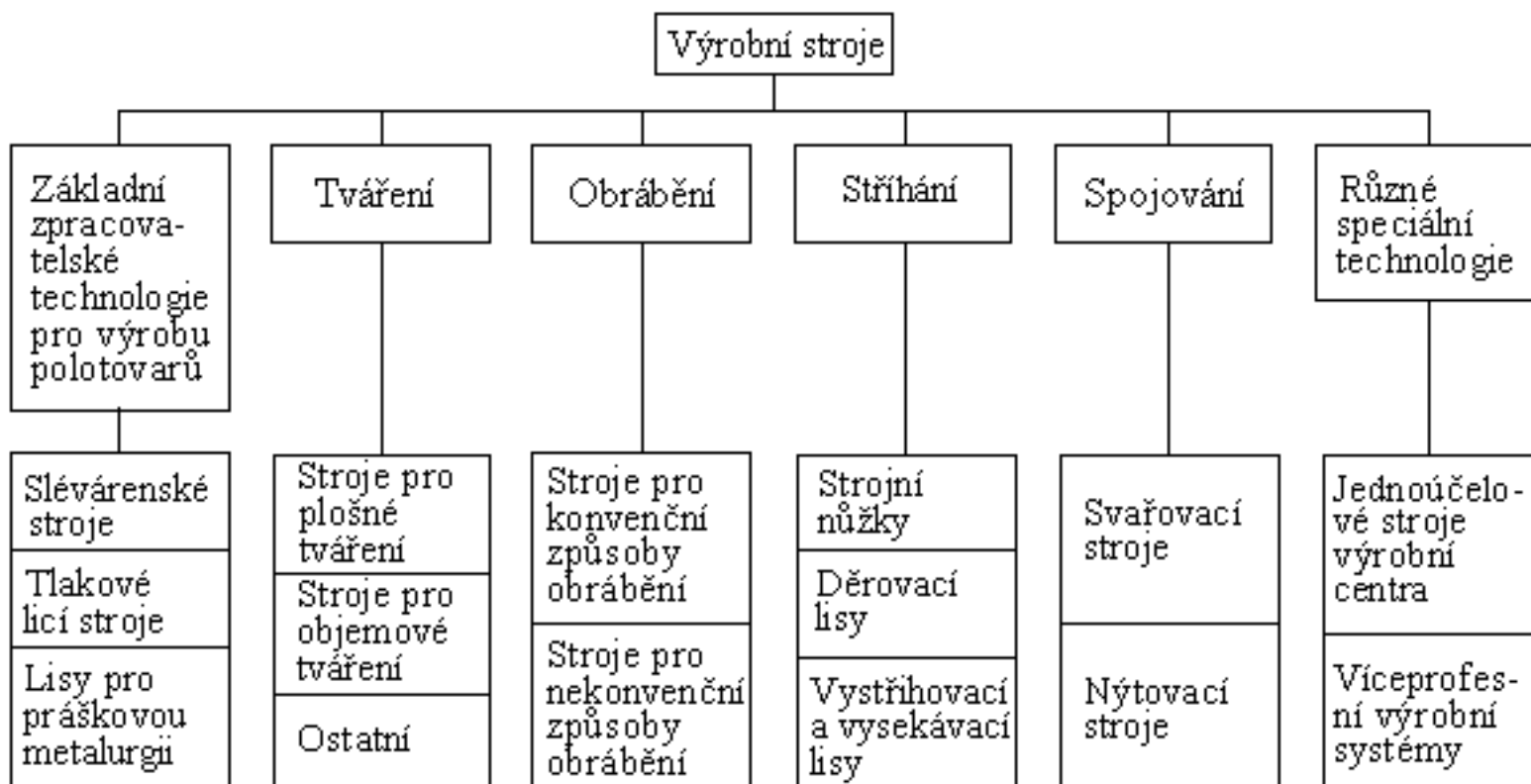


OBRÁBĚCÍ STROJE

Základní definice

- Stroj je systém mechanismů, které ulehčují a nahrazují fyzickou práci člověka.
- Výrobní stroj je uměle vytvořená dynamická soustava, sloužící k realizaci úkonů technologického procesu-vedoucího k trvalému přetvoření výchozího materiálu.

Technologický proces



Třídění výrobních strojů

- Zpracovávaný materiál
 - Stroje na kov
 - Stroje na dřevo
 - Stroje na sklo a keramiku
- Mechanismus užitý pro přenos energie
 - Elektrický
 - Mechanický
 - Hydraulický
 - Pneumatický

Obráběcí stroje

- Dělení OS
 - Dle realizace procesu řezání
 - Dle technologických možností
 - Dle stupně pružnosti

Stupně pružnosti

CNC Machining Technology

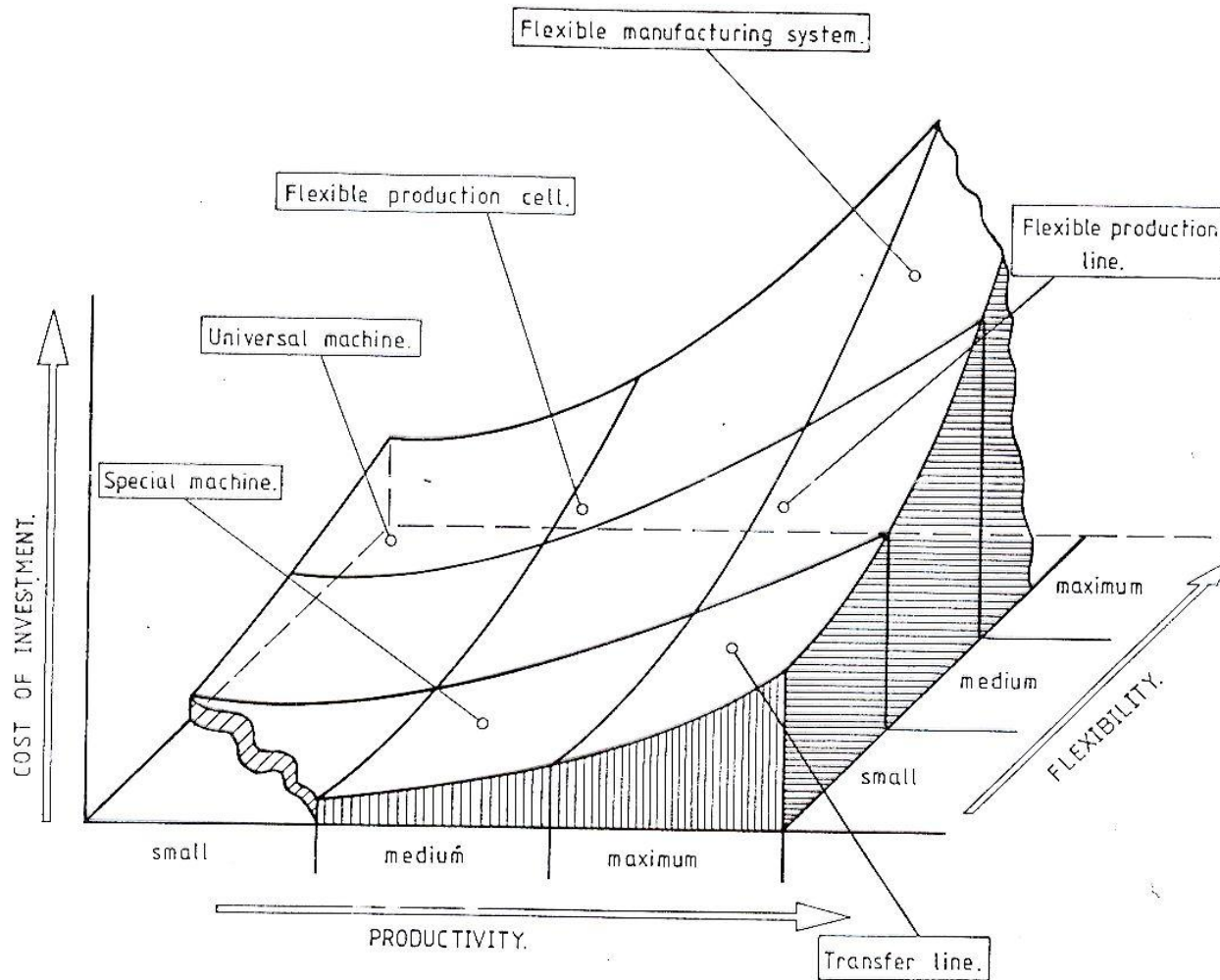
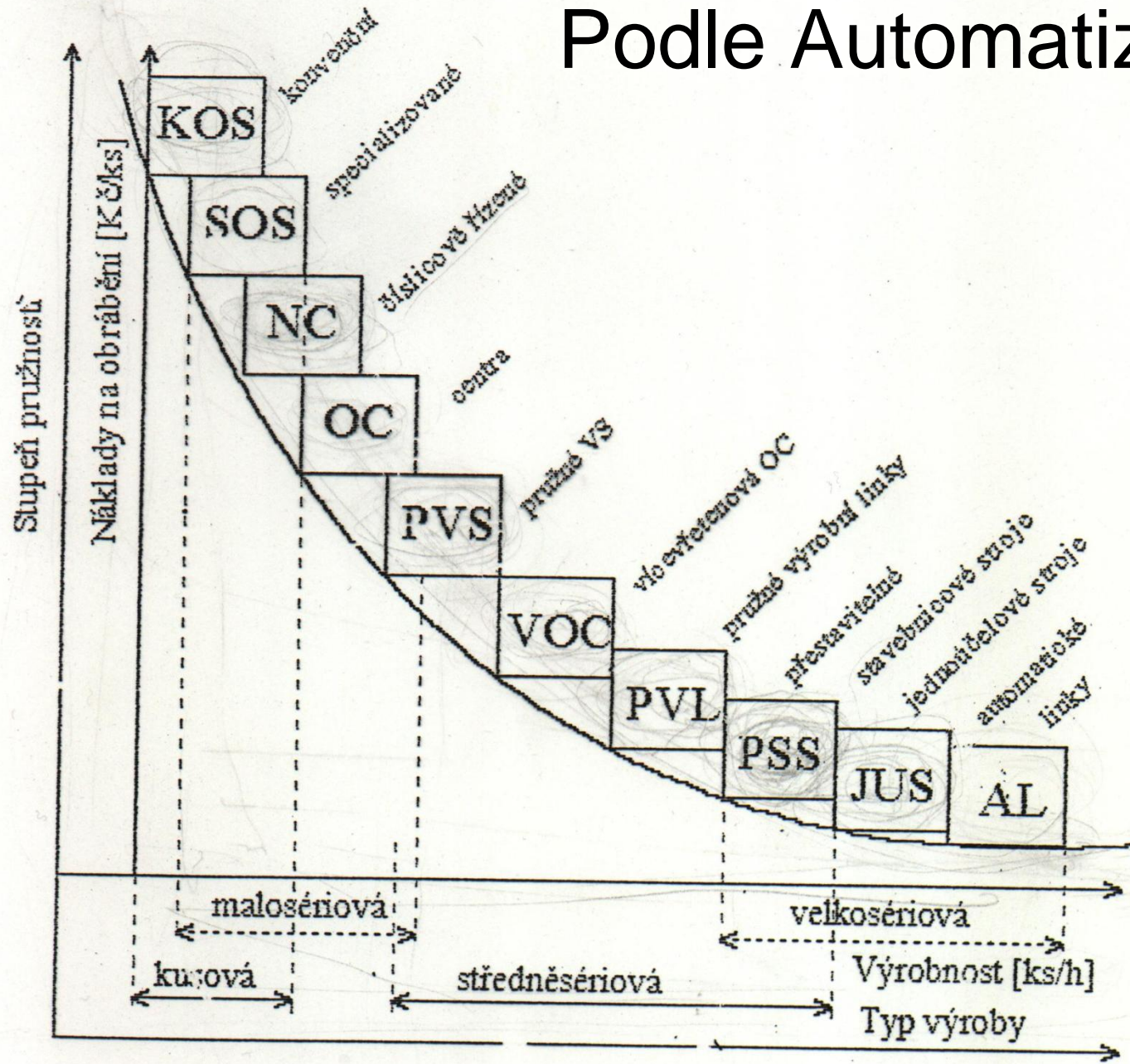


Fig. 2.1. A comparison of manufacturing systems based on the following criteria: automation level, productivity and investment costs. [Courtesy of Scharmann Machine Ltd.]

