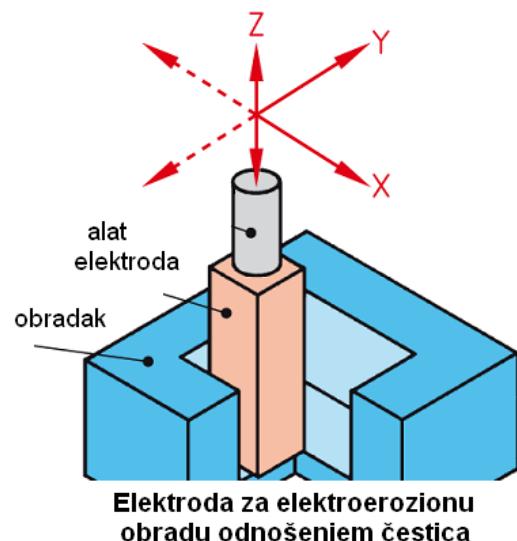
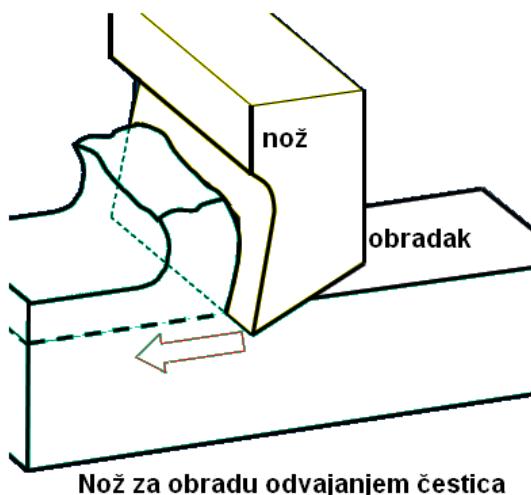
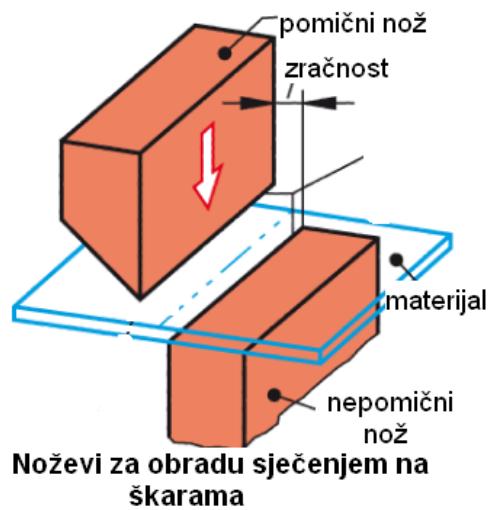


4. REZNI ALATI

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:

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

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

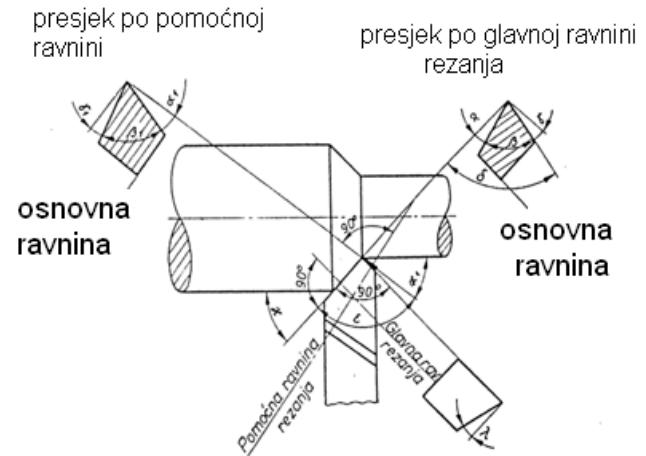
α – **stražnji kut**; između stražnje površine alata i obrađene površine (tangenta); uvijek veći od nule da se smanji trenje.

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

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

κ – **kut namještanja glavne oštice**; između glavne oštice i površine obratka u smjeru obrade;

λ – **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 200⁰C):** otpornost na trošenje, udarce, koroziju te deformaciju pri kaljenju i radu, a **kod alata za rad u toplom stanju (iznad 200⁰C):** 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 150⁰ 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 300⁰C; 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 600⁰ 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 1000⁰ C; pločice za obradu preoblikovanjem (G) i odvajanjem (P,M,K)

e) prevučeni tvrdi metali: TiN, Al₂O₃, TiCN...

f) keramika: oksidna na bazi Al₂O₃, nitridna Si₃Ni₄...

