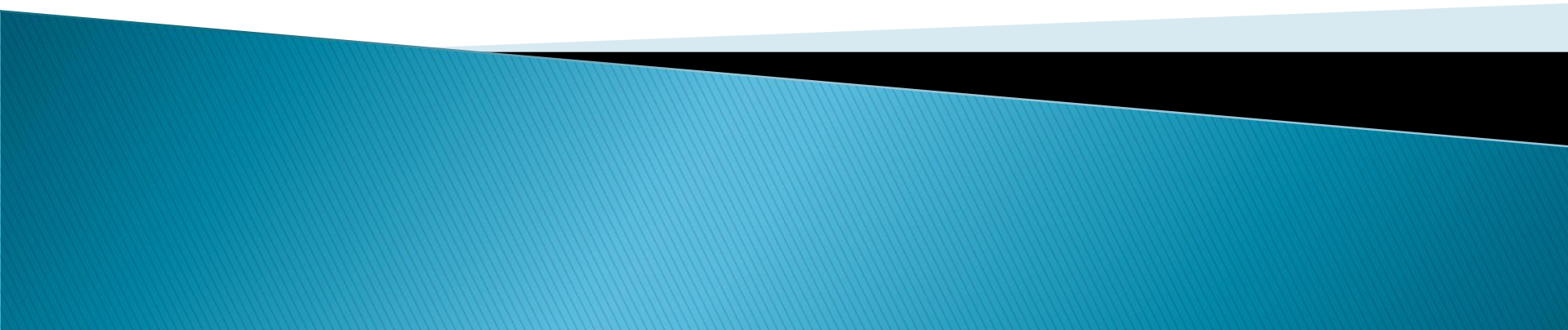
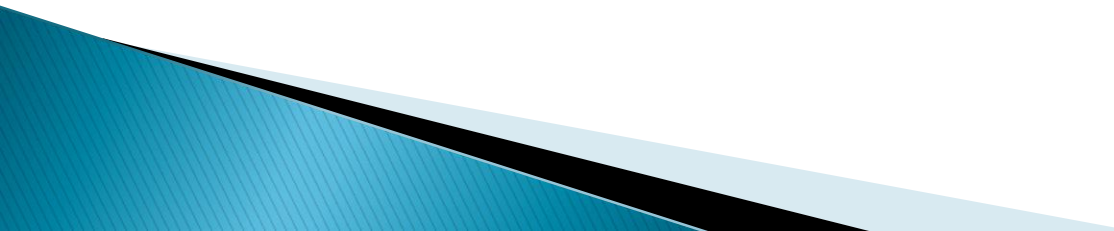


STROJÍRENSKÁ TECHNOLOGIE 2

PŘEDNÁŠKA I., II.



Technologie obrábění

- ▶ Základní pojmy obrábění,
 - ▶ Rozdělení metod obrábění,
 - ▶ Pohyby při obrábění,
 - ▶ Geometrie břitu nástroje – nástrojové roviny, nástrojové úhly.
- 

Základní pojmy

▶ TECHNOLOGIE –

je nauka o výrobních postupech, metodách, strojích a zařízeních, jimiž se suroviny nebo polotovary mění v hotový výrobek.

▶ STROJÍRENSKÁ TECHNOLOGIE –

se zabývá výrobou a zpracováním kovů tj. výrobou kovů a jejich slitin, až po zhotovení konečného výrobku.

(Výrobní proces ve strojírenství:

- Technická příprava výroby;
- Technologické procesy;
- Kontrolní procesy;)

