



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

*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 SOUSTRUŽENÍ

**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



## OBSAH PŘEDNÁŠKY

1. Charakteristika soustružení
2. Nástroje pro soustružení
3. Stroje při soustružení
4. Použití soustruhů
5. Upínání obrobků
6. Řezné síly při soustružení
7. Strojní čas při soustružení
8. Orientační souhrn řezných podmínek

# Soustružení

Hlavní řezný pohyb ⇒  
Posuv ⇒  
Přísuv ⇒

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

- *rotační pohyb*  
- *v podélném a příčném směru*  
- *v podélném a příčném směru*



**Nástroje - soustružnické nože**



**Stroje - soustruhy**

# Soustružení

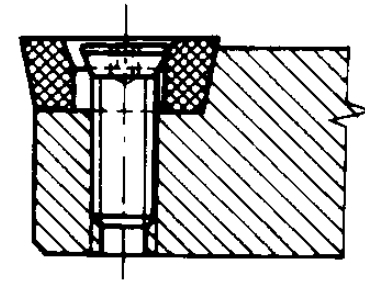
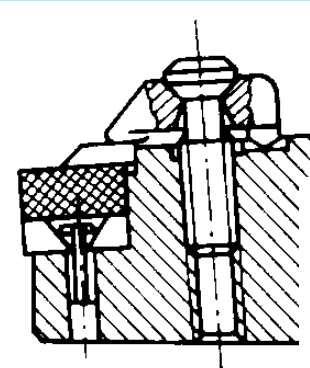
## Rozdělení soustružnických nožů :

♦ rozdělení dle obráběné plochy				♦ rozdělení dle směru posuvu			
vnější		vnitřní		pravý		levý	

♦ rozdělení dle druhu práce pro kterou jsou určeny								
UBĚRACÍ				HLADICÍ			ZAPICHOVACÍ A UPICHOVACÍ	
přímý	ohnutý	stranový	čelní	široký	úzký	rohový	zapichov.	upichov.
TVAROVÉ		SPECIÁLNÍ TVAROVÉ						
rádiusov.	závitový	kotoučový	prizmatický	tangenciální				

### • rozdělení dle konstrukce



Příklady mechanického upnutí vyměnitelné břitové destičky (VBD) v tělese nástroje

# Soustružení

Označování soustružnických  
nožů dle ISO

(pro informaci)

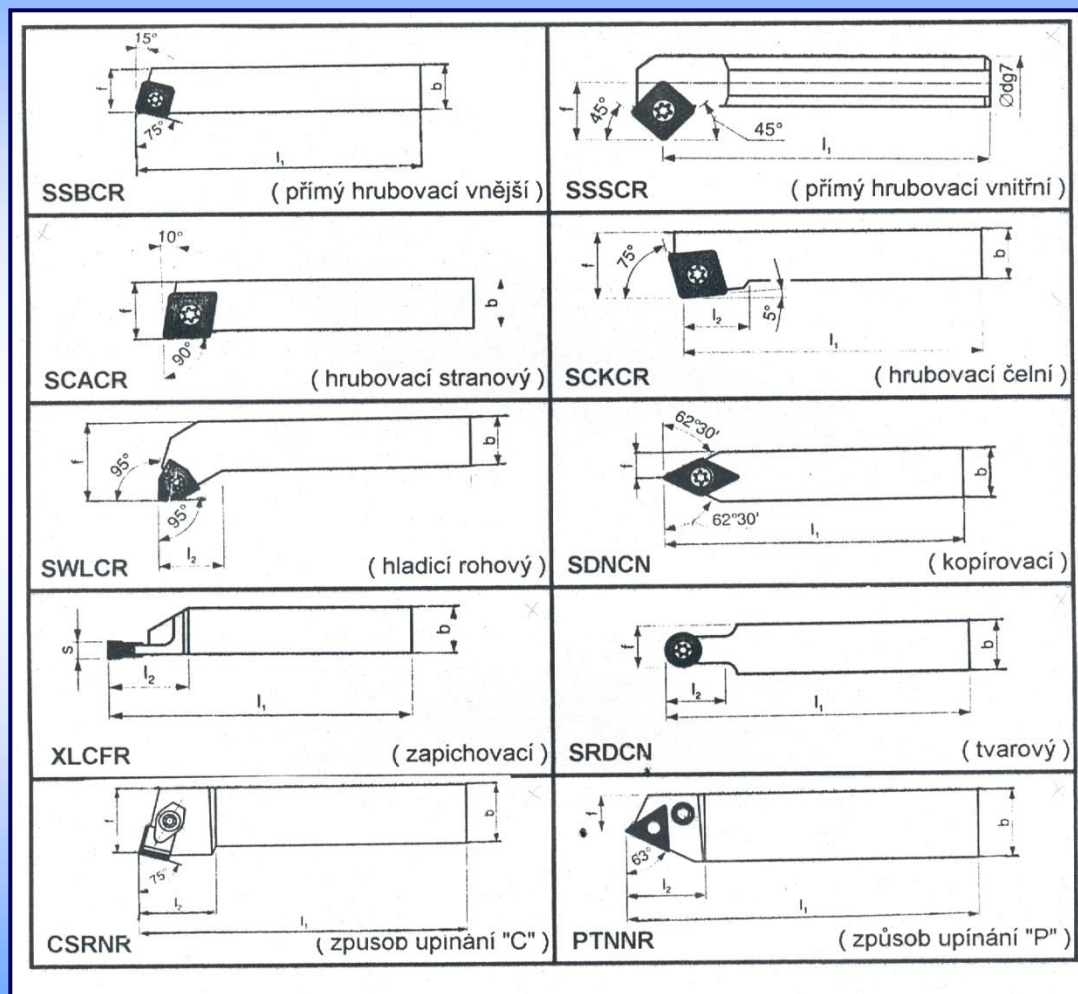
Kód ISO :