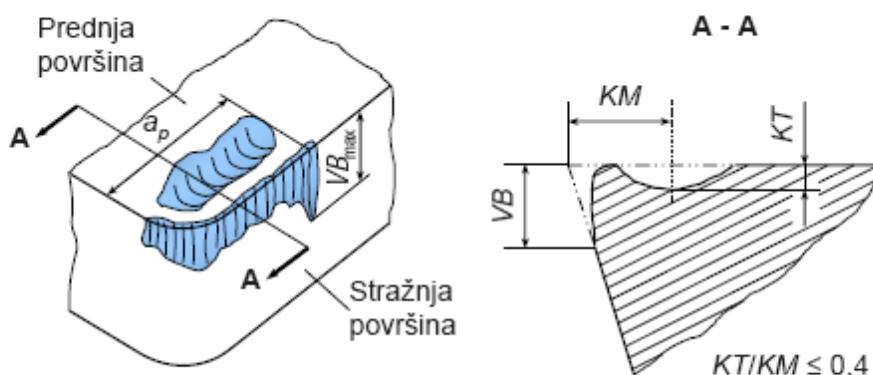
g) CBN – kubni nitrid bora

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

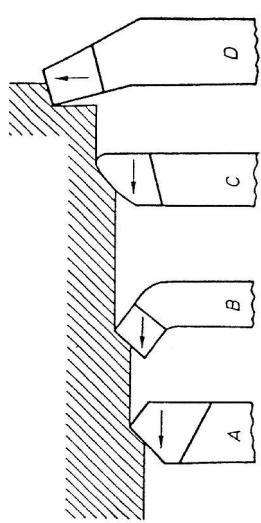
Kriteriji istrošenja:

Ne postoje jednoznačni kriteriji istrošenosti oštice reznog alata.

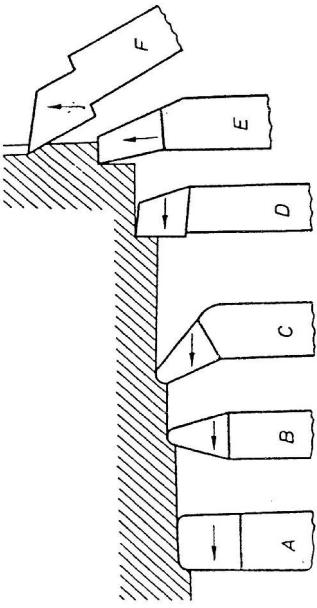
Prema međunarodnim standardima za različite materijale alata (HSS, tvrdi metal, keramika) preporučuju se različiti kriteriji istrošenosti.

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, ...**).

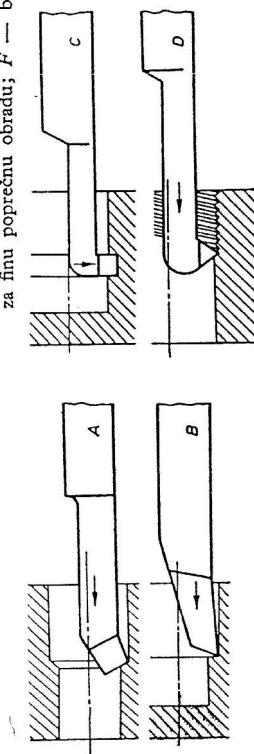
GEOMETRIJSKI OBLICI TOKARSKIH NOŽEVA



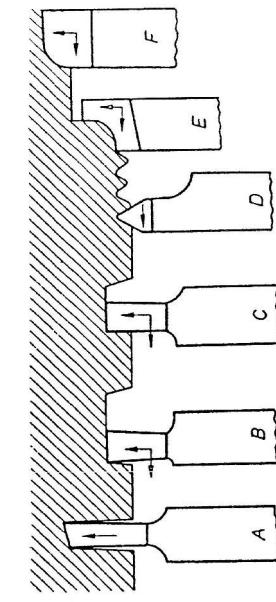
Slika 3.1. Objici noževa za grubu obradu; A — ravnji, desni, za užnu obradu; B — savinuti, desni, za uždužnu obradu; C — zaobljeni, desni, za uždužnu obradu; D — savinuti, desni, za poprečnu obradu.