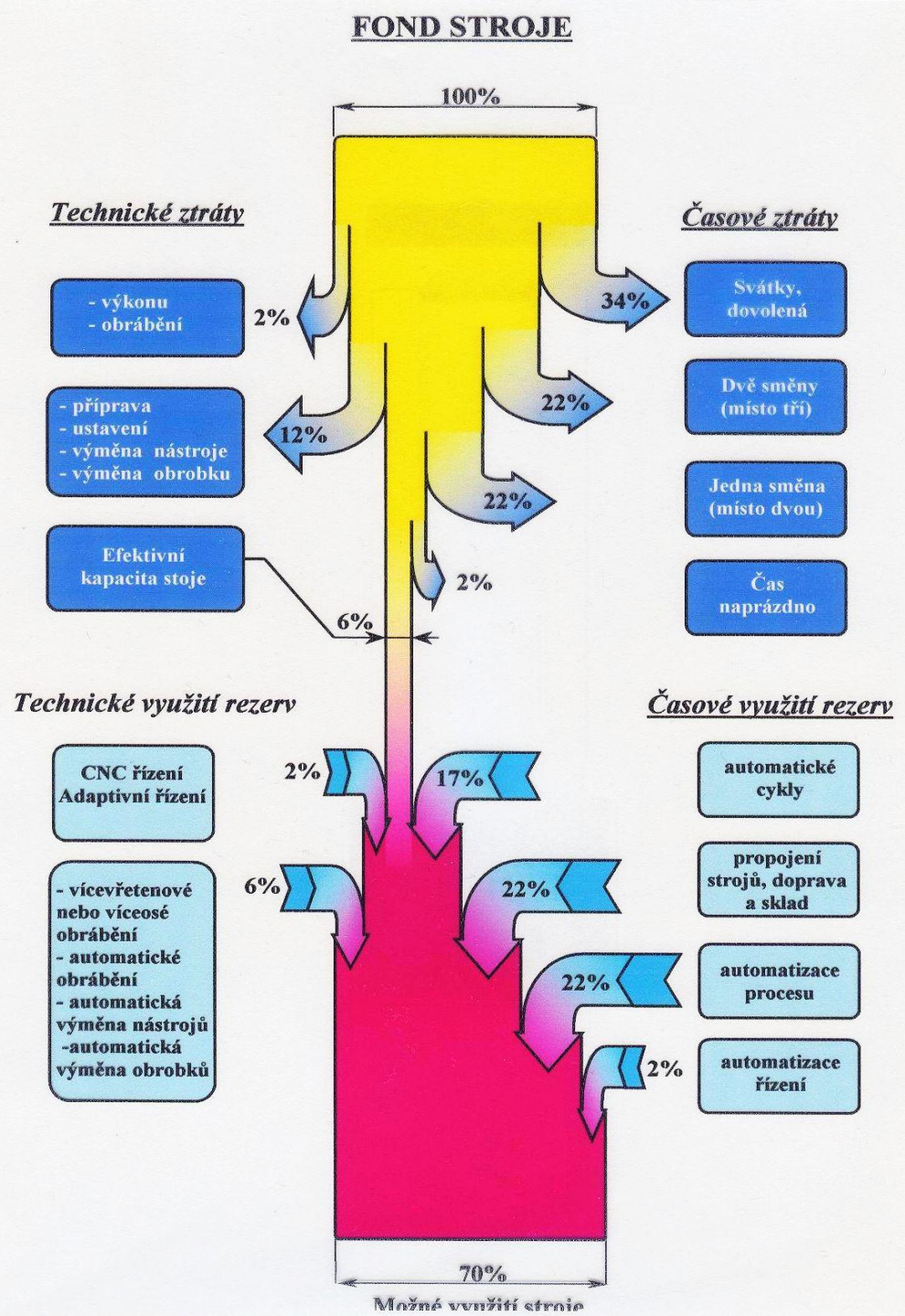
Podle Automatizace



Směr vývoje



Využití obráběcího stroje



SOUSTRUHY

Hlavní řezný pohyb	⇒	obrobek	- rotační pohyb
Posuv	⇒	nástroj	- v podélném a příčném směru
Přísuv	⇒	nástroj	- v podélném a příčném směru

Obráběné plochy

- válcové rotační
 - vnější
 - vnitřní
- kuželové (táhlý, strmý kužel)
- rovinné (čelní rotační)
- závity
- tvarové

Rozdělení soustruhů

- hrotové
- čelní
- svislé
- revolverové
- automaty a poloautomaty
- speciální
- NC, CNC

Soustruhy

– Char. rozměr je

OBĚŽNÝ PRŮMĚR NAD LOŽEM $\varnothing D_0$

Oběžný průměr nad suportem

- Je odstupňován v geometrické řadě

$$R_{10} = \sqrt[10]{10} = 1,25$$

$$R_{20/2} = \frac{\sqrt[20]{10}}{2}$$

– Řezné rychlosti

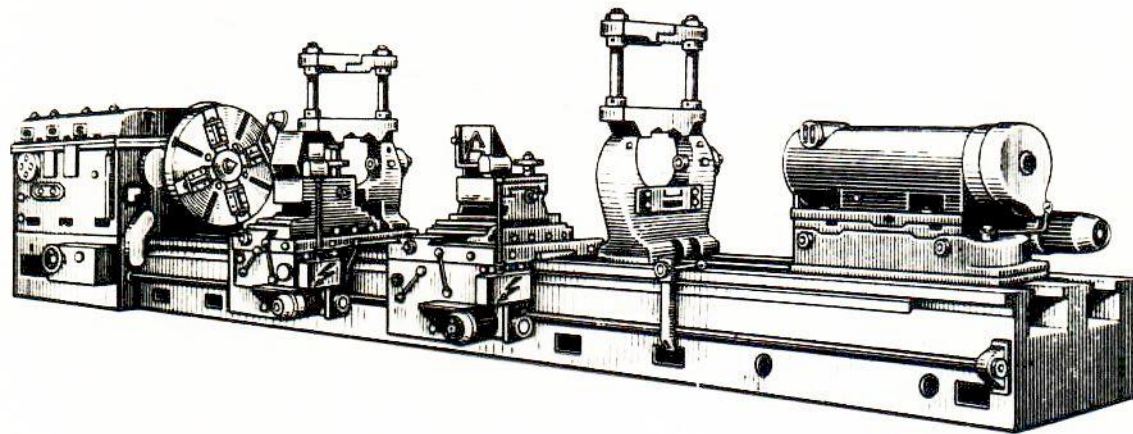
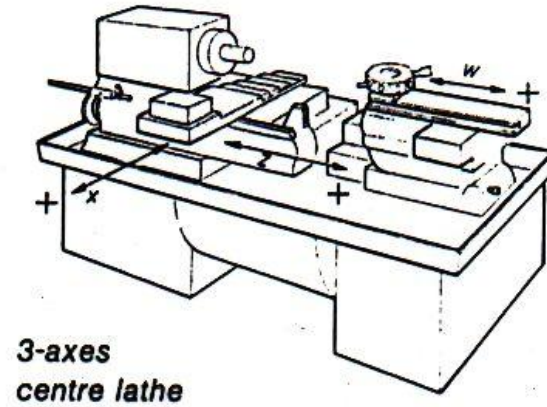
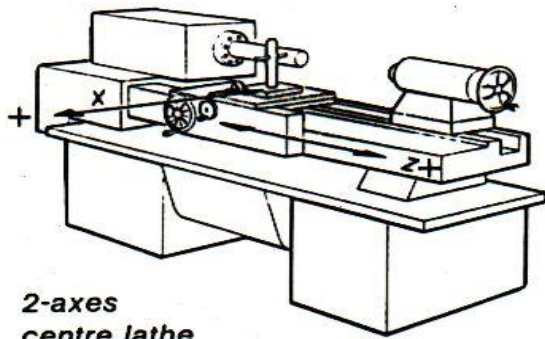
$$v_{c \min} = (10 \div 16) \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_{c \max} = 400 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$a_{f \min} = 0,02 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$$

$$a_{f \max} = 2 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$$

Soustruhy



III Fig. 54. Roll-turning lathe, model 1825

Soustruhy



FRÉZKY

Hlavní řezný pohyb	⇒	nástroj	- <i>rotační pohyb</i>
Posuv	⇒	obrobek	- <i>v podélném, příčném a svislém smě</i>
Přísuv	⇒	obrobek	- <i>v podélném, příčném a svislém smě</i>

Obráběné plochy

- rovinné
- tvarové
 - drážky,
 - šroubovice,
 - ozubená kola, atd.

Rozdělení frézek

- konzolové
 - svislé
 - vodorovné
 - univerzální
 - nástrojařské
- stolové

Frézky

- Char. rozměr je
 - Velikost upínací plochy stolu
 - Šířka je normalizovaná v řadě R10
 - $L/B = 4 - 5$

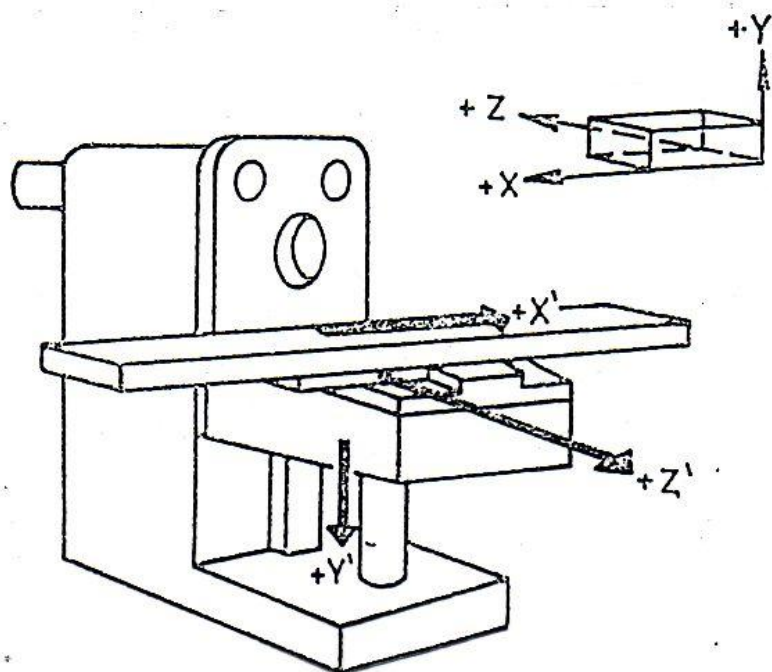
- Řezné rychlosti

$$v_{c \min} = (20 \div 30) \text{ m} \cdot \text{min}^{-1} \quad v_{c \max} = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

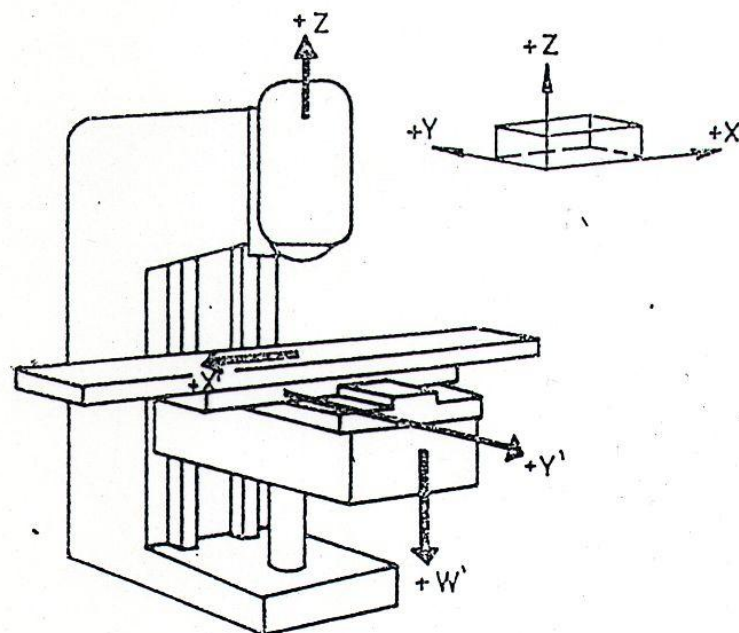
$$a_f = (10 \div 1200) \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$$

