



Lesnická  
a dřevařská  
fakulta

2013, Brno  
Připravil: V. Novák

# Analýza řezného procesu Rovinná fréza Metoda měrné řezné síly

Mendelova  
univerzita  
v Brně



NAOB – Nástroje a obrábění

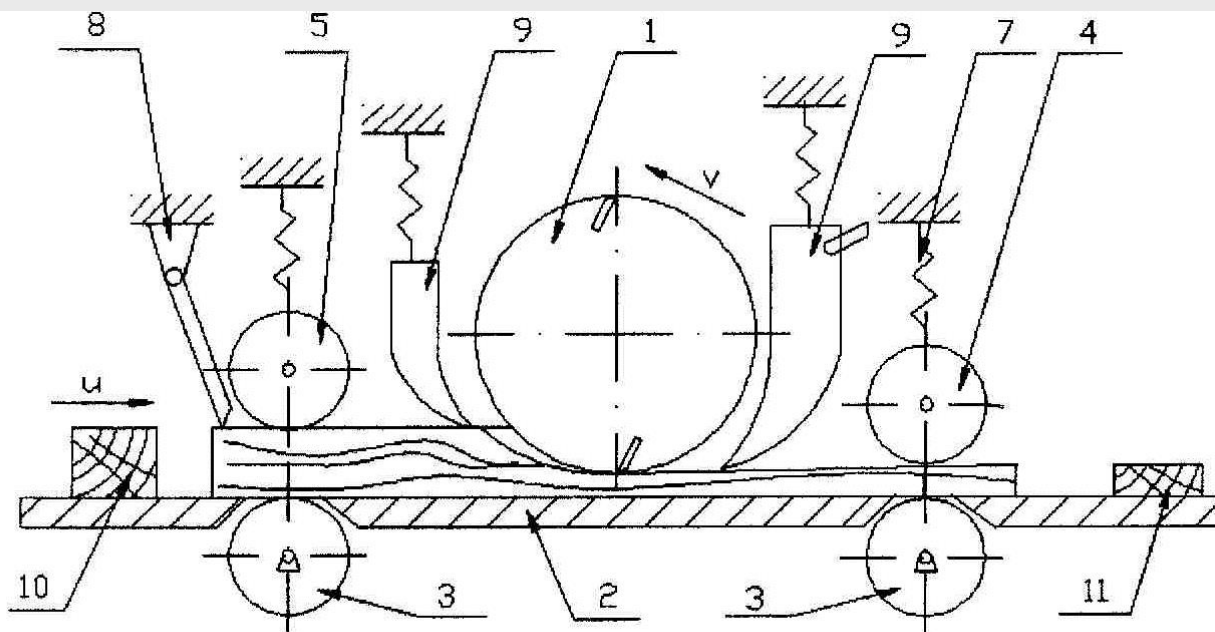


# Zadání:

• Proved'te analýzu řezného procesu –  
rovinná fréza

1. Nakreslete schéma technologie
2. Nakreslete zvolený nástroj
3. Určete model řezání
4. Určete řezný výkon
5. Určete posuv pro řezný výkon
6. Určete posuv z hlediska drsnosti povrchu





