



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Obrábění

Téma: Frézování

Autor: Ing. Kubíček Miroslav

Číslo: VY_32_INOVACE_19 – 09

Anotace: Slouží jako podklad pro výuku obrábění. Charakteristika frézování, druhy frézování, rozdělení nástrojů, síly při frézování, dosahovaná IT a R_a . Text je určen pro studenty 1. ročníku střední odborné školy oboru strojírenství.

FRÉZOVÁNÍ

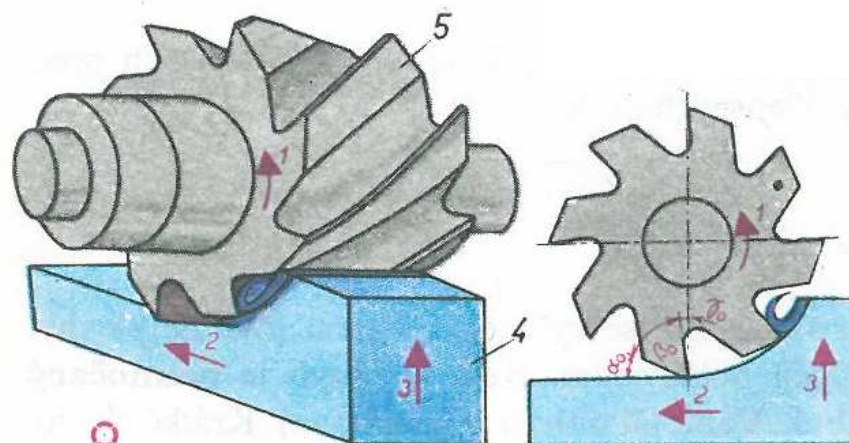
- je strojní třískové obrábění, určené k výrobě převážně rovinných, ale i tvarových součástí vícebřitým nástrojem
- Pohyby:
 - ◆ hlavní řezný pohyb koná **nástroj (1)** a je to pohyb **rotační** (řezná rychlost **v** nebo **otáčky n**)
 - ◆ **vedlejší řezné pohyby** koná většinou **obrobek** a jsou to pohyby (obecně):
 - **posuv f(2)** - přímočarý pohyb stolu frézky ve směru osy X nebo Y (f_{\min}, f_{ot}, f_z)
 - **přísuv h(3)** - přímočarý, kolmý na rovinu stolu, ve směru osy Z = **hloubka h**
- **Nástroj** se nazývá **fréza**
- **Stroj** se nazývá **frézka**