**CKJNR - 32 25 L 19 - S**

- C - Způsob upínání
- K - Tvar destičky
- J - Tvar nože a úhel nastav.
- N - Úhel hřbetu
- R - Směr řezu
- 32 - Výška držáku ( tělesa )
- 25 - Šířka držáku
- L - Celková délka
- 19 - Délka hl. ostří
- S - Údaje výrobce

Příklady označení

SN s VBD :



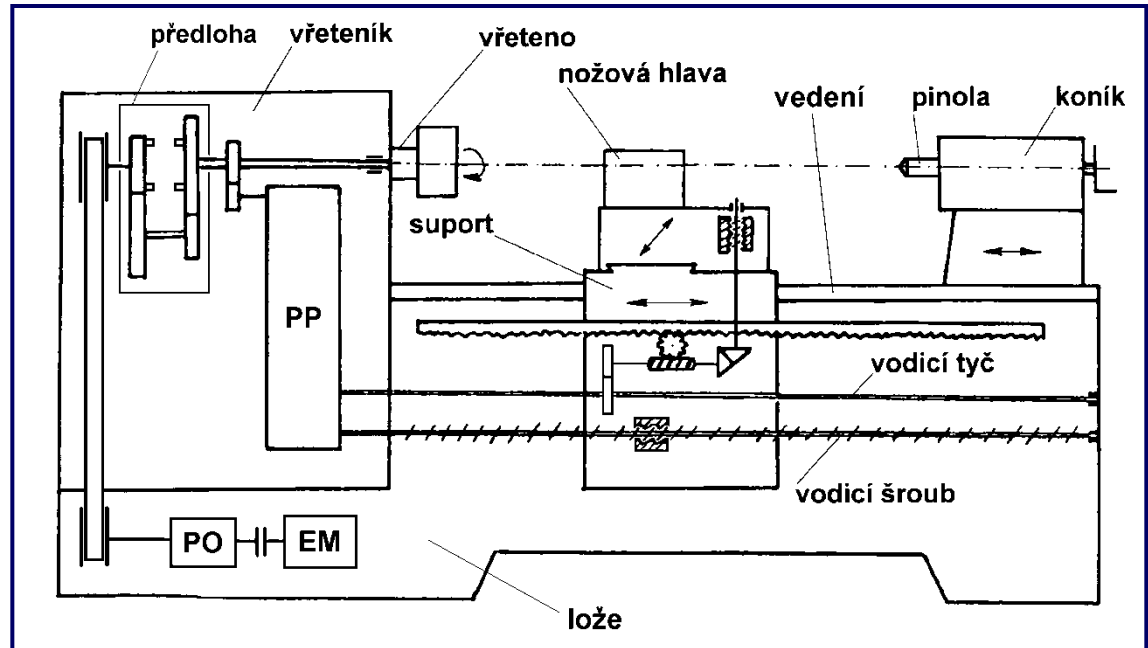
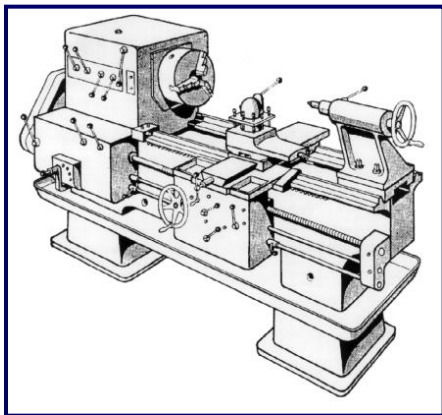
# Obráběné plochy a kinematické schéma soustruhu

