



Predavanja za predmet

Odrezavanje I (3. letnik UNI)

Tehnologija odrezavanja (2. letnik VSŠ)

Odrezovalni postopek:

STRUŽENJE



KATEDRA ZA
MENEDŽMENT
OBDELOVALNIH
TEHNOLOGIJ



Laboratory za
odrezavanje



Struženje...

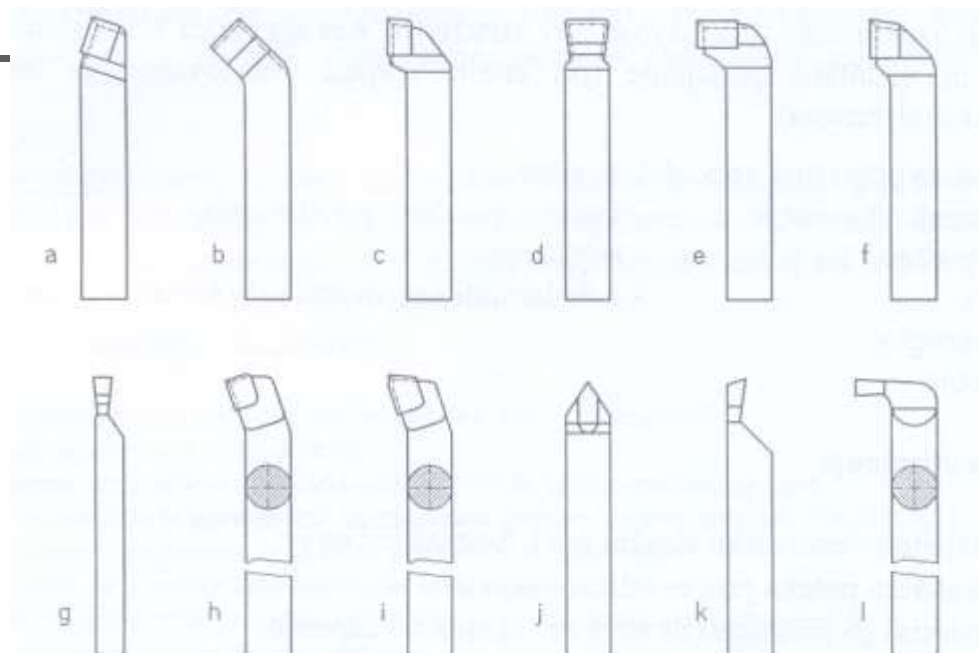
je postopek obdelave z odrezavanjem, ki se rabi predvsem za izdelavo valjastih izdelkov (možno stružiti tudi ravne ploskve, izdelke posebnih neokroglih oblik). Zaradi cenenosti in številnih možnosti se struženje od odrezovalnih postopkov največ uporablja



Struženje...

- ❖ Glavno gibanje je vrtilno in ga opravlja glavno vreteno z obdelovancem. Podajalno gibanje opravlja orodje. Poznamo:
 - Vzdolžno struženje (orodje se giblje vzporedno z osjo obdelovanca)
 - Prečno struženje (orodje se giblje pravokotno z osjo obdelovanca)
 - Stožčasto struženje (orodje se giblje poševno na os obdelovanca)
 - Kopirno struženje, Oblikovno struženje
 - Neokroglo struženje (podstruženje)
 - Struženje navojev

Standardne izvedbe stružnih nožev



a - ravni nož za grobo obdelavo
b - zakrivljeni nož za grobo obdelavo
c - zakrivljeni nož za končno obdelavo
d - ravni nož za končno obdelavo
e - čelni nož za končno obdelavo
f - nož za bočno obdelavo

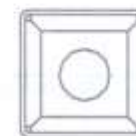
g - nož za zarezovanje in odrezovanje
h - nož za struženje prehodnih izvrtin
i - nož za struženje slepih izvrtin
j - ravni koničasti nož
k - nož za odrezovanje na avtomatih
l - nož za notranje zarezovanje

Obračalne ploščice (Inserts)

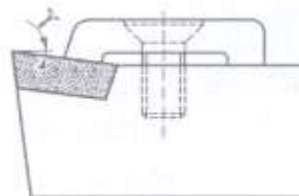
Brez izvrtine...