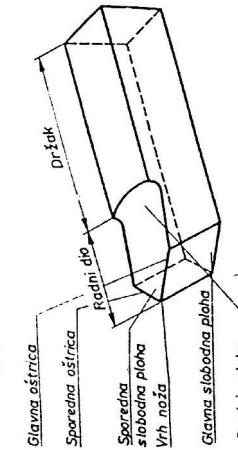
Slika 3.2. Oblici noževa za finu uzdužnu obradu; A — široki nož za finu uzdužnu obradu; B — ravni nož za finu uzdužnu obradu; C — savijeni nož za finu uzdužnu obradu; D — bočni nož za finu uzdužnu obradu; E — bočni nož za finu poprečnu obradu; F — bočni nož za finu poprečnu obradu



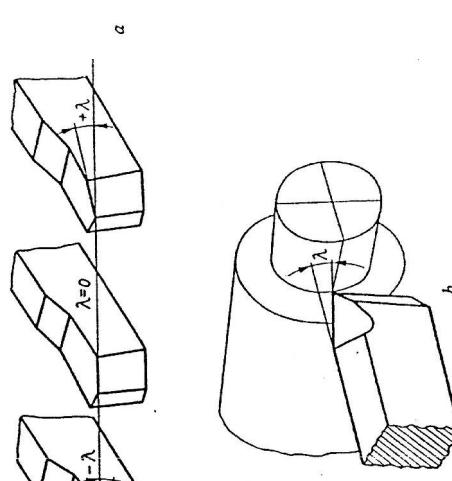
Slika 3.3. Razni oblici noževa za unutarnju obradu; A — nož za grubu obradu rupe; B — nož za finu obradu rupe; C — nož za unutrašnje rezivane; D — nož za unutrašnji navoj



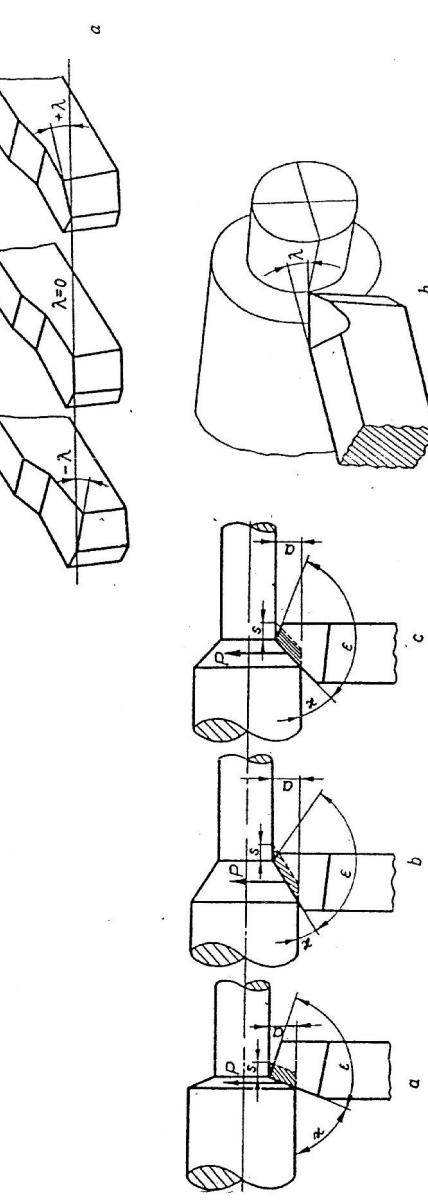
Slika 3.4. Razni oblici noževa za unutarnju obradu; A — nož za finu uzdužnu obradu; B — ravni, desni, za uždužnu obradu; C — za rezivanje; D — za konkavno, konkavno; E — za radijuse, desni; F — za konveksno.