FRÉZOVÁNÍ

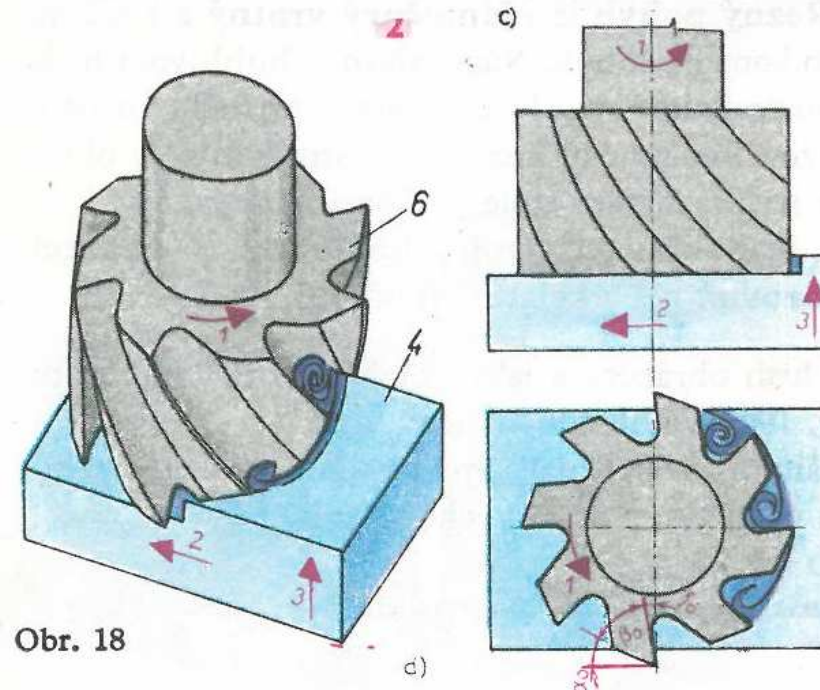
- ZPŮSOBY FRÉZOVÁNÍ

VÁLCOVOU FRÉZOU

- 6 – nástroj
- 5 – nástroj
- 4 - obrobek



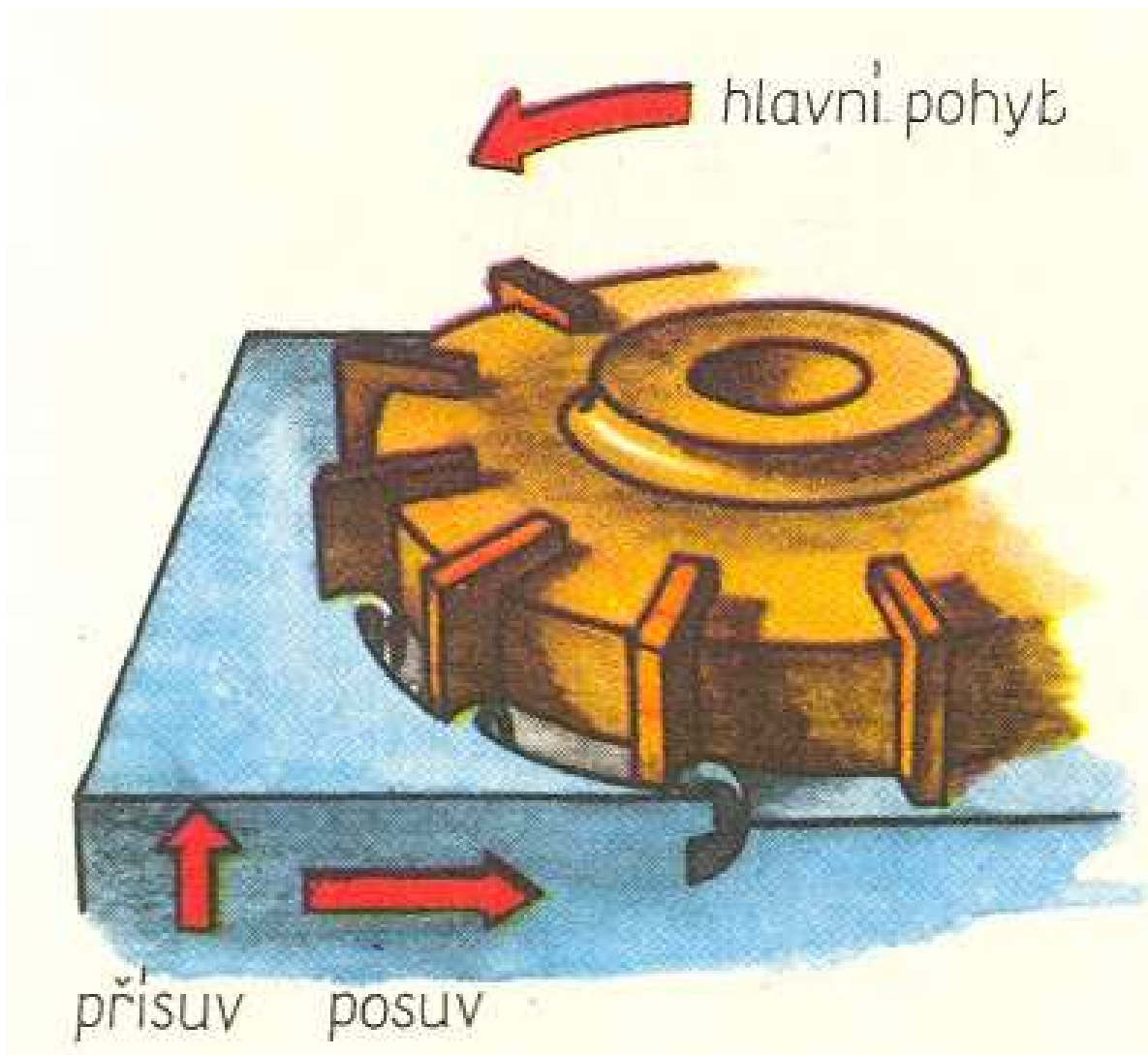
ČELNÍ FRÉZOU



Obr. 18

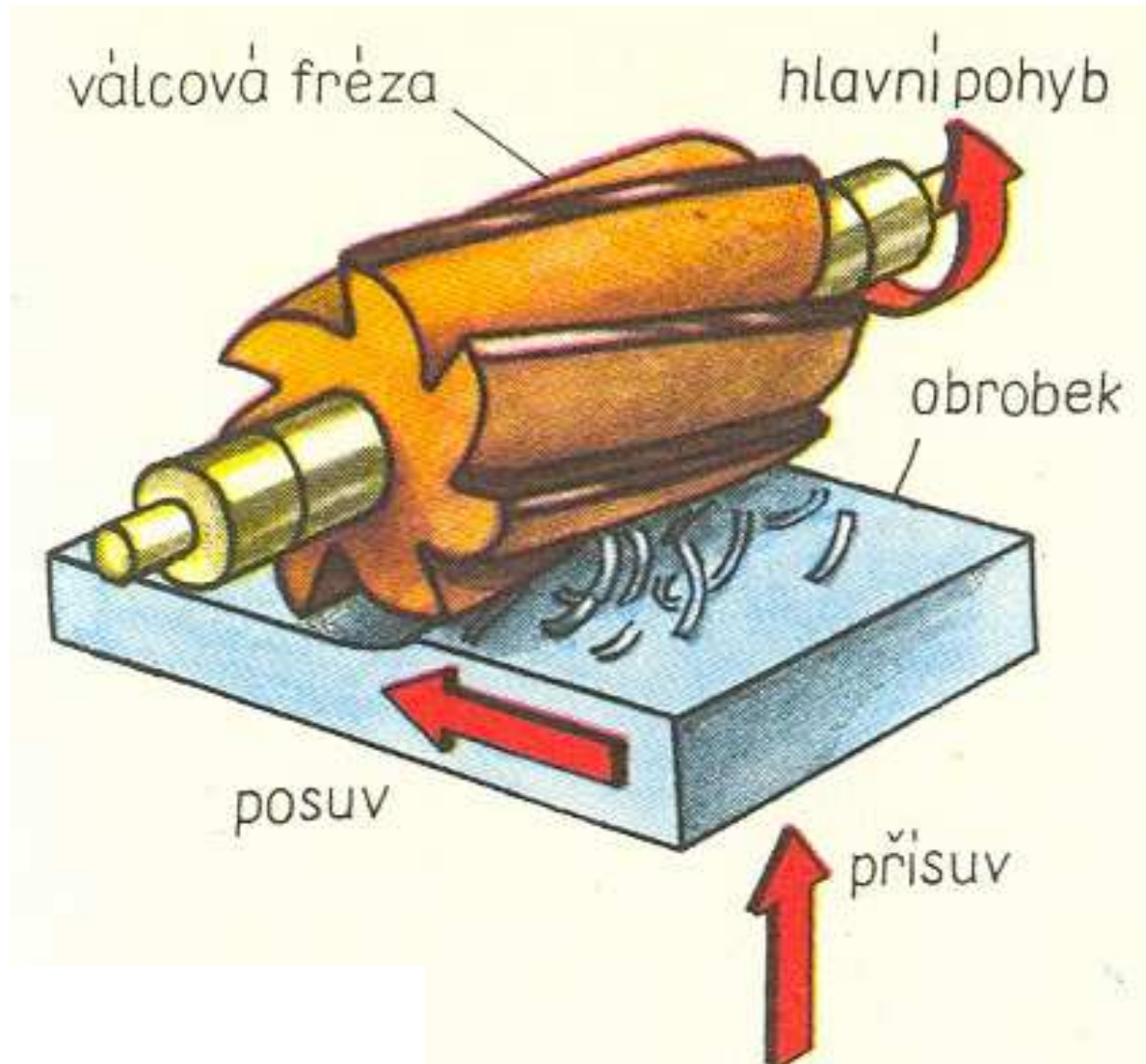
FRÉZOVÁNÍ

- ZPŮSOBY FRÉZOVÁNÍ – ČELNÍ FRÉZOU



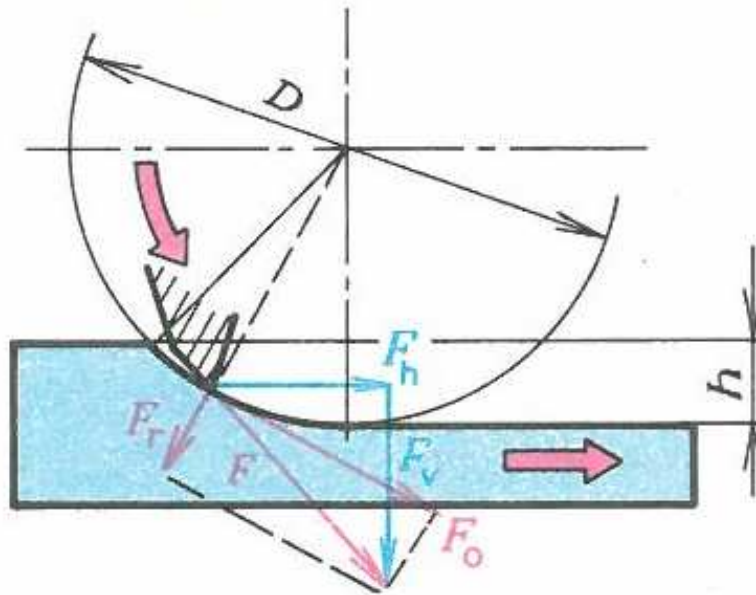
FRÉZOVÁNÍ

- ZPŮSOBY FRÉZOVÁNÍ – VÁLCOVOU FRÉZOU



FRÉZOVÁNÍ

- **SOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ** – fréza se otáčí ve směru posuvu obrobku



F_o – obvodová složka řezné síly

F_r – radiální složka řezné síly

F – řezná síla

F_h (F_x) – horizontální složka řezné síly

F_v (F_y) – vertikální složka řezné síly

Břity zubů se zařezávají do max tloušťky třísky a končí na obrobené ploše

Hladší povrch, vyšší výkon a příznivější výsledná síla – z hlediska upnutí

Nevýhoda – silové rázy při záběru každého zubu do materiálu

– snížíme šikmým ozubením

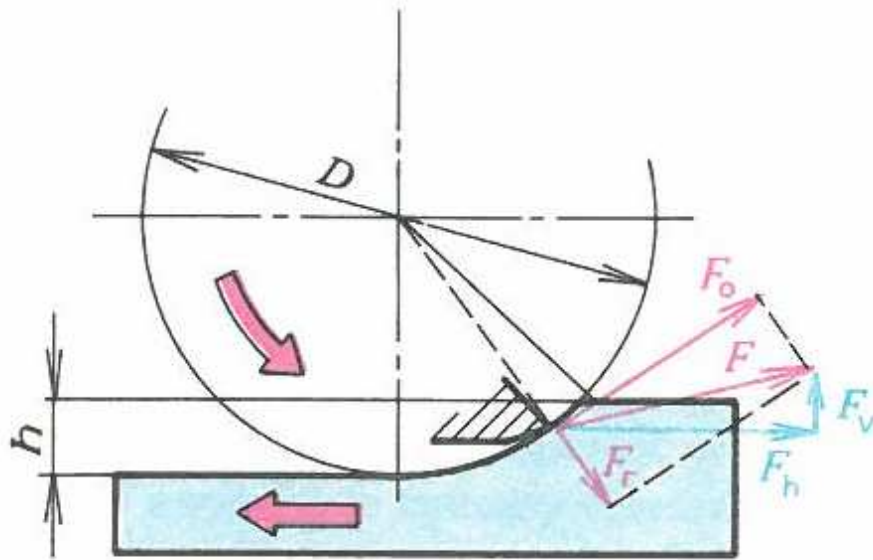
Vhodné pro frézky dostatečně tuhé konstrukce

Pro houževnaté a měkké materiály

Nevhodné pro odlitky, výkovky

FRÉZOVÁNÍ

- **NEOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ** - fréza se otáčí proti smyslu posuvu obrobku