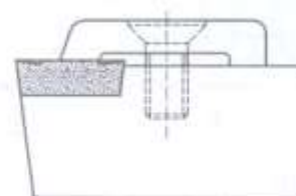
Z izvrtino...



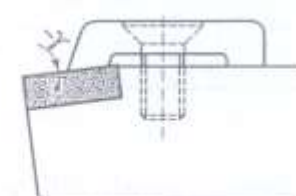
Izvedba ležišča za
obračalne ploščice



a



b

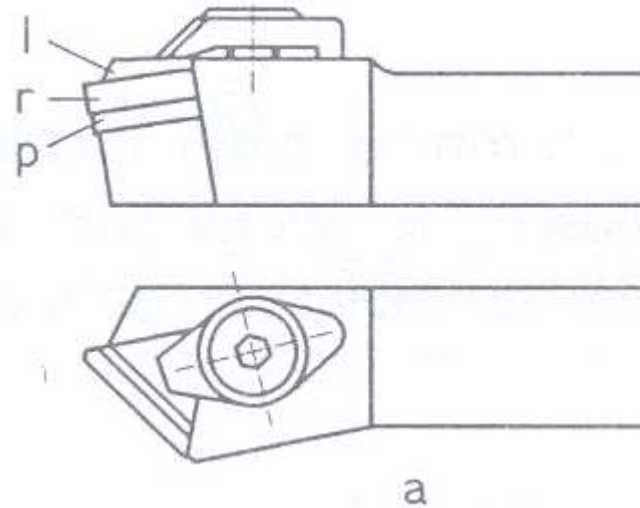


c

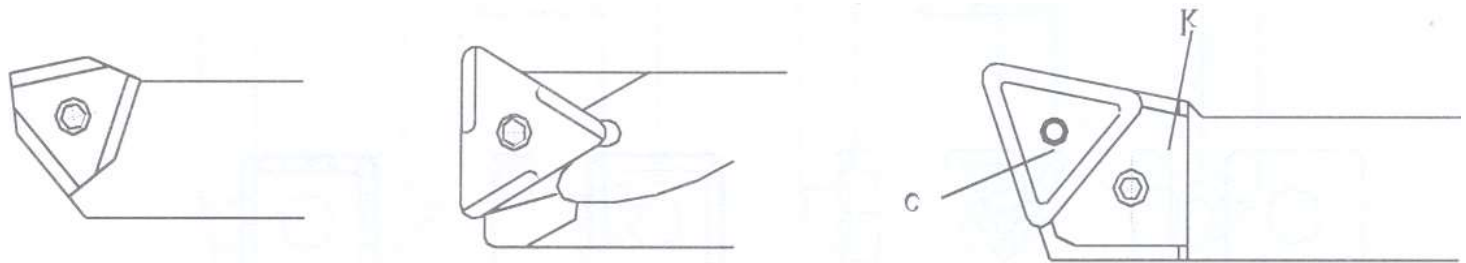
Struženje

Držala za ploščice (Holders)

Za ploščice brez izvrtine...

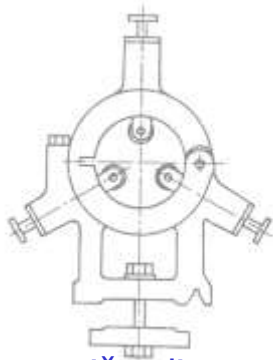


Za ploščice z izvrtino...