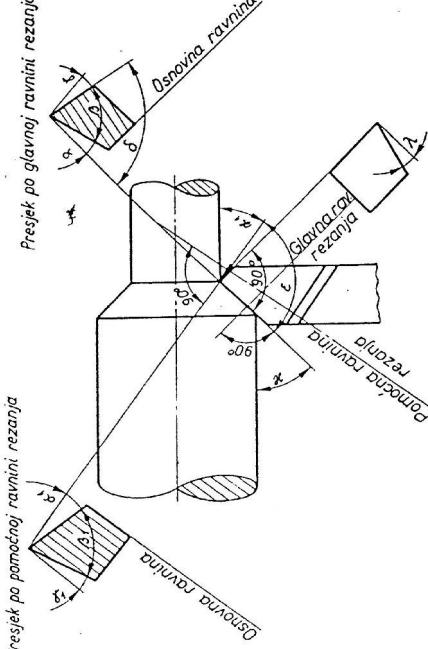
Slika 3.5. Elementi tokarskog noža



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

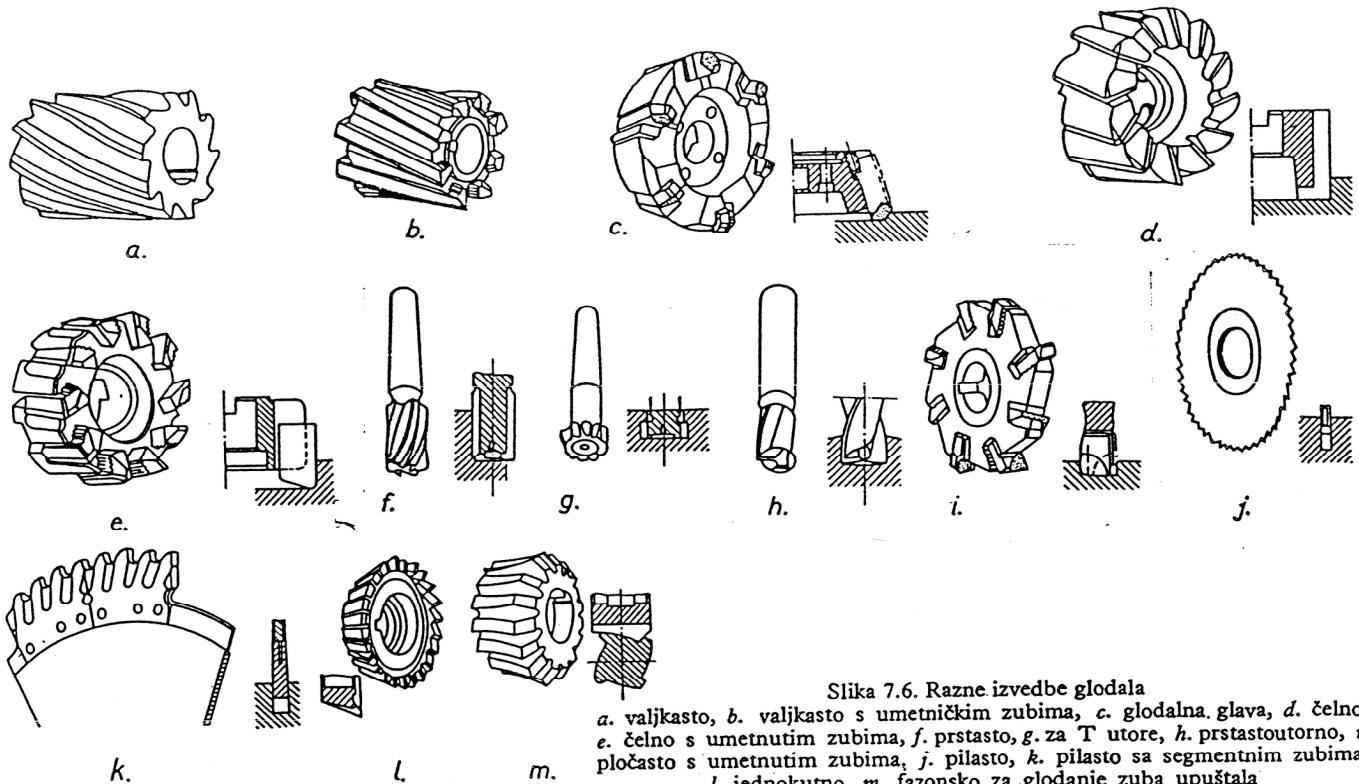


Slika 3.7. Tri položaja kuta namještanja



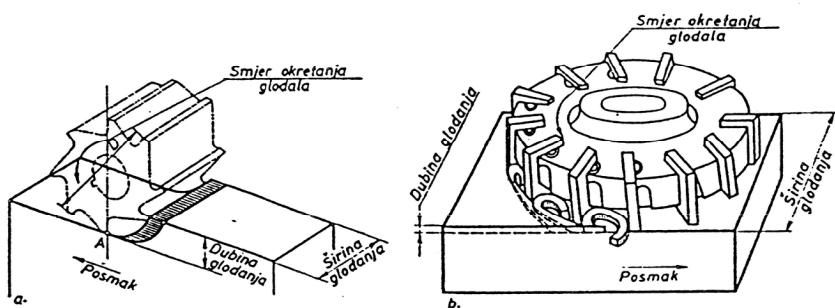
Slika 3.8. Oblik noža na krovu nagiba; a, krov kuta λ u tri položaja, b, nož u radu kod nagiba kuta λ

