



*Tento materiál vznikl jako součást projektu EduCom, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.*

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Základní konvenční technologie obrábění PROTAHOVÁNÍ a PROTLAČOVÁNÍ

**Jan Jersák**  
**Technická univerzita v Liberci**



EDUCATION COMPANY

## Technologie III - OBRÁBĚNÍ

**Technická univerzita v Liberci a partneři  
Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s.**

TU v Liberci



PRECIOSA



## Obsah přednášky

1. Charakteristika protahování a protlačování
2. Nástroje při protahování a protlačování
3. Protahovačky a protlačovací lisy
4. Výpočet řezné síly
5. Výpočet strojního času
6. Orientační souhrn řezných podmínek

# Protahování a protlačování

Hlavní řezný pohyb



**nástroj**

Posuv



**nástroj**

Přísuv



**nástroj**

- *přímočarý (může být i rotační)*

- *dán konstrukcí nástroje*

- *dán konstrukcí nástroje*

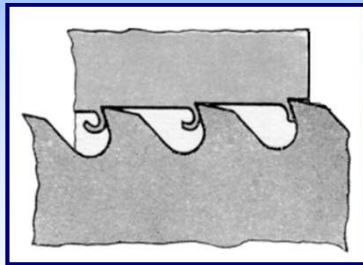


**Nástroje - protahovací a protlačovací trny**



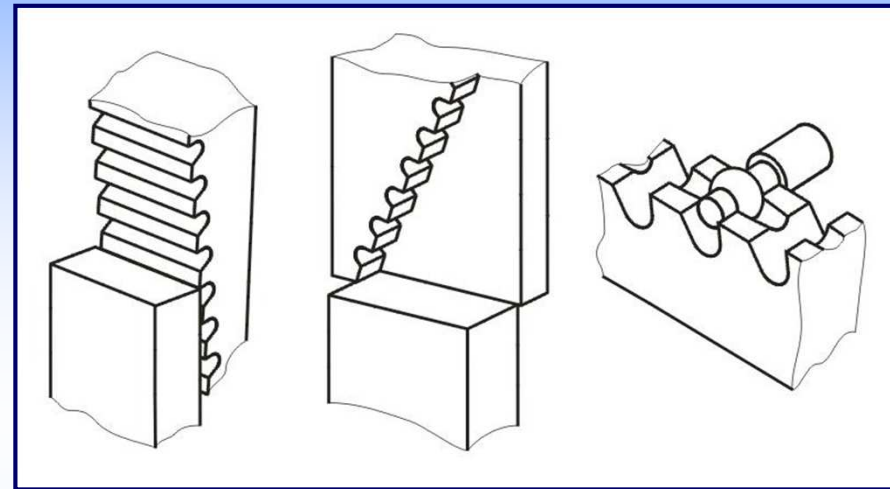
**Stroje - protahovačky**

# Protahování a protlačování

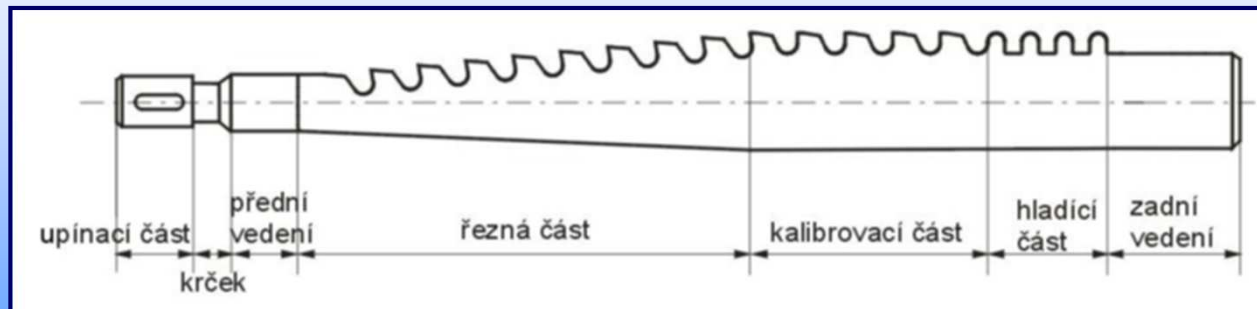


○ Zuby nástroje jsou výškově odstupňovány

- vysoceproduktivní technologie,
  - vysoká přesnost a jakost obrobené plochy,
  - velmi drahý nástroj,
- ⇒ použití v hromadné a velkosériové výrobě