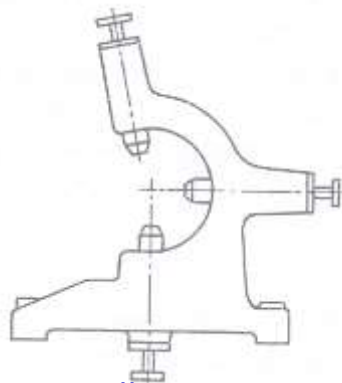


Glavni deli univerzalne stružnice

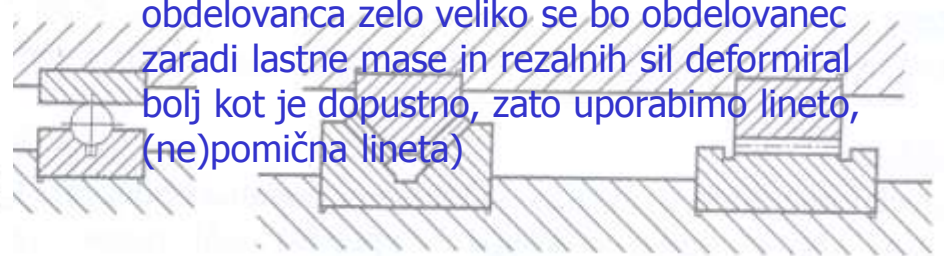
- **Postelja** (povezuje glavne sestavne dele, tog, vodila morajo natančno voditi sani in konjička,..., iz kvalitetne sive litine, pomembni so temelji, **Vodila – drsna** [valjasta, prizmatična, ploščata, klinasta], **kotalna**[kroglice, valjčke, iglice,...])
- **Vretenjak** (posreduje vrtilno gibanje od elektromotorja do glavnega in utornega vretena, je zaprto lito ali varjeno ohišje v katerem je vležajeno glavno vreteno, drsni ali kotalni ležaji na glavnem vretenu, pogon – elektromotor)
- **Podajalni menjalnik** (pogon sani s suporti in s tem premikanje stružnega noža v vzdolžni in prečni smeri. Na sesobnih stružnicah so podajalni menjalniki sestavljeni iz menjalnikov s pomicnimi zobniki)
- **Sani s suporti** (nosijo orodje in mu omogočajo vzdolžno in prečno gibanje. Sestojeta se iz glavnih – vzdolžnih sani, prečnega in križnega suporta, vpenjala za orodja, sani ležijo na vodilih postelje, premikamo jih ročno ali strojno)
- **Konjiček** (konica, ki služi kot dodatna opora pri struženju daljših obdelovancev)
- **Lineta in pripomočki za vpenjanje** (kada je razdalja med dožino in premerom obdelovanca zelo veliko se bo obdelovanec zaradi lastne mase in rezalnih sil deformiral bolj kot je dopustno, zato uporabimo lineto, (ne)pomična lineta)



nepomična lineta



pomična lineta



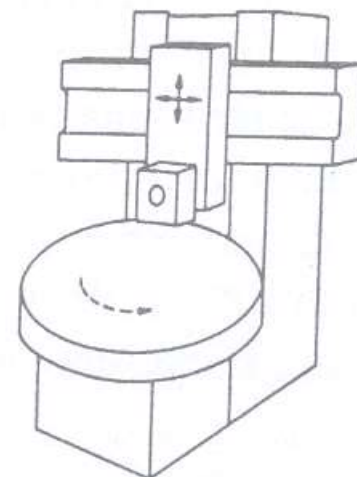
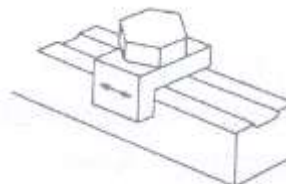
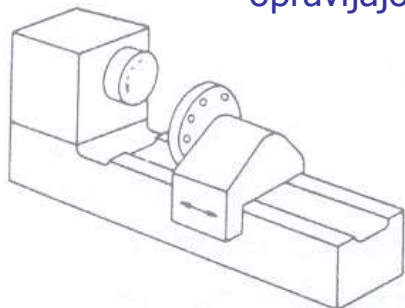
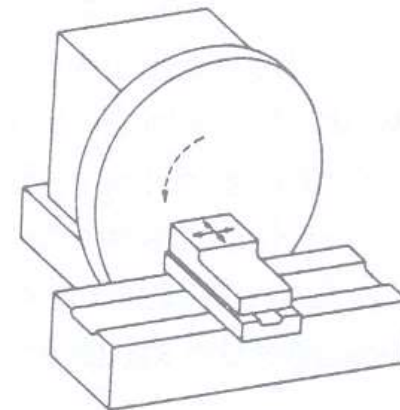
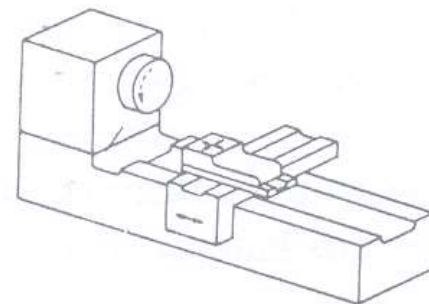
s kroglicami in iglicami