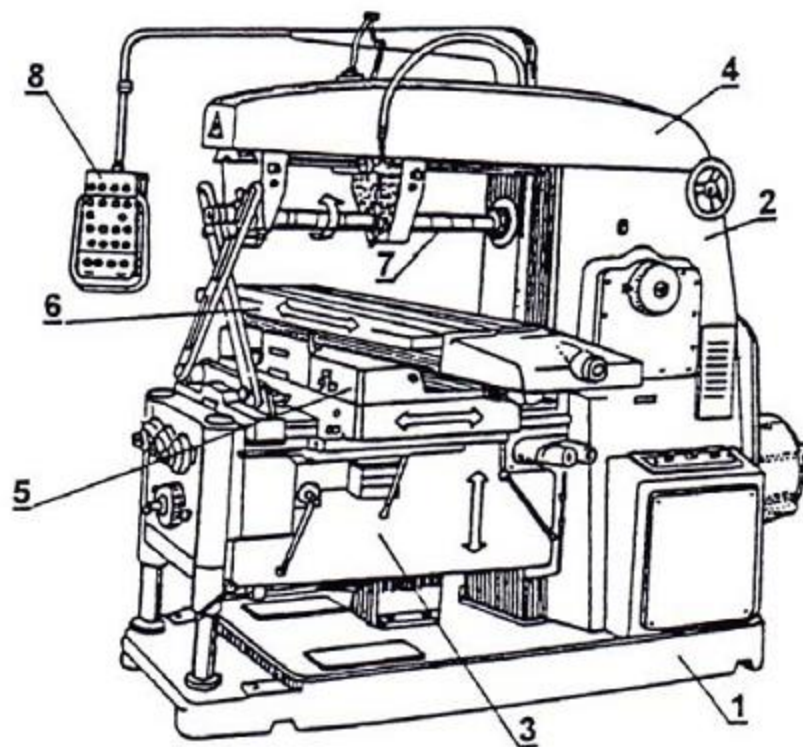
Frézky

VODOROVNÉ FRÉZKY KONZOLOVÉ

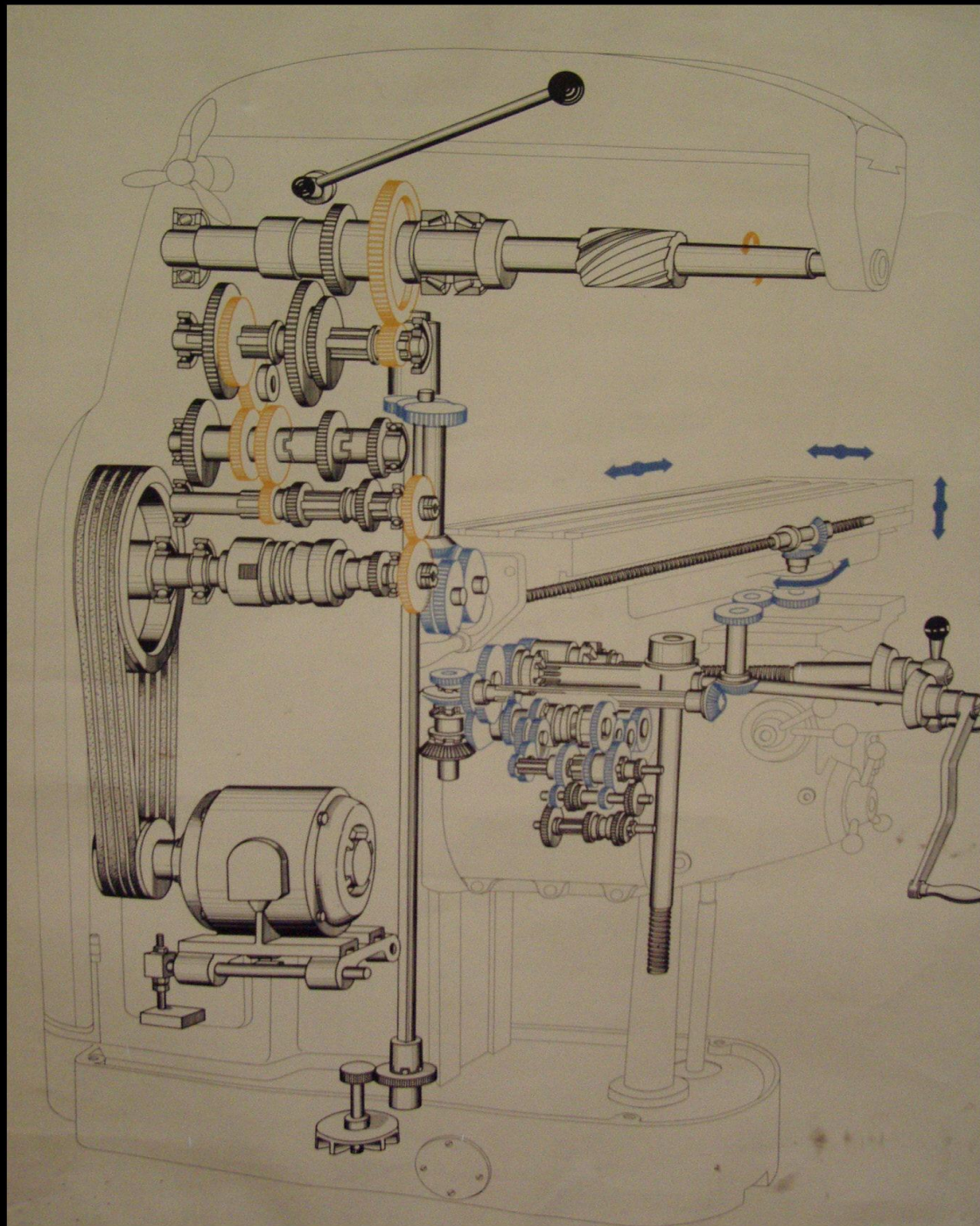


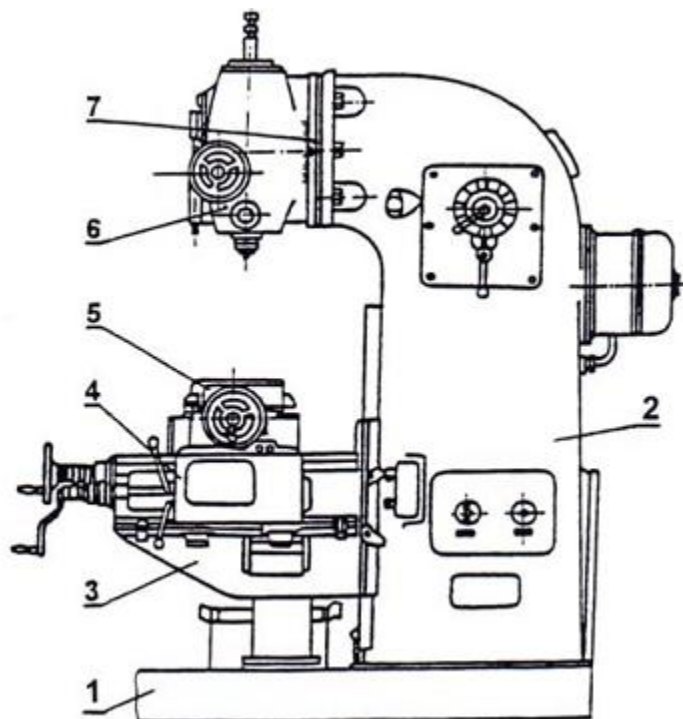
SVISLÉ FRÉZKY KONZOLOVÉ



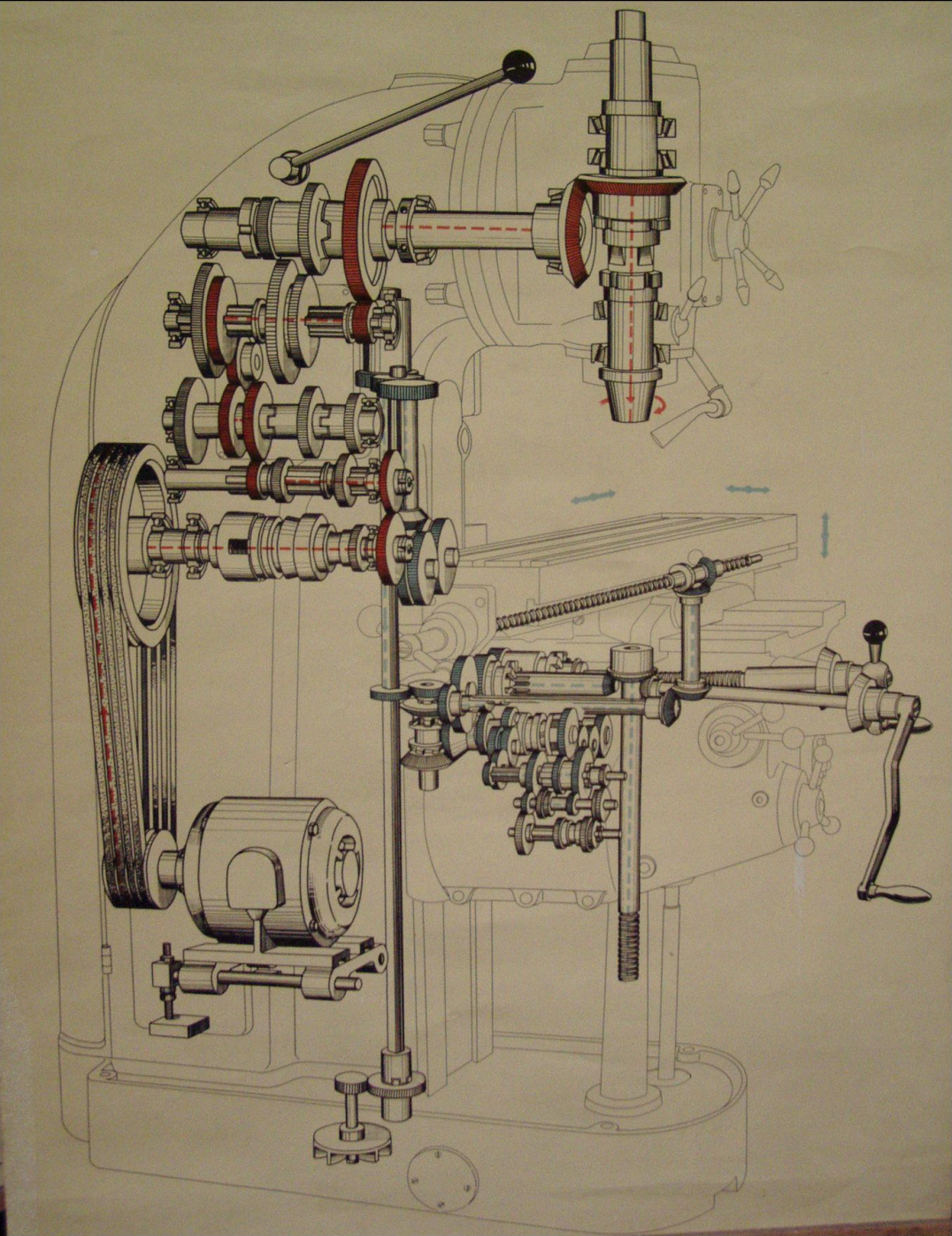


- 1- základna,
- 2 - stojan,
- 3 - konzola,
- 4 - rameno,
- 5 - příčný stůl,
- 6 - podélný pracovní stůl
- 7 - vřeteno,
- 8 - ovládací panel





- 1 - základna,
- 2 - stojan,
- 3 - konzola,
- 4 - příčný stůl,
- 5 - podélný pracovní stůl,
- 6 - naklápěcí vřeteník,
- 7 - kruhová základna vřeteníku

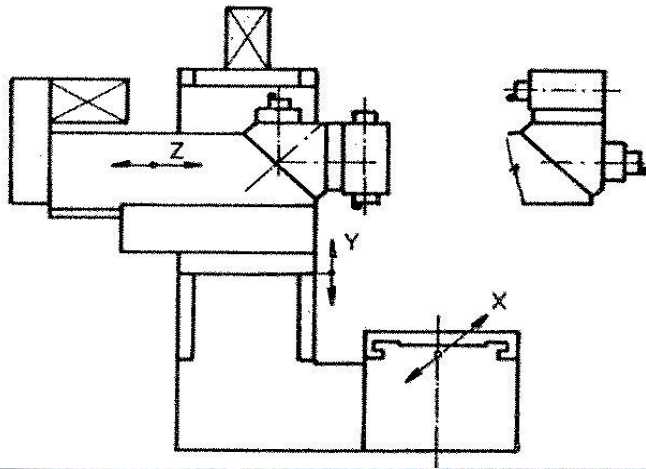


Frézky

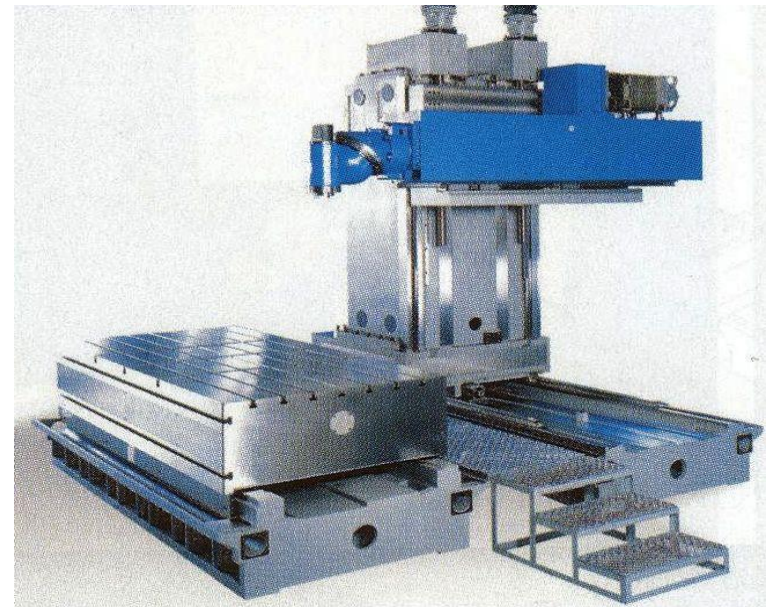
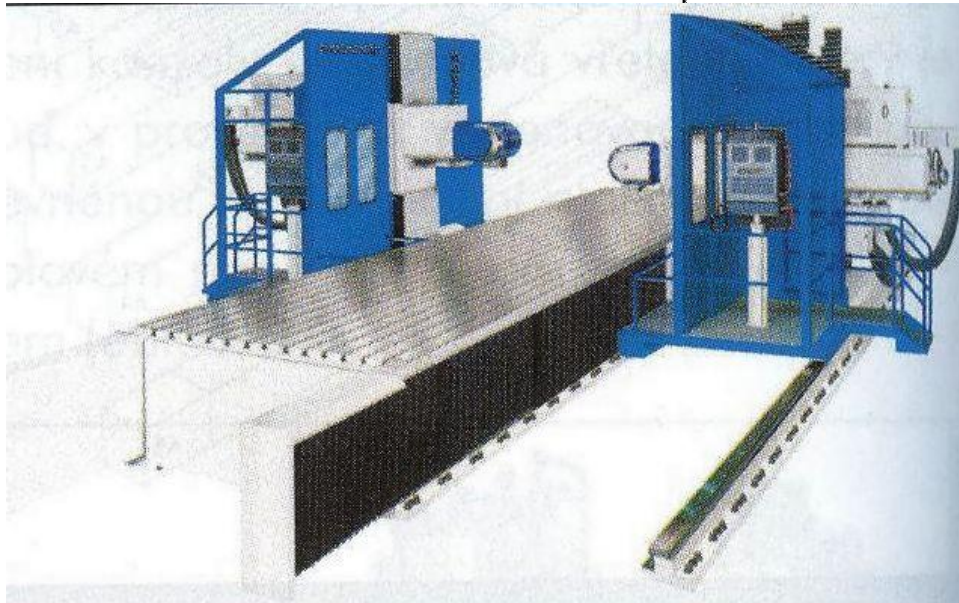
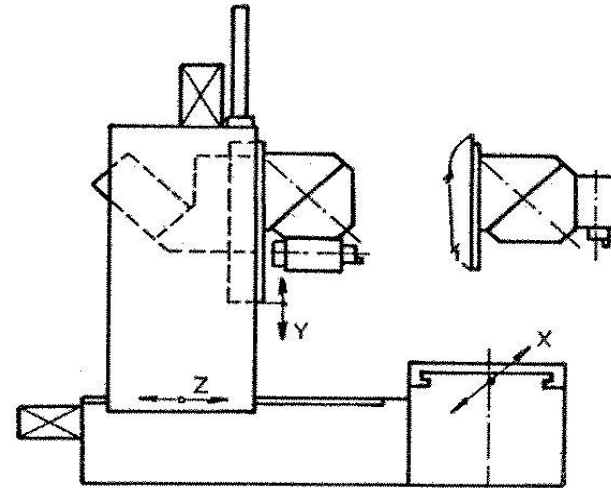


