



Predavanja za predmet

***Odrezavanje I*** (3. letnik UNI)

***Tehnologija odrezavanja*** (2. letnik VSŠ)

***Odrezovalni postopek:***

**VRTANJE**



KATEDRA ZA  
MENEDŽMENT  
OBDELOVALNIH  
TEHNOLOGIJ



Laboratory za  
odrezavanje



# Vrtanje...

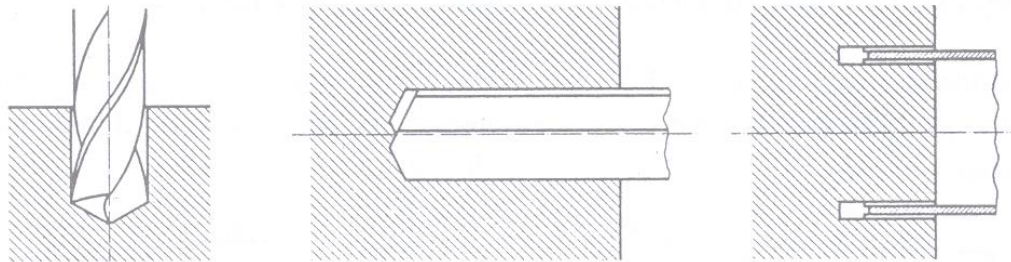
---

je neprekinjen postopek odrezovanja običajno z dvorezilnim orodjem – svedrom. Orodje opravlja glavno gibanje s tem ko se vrti in premočrtno gibanje s tem ko se premika premočrtno v smeri svoje osi.

# Vrtanje...

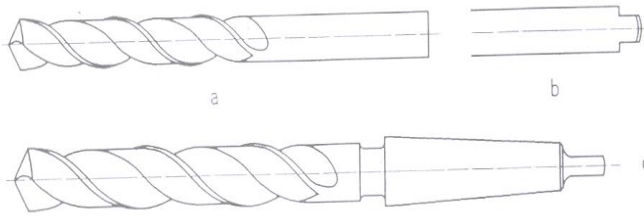
## ❖ Vrtanje rabimo za izdelavo izvrtin (vrtanje v polno) ali za razširjanje že obstoječih izvrtin

- **Navadno vrtanje** (globina vrtanja ni večja od  $5 \cdot d$ , uporabljamo vijačne svedre z dvema enakima reziloma. Natančnost in kakovost površine je slaba)
- **Globoko vrtanje** (za zelo globoke izvrtine, uporabljamo posebna, običajno enorezilna orodja z nesimetričnim rezilom)
- **Vrtanje z jedrom** (izrežemo samo ozek zunanji pas izvrtine, v sredini ostane jedro, ki ga je mogoče še uporabiti. Uporabljamo cevne svedre, ki omogočajo tudi vrtanje v velike globine. Lahko izrežemo tudi velike okrogle dele.)

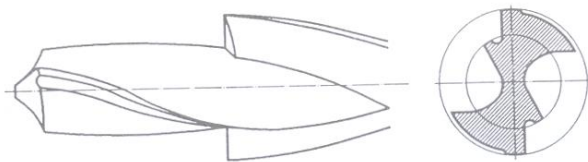
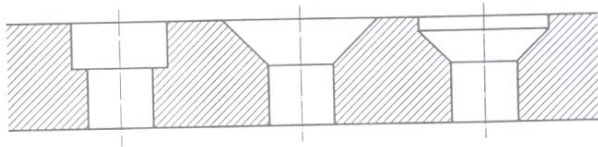