Struženje

Vrste stružnic

Osnovne:

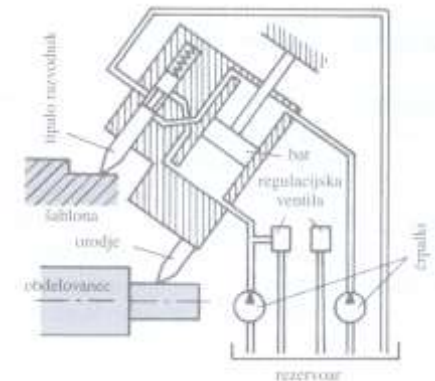
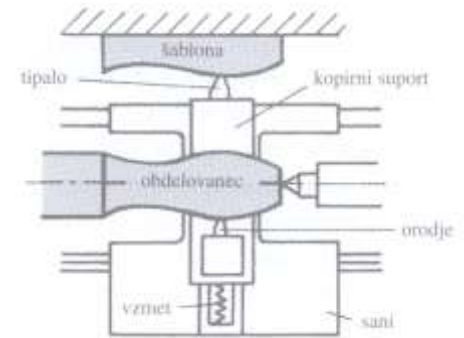
- **Univerzalna**
- **Čelna** (vodoravno glavno vreteno, obdelava širokih in kratkih obdelovancev, težko vpenjanje težkih obdelovancev, neugodna obremenitev gl. vretena (upogib) – slabša površina)
- **Karuselna** (glavno vreteno je v navpični legi, za velike premere obdelovancev, aksialno in radialno uležanje gl. vretena)
- **Revolverska** (z bobnasto/zvezdasto glavo) za serijsko izdelavo z več različnimi orodji – orodja se zvrstijo v določenem zaporedju. Orodja opravljajo samo podajalna gibanja)



Vrste stružnic

Posebne:

- **Kopirne** (za valjaste obdelovance, pri katerih kopirna naprava s tipalom posname obris šablone ali vzorca in ga prenese na stružni nož, za večje serije:
 - **Neposreden sistem** – neposreden prenos oblike na orodje
 - **Posreden sistem** – preko servomotorja (električen, hidravlični, pnevmatski, kombiniran,...) se prenaša oblika na orodje)
- **Podstružilne** (Stružilni nož se primika in odmika med vrtenjem obdelovanca – struženje neokroglih oblik)
- **Avtomatske** (avtomatizirano struženje od vpetja obdelovancev, nastavitve do ločevanja izdelkov od odrezkov.
Enovretenski avtomati, **Večvretenski avtomati** – sočasna obdelava na dveh ali več vretenih pri čemer je faza struženja lahko različna)
- **CNC-stružnice** (Computer Numerical Control, krmilnik, postprocesor, prednastavljanje orodij, NC koda, za zahtevne izdelke, natančna izdelava,...)