F_o – obvodová složka řezné síly

F_r – radiální složka řezné síly

F – řezná síla

F_h (F_x) – horizontální složka řezné síly

F_v (F_y) – vertikální složka řezné síly

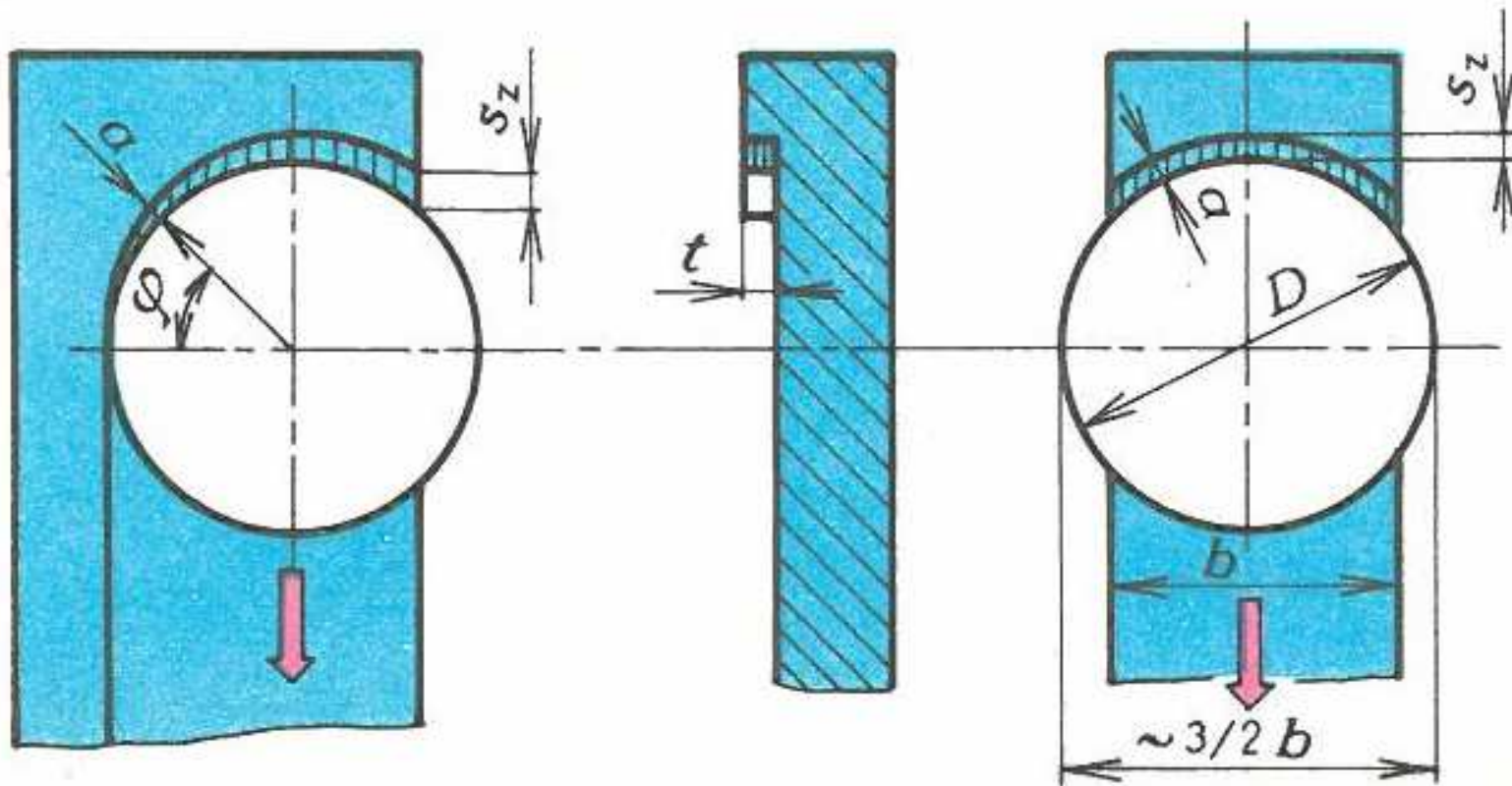
Průřez třísky se postupně zvětšuje od nuly do max hloubky

Nevýhoda – zub na začátku záběru klouže po obrobené ploše, odírá se, zahřívá a otupuje se nástroj

Výsledná řezná síla směřuje nahoru a tím nepříznivě ovlivňuje způsob upnutí obrobku

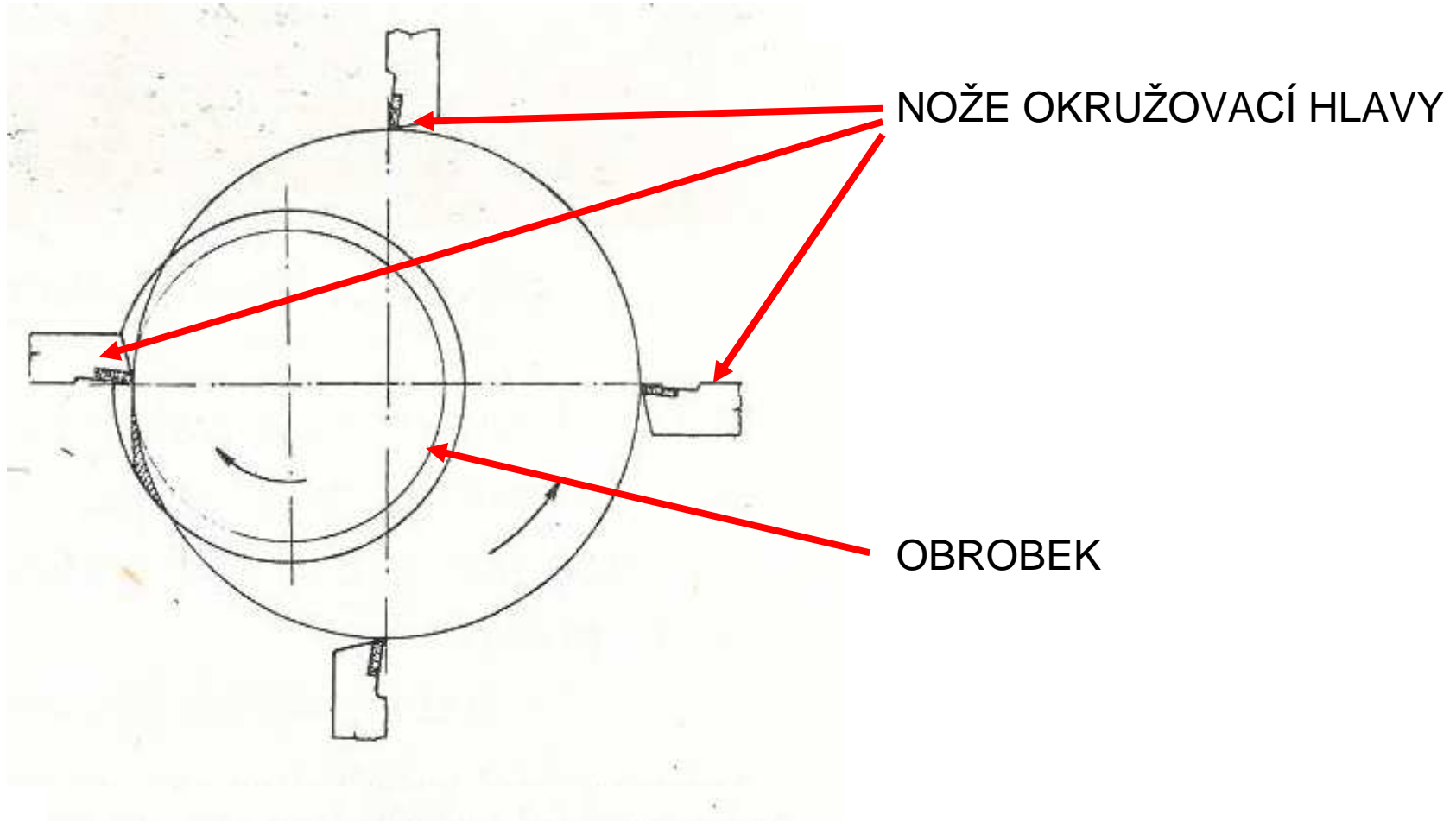
FRÉZOVÁNÍ

- Průřez třísky při čelním frézování
- materiál je z obrobku odebírán břity jak na obvodu, tak i na čele frézy. Jedná se o výkonnější způsob než při frézování válcovými frézami