GLODALA I POSTUPCI GLODANJA

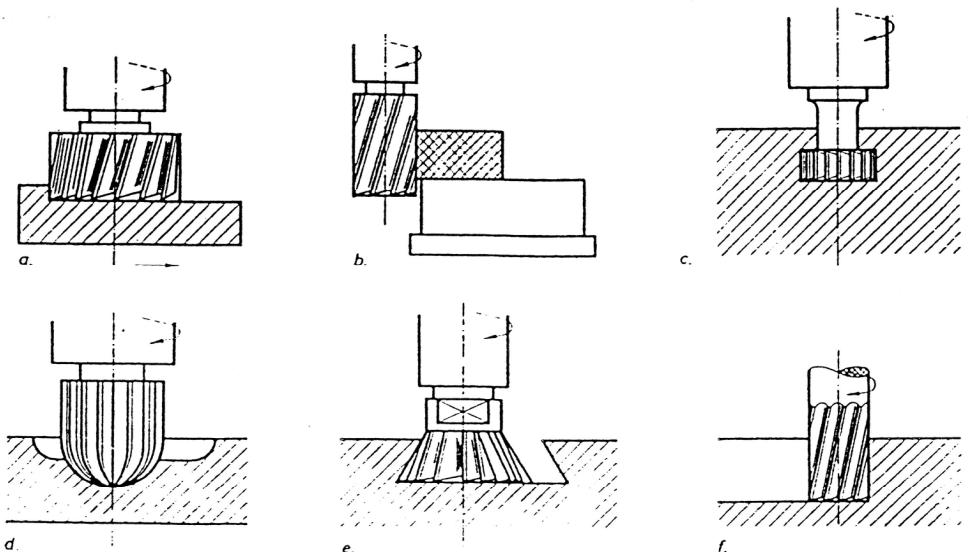


Slika 7.6. Razne izvedbe glodalaca

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

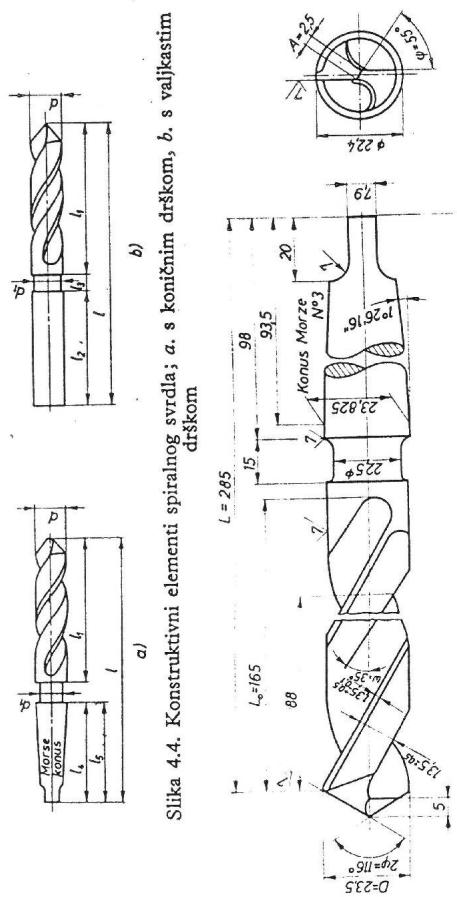


Slika 7.3. Prikaz skidanja strugotine kod glodanja; a. valjkasto glodanje, b. čelno glodanje

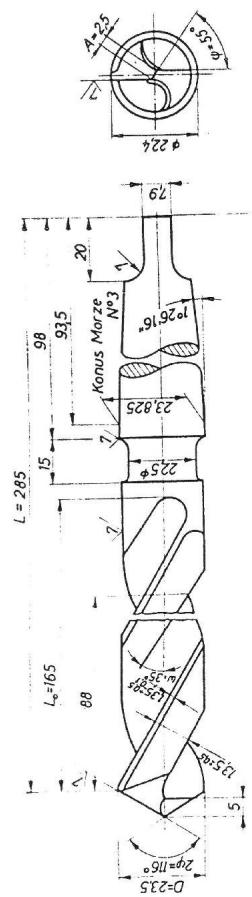


Slika 7.2. Prikaz raznih vrsta glodanja na vertikalnoj glodalici: a. čelno, b. kopirno, c. utorno, d. konkavno, e. lastin rep i f. utorno za klin

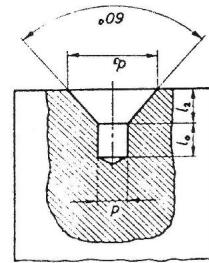
BUŠNI ALAT



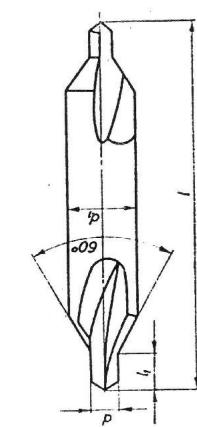
Slika 4.4. Konstruktivni elementi spiralnog svrda; a. s koničnim drškom, b. s valjkastim drškom