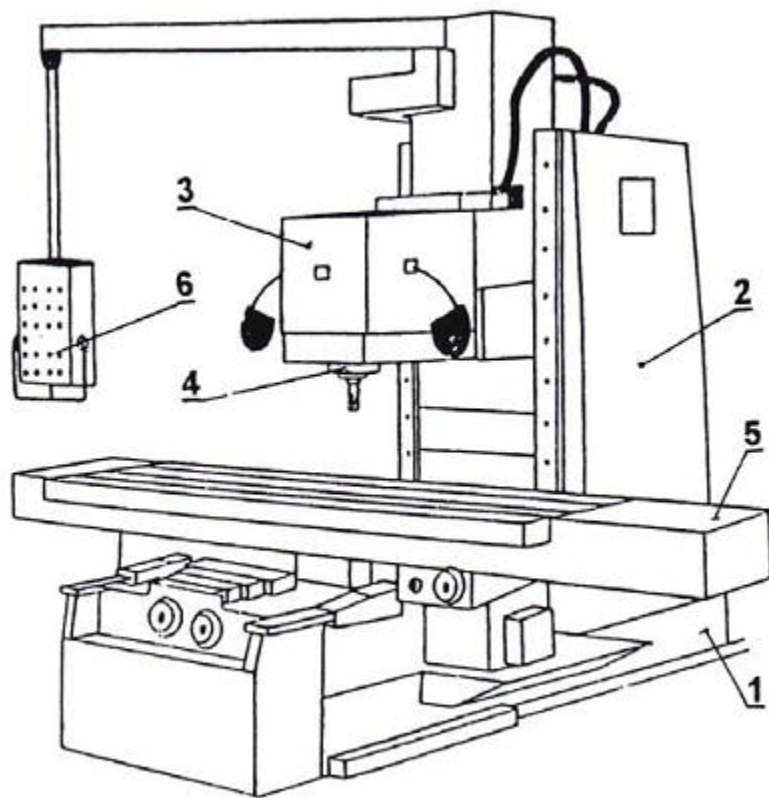
Frézky

s výsuvným vřetením

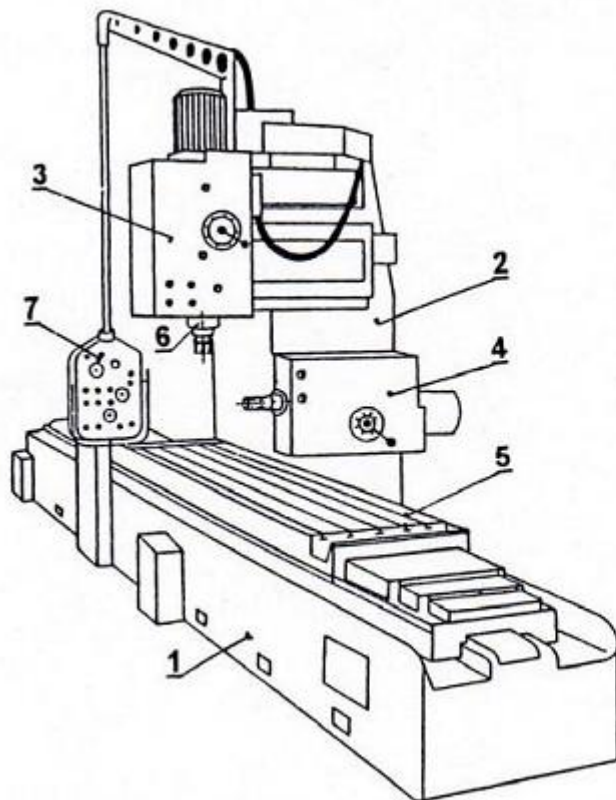


s posuvným stojanem

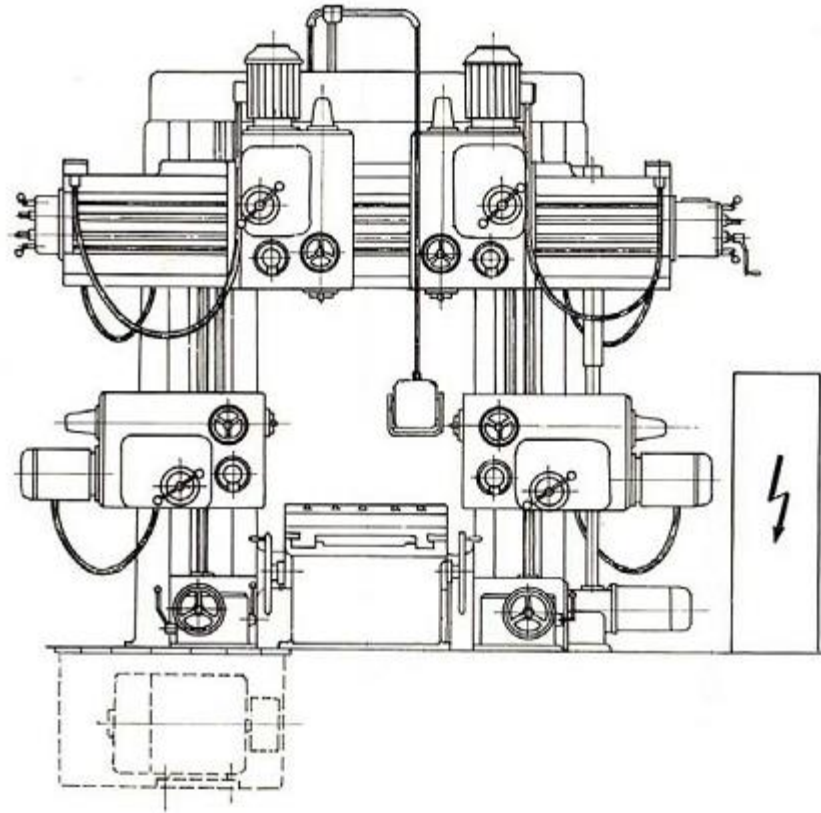


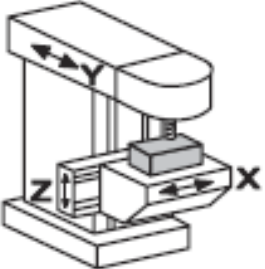
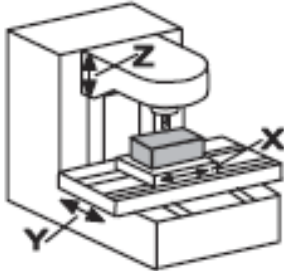
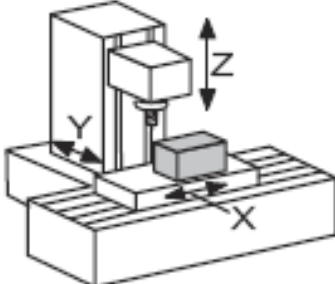
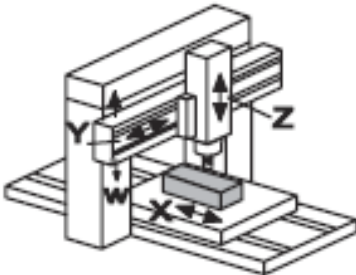
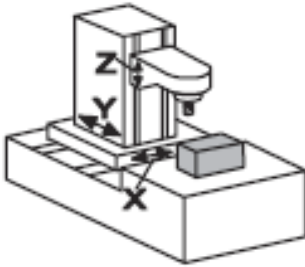
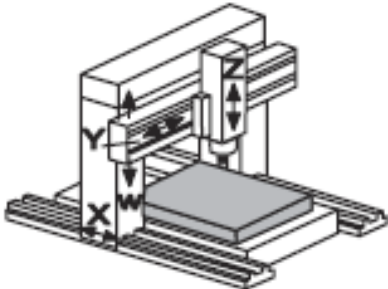


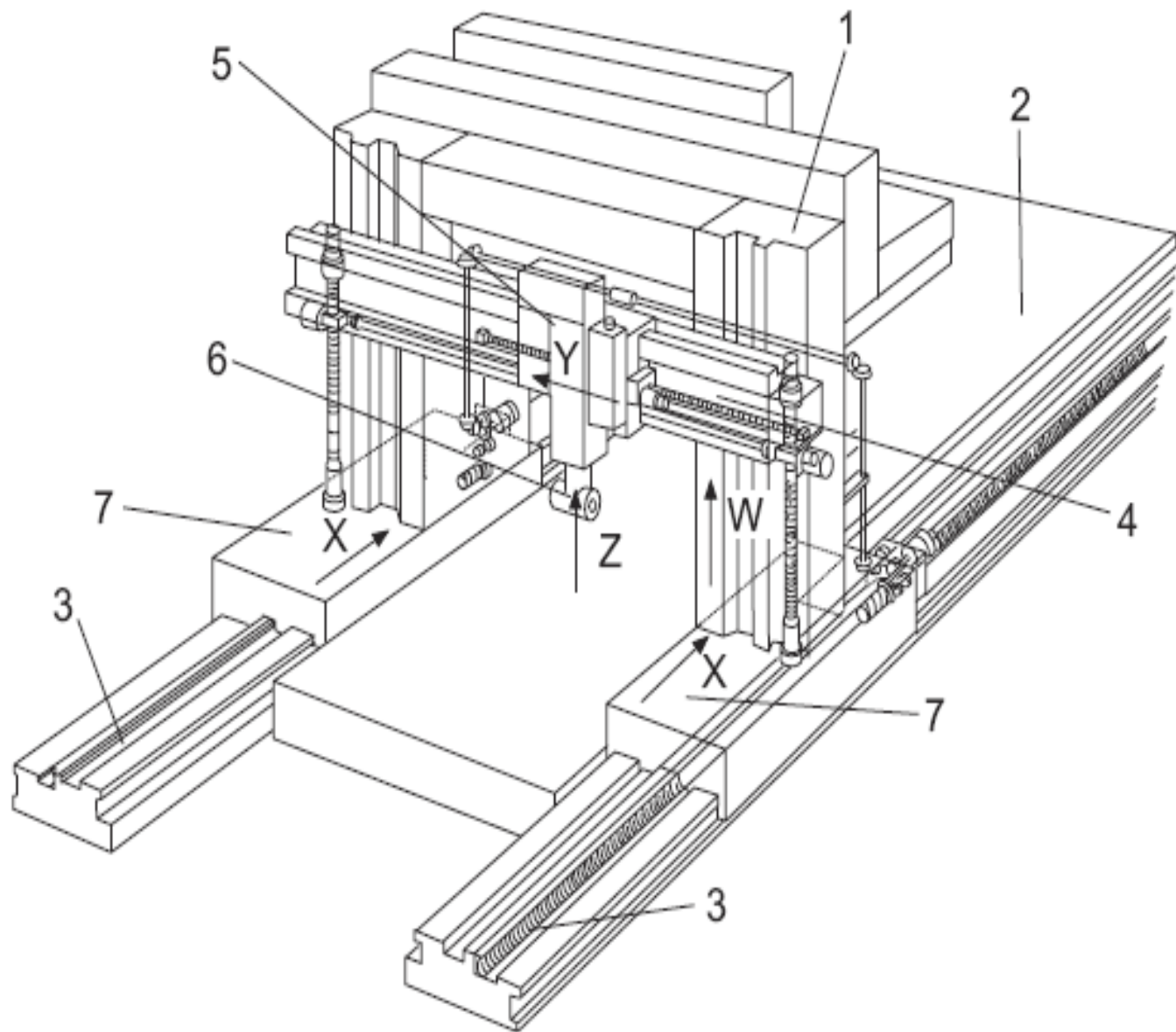
- 1 – základní deska
- 2 – stojan
- 3 – vřeteník
- 4 – vřeteno
- 5 – pracovní stůl
- 6 – ovládací panel



