizna mokra za bušenje s namještanjem noža pomoću vretena



Slika 4.5. Spiralno svrdlo. Nazivi konstruktivnih elemenata

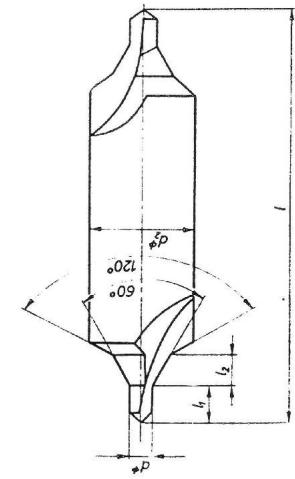


Slika 4.34. Svrdlo za centrični uvrta s kutom od 60° bez zaštitnog upuštenja



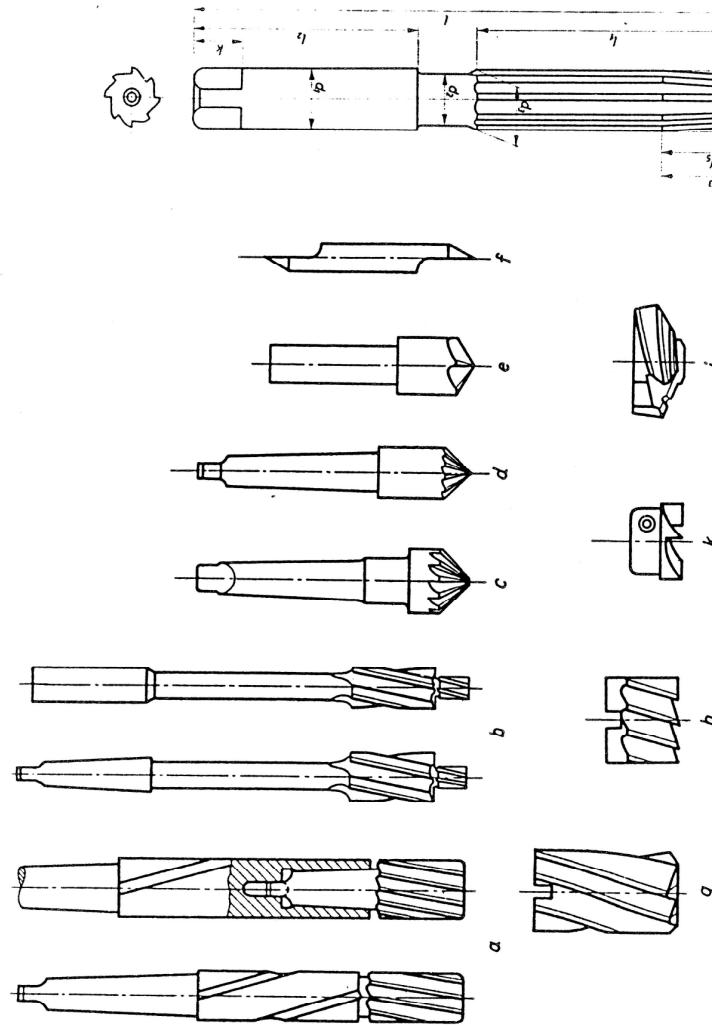
Slika 4.35. Prikaz centričnog uvrta s kutom od 60° i sa zaštitnim upuštenjem