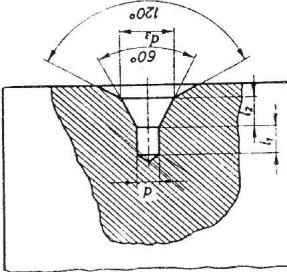
Slika 4.99. Prikaz konstrukcije spiralnog svrda; a. geometrija svrda, b. geometrija svrda



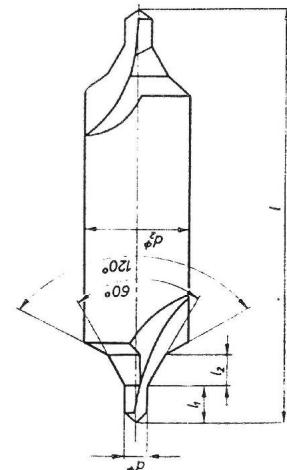
Slika 4.33. Prikaz centričnog uvrtta s kutom od 60° bez zaštitnog upuštenja



Slika 4.24. Svrdo za centrični uvrt s kutom od 60° bez zaštitnog upuštenja

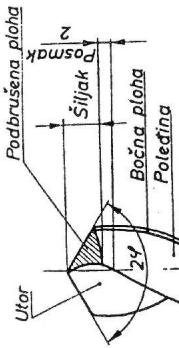
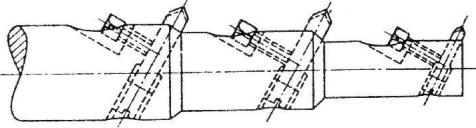
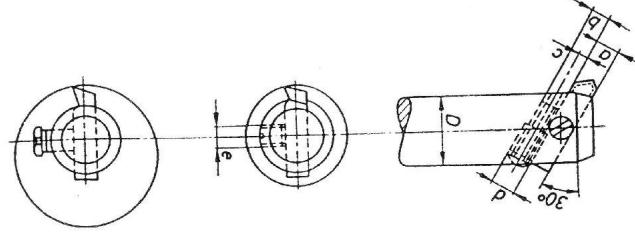


Slika 4.35. Prikaz centričnog uvrtta s kutom od 60° i sa zaštitnim upuštenjem

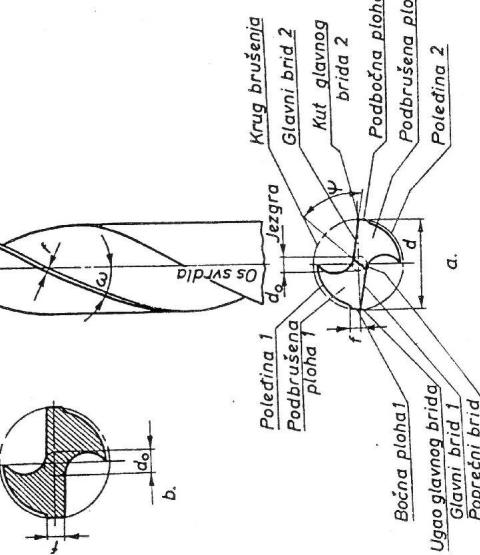


Slika 4.36. Svrdo za centrični uvrt s kutom od 60° sa zaštitnim upuštenjem

Slika 4.59. Slobodna mokta za obradu čela s vijkom za namještanje noža razna promjera
Slika 4.60. Prikaz mokte za obradu stepenastih otvora sa tri