## Obráběné plochy :

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



## ○ Kinematické schéma



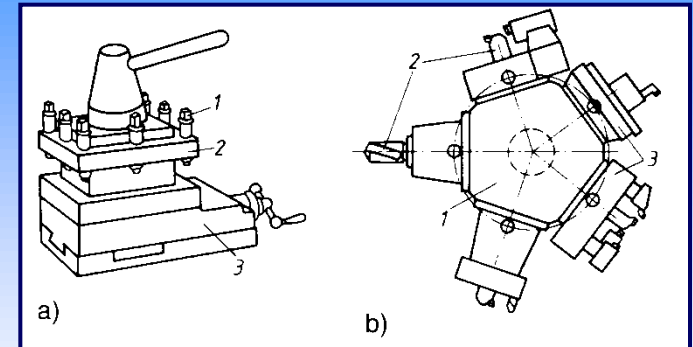
Posuv závisí na otáčkách vřetena



# Soustružení

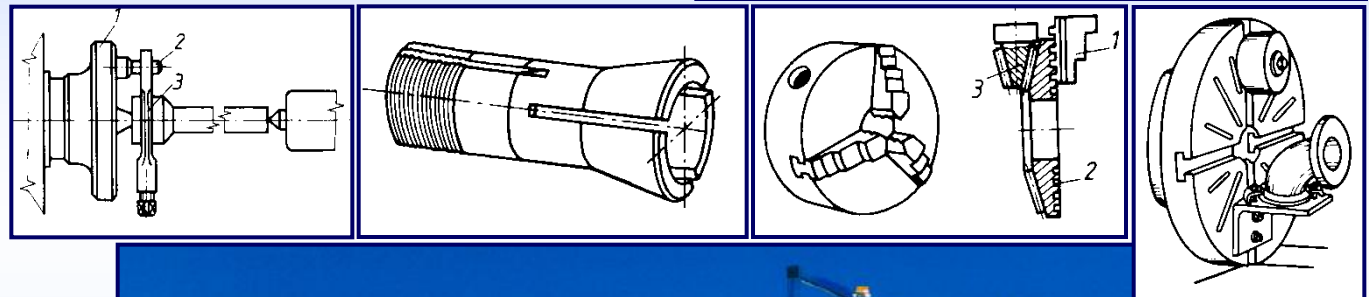
Příklady upínání nástrojů na soustruhu :

- nožová hlava
- revolverová hlava



Upínání obrobků na soustruhu :

- mezi hroty
- kleštiny
- univerzální sklíčidlo
- lícní deska



Rozdělení soustruhů :

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



# Stanovení řezných sil při soustružení

## • STANOVENÍ ŘEZNÝCH SIL VÝPOČTEM

### a) z měrné řezné síly

$$F_c = k_s \cdot A_D$$

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

$$A_D = f_{ot} \cdot a_p = a \cdot b$$

$$a = f_{ot} \cdot \sin \chi_r$$

### b) z empirických vztahů.

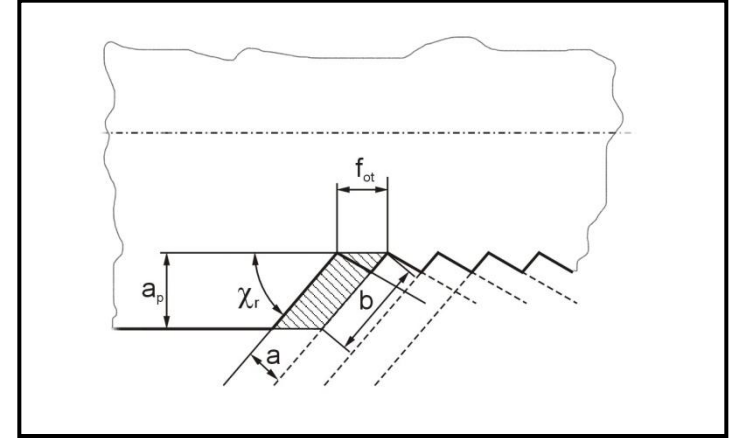
$$F_c = C_{F_c} \cdot a_p^{x_{F_c}} \cdot f^{y_{F_c}}$$