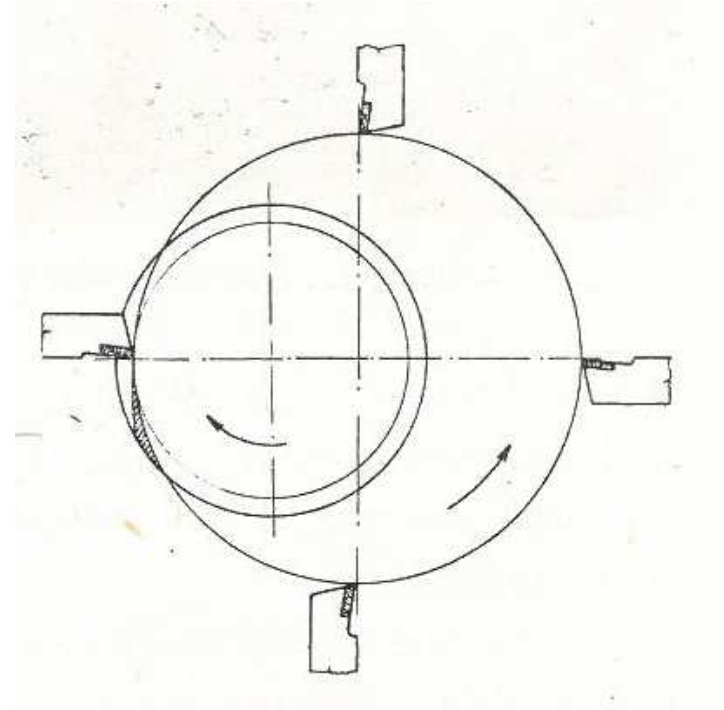
FRÉZOVÁNÍ

- **okružní frézování** se provádí pomocí speciální frézovací hlavy s noži



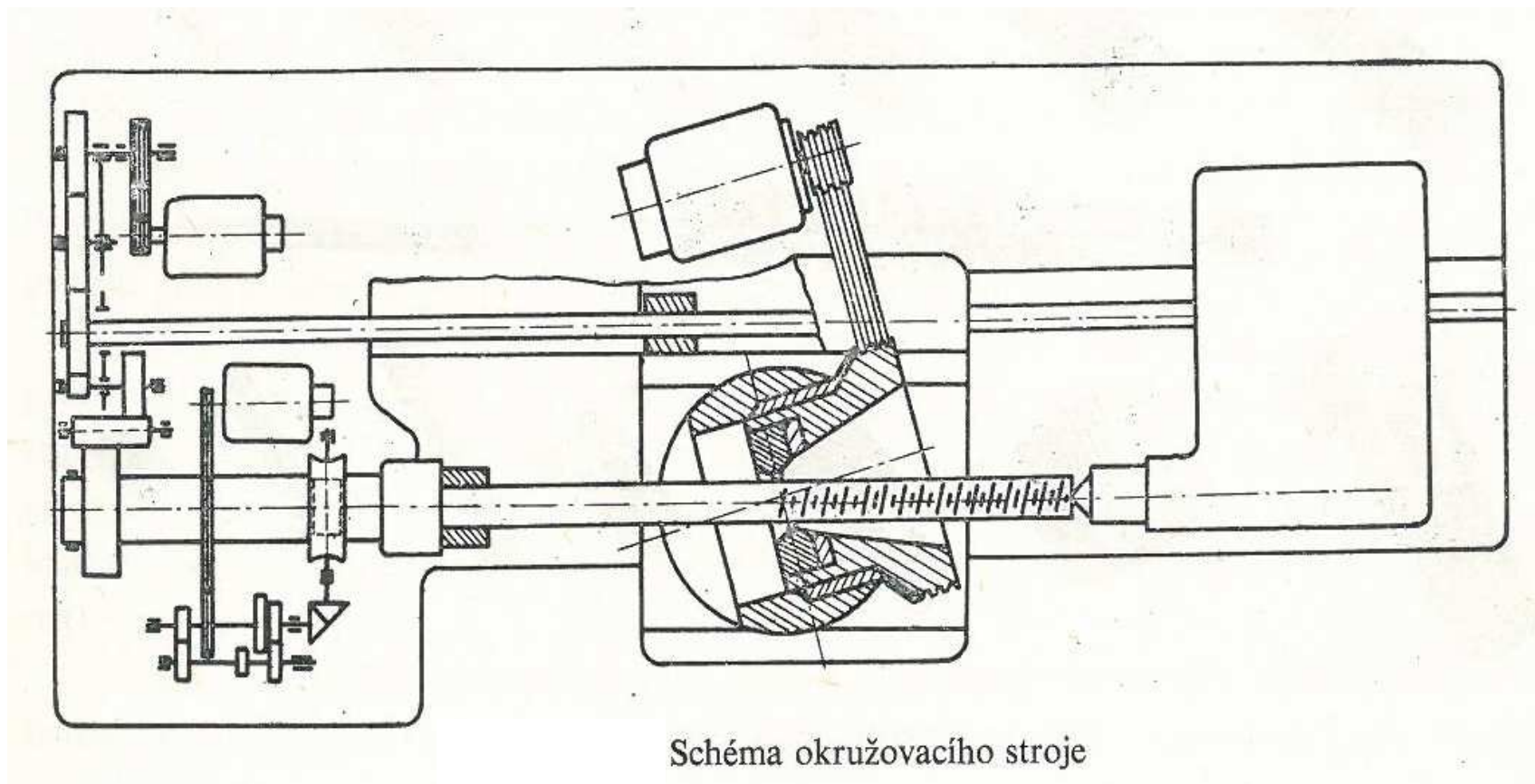
FRÉZOVÁNÍ

- OKRUŽNÍ FRÉZOVÁNÍ JE 10x AŽ 15x VÝKONNĚJŠÍ NEŽ FRÉZOVÁNÍ KOTOUČOVOU FRÉZOU
- VHODNÉ PRO VÝROBU VODICÍCH ŠROUBŮ S PŘESNOSTÍ $\pm 0,01$ NA STŘEDNÍM PRŮMĚRU
A S PŘESNOSTÍ STOUPÁNÍ $0,01$ NA DÉLCE 300 mm



FRÉZOVÁNÍ

SCHEMA OKRUŽOVACÍHO STROJE



FRÉZOVÁNÍ

- **Řezné podmínky při frézování :**

- ◆ **1. Hloubka řezu h (mm)**

- ◆ **2. Posuv** • na zub f_z (mm/zub)

- na otáčku f_{ot} (mm/ot) : $f_{ot} = f_z \times z$

- za minutu f_{min} (mm/min) :

$$f_{min} = n_{ot} \times f_{ot} = n_{ot} \times f_z \times z$$

kde z ... počet zubů frézy

n_{ot} ... **počet otáček frézy** (ot/min)

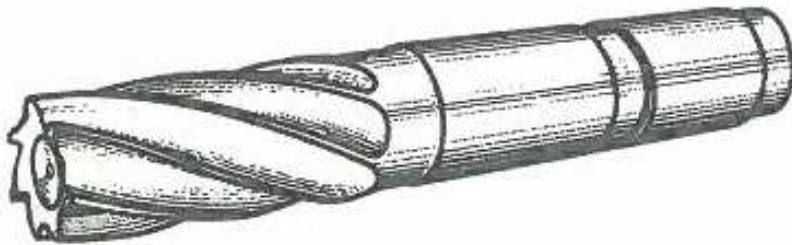
FRÉZOVÁNÍ

- **Řezné podmínky při frézování :**
 - ♦ **3. Řezná rychlost v_f (m/min) :**
kde d_f ... průměr frézy (mm)

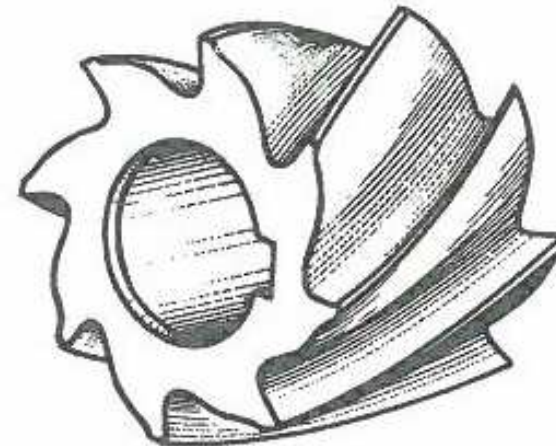
$$v_f = \frac{\pi \times d_f \times n_{ot}}{1000}$$

FRÉZOVÁNÍ - NÁSTROJE

- **Fréza** je vícebřítý nástroj různého tvaru, otáčející se při práci kolem své osy
- vzájemným posuvem (frézy a obrobku) odřezává svými břity třísky
- Základní tvary