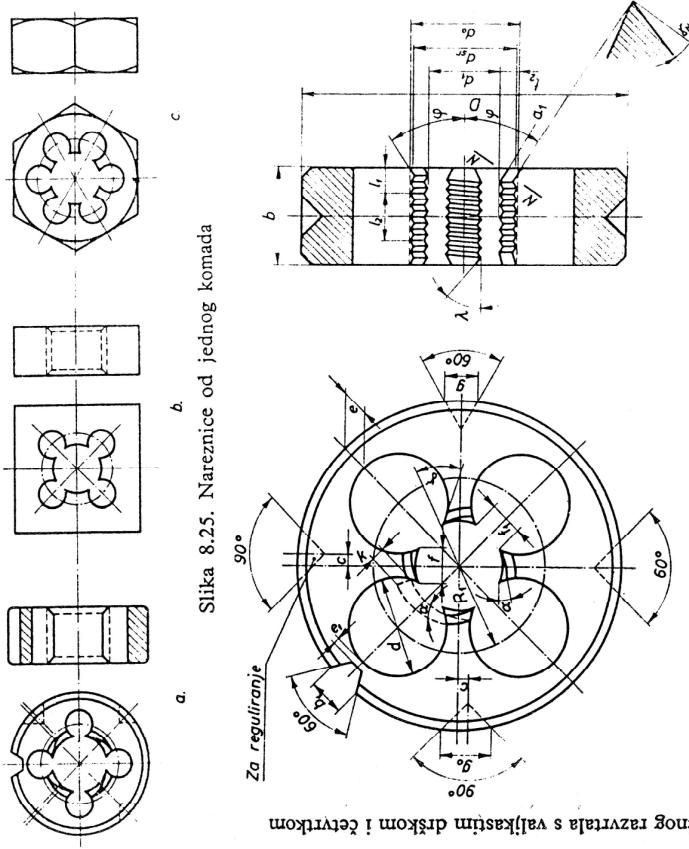


Slika 4.61. Precizna mokta za bušenje s namještanjem noža pomoću vretena

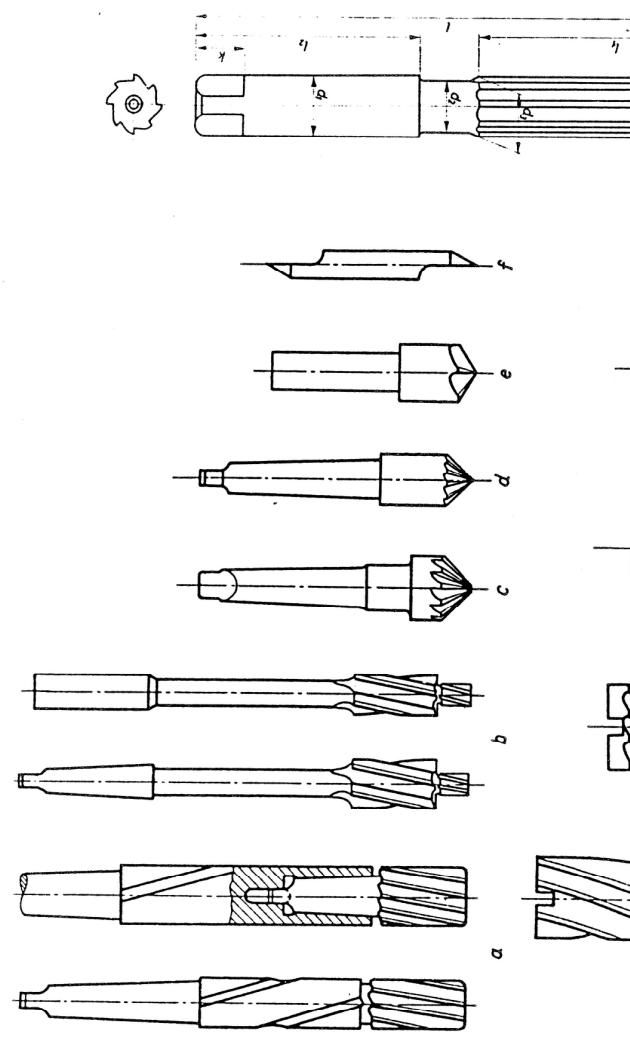


Slika 4.5. Spiralno svrdo. Nazivi konstruktivnih elemenata

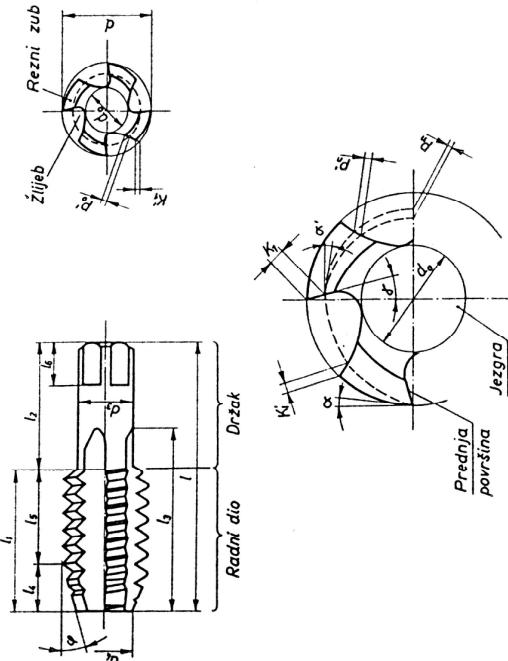
UPUŠTALA, RAZVRTALA, NAREZNICE I UREZNICI