Vrtanje

# Svedri...



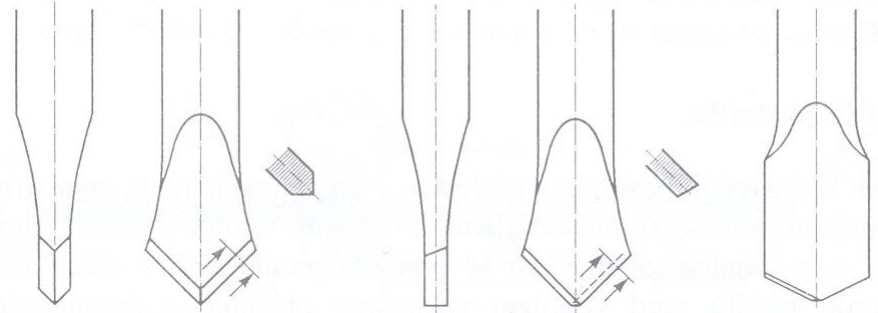
Vijačni sveder – praktično za vse materiale, valjasto držalo, večji premeri imajo držalo Morse



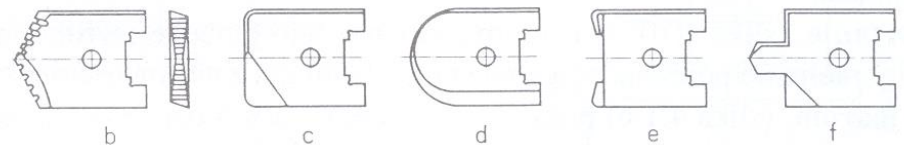
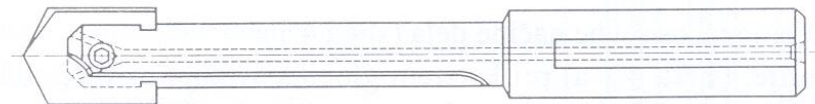
Stopničasti sveder



Centrirni sveder



Koničasti svedri – najstarejša izvedba, neugoden cepilni kot, uhajanje v stran

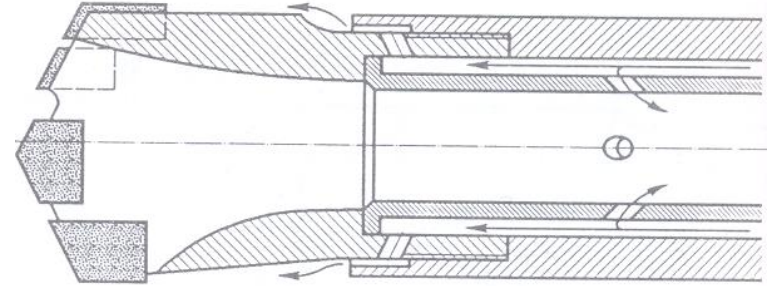
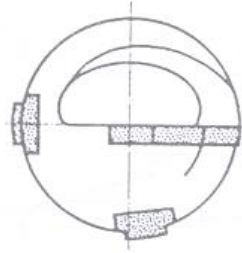
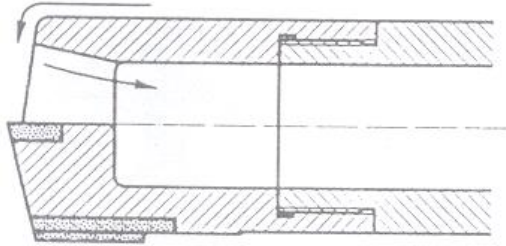


Koničasti svedri z vstavljenim rezilom

- a - navadno vrtanje, posnemanje robov,
- b - prekinjena rezalna robova, za večje premere,
- c - za slepe izvrtine z ravnim dnom,
- d - profilna ploščica z zaokroženim rezilom,
- e - ploščica za fino grezenje,
- f - kombinirano vrtanje in profilno grezenje - stopničaste izvrtine