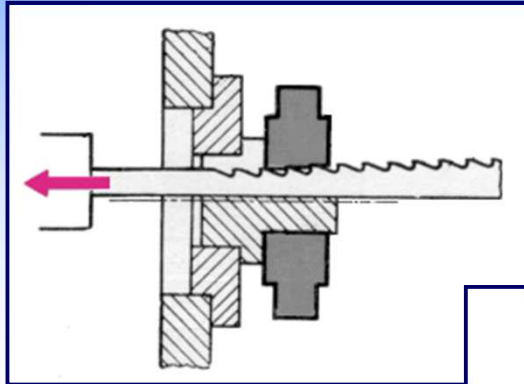


○ Příklady vnějšího protahování

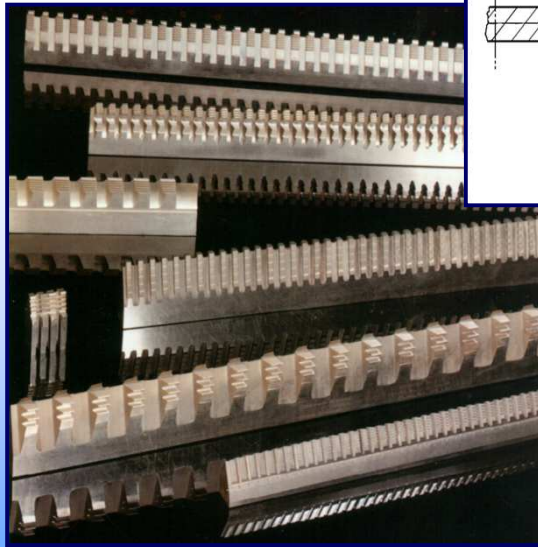


○ Vnitřní protahovací trn - hlavní části

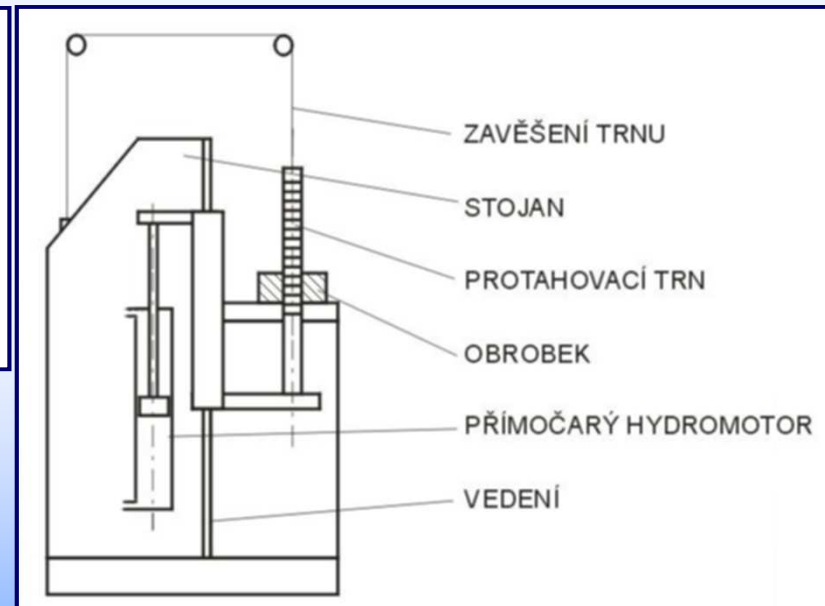
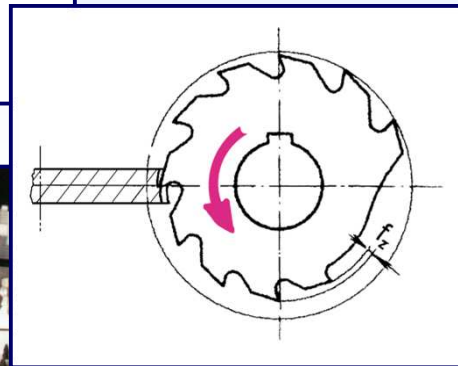
# Protahování a protlačování