$$F_p = C_{F_p} \cdot a_p^{x_{F_p}} \cdot f^{y_{F_p}}$$

$$F_f = C_{F_f} \cdot a_p^{x_{F_f}} \cdot f^{y_{F_f}}$$

- $F_c$  ... řezná síla [ N ]
- $F_f$  ... posuvová síla [ N ]
- $F_p$  ... příusuvová 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> ]

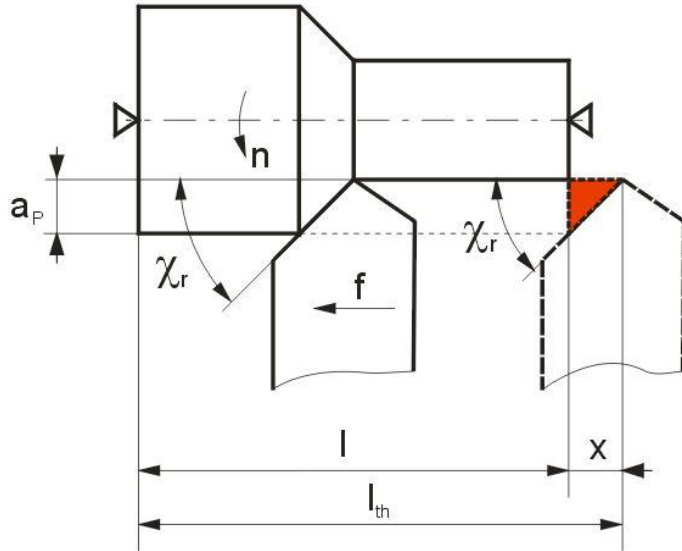
- $a$  ... tloušťka třísky [ mm ]
- $b$  ... šířka třísky [ mm ]
- $a_p$  ... hloubka záběru [ mm ]
- $C_F$  ... konstanta [ - ]
- $f_{ot}, f$  ... posuv [ mm/ot ]
- $x_F, y_F$  ... exponenty [ - ]
- $\chi_r$  ... nástroj. úhel nastavení [ ° ]



○ *Průřez třísky při soustružení*



# Výpočet strojního času při soustružení



$$\operatorname{tg} \chi_r = \frac{a_p}{x} \quad \operatorname{cotg} \chi_r = \frac{x}{a_p} \Rightarrow x$$

$$t_s = \frac{L}{v_f} \cdot i \quad L = l_{th} + l_n + l_p \quad l_{th} = l + x = l + a_p \cdot \operatorname{cotg} \chi_r$$

$$v_f = f_{ot} \cdot n$$

## • OBJEMOVÝ VÝKON

$$Q_w = \frac{V}{t_s}$$

- $t_s$  ... čas strojní [ s ]
- $L$  ... délka záběru [ m ]
- $v_f$  ... rychlost posuvu [ m.s<sup>-1</sup> ]
- $l_{th}$  ... teoretická délka záběru [ m ]
- $l_n$  ... délka náběhu (0,5 – 2 mm) [ m ]
- $l_p$  ... délka přeběhu (0,2 – 2 mm) [ m ]
- $l$  ... délka obráběné plochy [ m ]
- $a_p$  ... hloubka záběru [ m ]
- $\chi_r$  ... úhel nastavení [ ° ]
- $f_{ot}$  ... posuv na otáčku ( $s_{ot}$ ) [ m ]
- $n$  ... otáčky [ s<sup>-1</sup> ]
- $i$  ... počet záběrů [ - ]
- $Q_w$  ... objemový výkon [ m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> ]
- $V$  ... objem odebraného materiálu obrobku [ m<sup>3</sup> ]

## Orientační souhrn řezných podmínek

způsob obrábění	hloubka záběru	posuv	řezná rychlost
soustružení	0,03 až 30 mm	0,05 až 2 mm/ot	10 až 600 m.min <sup>-1</sup>