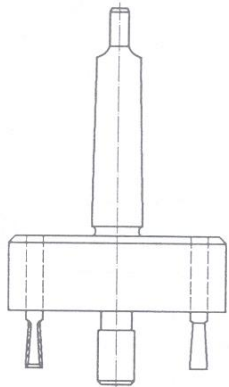
Vrtanje

# Svedri...

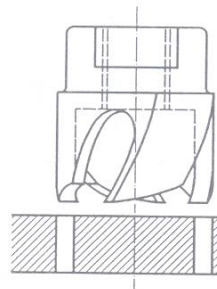


**BTA sveder za globoko vrтанje** – sestavljen iz glave in držala (spoj ima navoj, kar omogoča zamenjavo izrabljene glave). Dovajanje hladilne tekočine skozi prostor med obodom svedra in izvrtino, puščica kaže pot odrezkov. Tlak tekočine 40 barov

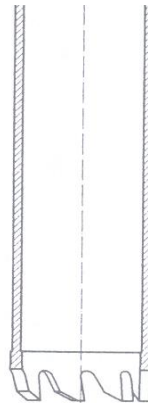
**Ejektorski sveder za globoko vrтанje** – dva rezilna robova, vsako rezilo je sestavljeno iz dveh ploščic. Vsaka ploščica je drugačne oblike. Dovajanje hladilne tekočine - puščica kaže pot hladilne tekočine.



**Glava z dvema nožema in centrirnim čepom za izrezovanje plošč**



**Kronski sveder**



**Cevni sveder za globoko vrтанje**

**Vrtanje**

## Rezalne sile pri vrтанju

Glavna sila  $F_c$

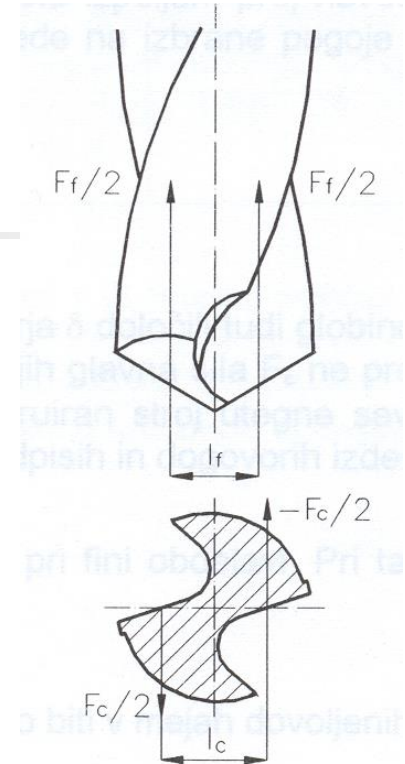
$$\frac{F_c}{2} \text{ in } -\frac{F_c}{2}$$

Odrivna sila  $F_p$

$$\frac{F_p}{2} \text{ in } -\frac{F_p}{2}$$

Podajalna sila  $F_f$

$$\frac{F_f}{2} \text{ in } -\frac{F_f}{2}$$



Moment glavne sile

$$M_c = \frac{F_c}{2} \cdot l_c \quad \Rightarrow \quad M_c = \frac{F_c \cdot d}{4}$$

$$l_c = \frac{d}{2}$$

- Obe podajalni sili se seštevata in se navzven kažeta kot ena sama  $F_f$
- Obe odrivni sili se pri pravilno simetrično nabrušenem svedru uničujeta, torej je  $F_p=0$



## Rezalna sila pri vrтанju v polno

---

$$F_c = k_{c1x1} \cdot \frac{d}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot h^{1-z}$$

$$F_f = k_{f1x1} \cdot \frac{d}{\sin \frac{\varphi}{2}} \cdot h^{1-y}$$

$$h = \frac{f}{2} \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \text{ [mm]}$$

$F_c$  = glavna sila [N]

$F_f$  = podajalna sila [N]

$k_{c1x1}$  – koeficienta Kienzlejeve enačbe za glavno silo [N/mm<sup>2</sup>]

$k_{f1x1}$  – koeficienta Kienzlejeve enačbe za podajalno silo [N/mm<sup>2</sup>]

$h$  – debelina odrezka [mm]

$\varphi$  – kot pri vrhu

$d$  – premer svedra

$Z$  in  $y$  - eksponenta

$f$  - podajanje [mm]