- *Přímočarý a rotační pohyb nástroje*



- *Příklady protahovacích a protlačovacích nástrojů*

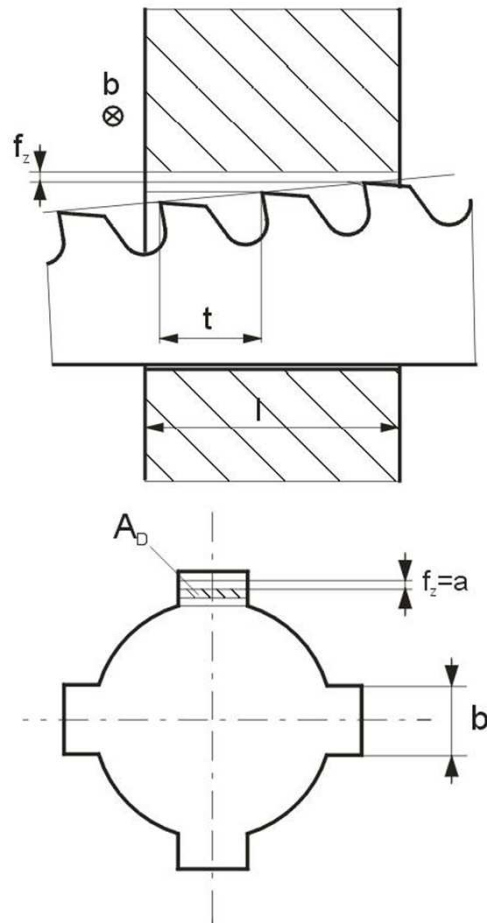


- *Kinematické schéma svislé protahovačky*

## **Obráběné plochy :**

- tvarové plochy vnitřní i vnější

# VÝPOČET ŘEZNÉ SÍLY



$$F_{C\Sigma} = F_{C1} \cdot z' \cdot n$$

$$F_{C1} = k_S \cdot A_D$$

$$k_S = k_{S1.1} \cdot f_z^{-m}$$

$$A_D = f_z \cdot b$$

$$z' = \frac{l}{t}$$

$z'$  ... zaokrouhlit  
nahoru

$k_S$  ... měrný řezný odpor

$f_z$  ... posuv na zub

$a$  ... tloušťka třísky

$b$  ... šířka drážky

$z'$  ... počet zubů v záběru

$t$  ... rozteč zubů nástroje

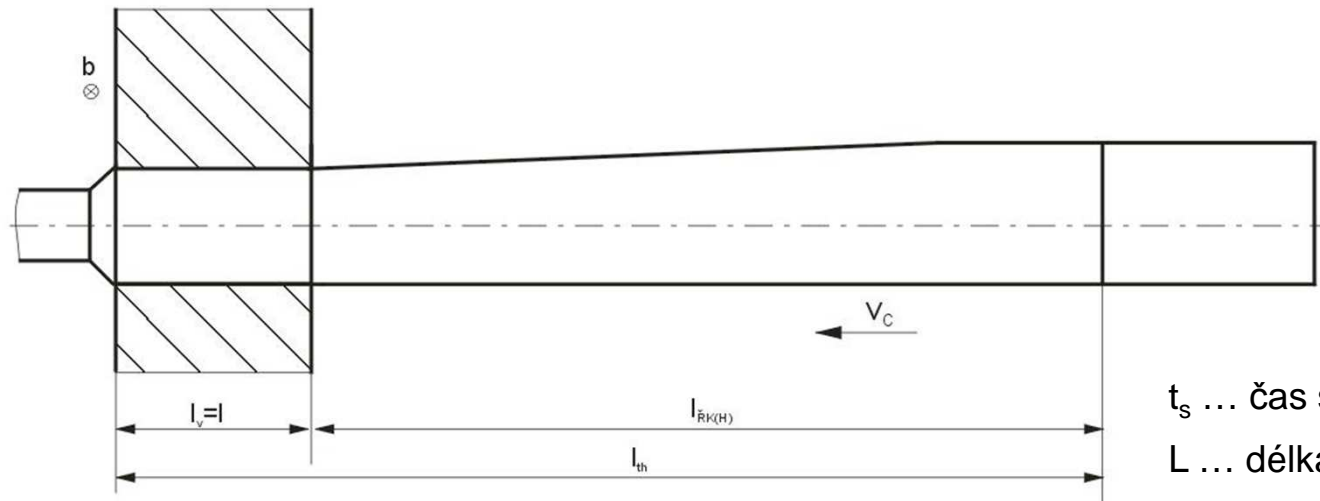
$l$  ... délka obráběné součásti

$n$  ... počet drážek obráběné součásti

$A_D$  ... průřez řezu; průřez nedeform. třísky

$F_{C1}$  ... síla na 1 zub

# VÝPOČET STROJNÍHO ČASU



$$t_s = \frac{L}{v_c}$$

**řezná rychlost !**

$$L = l_{th} + l_n + l_p$$

$$l_{th} = l + l_{\check{R}K(H)}$$

$t_s$  ... čas strojní

$L$  ... délka záběru

$v_c$  ... řezná rychlost

$l_{th}$  ... teoretická délka záběru

$l_n$  ... délka náběhu (0,5 - 2 mm)

$l_p$  ... délka přeběhu (0,5 - 2 mm)

$l$  ... délka obráběné plochy

$l_v$  ... délka předního vedení nástroje