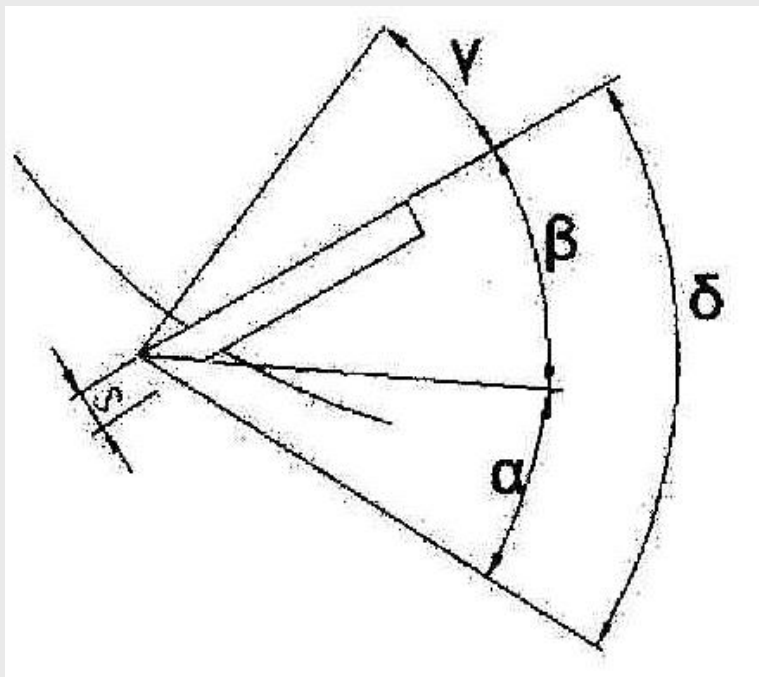
**Legenda k obrázku**

- 1 nožový hřídel
- 2 pracovní stůl
- 3 spodní podávací válec
- 4 horní podávací válec – zadní
- 5 přední podávací válec
- 7 tlačné pružiny
- 8 ochranná páka proti zpětnému vrhu obrobku
- 9 přitlačné lišty
- 10 materiál před opracování
- 11 materiál po opracování

u podávací rychlost  
v řezná rychlost



# Nástroj



$$\beta = 40^\circ$$

$$s = 3 \text{ mm}$$

$s$  – tloušťka nože (mm)

$\alpha$  – úhel hřbetu

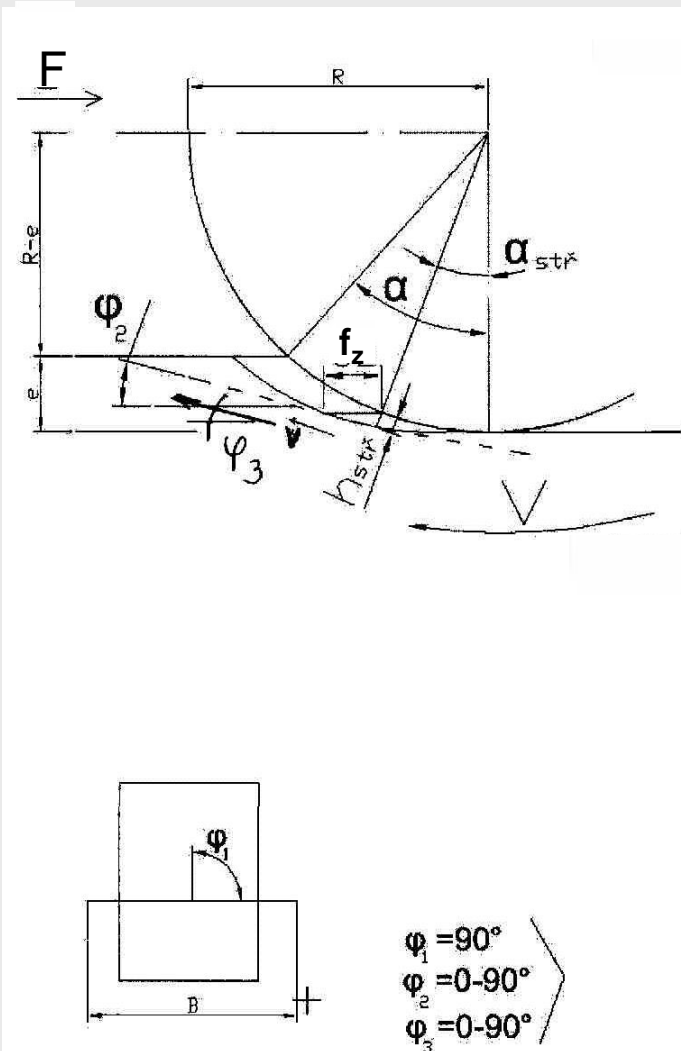
$\beta$  – úhel břitu

$\gamma$  – úhel čela

$\delta$  – úhel řezný



# Model frézování na tloušťkovací frézce



- $\varphi_1$  - úhel mezi břitem a dřevními vlákny ( $^\circ$ )
- $\varphi_2$  - úhel mezi břitem a dřevními vlákny ( $^\circ$ )
- $\varphi_3$  - úhel mezi směrem řezu a dřevními vlákny ( $^\circ$ )
- $a_1$  - velikost rozvodu (mm)
- $b$  - šířka řezné spáry (mm)
- $e$  - řezná výška (mm)
- $F$  - posuv (m/min)
- $f_z$  - úběr (posuv) na zub (mm)
- $s$  - tloušťka těla nástroje (mm)
- $h_{stř}$  - střední tloušťka třísky (mm)
- $v$  - řezná rychlost (m/s)
- $w$  - směr řezu