## Poraba moči pri vrtanju

---

$$P_B = \frac{F_c \cdot v_c}{\eta \cdot 2} = \frac{2 \cdot M_c \cdot v_c}{\eta \cdot d}$$

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{2}$$

$F_c$  – glavna sila

$P_B$  – moč [W]

$v_c$  – rezalna hitrost [m/s]

$d$  – premer obdelovanca





Predavanja za predmet

***Odrezavanje I*** (3. letnik UNI)

***Tehnologija odrezavanja*** (2. letnik VSŠ)

***Odrezovalni postopek:***

**GREZENJE**



KATEDRA ZA  
MENEDŽMENT  
OBDELOVALNIH  
TEHNOLOGIJ



Laboratory za  
odrezavanje



# Grezenje...

---

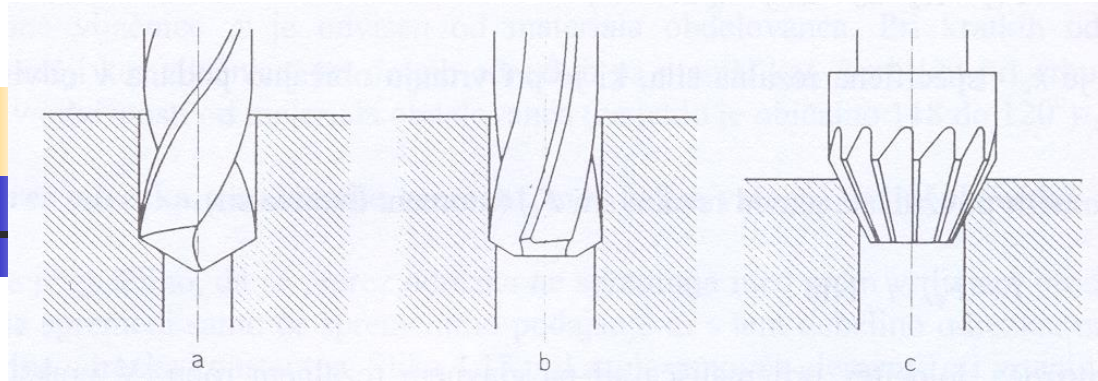
je širjenje že obstoječe izvrtine, ki je bila izdelana z vrtnjem ali nastala z litjem.

Ločimo: **Grobo grezenje** (brez posebnih zahtev po kakovosti izvrtine)

**Fino grezenje** (želimo natančno in bolj gladko površino izvrtine, posebnih zahtev po kakovosti izvrtine)

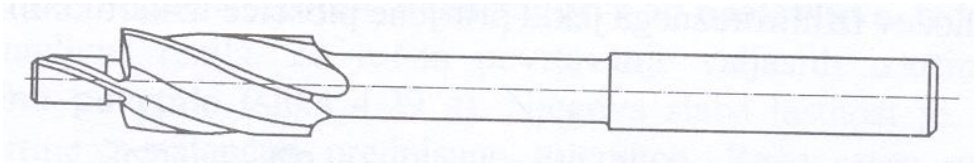
**Oblikovno grezenje** (valjasto izvrtino damo drugačno obliko – stopničasto, stožčasto)