## Orientační hodnoty drsnosti povrchu a přesnosti rozměrů

způsob obrábění	drsnost povrchu	přesnost rozměrů
	Ra [μm]	IT
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

# Soustružení - řezné podmínky

- řezné podmínky (v užším slova smyslu) při soustružení volíme obecně tak, že z celkového přídávku na obrábění nejprve stanovíme **hloubku záběru**; přídavek odebíráme pokud možno na jednu třísku; hloubka záběru je omezena délkou ostří nože (v záběru nemají být více než 2/3 délky ostří), výkonem stroje a tuhostí stroje a obrobku; hloubka záběru při soustružení se obvykle pohybuje v rozsahu **0,03 až 30 mm** :

pro hrubování	3 až 30 mm,
na čisto	0,5 až 3 mm,
pro jemné soustružení	0,03 až 0,5 mm.

- následně stanovíme hodnotu **posuvu**; volba posuvu závisí na požadované jakosti obrobené plochy a je ovlivněna též geometrií břitu, tuhostí stroje a jeho výkonem. Posuv se volí co největší tak, aby vyhovoval uvedeným kritériím; obvykle se pohybuje v rozsahu **0,05 až 2 mm/ot**, např. :

při hrubování	0,3 až 2 mm/ot (u velkých strojů i více),
na čisto	0,1 až 0,3 mm/ot,
pro jemné soustružení	0,05 až 0,1 mm/ot.

- **řezné rychlosti** pro soustružení se obvykle pohybují v rozsahu **10 až 600 m.min<sup>-1</sup>** a jsou závislé zejména na druhu obráběného materiálu, na způsobu obrábění a na druhu nástrojového materiálu; pro nástroje z rychlořezné oceli (RO) a ze slinutých karbidů (SK) a jednotlivé způsoby soustružení vnějších rotačních ploch, jsou v následujícím přehledu uvedeny orientační hodnoty řezných rychlostí :

	RO	SK
při hrubování	10 až 90 m.min <sup>-1</sup>	40 až 300 m.min <sup>-1</sup>
na čisto	20 až 120 m.min <sup>-1</sup>	50 až 500 m.min <sup>-1</sup>
pro jemné soustružení	40 až 150 m.min <sup>-1</sup>	60 až 600 m.min <sup>-1</sup>

V daném rozsahu zpravidla platí nejnižší řezné rychlosti pro obrábění legovaných ocelí, vyšší řezné rychlosti je možno volit pro obrábění nelegovaných uhlíkových ocelí a litiny. Vysoké rychlosti lze použít pro obrábění hliníku a jeho slitin. Maximální hodnoty řezné rychlosti uvedené v jednotlivých rozsazích platí pro povlakované nástroje. Při vnitřním soustružení se hodnoty řezných rychlostí snižují až o 20 %.

## Inovace v oblasti konstrukce soustružnických nástrojů



### ODLAMOVATELNÉ BŘITOVÉ DESTIČKY

- nástroje pro zapichování a upichování
- zapichování od šířky 1,5 mm a do hloubky až 10 mm
- břitové destičky šířky ( 1 ÷ 2,5 ) mm

○ Pohled na nožový držák břitových destiček z boku

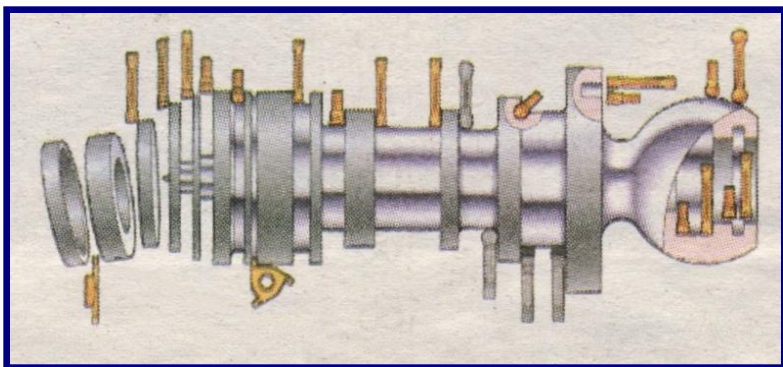
- přední břit lze při opotřebení nebo poškození jednoduše odlomit
  - uvolní se místo pro další břit