◀ podélně příčné řezání



# Analýza řezného procesu

## ROVINNÁ FRÉZA

### ZADÁNÍ

Dřevina	DB	<u>NÁSTROJ</u>	
Vlhkost	w=10 %	Úhel hřbetu $\alpha$	$\alpha= 10^\circ$
Tloušťka frézovací vrstvy	e=3 mm	Úhel břitu $\beta$	$\beta=50^\circ$
Čas řezání	T=2 h	Šířka frézované desky	b= 300 mm
Posuv	u= 18 mmin <sup>-1</sup>	Požadovaná drsnost	y= 4 $\mu$ m
Otáčky	n=6600 min <sup>-1</sup>	Počet nožů	z= 4
Průměr nožového válce	D=120 mm	Řezný výkon	P=10 kW

# Výpočet řezného výkonu

ŘEZNÝ VÝKON		
	$P = F_{r1} \cdot k_{co} \cdot b \cdot z' \cdot i \cdot v$	
D= 0,120 m n= 6600 min <sup>-1</sup>	<b>Řezná rychlost</b> $v = \pi \cdot D \cdot n = \pi \cdot 0,12 \cdot \frac{6600}{60}$	v= 41,5 ms <sup>-1</sup>
n= 6600 min <sup>-1</sup> u= 18 mmin <sup>-1</sup> z= 4	<b>Posuv na zub</b> $u_z = \frac{u}{n \cdot z} = \frac{18 \cdot 1000}{6600 \cdot 4}$	u <sub>z</sub> = 0,68 mm
α= 10° β=50°	<b>Úhel řezu</b> $\delta = \alpha + \beta = 10 + 50$	δ= 60°

# Výpočet řezného výkonu

e=3 mm R= 60 mm	<b>Úhel záběru <math>\alpha</math></b> $\alpha = \arccos\left(\frac{R-e}{R}\right) = \arccos\left(\frac{60-3}{60}\right)$	$\alpha = 18,2^\circ$
R= 60 mm $\alpha = 18,2^\circ$	<b>Střední úhel přeřezávání vláken</b> $\varphi_2 = \frac{\alpha}{2} = \frac{18,2}{2}$	$\varphi_2 = 9,1^\circ$
D=120 mm $\alpha = 18,2^\circ$	<b>Délka třísky <math>l</math></b> $l = \frac{\pi \cdot D}{360} \cdot \alpha = \frac{\pi \cdot 120}{360} \cdot 18,2$	$l = 19 \text{ mm}$
$l = 19 \text{ mm}$ D=120 mm z= 4	<b>Počet nožů v záběru <math>z'</math></b> $z' = \frac{l}{\frac{\pi \cdot D}{z}} = \frac{19}{\frac{\pi \cdot 120}{4}}$	$z' = 0,20$



# Výpočet řezného výkonu

$u_z = 0,68 \text{ mm}$ $\varphi_2 = 9,1^\circ$	<b>Střední tloušťka třísky</b> $h_{stř} = u_z \cdot \sin \varphi_2 = 0,68 \cdot \sin 9,1$	$h_{stř} = 0,11 \text{ mm}$
$\varphi_2 = 9,1^\circ$ $h_{stř} = 0,11 \text{ mm}$ DB $v = 41,5 \text{ ms}^{-1}$ $w = 10 \%$ $T = 2 \text{ h}$ $b = 300 \text{ mm}$ $e = 3 \text{ mm}$ $\delta = 60^\circ$	<b>Celkový opravný koeficient pro rovinnou frézu</b> $k_{co} = k_d \cdot k_w \cdot k_\rho \cdot k_\delta \cdot k_v =$ $k_{co} = 1,55 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,0751 =$	$F_{r1} = 3,0875 \text{ Nmm}^{-1}$ $k_d = 1,55 \quad (4)$ $k_w = 1 \quad (5)$ $k_\rho = 1,3 \quad (9)$ $k_\delta = 1 \quad (13)$ $k_v = 1,0751 \quad (8)$ $k_{co} = 2,166$