# Grezenje...



Načini grezenja

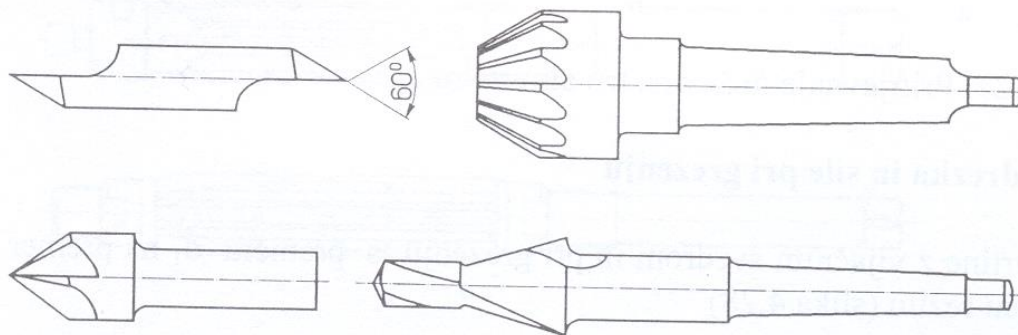
## Poraba moči pri širjenju izvrtine



Vratno grezilo – vodilni čep za širjenje izvrtine za vijake s poglobljeno glavo

$$P_B = \frac{F_c \cdot v_c}{\eta \cdot 2} \cdot \frac{d + d_1}{d} = \frac{2 \cdot M_c \cdot v_c}{\eta \cdot d}$$

$$v_c = \frac{\pi \cdot n}{2} \cdot (d + d_1)$$



Stožčasta grezila

$F_c$  – glavna sila

$P_B$  – moč [W]

$v_c$  – rezalna hitrost [m/s]

$d$  – premer obdelovanca [mm]

$d_1$  – premer poprej izvrtane luknje [mm]

$\eta$  – izkoristek stroja (od 0,65 – 0,95)



Predavanja za predmet

***Odrezavanje I*** (3. letnik UNI)

***Tehnologija odrezavanja*** (2. letnik VSŠ)

***Odrezovalni postopek:***

# POVRTAVANJE



KATEDRA ZA  
MENEĐMENT  
OBDELOVALNIH  
TEHNOLOGIJ



Laboratory za  
odrezavanje

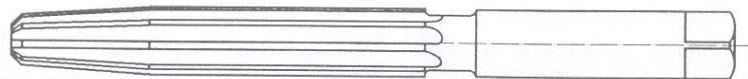


# Povrtavanje...

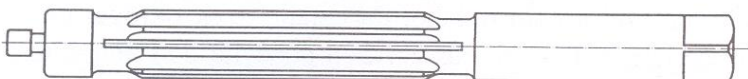
---

je **postopek** "finega grezenja" ki po natančnosti oblike in kvaliteti površine že sega v **področje fine obdelave**. Povrtavamo lahko izvrtine **valjaste** ali **stožčaste** oblike. S povrtavanjem odstranimo zelo tenko plast materiala od **0,1 do 1 mm**.

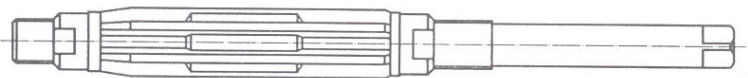
# Povrtavanje...



a



b



c

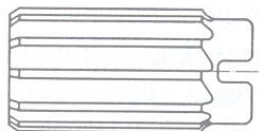
Ročna povrtala

Povrtala se precej razlikujejo po izvedbi. Lahko so:

- ročna
- strojna
- nenastavljiva
- nastavljiva



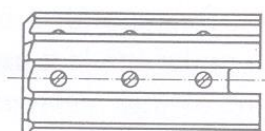
a



b



c



d

Strojna povrtala- krajši rezilni del



**Predavanja za predmet**

***Odrezavanje I*** (3. letnik UNI)

***Tehnologija odrezavanja*** (2. letnik VSŠ)

***Odrezovalni postopek:***

# VREZOVANJE NAVOJEV

Prof. dr. **Janez KOPAČ**  
Izr. prof. dr. **Mirko SOKOVIĆ**  
**Marko CEDILNIK**, univ.dipl.inž.



KATEDRA ZA  
MENEDŽMENT  
OBDELOVALNIH  
TEHNOLOGIJ



Laboratory za  
odrezavanje



# Vrezovanje navojev...

---

Navoje lahko izdelujemo z različnimi postopki. Pri večjih premerih jih lahko stružimo, frezamo ali brusimo. Pri manjših premerih (<10mm) lahko vrezujemo navoje le z vrezovalniki navojev. Vrezovanje navojev je v bistvu profilno povrtavanje – tu sta podajanje in globina rezanja nespremenljiva in je določena s profilom in korakom navoja.