- 1 – lože
- 2 – stojan
- 3 – svislý vřeteník
- 4 – vodorovný vřeteník
- 5 – pracovní stůl
- 6 – vřeteno
- 7 – ovládací panel

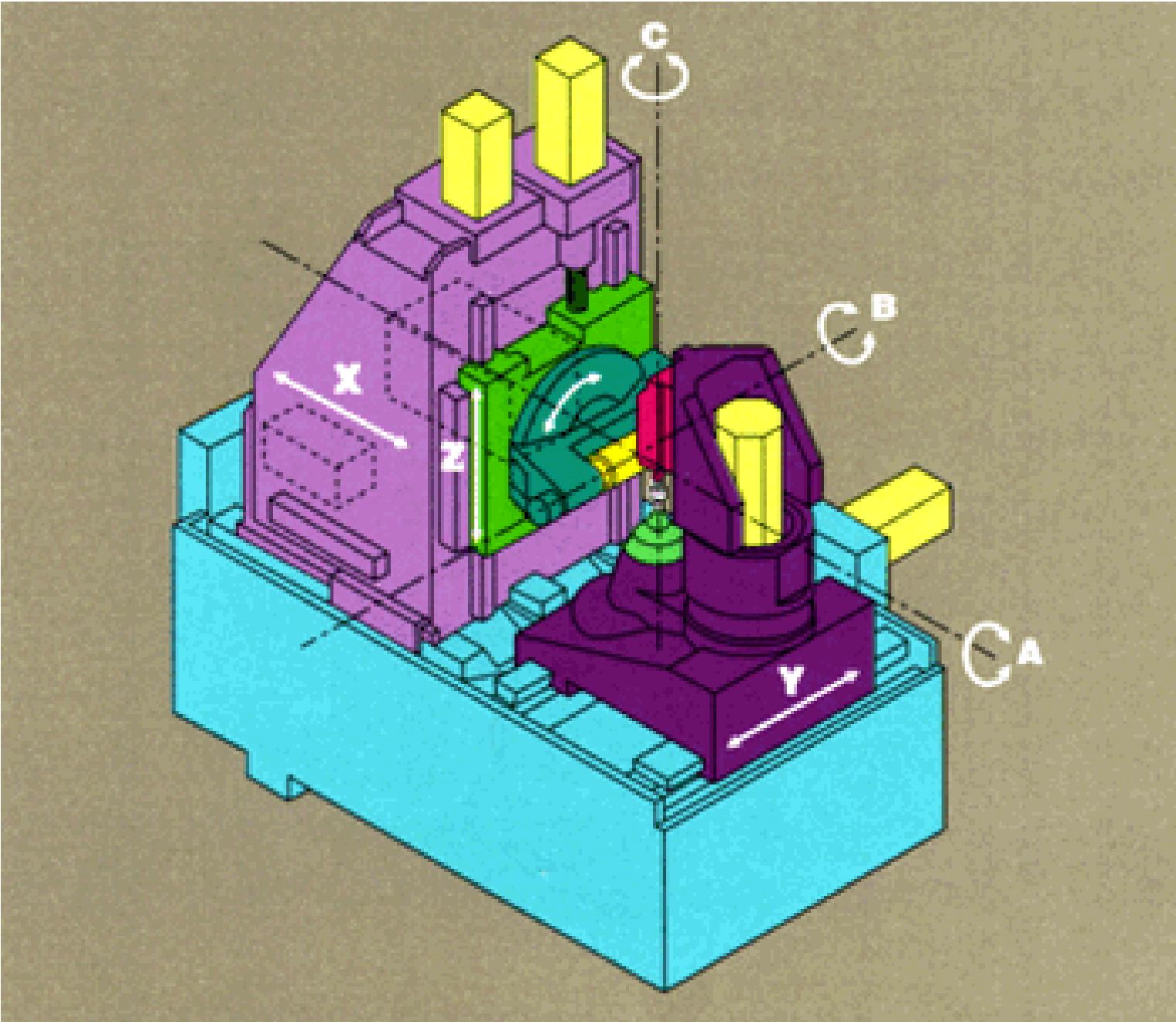


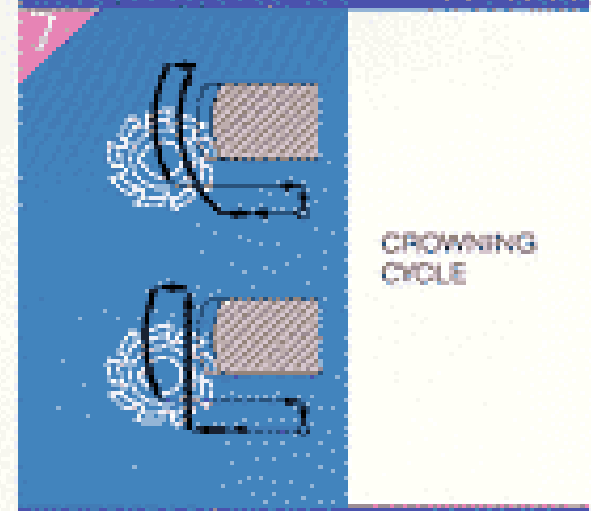
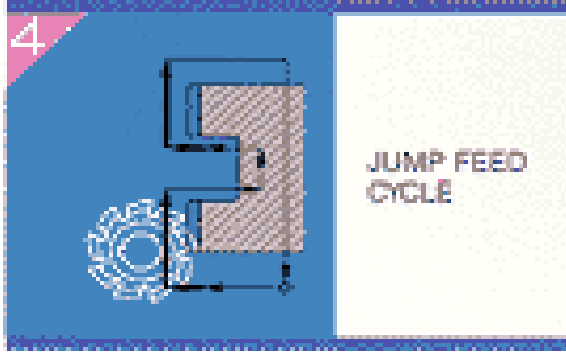
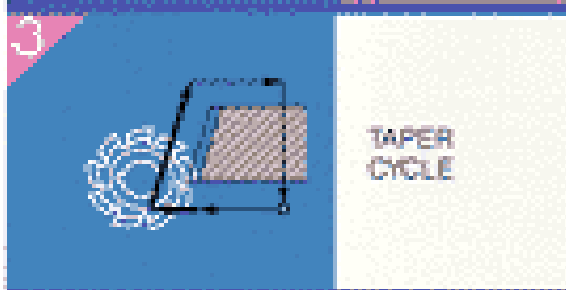
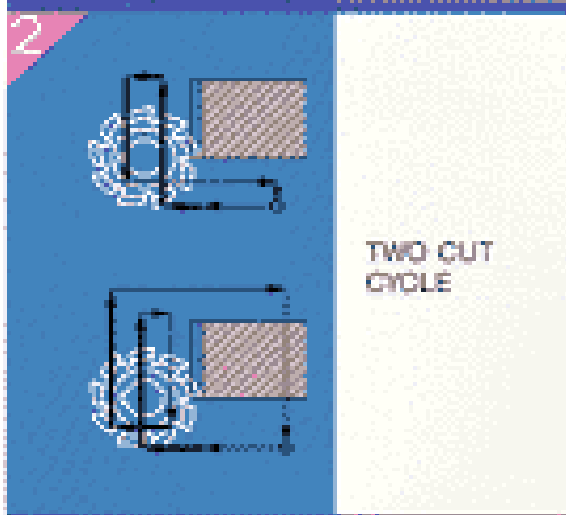
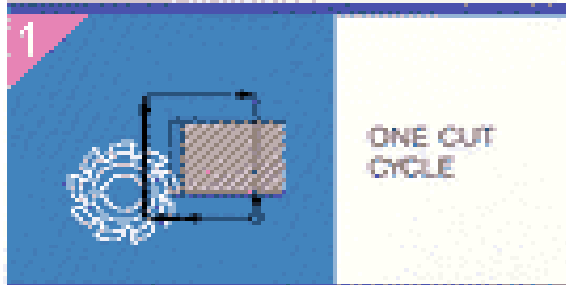
		Stavební forma		
		Konzolové	Stolové	Portálové
Počet poháněných os	1	 <p>Stojanové</p>	 <p>Křížový stůl</p>	
	2		 <p>Křížové lože</p>	 <p>Stolové</p>
	3		 <p>Pojízdný stojan</p>	 <p>Sloupcové</p>



- 1 Portál
- 2 Upínací stůl
- 3 Lože
- 4 Příčný nosník
- 5 Frézovací saně
- 6 Úhlová frézovací hlava
- 7 Portálové saně

Na ozubení





- Char. rozměr

Vrtačky

- Max vrtací průměr vrtaný zcela do oceli

- $R_m = 600 \text{ MPa}$

- Dělení

- Stolní V6, 10, 13, 16, 20

- Sloupové VS 20, 32

- Stojanové

- Otočné (radiální)

- Speciální

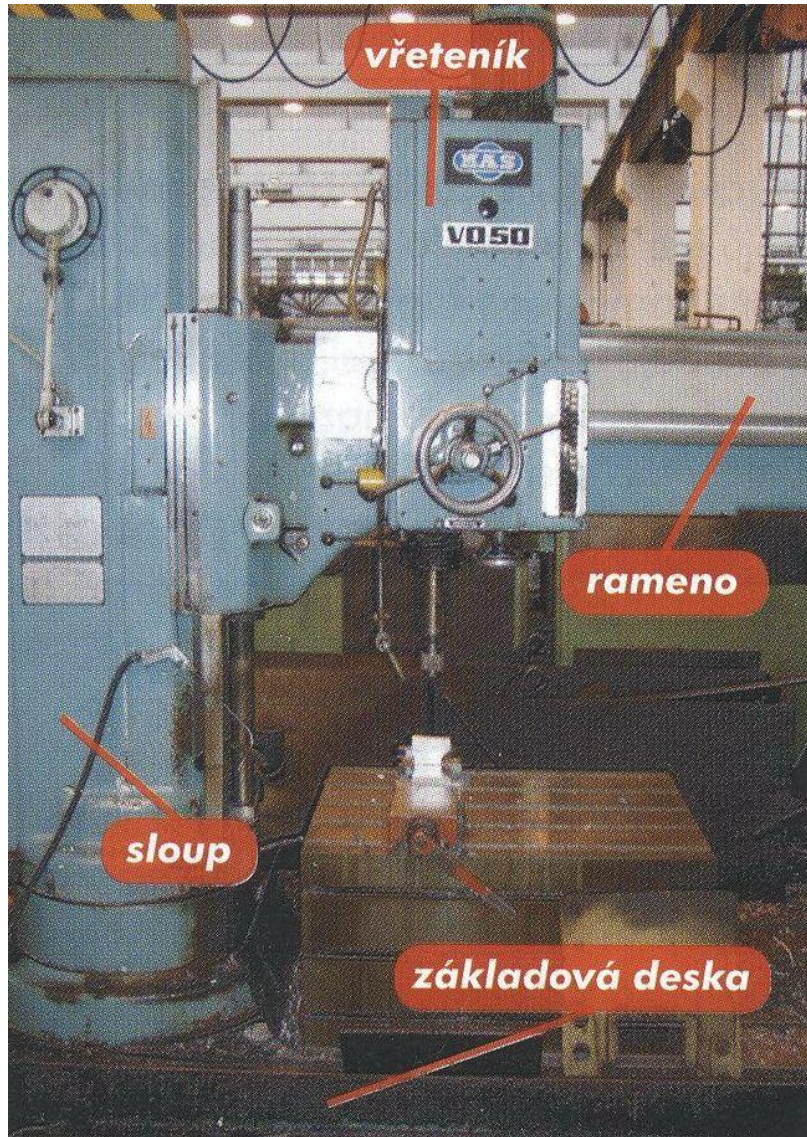
• Řezné rychlosti Vrtačky

$$v_{c \min} = (6 \div 8) \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_{c \max} = (30 \div 35) \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\textit{do lehkých kovů} \quad v_c = (40 \div 100) \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