$l_{\check{R}K(H)}$  ... délka řezné a kalibrovací +  
hladicí části nástroje

## ORIENTAČNÍ SOUHRN ŘEZNÝCH PODMÍNEK

způsob obrábění	hloubka záběru	posuv na zub	řezná rychlost
protahování (RO)	-	0,02 až 0,2 mm	3 až 50 m.min <sup>-1</sup>

### Orientační hodnoty drsnosti povrchu a přesnosti rozměrů

způsob obrábění	drsnost povrchu	přesnost rozměrů
	<u>Ra</u> [μm]	<u>IT</u>
Hrubování	> 6,3	≥ 12
Obrábění načisto	1,6 - 6,3	9 - 11
Jemné obrábění	0,2 - 1,6	5 - 8
Speciální dokončovací obrábění	< 0,2	< 5





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

*Tento materiál vznikl jako součást projektu  
EduCom, který je spolufinancován Evropským  
sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.*

# Základní konvenční technologie obrábění HOBLOVÁNÍ a OBŘÁŽENÍ

**Jan Jersák**  
**Technická univerzita v Liberci**



EDUCATION COMPANY

## Technologie III - OBŘÁBĚNÍ

**Technická univerzita v Liberci a partneři  
Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s.**

TU v Liberci



PRECIOSA



## Obsah přednášky

1. Charakteristika hoblování a obrážení
2. Nástroje pro hoblování a obrážení
3. Hoblovky a obrážečky
4. Výpočet řezné síly
5. Výpočet strojního času
6. Orientační souhrn řezných podmínek