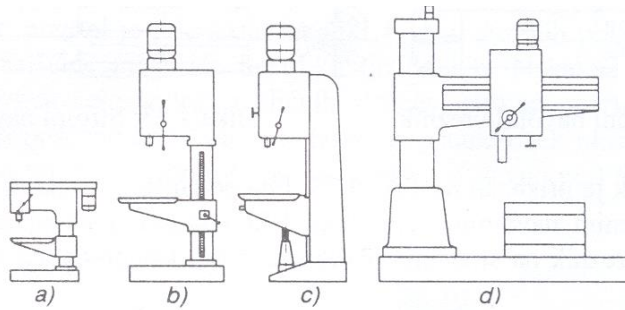
# Stroji za izdelavo izvrtin...

---

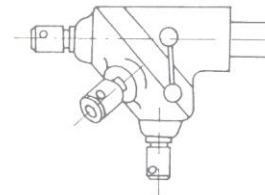
Glede na glavne dele in njihovo razmestitev ločimo:

- Ročne vrtalne stroje
  - Namizne vrtalne stroje
  - Stebrne vrtalne stroje
  - Vrtalne stroje s stojalom
  - Radialne vrtalne stroje
  - Revolverske vrtalne stroje
  - Večvretenske vrtalne stroje
  - Koordinatne vrtalne stroje
  - Vodoravne vrtalno frezalne stroje
  - CNC vrtalne stroje
- Osnovne vrste vrtalnih strojev
- Posebni vrtalni stroji

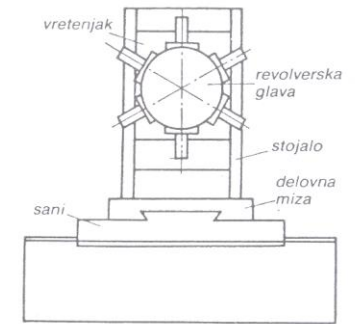
# Stroji za izdelavo izvrtin...



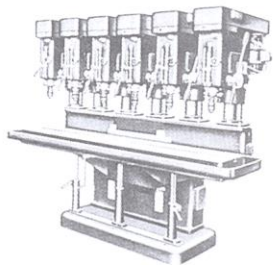
Vrste vrtilnih strojev  
a - namizni, b - stebni, c - s stojalom, d - radialni



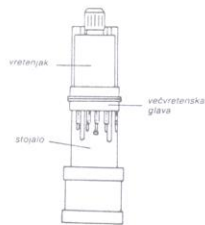
Revolverska glava na vrtilnem stroju



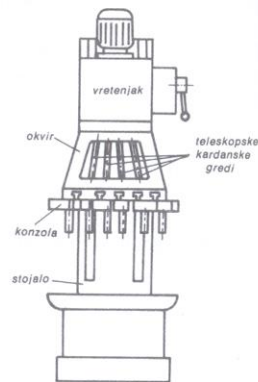
Specialni revolverski vrtilni stroj



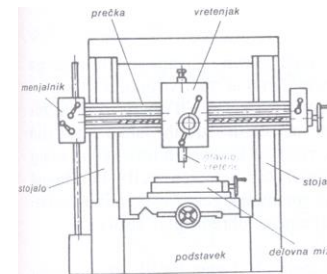
Vrstni vrtilni stroj



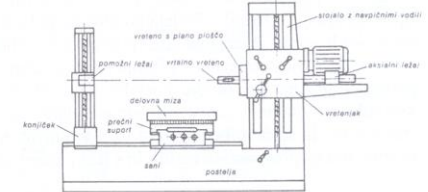
Vrtilni stroj z večvretensko glavo



Zglobni večvretenski vrtilni stroj



Koordinatni vrtilni stroj z dvema stojalom



Vodoravni vrtilno - frezalni stroj