Vrtačky





• Char. rozměr je **Vyvrtačky**

– Průměr vnitřního vyvrtávacího vřetena $\text{Ø}D_w$

– Malé (60 – 80) mm

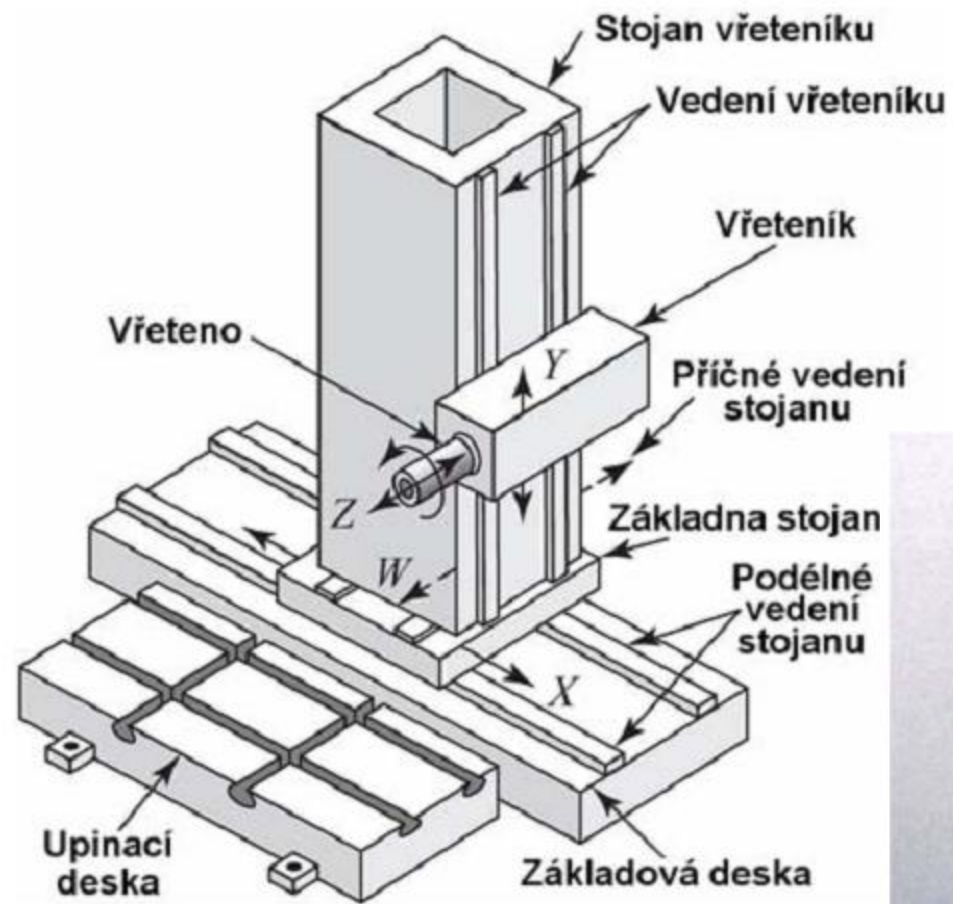
– Střední (100 – 160) mm

– Velké (200 – 315) mm

Řezné rychlosti

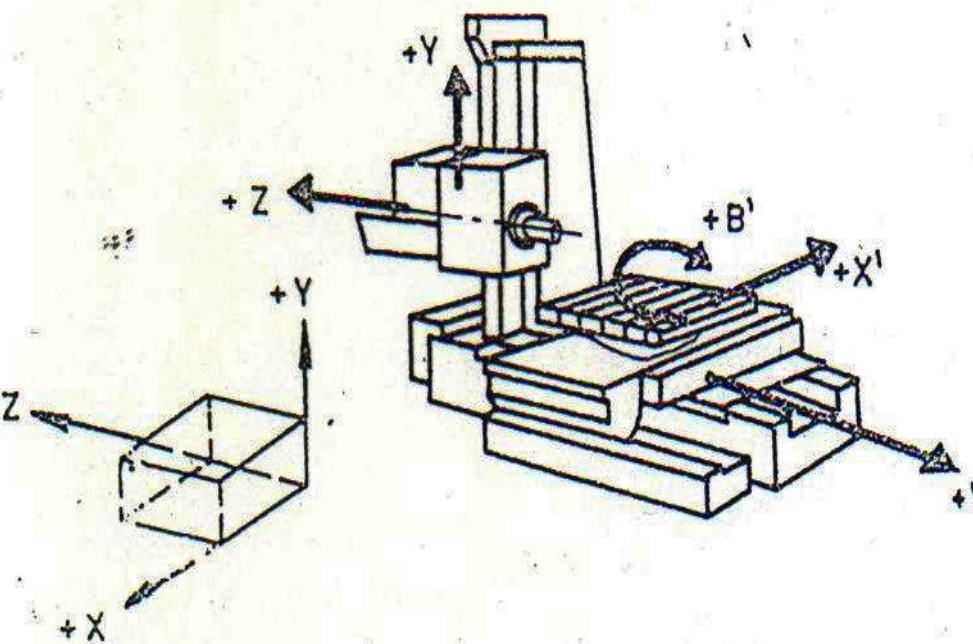
$$v_{c\min} = (8 \div 10) \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_{c\max} = 200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

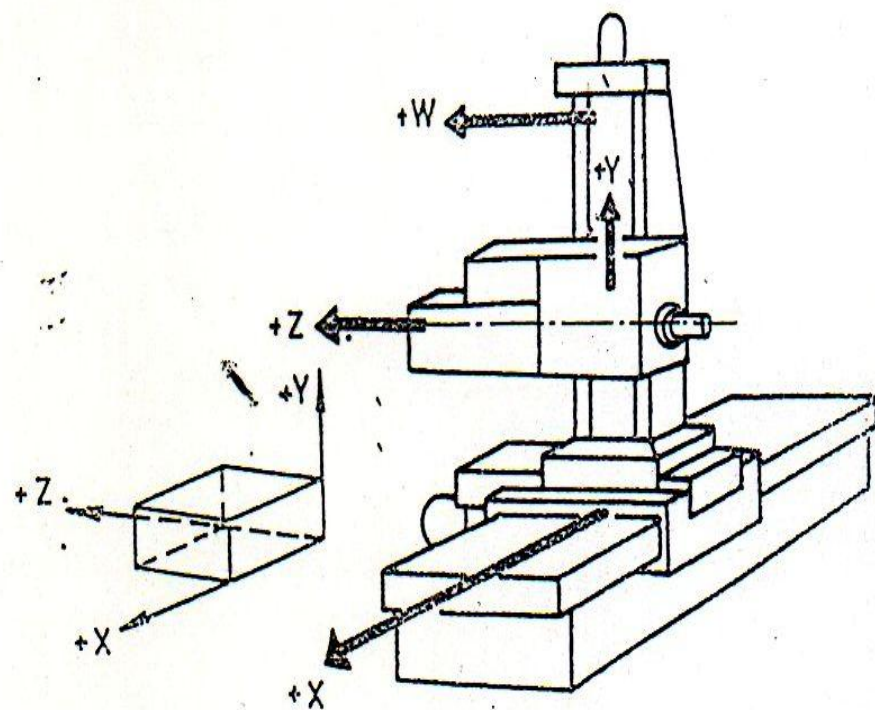


Vyvrtávačky

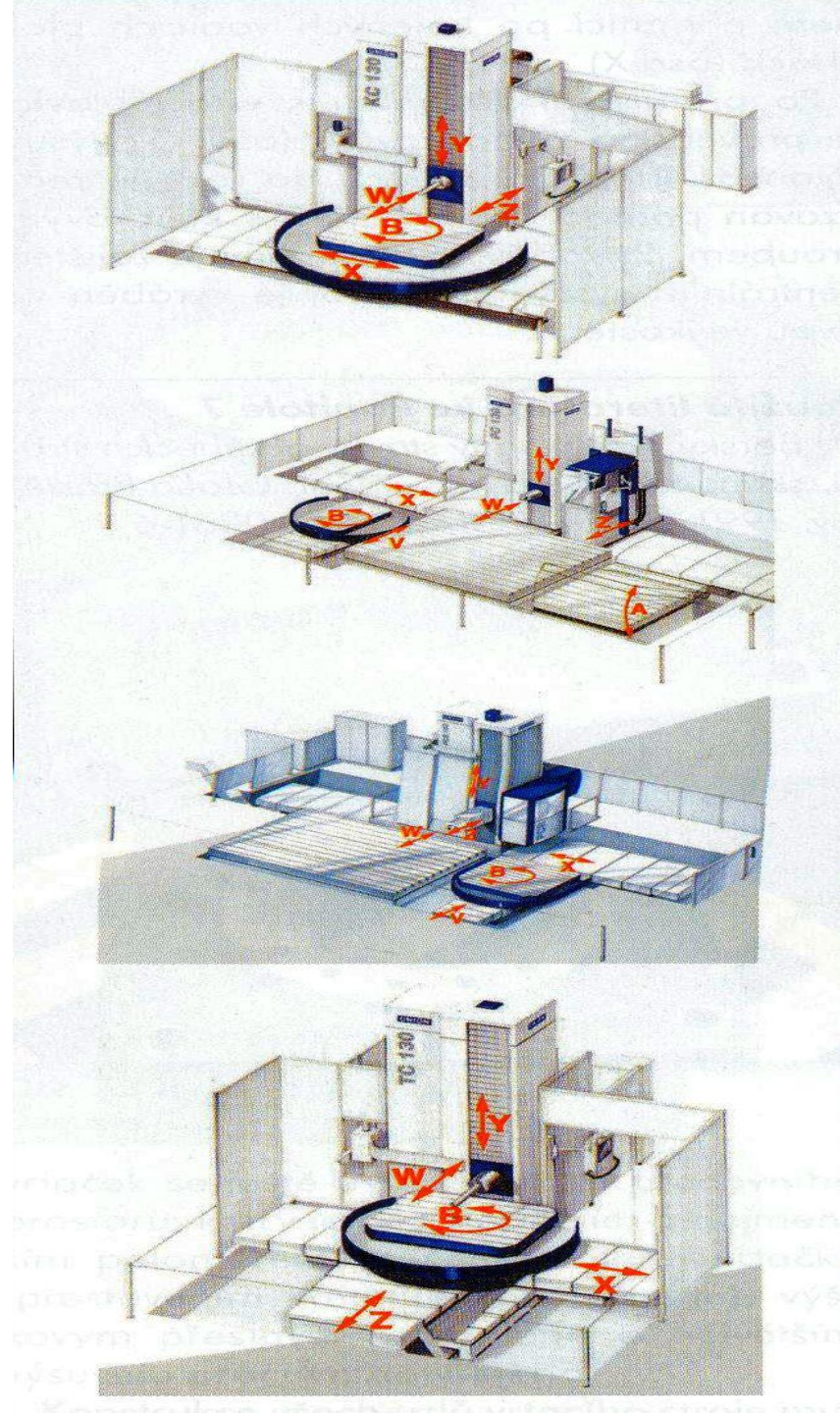
VODOROVNÉ VYVRTÁVAČKY S PEVNÝM STOJANEM
A OTOČNÝM KŘÍŽOVÝM STOLEM



VODOROVNÉ VYVRTÁVAČKY S PODÉLNĚ I PŘÍČNĚ POSUVNÝM
STOJANEM



Vyvrtávačky

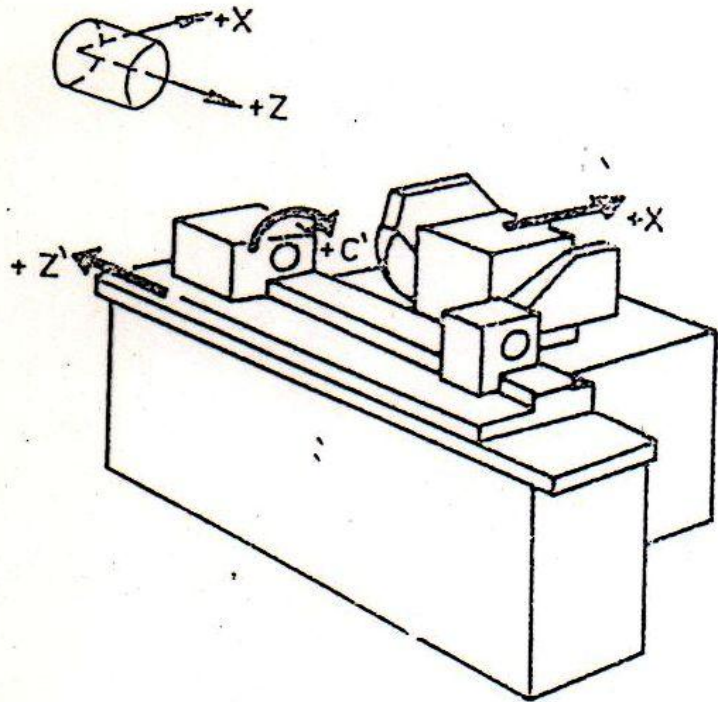


Brusky

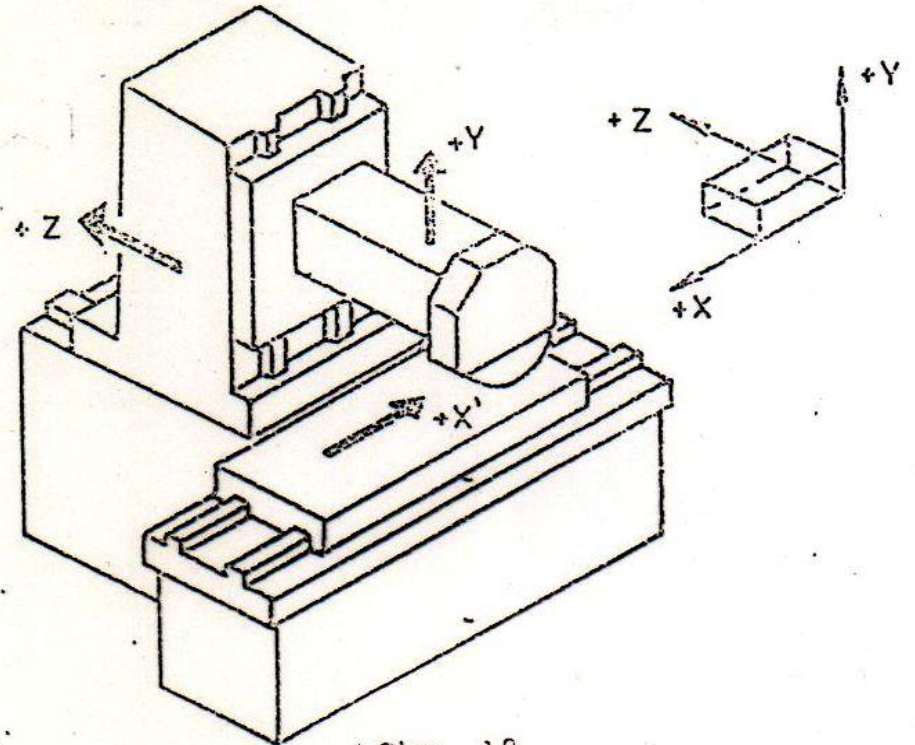
- Char. rozměr je
 - Oběžný průměr nad ložem (u brusek na kulato)
 - Char. rozměr
 - Maximální šířka stolu (cm) (u brusek na plocho)