# Hoblování

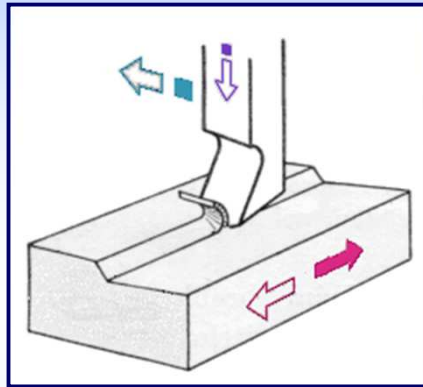
Hlavní řezný pohyb



Posuv



Přisuv



## Obráběné plochy :

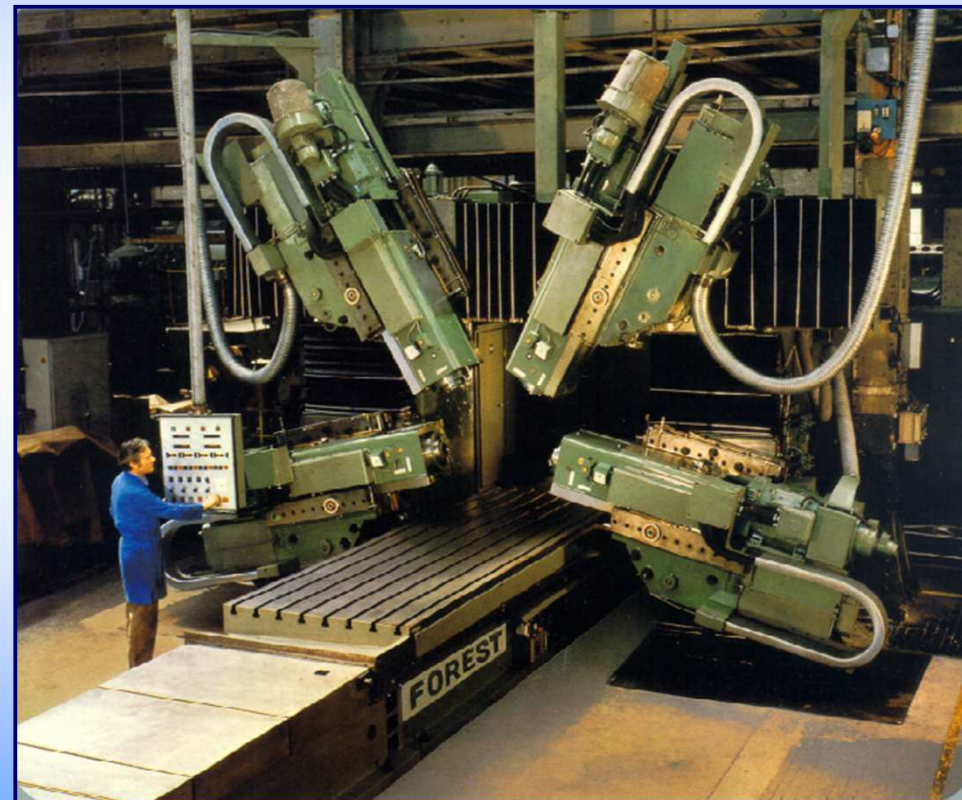
- rovinné a tvarové plochy  
vnější i vnitřní - úzké a dlouhé



Ohnuté  
těleso  
nástroje

**obrobek**  
**nástroj**  
**nástroj**

- přímočarý vratný  
- přerušovaný pohyb  
- přerušovaný pohyb



Dvoustojanová hoblovka

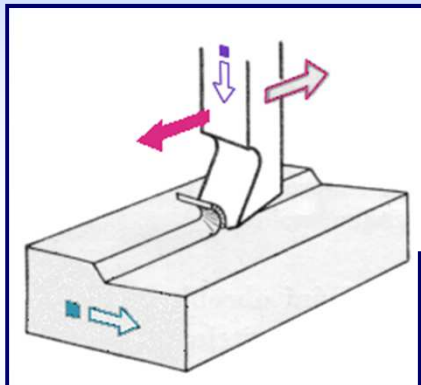
# Obrázení

Hlavní řezný pohyb  
Posuv  
Přisuv

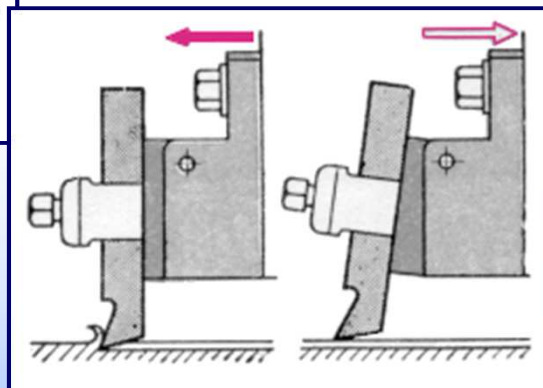


**nástroj**  
**obrobek**  
**nástroj**

- přímočarý vratný  
- přerušovaný pohyb  
- přerušovaný pohyb



- **obrázení**  
**vodorovné a svislé**



Při zpětném  
pohybu se nástroj  
samočinně odklápí

## **Obráběné plochy :**

- rovinné a tvarové plochy  
vnější i vnitřní - krátké (např.drážky)