Slika 4.35. Prikaz centričnog uvrta s kutom od 60° i sa zaštitnim upuštenjem

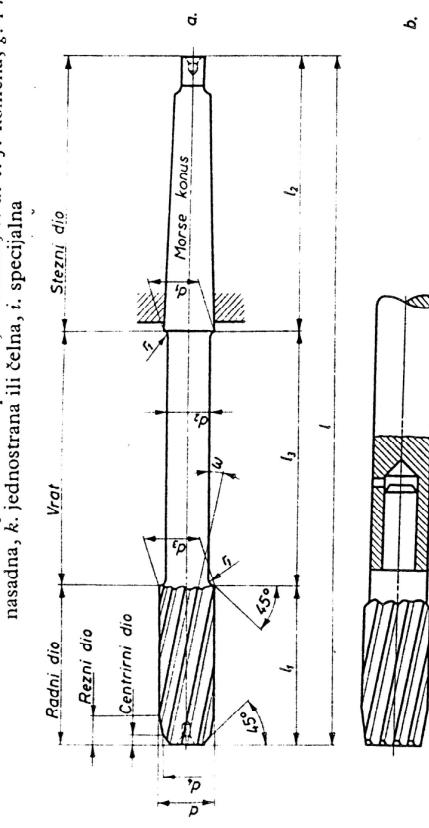


Slika 4.36. Svrdlo za centrični uvrta s kutom od 60° sa zaštitnim upuštenjem

## UPUŠTALA, RAZVRTALA, NAREZNICE I UREZNICI

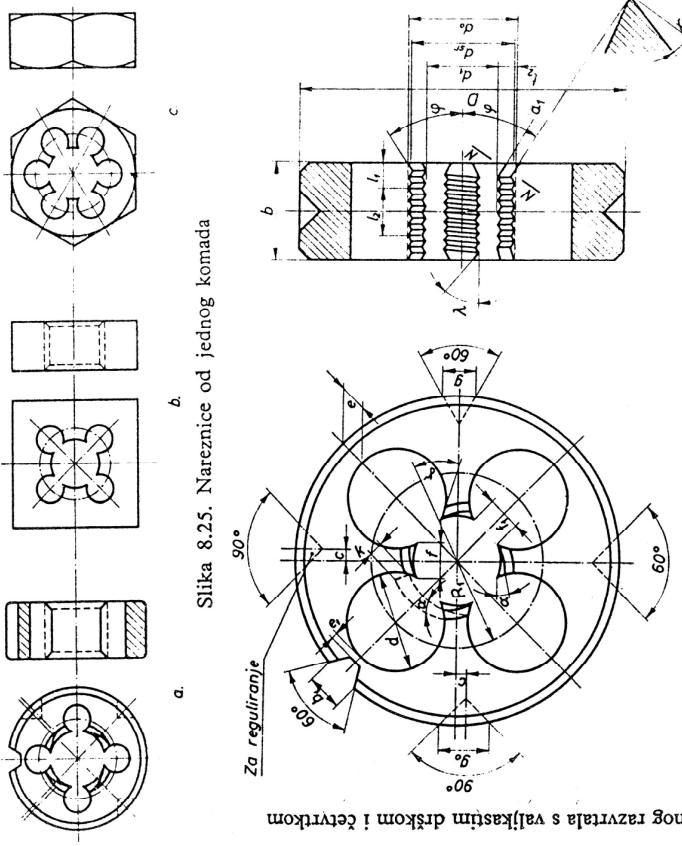


Slika 5.2. Prikaz raznih oblika upuštala: a. spiralna, b. vratna, c. d. e. f. konična, g. i. h. nasadna, k. jednostrana ili čena, i. specijalna nasadna.