- k uvolnění opotřebovaného břitu stačí jen uvolnit upínací šroub, vysunout řezací vložku dopředu a břit stranově odlomit speciálním klíčem
- za sebou seřazené břity (podle typu držáku až 5 břitů) mají malou velikost
  - lze použít ve stísněných podmínkách

○ Nožový držák a odlamovací břitové destičky

# Inovace v oblasti konstrukce soustružnických nástrojů



## PRODUKTIVNÍ UPICHOVÁNÍ A ZAPICHOVÁNÍ

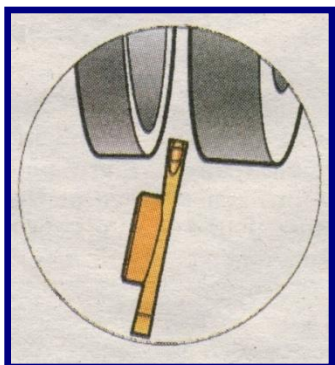
- VBD mají třetí břit - destička vydrží déle
- VBD jsou velmi tenké - (1 ÷ 2) mm - tzn. úspora objemu materiálu obrobku



○ Možnosti upichování a zapichování

- vhodné pro upichování trubek z „měkkých“ materiálů, upichování tyčí a zapichování v hromadné výrobě
- vynikající kvalita povrchu obrobku

○ Geometrie pro utváření třísek - typ CS



○ Detailní pohled na proces upichování

- přestavení destiček lze provádět přímo na stroji
- na jeden držák lze uchytit všechny šířky VBD
- tolerance délky upíchnutých součástí v rozmezí  $\pm 0,025$  mm



○ Geometrie pro lámání třísek - typ CM



# Nový nástrojový systém pro soustružnické automaty



- systém navržený pro automaty Švýcarského typu a pro operace v omezeném prostoru
- nástrojový držák má zadní nebo přední upínací zařízení - udržuje destičku unikátní konstrukce v přesné poloze



a)



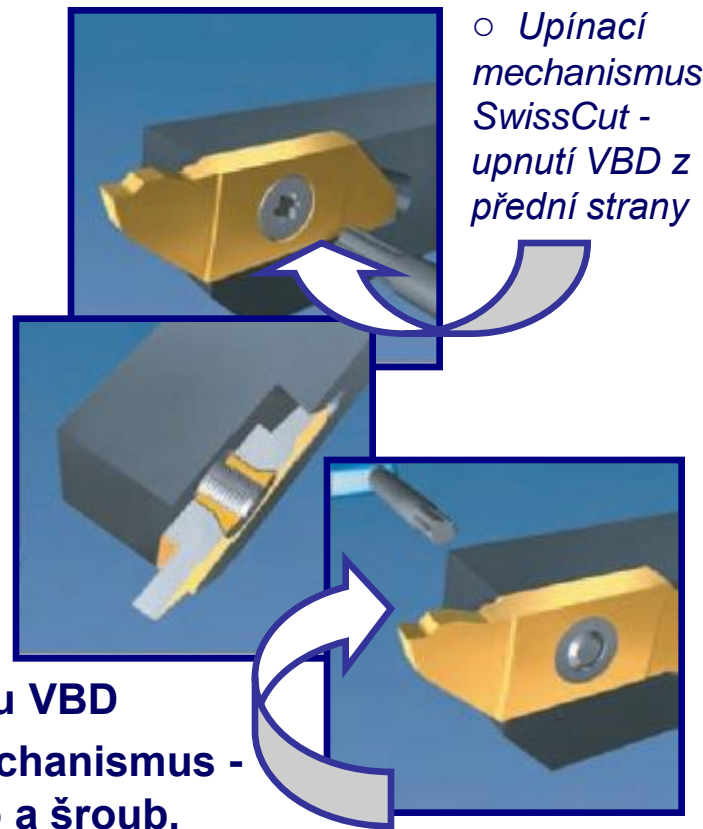
b)



c)

- VBD pro:
  - a) zapichování
  - b) zpětné soustružení
  - c) zpětné soustružení neželezných mat.

- upínací systém urychluje výměnu VBD
- zadní upínací mechanismus - závitové pouzdro a šroub, který VBD vtahuje do držáku
- přední upínací mechanismus - polostandardní verze upínání bez závitového pouzdra



○ Upínací mechanismus SwissCut - upnutí VBD z přední strany

○ Upínací mechanismus SwissCut - upnutí VBD ze zadní strany přes závit. pouzdro



# 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"