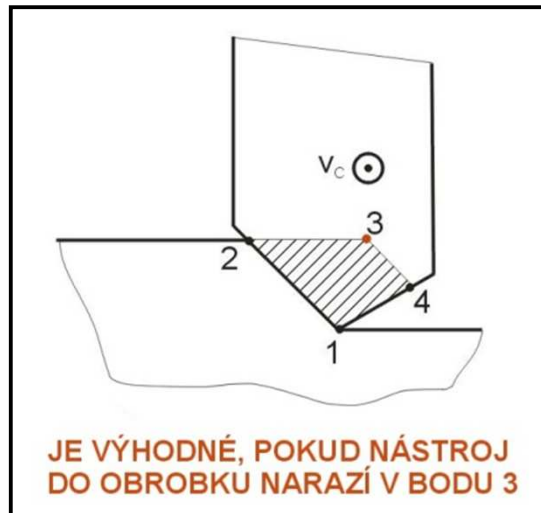
Svislá  
obrážečka



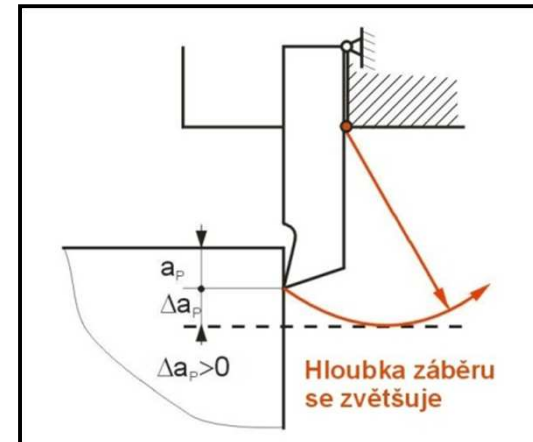
# HOBLOVÁNÍ A OBRÁŽENÍ

## - POŽADAVKY NA GEOMETRII NÁSTROJE

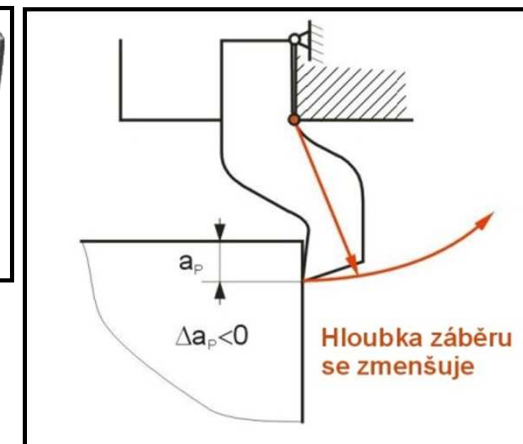
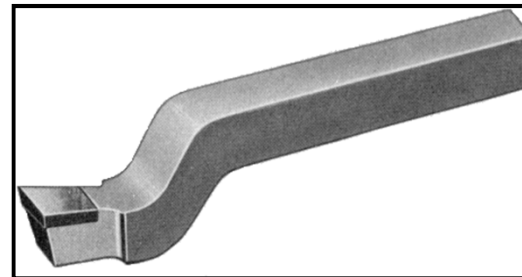
- geometrie nástroje se navrhuje tak, aby nástroj do obrobku nenarazil hranou a zejména ne špičkou



⇒ výhodné jsou negativní úhly  $\gamma_0, \lambda_s$



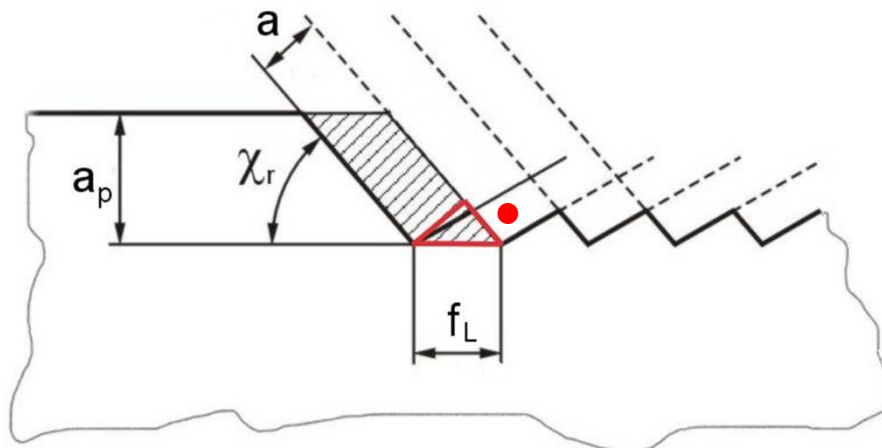
Ohnuté těleso nástroje



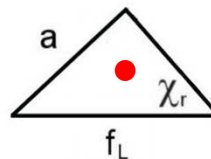
- držák nástroje se upravuje, aby se zabránilo tendenci “zakousnutí” nožů
- je-li těleso nástroje ohnuté, pak se při otupení nezvětší průhyb ani hloubka záběru