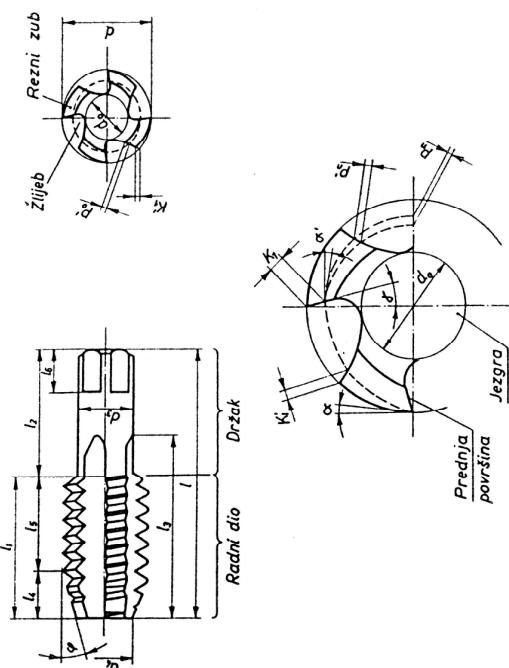


*Primjer lemljenja rodnog dijela u surhu veće ekonomičnosti*

Slika 6.2. Prikaz strojnog razvrtala sa Morse koničnim drškom a i b



Slika 8.25. Nareznice od jednog komada

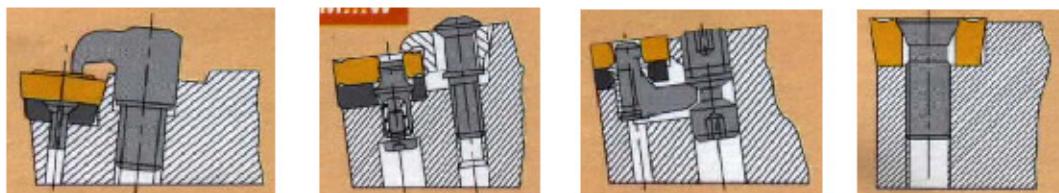


Slika 8.26. Konstrukcioni elementi okrugle nareznice

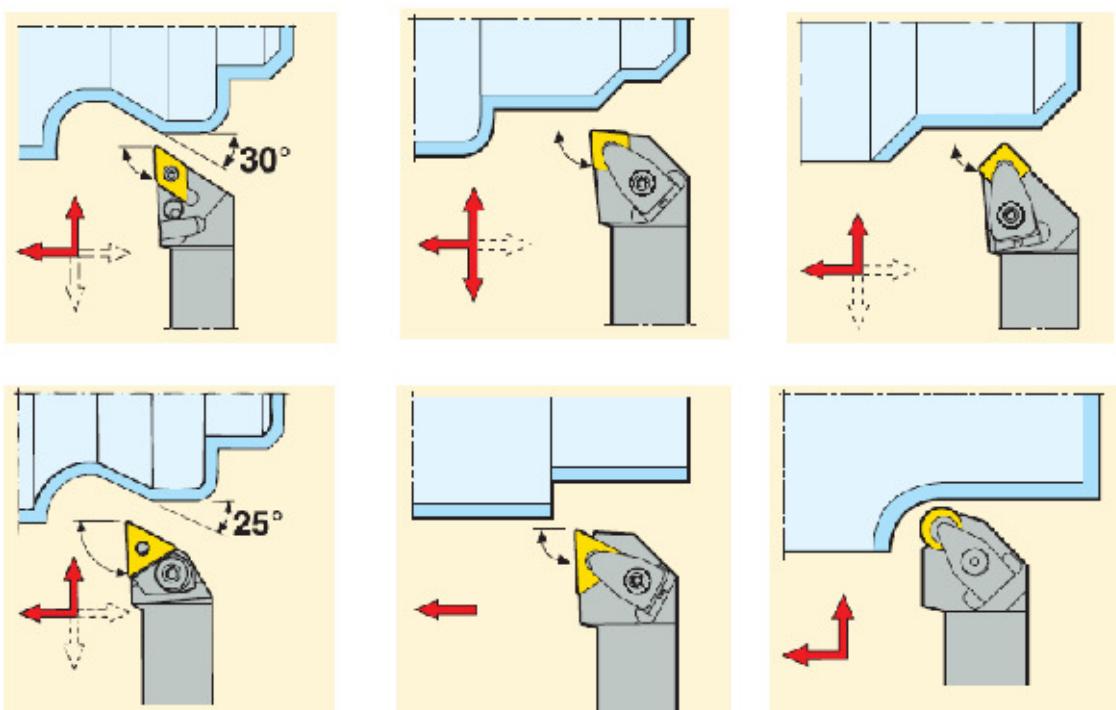
Slika 8.14. Osnovni dijelovi nareznog svrda

### Način stezanja reznih pločica:

stezanje odozgo	odozgo i provrt	preko provrta	preko provrta



### Oblici tokarskih noževa za vanjsku obradu:



### Oblici tokarskih noževa za unutarnju obradu