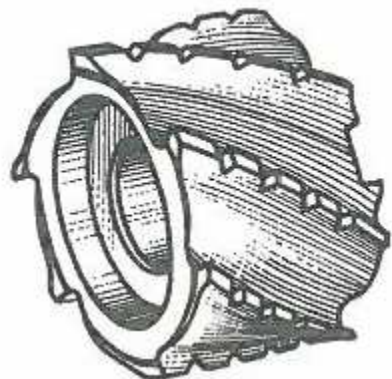
čelní válcová fréza



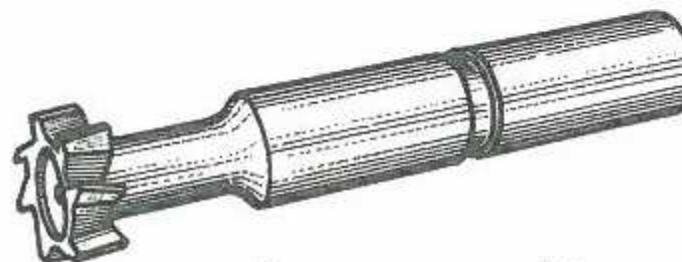
nástrčná válcová fréza

FRÉZOVÁNÍ - NÁSTROJE

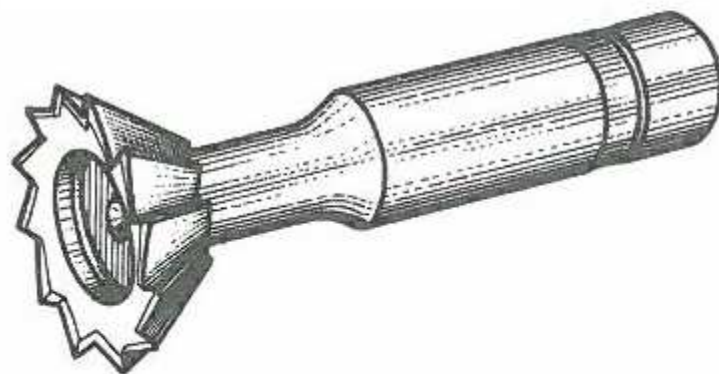
- Základní tvary fréz



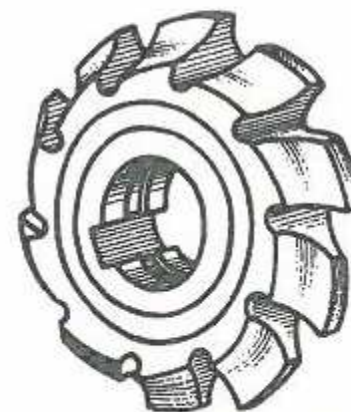
čelní válcová fréza
nástrčná s příčnou
unášecí drážkou



fréza pro T drážky



úhlová fréza se stopkou



podtáčená tvarová fréza

FRÉZOVÁNÍ

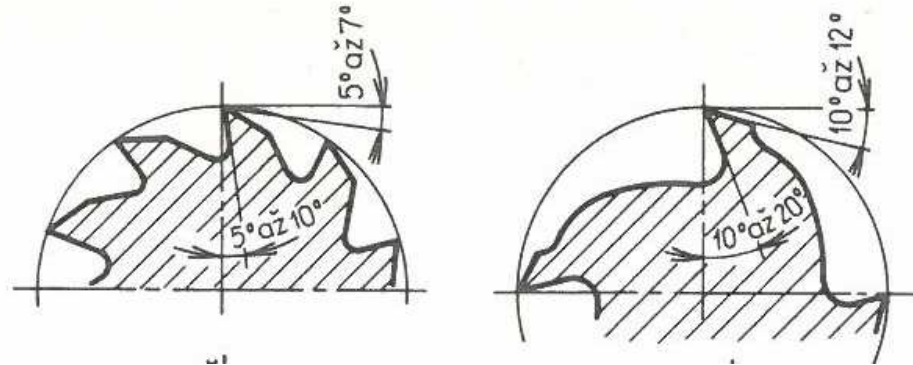
- Rozdělení fréz
 - podle rotačních obalových ploch, na nichž leží ostří
 - válcové
 - kuželové
 - čelní, válcové čelní, kuželové čelní apod.)
 - kotoučové
 - tvarové (speciální)
 - podle průběhu ostří:
 - s ostřím přímým
 - s ostřím šikmým
 - s ostřím šroubovitým
 - s ostřím střídavým šroubovitým
 - ◆ podle způsobu upínání:
 - se stopkou:
 - * válcovou (do \varnothing cca 20 mm)
 - * kuželovou (do \varnothing cca 50 mm)
 - nástrčné (pro větší průměry jak 50 mm)

FRÉZOVÁNÍ

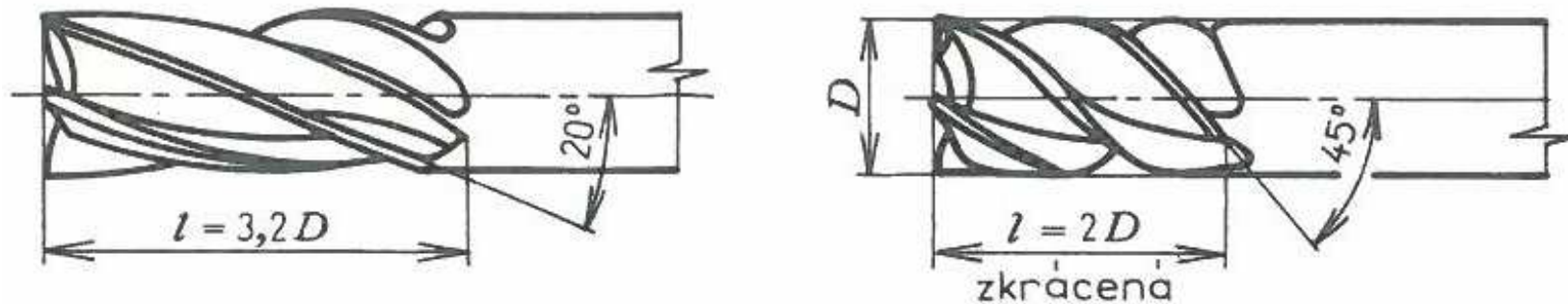
- Rozdělení fréz
- podle směru otáčení (pohled od vřeteníku stroje):
 - pravořezné
 - levořezné
- ◆ podle konstrukčního provedení:
 - celistvé
 - svařované
 - s výměnnými částmi - např. s VBD
 - složené
 - frézy s upínacím otvorem - frézy jsou v sadě, obsahující obvykle několik stejných nebo různých typů fréz (používají se nejčastěji jako jednoúčelové v sériové nebo hromadné výrobě)

FRÉZOVÁNÍ

- Rozdělení fréz – rozdílný tvar a počet zubů

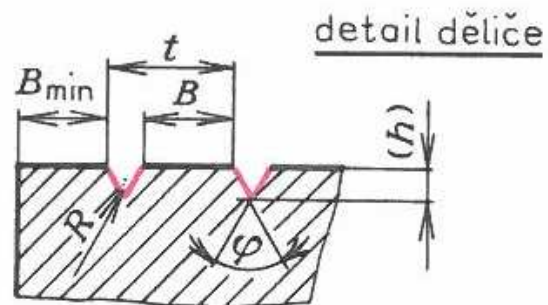
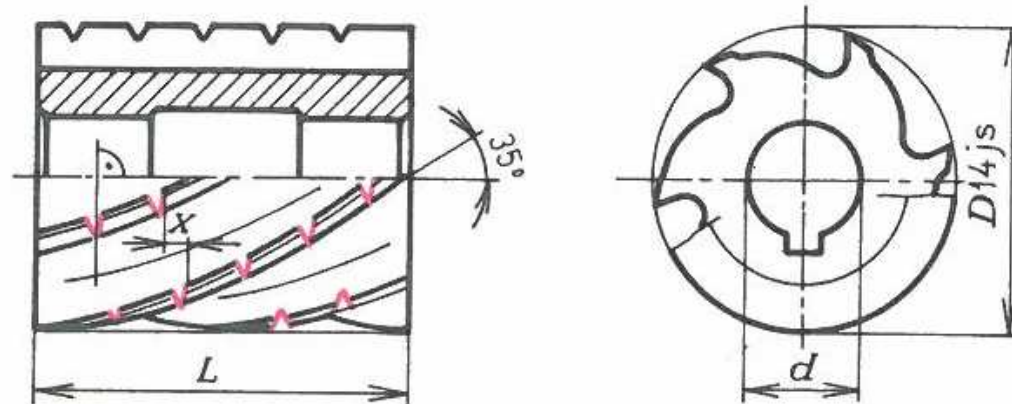