# VÝPOČET ŘEZNÉ SÍLY

## Výpočet ze střední síly působící na 1 zub nástroje



$$F_c = k_s \cdot A_D$$



$$k_s = k_{s1.1} \cdot a^{-m}$$

$$a = f_L \cdot \sin \chi_r$$

$$A_D = f_L \cdot a_p$$

$F_c$  ... řezná síla [ N ]

$k_s$  ... měrná řezná síla [ MPa ]

$k_{s1.1}$  ... měrná řezná síla pro  
tloušťku třísky 1 mm [ MPa ]

$m$  ... exponent Kienzleho vztahu [ - ]

$A_D$  ... plocha řezu (průřez třísky) [ mm<sup>2</sup> ]

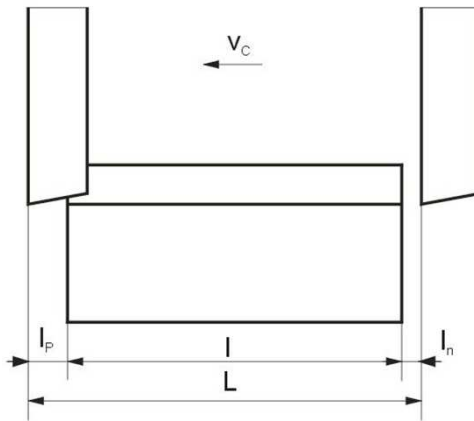
$a$  ... tloušťka třísky [ mm ]

$a_p$  ... hloubka záběru [ mm ]

$f_L$  ... posuv na dvojzdvih [ mm ]

$\chi_r$  ... nástroj. úhel nastavení [ ° ]

# VÝPOČET STROJNÍHO ČASU



$$t_s = i_{z'} \cdot t_{z'}$$

a) čas dvojdvihu :

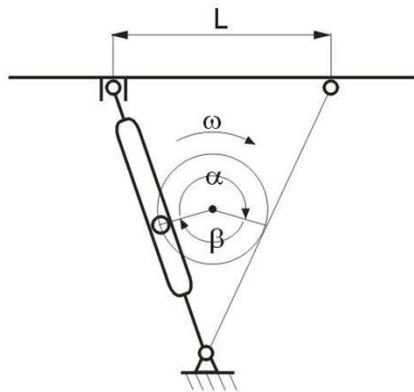
$$t_{z'} = \frac{L}{v_{C1S}} + \frac{L}{v_{2S}}$$

$$t_{z'} = \frac{L}{L \cdot z_2 \cdot \frac{360}{\alpha}} + \frac{L}{L \cdot z_2 \cdot \frac{360}{\beta}} =$$

$$L = l_{th} + l_n + l_p$$

$$l_{th} = l$$

$$t_{z'} = \dots = \frac{1}{z_2}$$



$i_{z'}$  ... počet dvojdvihů nutných  
pro obrobení součásti [1]

$t_{z'}$  ... čas dvojdvihu [s]

$L$  ... délka záběru [m]

$v_{C1S}$  ... střední hodnota řezné  
rychlosti [ $m \cdot s^{-1}$ ]

$v_{2S}$  ... střední hodnota rychlosti  
vratného pohybu [ $m \cdot s^{-1}$ ]

$z_2$  ... počet dvojdvihů za sekundu [ $s^{-1}$ ]

$\alpha, \beta$  ... úhly [ $^\circ$ ]

$l_{th}$  ... teoretická délka záběru [m]

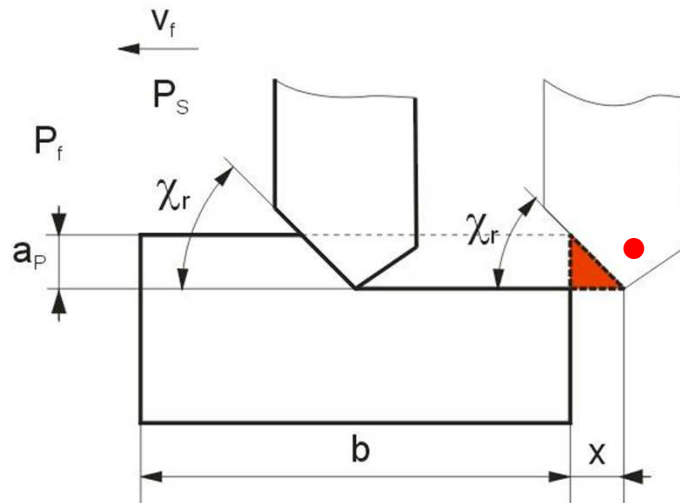
$l_n$  ... délka náběhu (5 - 10 mm)