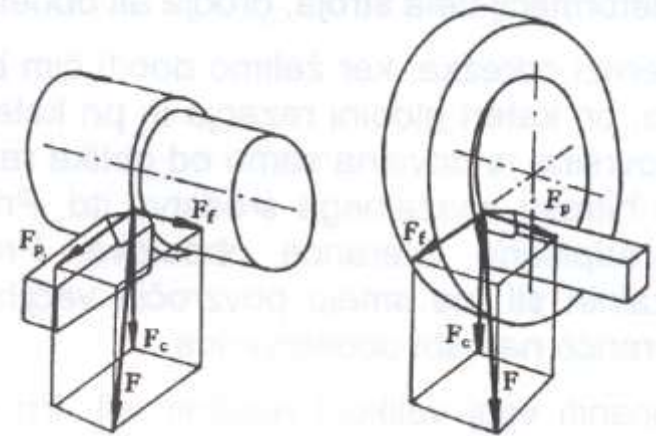


Rezalne sile pri struženju

Glavna sila F_c – ima smer glavnega gibanja in s tem smer rezalne hitrosti v_c

Odrivna sila F_p – je pravokotna na obdelano ploskev

Podajalna sila F_f – ima smer podajalnega gibanja in je pravokotna na obe prejšnji komponenti



$$F_c = A \cdot k_c$$

$$A = a_p \cdot f = b \cdot h$$

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa}$$

$$h = f \cdot \sin \kappa$$

A - prerez odrezka [mm²]

a_p – globina rezanja [mm]

k_c – specifična rezalna sila [N/mm²]

b – širina odrezka [mm]

h – debelina odrezka [mm]

κ – nastavni kot orodja

f - podajanje [mm]

Specifična rezalna sila = Kienzlerjeva enačba

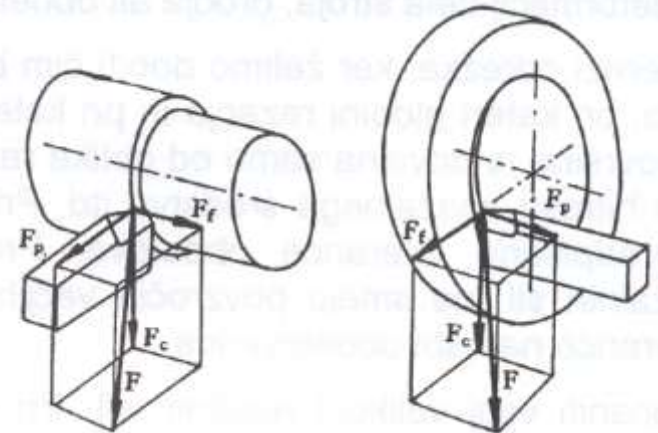
$$k_c = k_{c1x1} \cdot h^{-z} \quad \left[N / mm^2 \right]$$

$$k_c = k_{c1x1} \cdot f^{-z} \quad \left[N / mm^2 \right]$$

k_{c1x1} – koeficienta Kienzlerjeve enačbe $[N/mm^2]$

h – debelina odrezka $[mm]$

f – podajanje $[mm]$



Poraba moči pri struženju

$$P_B = \frac{F_c \cdot v_c}{\eta}$$

$$v_c = (d - a_p) \cdot \pi \cdot n \approx \pi \cdot d \cdot n$$

F_c – glavna sila

P_B – moč $[W]$

v_c – rezalna hitrost $[m/s]$

d – premer obdelovanca

a_p – globina rezanja $[mm]$

Rezalna hitrost pri struženju

$$v_c = \frac{C_V}{T^t \cdot a_p^x \cdot f^y \cdot \left(\frac{HB}{200}\right)^h} \quad [mm/s]$$

T – zaželena obstojnost [min]

a_p - globina rezanja [mm]

f - podajanje [mm]