# Výpočet řezného výkonu

$F_{r1} = 3,0875 \text{ Nmm}^{-1}$   
 $k_{co} = 2,166$   
 $b = 300 \text{ mm}$   
 $e = 3 \text{ mm}$   
 $v = 41,5 \text{ ms}^{-1}$   
 $z' = 0,20$

## Řezný výkon

$$P = F_{r1} \cdot k_{co} \cdot b \cdot z' \cdot i \cdot v$$

$$P = 3,0875 \cdot 2,166 \cdot 300 \cdot 0,20 \cdot 1 \cdot 41,5$$

$$P = 16652 \text{ W}$$



# Výpočet posuvu v závislosti na výkonu

$P = 10 \text{ kW}$   
 $\varphi_2 = 9,1^\circ$   
 $v = 41,5 \text{ ms}^{-1}$   
 $b = 300 \text{ mm}$   
 $z' = 20$   
 $k_{co} = 2,166$

**Posuv  $u_P$**

$$F_{r1} = \frac{P}{k_{co} \cdot b \cdot z' \cdot v} =$$

1)

$$F_{r1} = \frac{10000}{2,166 \cdot 300 \cdot 0,20 \cdot 41,5}$$

$$F_{r1} = 1,854 \text{ Nmm}^{-1}$$

$$h_{stř} = 0,05 \text{ mm}$$

2) Tabulka  $F_{r1} \rightarrow$  nalézt  $h_{stř}$

3)

$$u_z = \frac{h_{stř}}{\sin \varphi_2} = \frac{0,05}{\sin 9,1}$$

$$u_z = 0,316 \text{ mm}$$

4)

$$u_P = u_z \cdot n \cdot z = \frac{0,316 \cdot 6600 \cdot 4}{1000}$$

$$u_P = 8,34 \text{ mmin}^{-1}$$

# Výpočet posuvu v závislosti na drsnosti povrchu

	<p><b>Teoretická drsnost</b></p> $u_{teor} = u_z \cdot n \cdot z = \frac{1,55 \cdot 6600 \cdot 4}{1000}$	$u_{yt} = 40 \text{ mmim}^{-1}$
	<p><b>Reálná drsnost</b></p> $u_y = u_z \cdot n$	
<p>y=mm R= 60 mmm</p>	<p><b>Posuv na zub z hlediska drsnosti</b></p> $u_{zy} = \sqrt{8 \cdot R \cdot y} = \sqrt{8 \cdot 60 \cdot 0,005}$	$u_{zy} = 1,55 \text{ mm}$
<p><math>u_{zy} = \text{m}</math> <math>n = 6600 \text{ min}^{-1}</math></p>	<p><b>Posuv z hlediska drsnosti povrchu</b></p> $u_y = u_{zy} \cdot n = \frac{1,55 \cdot 6600}{1000}$	$u_y = 10 \text{ mmim}^{-1}$

# Závěr analýzy řezného procesu

<b>Zadaný posuv</b>	<b><math>u_0 = 18 \text{ mmin}^{-1}</math></b>
<b>Řezný výkon pro zdané parametry</b>	<b><math>P = 16\,652 \text{ W}</math></b>
<b>Posuv z hlediska řezného výkonu, který je k dispozici</b>	<b><math>u_p = 8,34 \text{ mmin}^{-1}</math></b>
<b>Posuv z hlediska drsnosti</b>	<b><math>u_y = 10 \text{ mmin}^{-1}</math></b>
Z hlediska výpočtu kapacity zvolené rovinné frézy a podmínkám řezání je maximální posuv roven ...	<b><math>u_p = 8,34 \text{ mmin}^{-1}</math></b>
Z hlediska drsnosti je max. posuv roven ...	<b><math>u_y = 10 \text{ mmin}^{-1}</math></b>