$l_p$  ... délka přeběhu (5 - 10 mm)

$l$  ... délka součásti [m]

Pozn. : čas na příčný posuv obsažen v  $t_{z'}$

# VÝPOČET STROJNÍHO ČASU



$$t_s = i_{z'} \cdot t_{z'}$$

a) čas dvojzdvihu :

$$t_{z'} = \dots = \frac{1}{z_2}$$

$t_{z'}$  ... čas dvojzdvihu [s]

$z_2$  ... počet dvojzdvihů za sekundu [ $s^{-1}$ ]

$B$  ... šířka obrábění [m]

$f_L$  ... posuv na dvojzdvih [s]

$b_{th}$  ... teoretická šířka záběru [m]

$b_n$  ... délka náběhu (0,5 – 2 mm)

$b_p$  ... délka přeběhu (0,2 – 2 mm)

$b$  ... šířka obrobku [m]

b) počet dvojzdvihů nutných pro obrobení součásti :

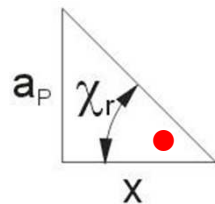
$$i_{z'} = \frac{B}{f_L}$$

$$B = b_{th} + b_n + b_p$$

$$b_{th} = b + x = b + a_p \cdot \cot g \chi_r$$

$$i_{z'} = \frac{b + a_p \cdot \cot g \chi_r + b_n + b_p}{f_L}$$

$i_{z'}$  ... zaokrouhlit nahoru



$$\cot g \chi_r = \frac{x}{a_p}$$



## ORIENTAČNÍ SOUHRN ŘEZNÝCH PODMÍNEK

způsob obrábění	hloubka záběru	posuv	řezná rychlost
hoblování	1 - 10 mm	0,4 - 1,0 mm / dvojjdvih	až 80 (100) m.min <sup>-1</sup>
obrážení vodorovné	- " -	- " -	až 60 m.min <sup>-1</sup>
obrážení svislé	- " -	- " -	až 30 m.min <sup>-1</sup>

### Orientační hodnoty drsnosti povrchu a přesnosti rozměrů

způsob obrábění	drsnost povrchu	přesnost rozměrů
	<u>Ra</u> [μm]	<u>IT</u>
Hrubování	> 6,3	≥ 12
Obrábění načisto	1,6 - 6,3	9 - 11
Jemné obrábění	0,2 - 1,6	5 - 8
Speciální dokončovací obrábění	< 0,2	< 5

# Dělení materiálu

Operace uplatňovaná při výrobě polotovarů z tyčového materiálu, pásů, desek a při odstraňování nálitků a otřepů při výrobě odlitků nebo výkovků.

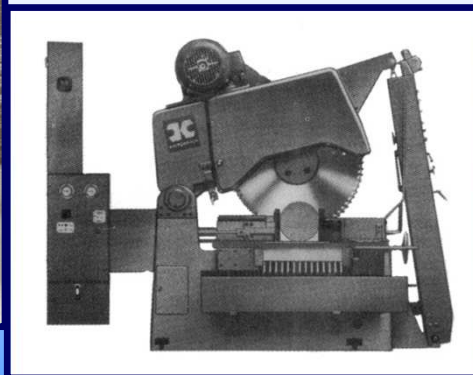
Způsoby :

- rozřezávání materiálu pilami,
- rozbrušování materiálu řezacími kotouči,
- dělení materiálu frikčními pilami.



○ *Kotoučová pila*

Nejpoužívanější způsob dělení materiálu je rozřezávání.



○ *Pásová pila*

Pro rozřezávání se používají nástroje :

- pilový list,
- pilový pás,
- pilový kotouč.

# Děkuji za pozornost



Tato přednáška byla inovována v rámci projektu EduCom  
CZ.1.07/2.2.00/15.0089

EduCom - Inovace studijních programů s ohledem na  
požadavky a potřeby průmyslové praxe zavedením inovativního  
vzdělávacího systému "Výukový podnik"