HB – trdota obdelovalnega materiala po Brinellu

EkspONENTI:

t = 0,1 – 0,2 za jeklo in sivo litino

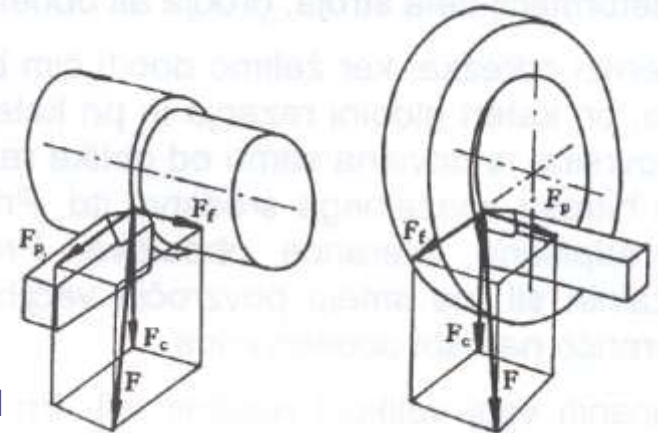
t = 0,2 – 0,3 za bron, Al, Mg-zlitine

x = 0,2 – 0,25

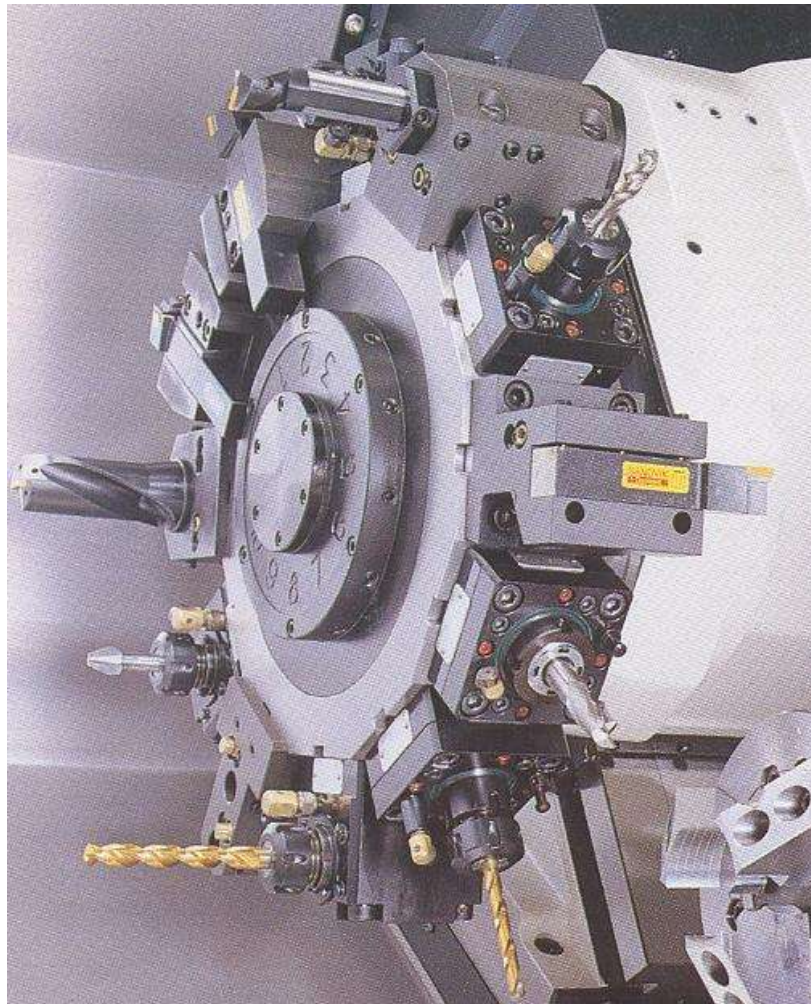
y = 0,3 – 0,5

h = 1 za trdote HB < 130

h = 1,75 za trdote HB > 130



Zalogovnik orodij na CNC-stružnici



CNC-stružnica



CNC-stružnica