Brusky

HROTOVÉ BRUSKY

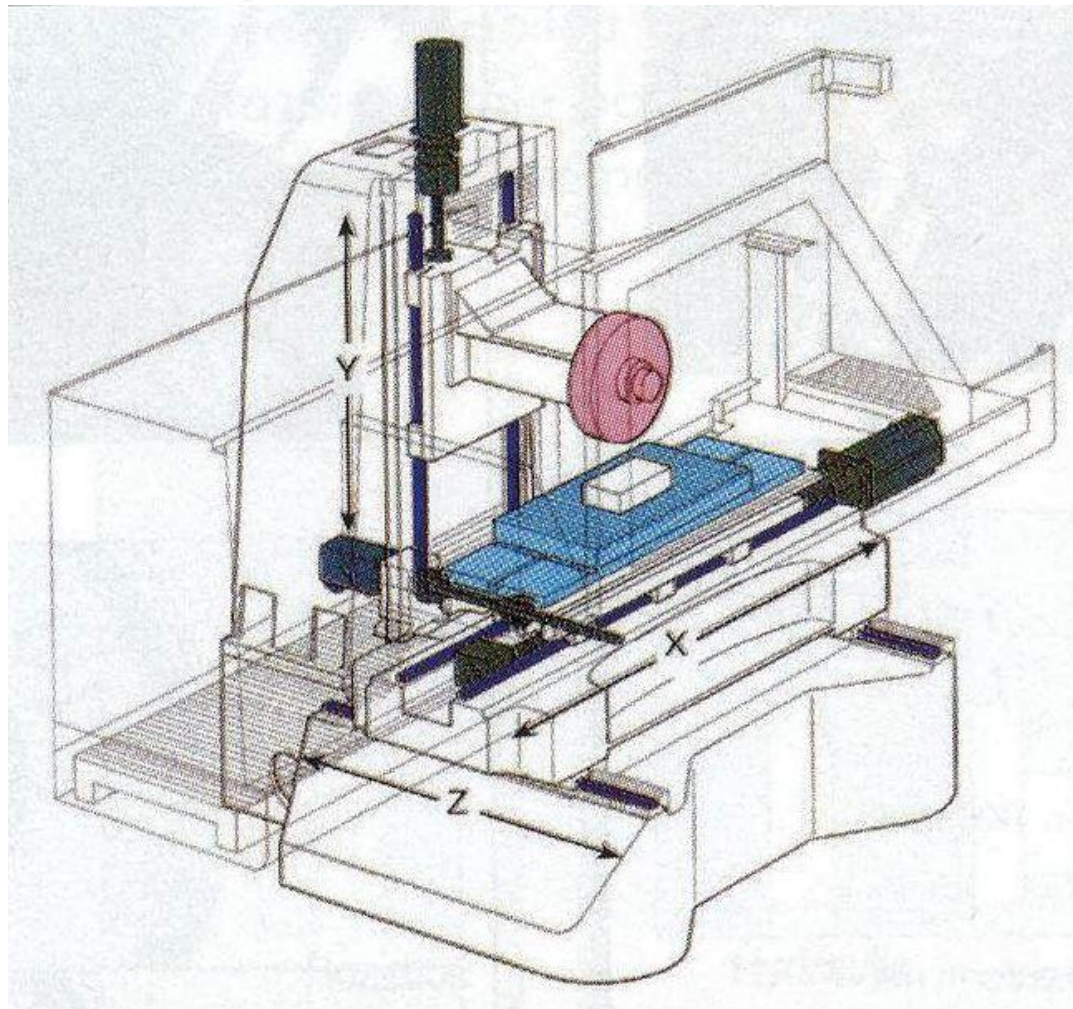
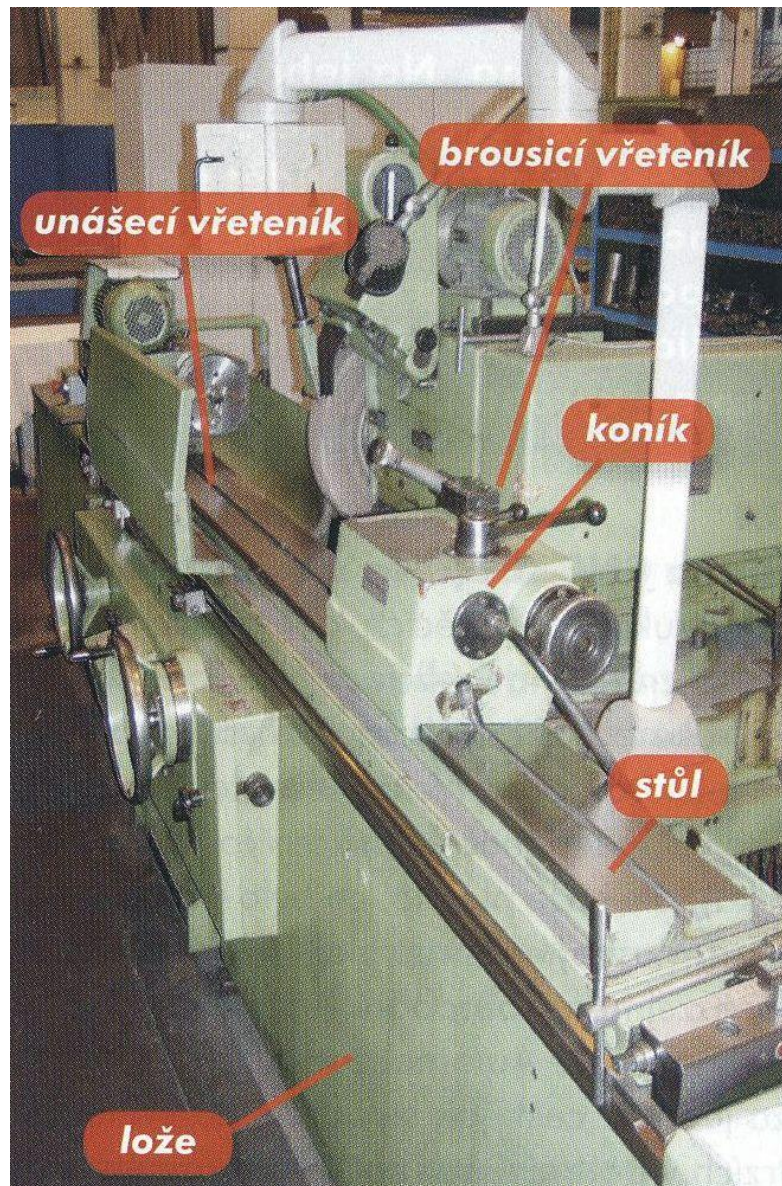


ROVINNÉ BRUSKY S VODOROVNÝM VŘETENEM

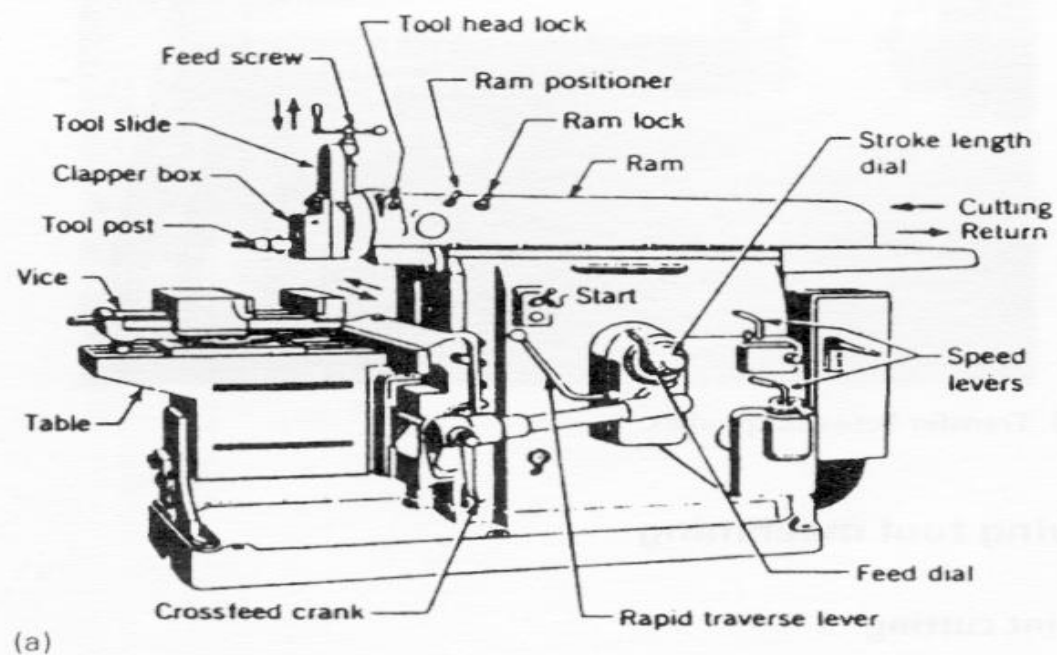


Obr. 18

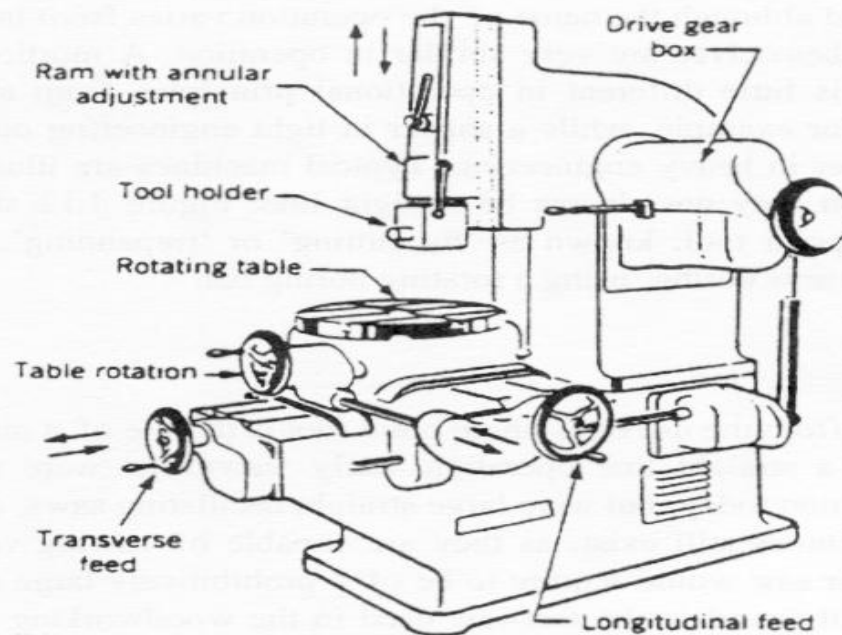
Brusky



OBRÁŽEČKY



(a)



(b)

Figure 4.11 (a) Shaper; (b) slotter or vertical shaper; (c) planer.