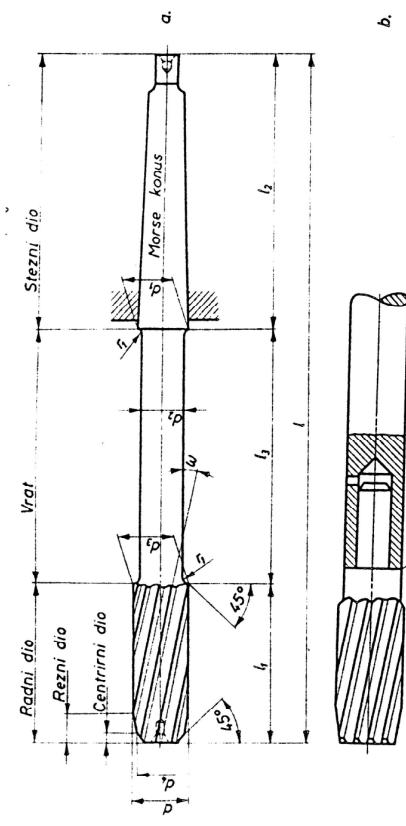
Slika 8.25. Nareznice od jednog komada



Slika 8.26. Konstrukcioni elementi okrugle nareznice



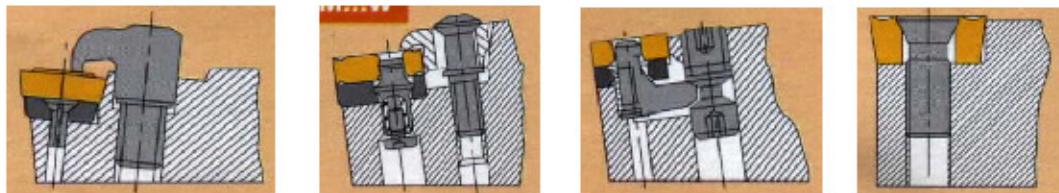
Slika 8.14. Osnovni dijelovi nareznog svrda



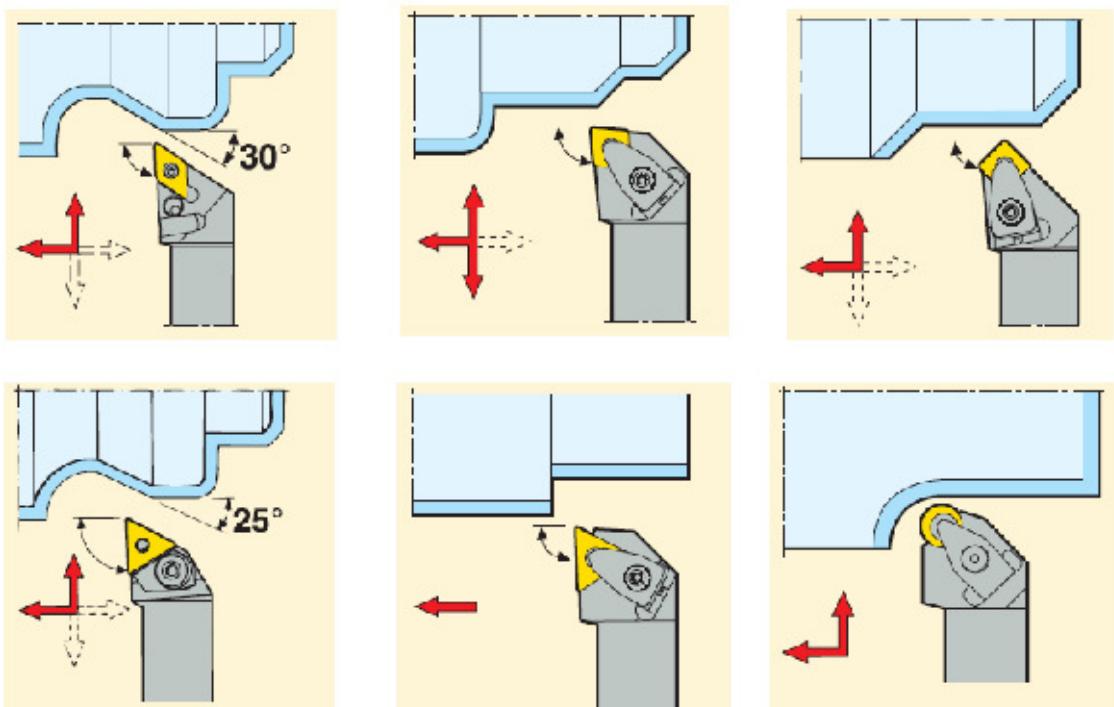
Slika 6.2. Prikaz strojnog razvrtala sa Morse koničnim drškom a i b

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