- Rozdílná šroubovice a řezná délka

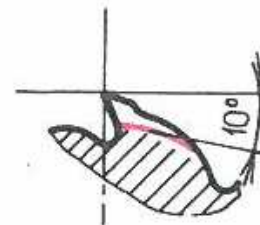


FRÉZOVÁNÍ

- Rozdělení fréz – válcová fréza s dělicími drážkami

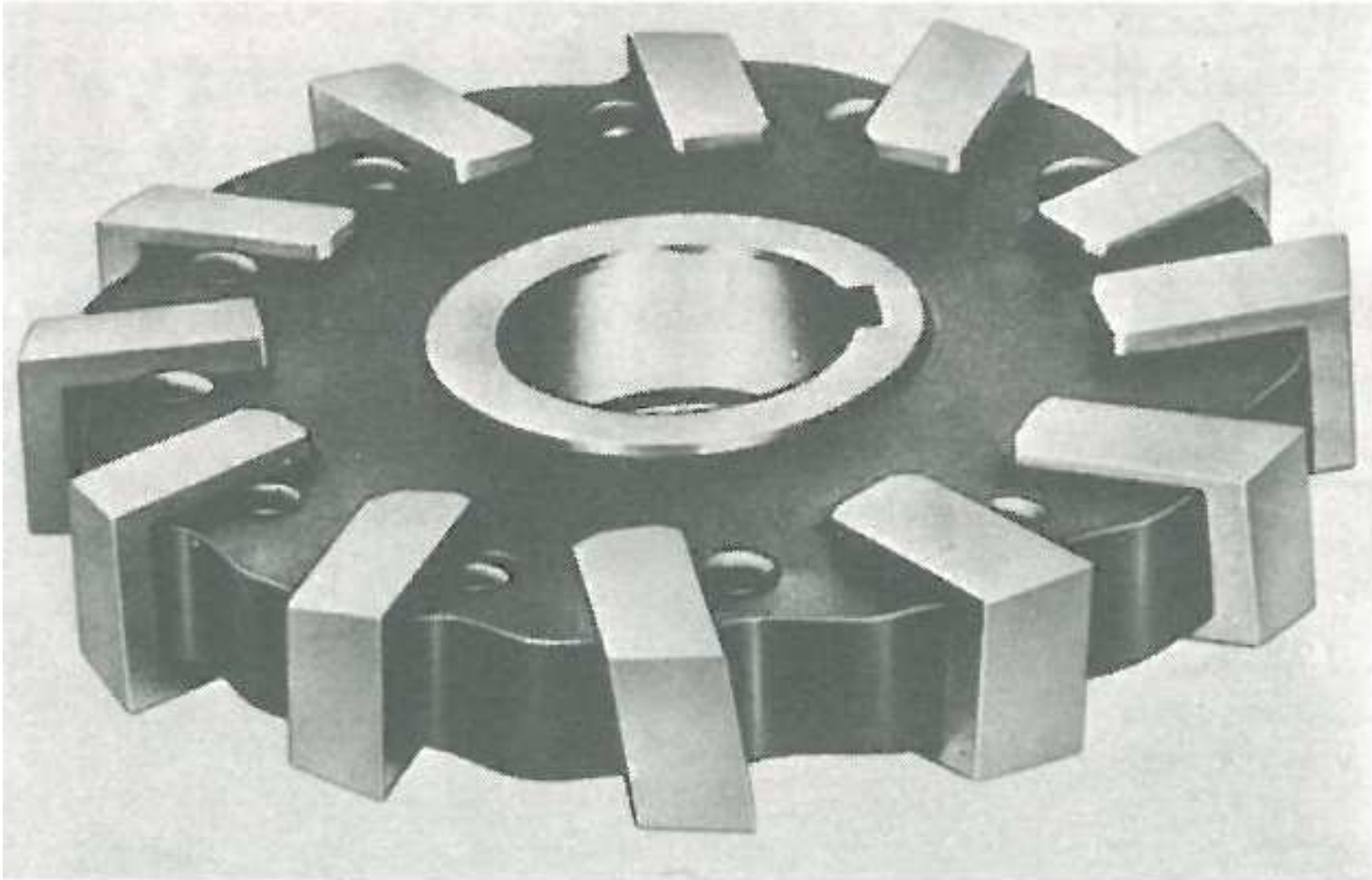


$$x = \frac{t}{z}$$



FRÉZOVÁNÍ

- Rozdělení fréz – kotoučová fréza se vsazenými zuby



FRÉZOVÁNÍ

Čelní fréza s vrtákem ze slinutého karbidu



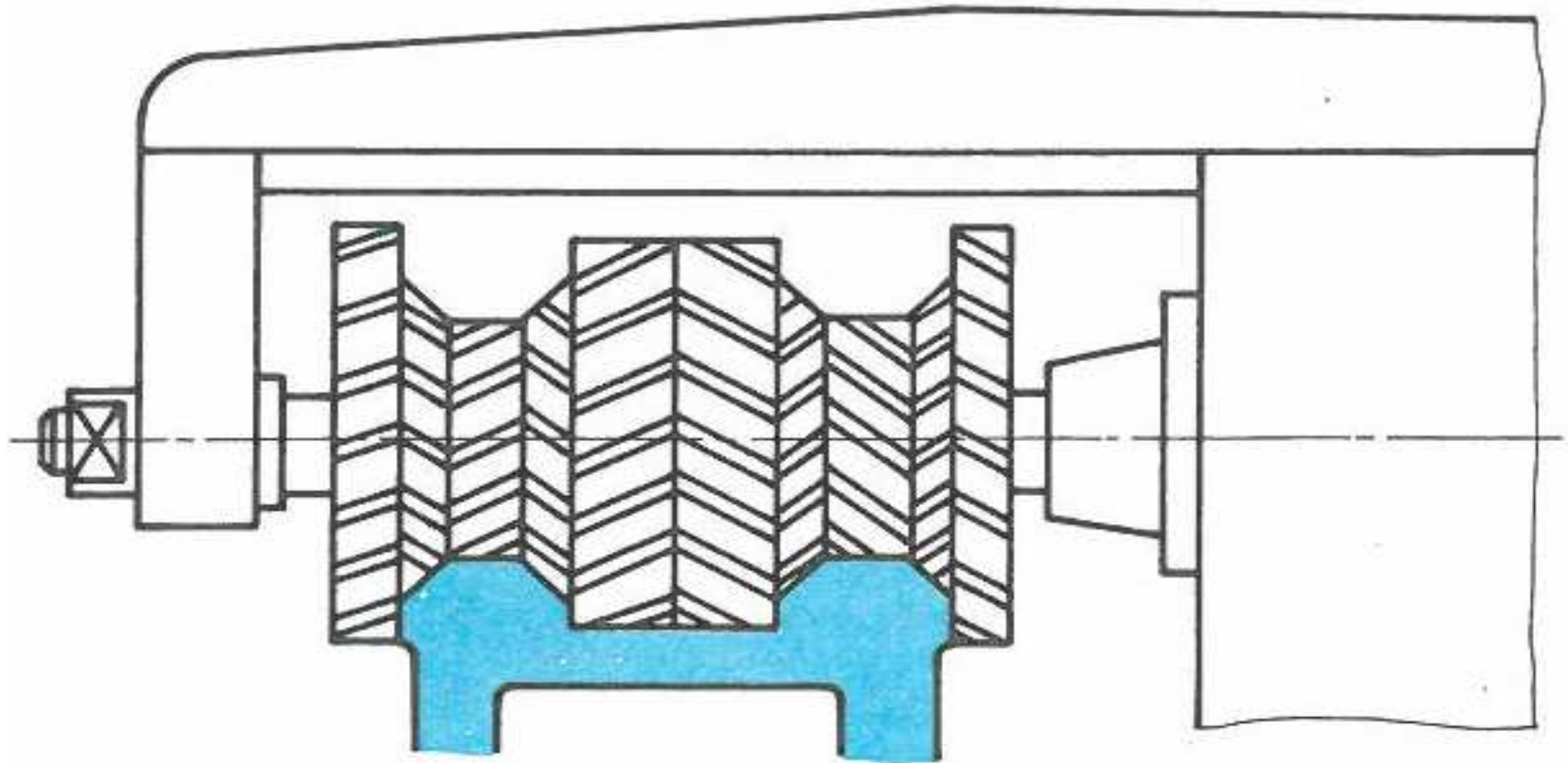
FRÉZOVÁNÍ

. Kazetová kotoučová fréza - segmentová



FRÉZOVÁNÍ

FRÉZOVÁNÍ TVAROVÝCH PLOCH SKLÁDÁNÍM NÁSTROJŮ
SOUPRAVOU FRÉZ

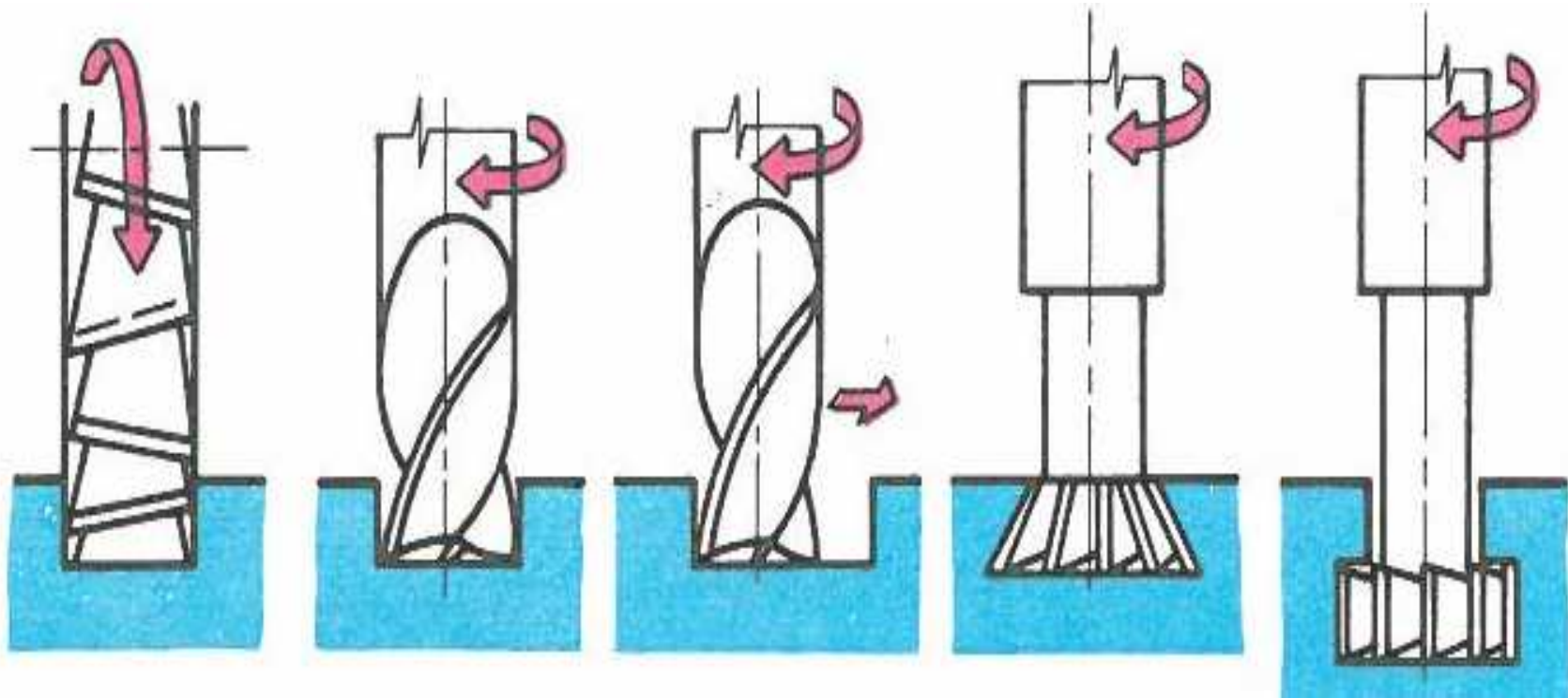


FRÉZOVÁNÍ

DRÁŽEK

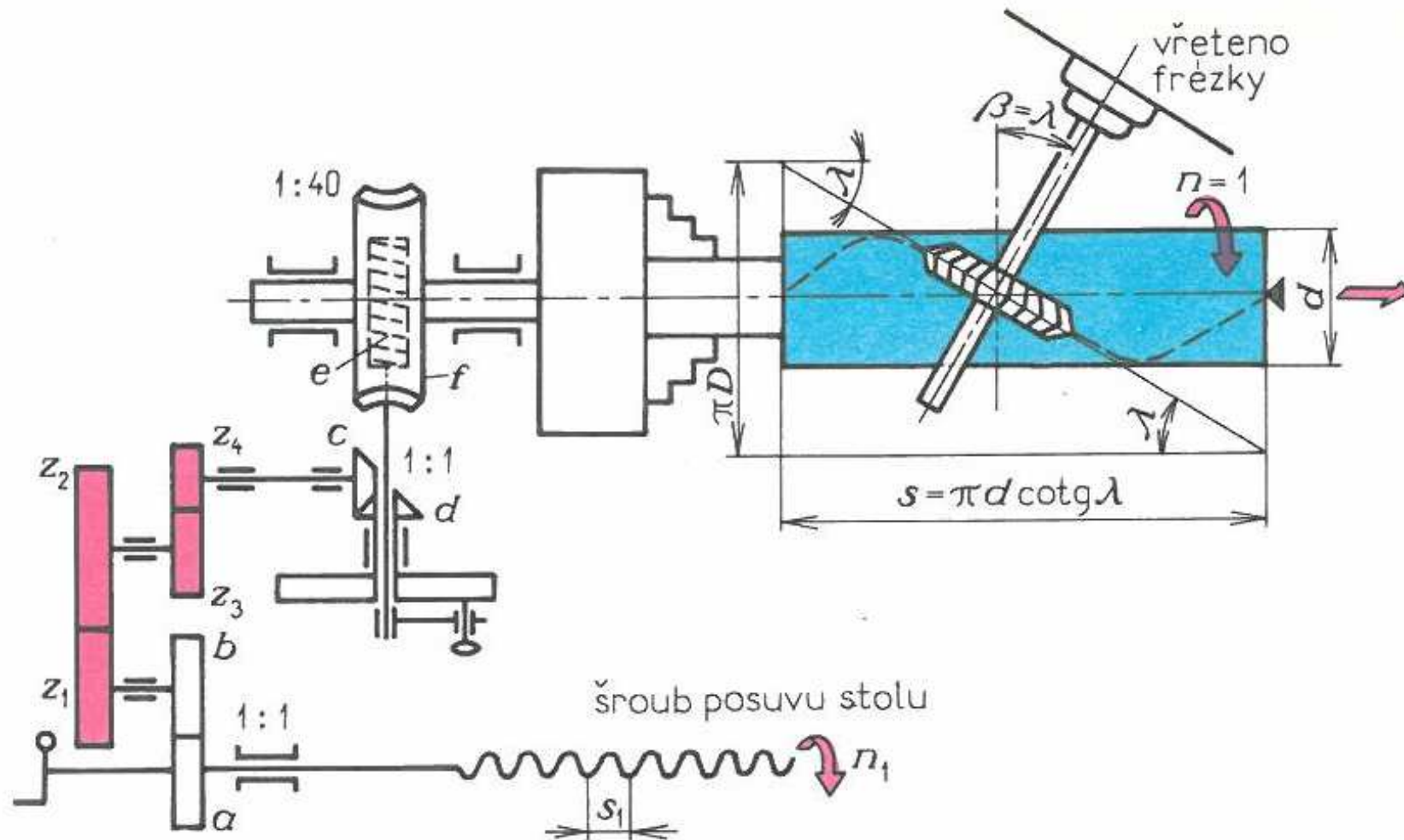
ZÁŘEZŮ

VYBRÁNÍ



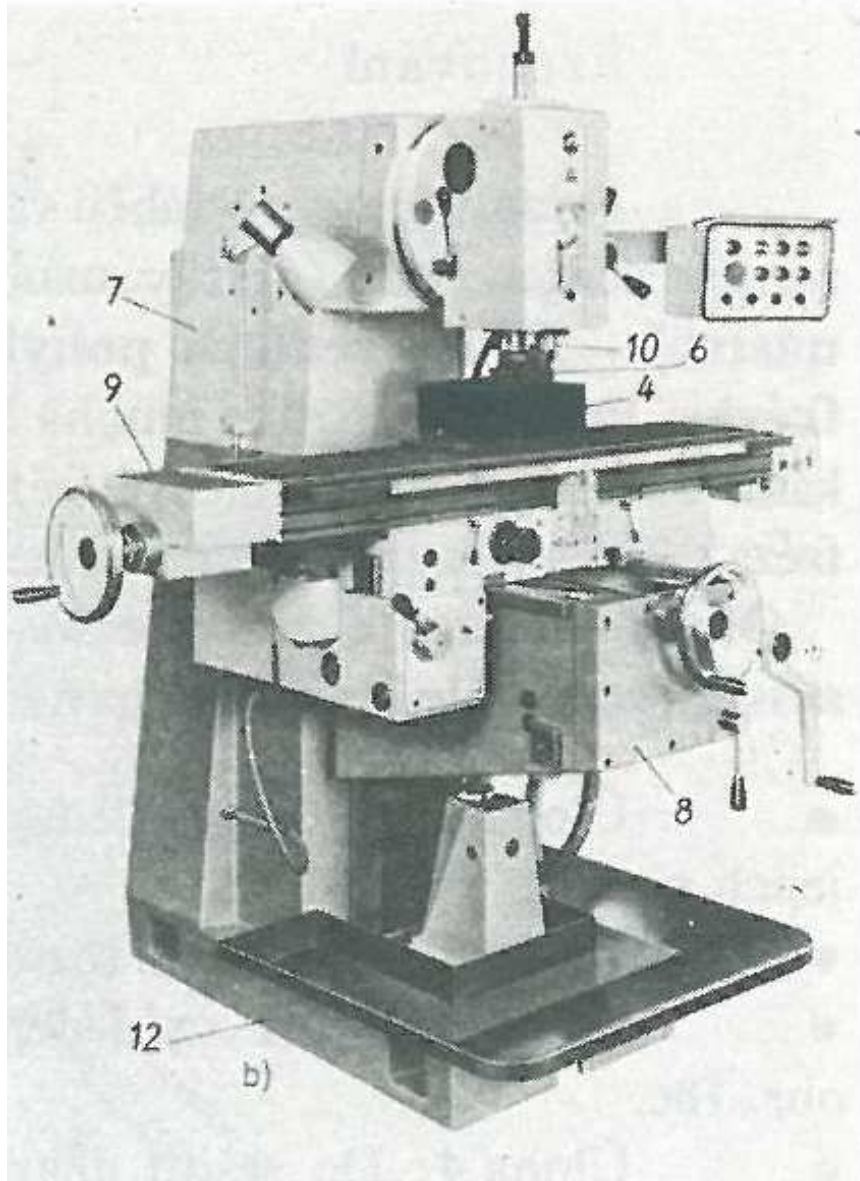
FRÉZOVÁNÍ

ŠROUBOVÝCH DRÁŽEK



FRÉZOVÁNÍ - STROJE

FRÉZKA KONZOLOVÁ SVISLA