HOBLOVKY

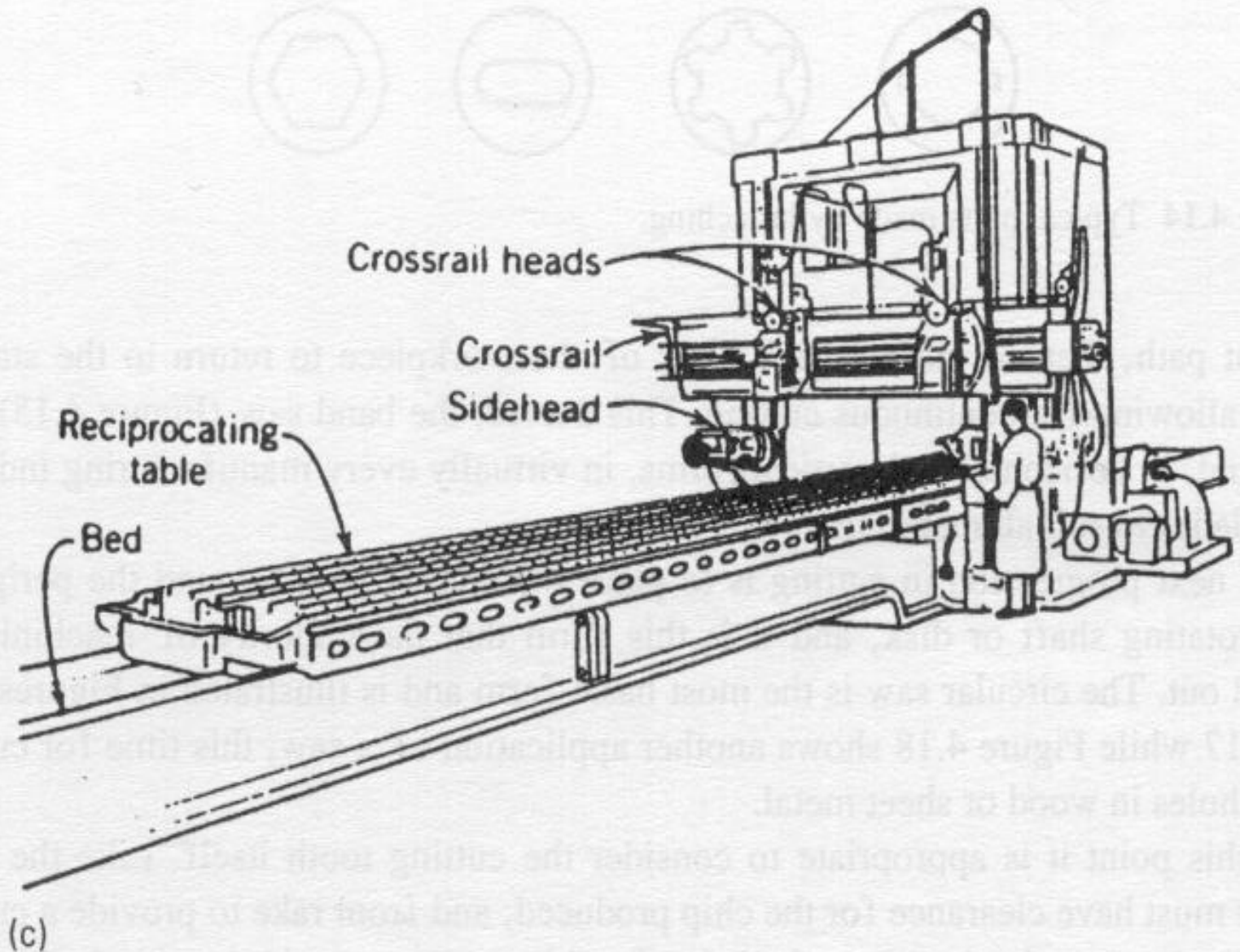


Figure 4.11 Continued.

Výkonnost

- Produktivita práce může být hodnocena
 - a) Dle objemu odebrané třísky
[m³· kWh⁻¹] nebo [kg· kWh⁻¹]
 - b) Podle velikosti obrobené plochy
[m²· kWh⁻¹]
 - c) Podle počtu vyrobených kusů za časovou jednotku
[ks· min⁻¹] nebo [ks· h⁻¹]

• Základní výpočty strojního času

Soustružení

$$t_s = \frac{L}{n \cdot s}$$

L – délka, n – otáčky, s – posuv na otáčku

• Frézování

$$t_s = \frac{A}{b \cdot n \cdot s_z \cdot z}$$

A – plocha, b – šířka záběru, s_z – posuv na zub, z – počet zubů frézy

Zvyšování produktivity

- Zvyšováním otáček n (zvyšování řezné rychlosti)
 - Zvýšení příkonu stroje
- Zvyšování posuvu a_f
 - Zvýšení tuhosti posuvového mechanismu a celého pracovního prostoru

$$F = k_c \cdot a_f \cdot a$$

k_c – měrný řezný odpor

a_f – posuv

a – hloubka třísky

Hospodárná trvanlivost ostří T_{hosp}

$$T_{hosp} = (m - 1) \cdot (t_v + \frac{60 \cdot N}{M}) \quad [\text{min}]$$

t_v ... čas na výměnu a seřízení nástroje [min]

N ... náklady na jeden břit [Kč]

M ... náklady na jednu hodinu práce [Kč / h]

m ... stupeň vlivu řezného nástroje umělý

korund ... $m = 1,5 \sim 2,5$

slinutý karbid ... $m = 3 \sim 6$

rychlořezná ocel ... $m = 6 \sim 8$

uhlíková ocel ... $m = 8 \sim 10$

Hospodárná trvanlivost ostří T_{hosp}

- U současných NC strojů
 - $T_{\text{hosp}} = 5 \sim 15 \text{ min}$

- U konvenčních strojů
 - $T_{\text{hosp}} = 45 \sim 90 \text{ min}$

Vývojový trend

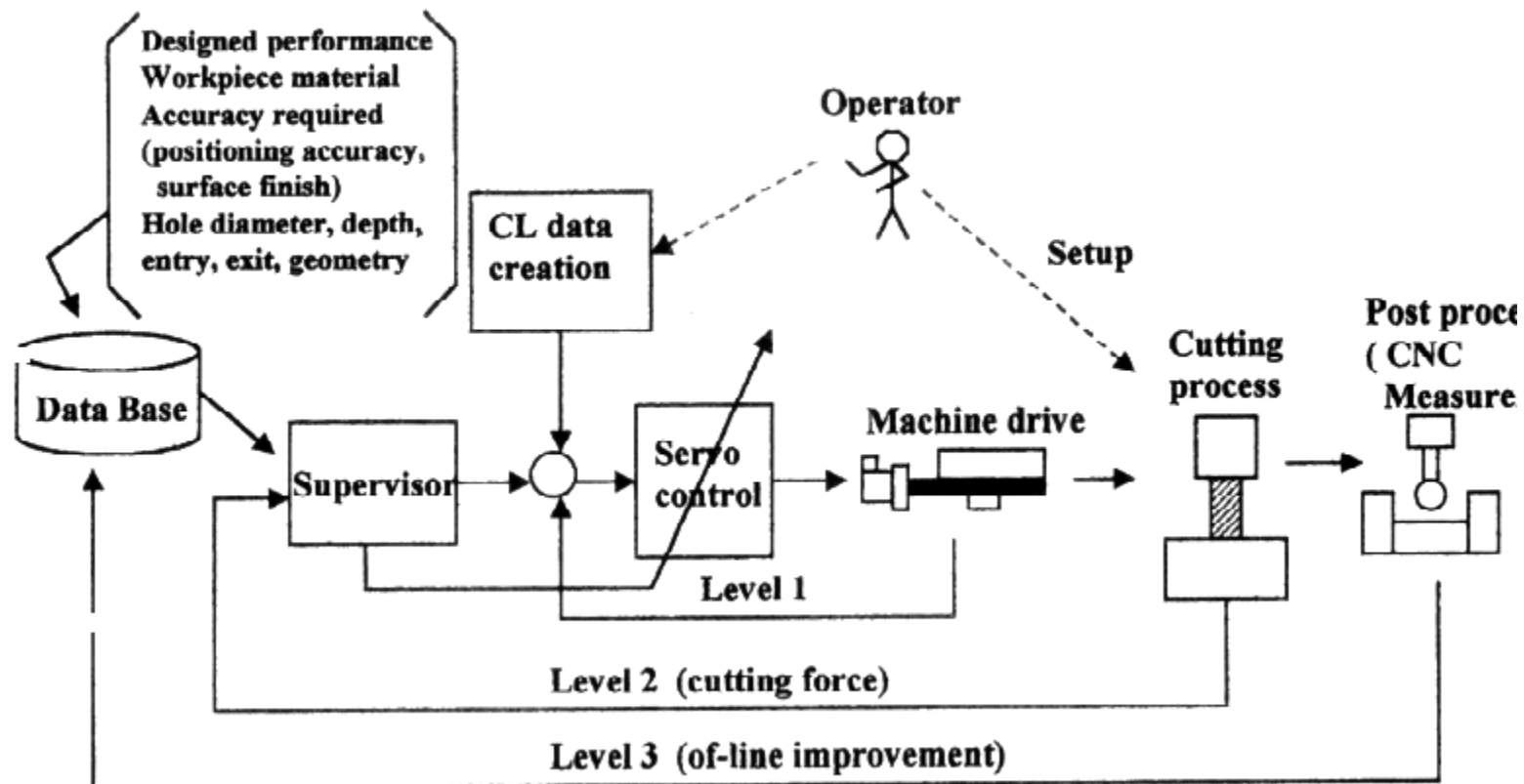
- Zvýšení výkonu motoru
 - 15 ~ 80 kW
- Zvýšení rychloběžnosti vřeten
 - 4000 – 8000 ot· min⁻¹
- Zvýšení rychlosti posuvů
 - 200 – 1000 mm· min⁻¹

Plynulá regulace otáček, Výkonnější řezné nástroje

Identifikace poškození nástroje

Výkonné chlazení, mazání, odvod třísek

Koncept inteligentních obráběcích center



Adaptivní řízení obráběcího procesu

- Princip - Adaptivní řídicí systém na základě informací o průběhu obrábění mění řezné podmínky

a) Limitní systém – měří se řezná síla

mění se M_k , nebo posuv, přísuv

b) Optimalizační systém

řezné podmínky se řídí na dosažení minimálních výrobních nákladů

sleduje se navíc např. opotřebení nástroje, kvalita obrobeneé plochy

Technicko – ekonomické zhodnocení

- Srovnává se hodinová sazba stroje dle vztahu:

$$S_S = (1 + F_O + F_{UR} + F_{UO} + F_P + F_E) \cdot (C + N_P) / T_R \cdot Z$$

FO	...	faktor odpisu	1/100 [%]
FUR	...	faktor úrokové míry	1/100 [%]
FOU	...	faktor údržby a oprav	1/100 [%]
FP	...	faktor nákladů na plochu	1/100 [%]
C	...	náklady na stroj	[Kč]
N _p	...	náklady na zavedení (programy, nástroje, instalace)	[Kč]
T _R	...	efektivní časový fond stroje za rok	[hod]
Z	...	životnost stroje	[roky]

Technicko – ekonomické zhodnocení

<i>varianta</i>		<i>STROJ I</i>	<i>STROJ II</i>
kusový čas	[hod]	t_k^I	t_k^{II}
srovnávací sazba stroje	[Kč/hod]	S_S^I	S_S^{II}
mzdová sazba	[Kč/hod]	M^I	M^{II}
mzdová reže	[Kč/hod]	R_M^I	R_M^{II}
náklady na obsluhu	[Kč/hod]	$S_O^I = M^I + R_M^I$	$S_O^{II} = M^{II} + R_M^{II}$
sazba stroje celkem	[Kč/hod]	$S_{SC}^I = S_S^I + S_O^I$	$S_{SC}^{II} = S_S^{II} + S_O^{II}$
náklady na obrobění 1 kusu	[Kč]	$N^I = t_k^I \cdot S_{SC}^I$	$N^{II} = t_k^{II} \cdot S_{SC}^{II}$
ekonomický přínos za 1 rok	[Kč/rok]	$U = (N^I - N^{II}) \frac{\text{počet kusů}}{\text{rok}}$	
doba úhrady	[roky]	$T_U = \frac{C^{II} + N_P^{II}}{U}$	

Přesnost Obráběcích strojů

- Definice přesnosti práce OS
 - Přesnost práce obráběcího stroje je dána přesností rozměrů obrobků, přesností tvarů obrobků a přesností vzájemné polohy ploch zhotovených na obrobcích na uvažovaném stroji

Přesnost Obráběcích strojů

- Přesnost rozměru
 - Plyne porovnáním skutečných a požadovaných rozměrů ploch
- Přesnost tvaru
 - Dána odchylkami tvarů jednotlivých částí obrobků od tvarů jmenovitých
- Přesnost vzájemné polohy ploch
 - Je určena vzájemnými odchylkami polohy dvou a více ploch od jmenovité

Přesnost Obráběcích strojů

- Stroje se dělí do tříd přesnosti
 - a) Na rotační plochy (Skupina A)
 - I. Třída přesnosti úchylky kruhovitosti do $3\mu\text{m}$
 - II. Třída přesnosti úchylky kruhovitosti do $5\mu\text{m}$
 - III. Třída přesnosti úchylky kruhovitosti do $10\mu\text{m}$
 - b) Na rovinné plochy (Skupina B)
 - I. Třída přesnosti úchylky rovinnosti do $3\mu\text{m}$
 - II. Třída přesnosti úchylky rovinnosti do $5\mu\text{m}$
 - III. Třída přesnosti úchylky rovinnosti do $10\mu\text{m}$

Geometrická přesnost

- Ustanovení stroje na základ – pevné ukotvení a měření :
 - a) Přímosti
 - b) Přímočarosti pohybu
 - c) Rovinnosti upínacích ploch
 - d) Rovnoběžnosti vodících ploch
 - e) Kolmosti upínací plochy k vedení
 - f) Souososti vřetena a opěrky koníku
 - g) Obvodové házení + čelního házení vřetena

Pracovní přesnost

- Pracovní zkoušky přesnosti ověřují správnost funkce
- Měření zahrnují
 - a) Zkoušku výkonnosti
 - b) Dokončovací obrábění
 - c) Přesnost polohování
 - d) Spolehlivost