4 – OBROBEK

6 – NÁSTROJ

7 – STOJAN

8 – KONZOLA

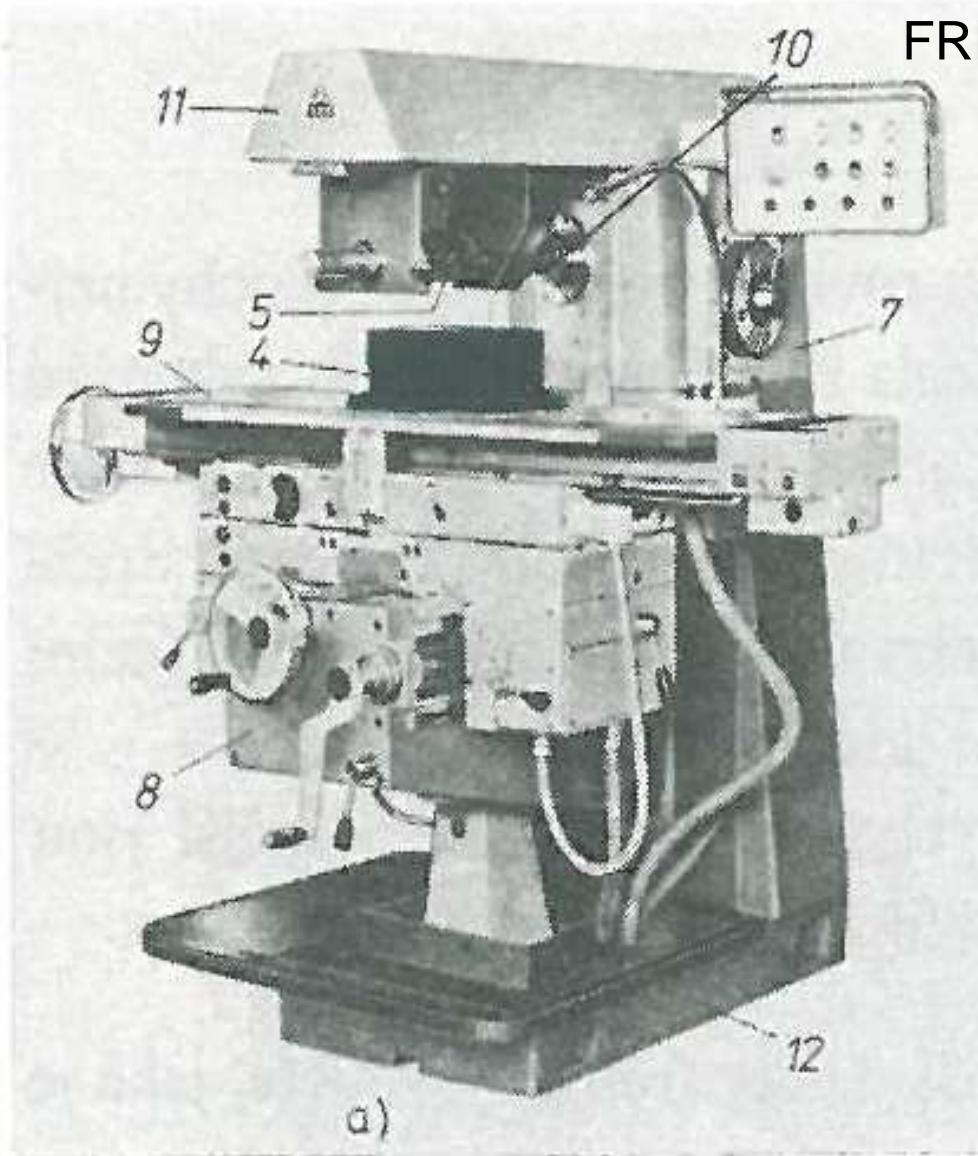
9 – PRACOVNÍ STŮL

10 – VŘETENO

12 - PODSTAVEC

FRÉZOVÁNÍ - STROJE

FRÉZKA KONZOLOVÁ VODOROVNÁ



4 – OBROBEK

5 – NÁSTROJ

7 – STOJAN

8 – KONZOLA

9 – PRACOVNÍ STŮL

10 – VŘETENO

11 – RAMENO

12 - PODSTAVEC

FRÉZOVÁNÍ

DOSAHOVANÁ IT A R_a

Válcové frézy

hrubování	do délky 300 mm	IT 10 až 12,	$R_a = 6,3$ až 25
	do délky 1 200 mm	IT 11 až 13,	$R_a = 6,3$ až 25
na čisto	do délky 300 mm	IT 9 až 11,	$R_a = 1,6$ až 6,3
	do délky 1 200 mm	IT 9 až 12,	$R_a = 1,6$ až 6,3

Frézovací hlavy

hrubování	do délky 300 mm	IT 10 až 12,	$R_a = 6,3$ až 25
	do délky 1 200 mm	IT 11 až 13,	$R_a = 6,3$ až 25
na čisto	do délky 300 mm	IT 7 až 10,	$R_a = 1,6$ až 3,2
	do délky 1 200 mm	IT 8 až 11,	$R_a = 1,6$ až 3,2
jemné frézování		IT 7 až 8,	$R_a = 0,8$ až 1,6

Zdroje:

- Černoch S., **Strojně technická příručka**, sv.2, SNTL, Praha, 1977
- Driensky D., Fúrik P., Lehmanová T., Tomaides J., **Strojní obrábění I.**, SNTL, Praha, 1986
- Fiala J., Bebr A., Matoška Z., **Strojnické tabulky 1- materiály pro strojírenskou výrobu**, SNTL, Praha, 1990
- Fiala J., Svoboda P., Šimonovský M., **Strojnické tabulky 2 základní strojní prvky a součásti**, SNTL, Praha, 1989
- Fiala J., Svoboda P., Šťastný K., **Strojnické tabulky 3 - základní strojní součásti a montážní jednotky**, SNTL, Praha, 1989
- J.Řasa, V. Gabriel, **Strojírenská technologie 3, díl 1**, SCIENTIA, PRAHA, 2000, ISBN – 80-7183-207-3