▶ TECHNOLOGICKÉ PROCESY –

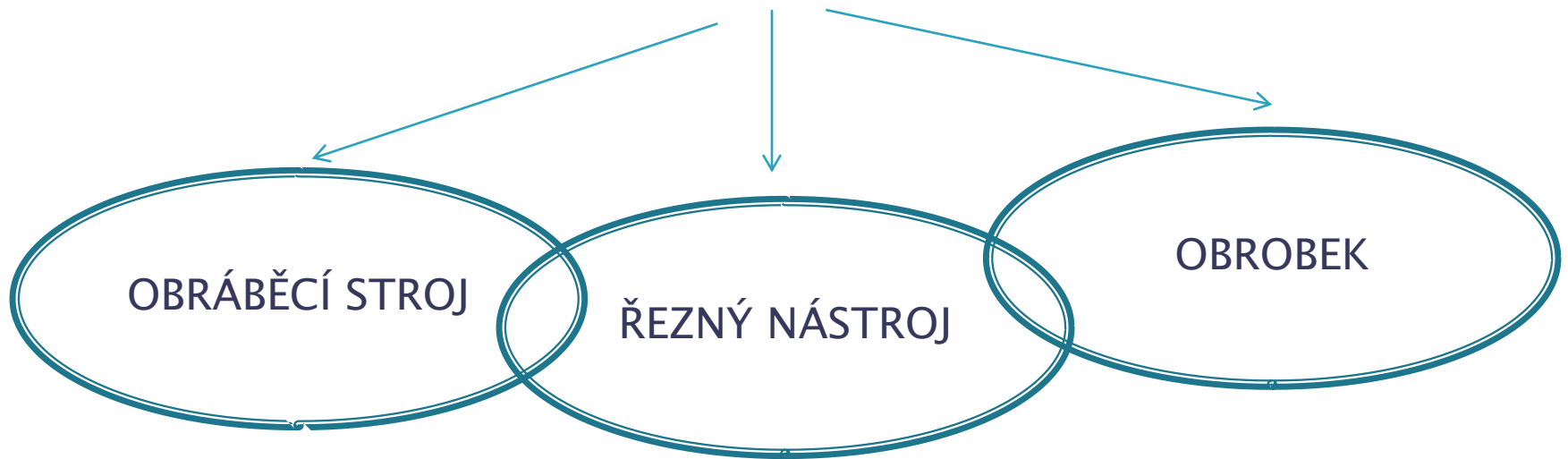
pomocné (nářadí a přípravky; údržba strojů a zařízení), **základní** (příprava polotovarů; výroba součástek; montáž), **obslužné** (doprava; laboratoř; skladové hospodářství).

▶ OBRÁBĚNÍ –

technologický proces, kterým vytváříme povrchy obrobku určitého tvaru, rozměrů a jakostí. A to odebíráním částic materiálu pomocí účinků mechanických, elektrických, chemických, případně jejich kombinací.

- ▶ **POLOTOVAR** – předmět, který se teprve bude obrábět;
- ▶ **OBROBEK**– obráběný nebo již obrobený předmět;

Obrábění se uskutečňuje v soustavě



- ▶ **ŘEZÁNÍ** – obrábění, při kterém dochází k odbírání části materiálu ve tvaru třísky břitem rezného nástroje.
- ▶ **PŘÍDAVEK** – část materiálu obrobku, kterou je potřeba odstranit obráběním.
- ▶ **ODEBÍRANÁ VRSTVA** – část přídavku, odřezávaná ve formě třísky.
- ▶ **TŘÍSKA** – odříznutá a deformovaná vrstva materiálu obrobku.

Rozdělení metod obrábění

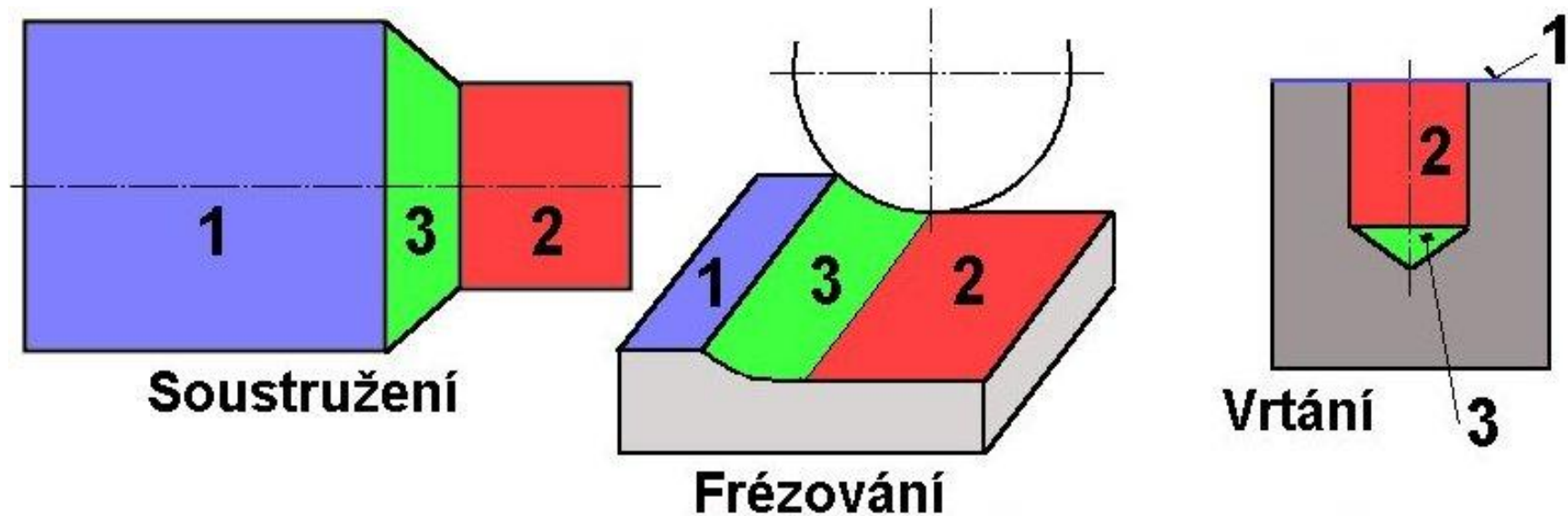
▶ Podle charakteru práce:

- ❑ ruční;
- ❑ strojní;

▶ Podle charakteristických znaků:

- ❑ obrábění pomocí nástrojů s definovanou geometrií (soustružení, frézování, vrtání, obrážení, ...);
- ❑ Obrábění pomocí nástrojů s nedefinovanou geometrií (broušení, honování, lapování a jiné dokončovací operace);
- ❑ Nekonenční metody obrábění (elektro-erzivní, chemické, ultrazvuk, laser, soustředěným paprskem...);
- ❑ Úpravy obrobků ploch (válečkování, leštění, hlazení, ...);

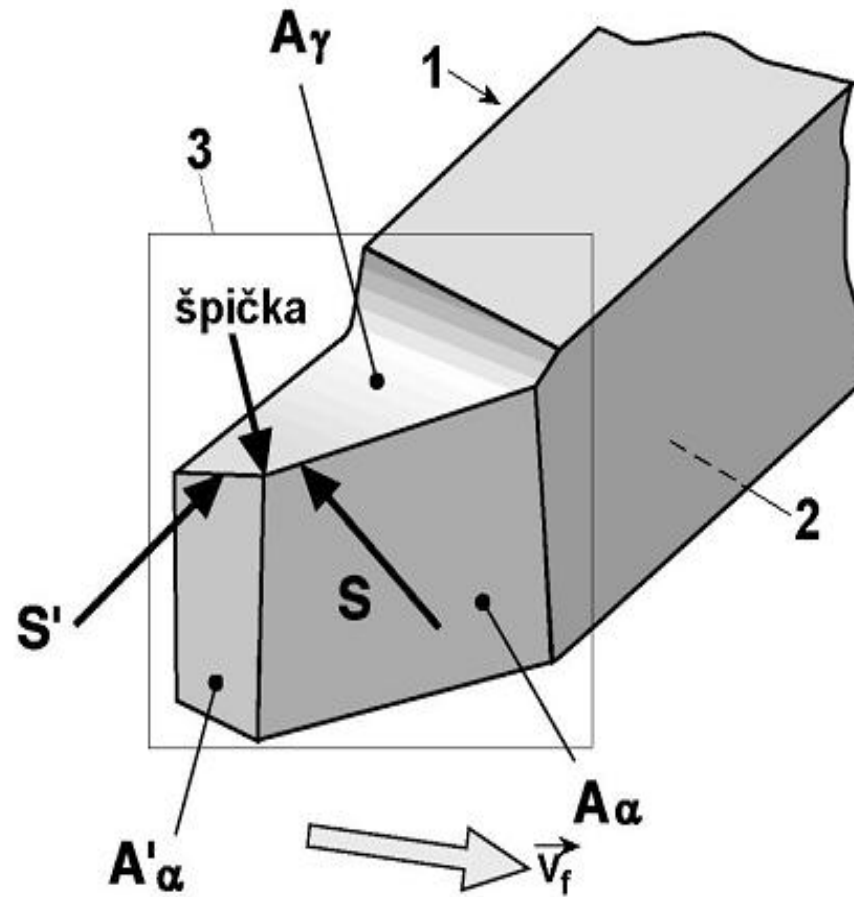
Obrobek



1 - obráběná, 2 - obrobena, 3 - přechodová

- ▶ **Obrobek** je z geometrického hlediska charakterizován obráběnou, obrobenou a přechodovou plochou (tzv. plocha řezu);
- ▶ **Obráběná plocha** – je část povrchu obrobku odstraňovaná obráběním;
- ▶ **Obrobená plocha** – plocha na obrobku vzniklá působením rezného nástroje;
- ▶ **Přechodová plocha** – okamžitá plocha obrobku, vytvářená při obrábění působením ostří rezného nástroje během otáčky nebo zdvihu.

Řezný nástroj



Základní části nástroje

- ▶ **1 – upínací část (stopka)** – část nástroje, která slouží k upínání do obráběcího stroje;
- ▶ **2 – základna** – plochý prvek stopky nástroje, sloužící pro umístění a orientaci nástroje při výrobě, kontrole a ostření. Ne všechny nástroje mají jednoznačně určenou základnu.
- ▶ **3 – řezná část** – funkční část nástroje, která obsahuje prvky tvořící třísku.

Plochy na nástroji

Z geometrického hlediska je nástroj identifikován svými prvky, plochami, ostřemi a rozměry.

- ▶ **A_γ – čelo nástroje** – plocha nebo souhrn ploch po které odchází tříska;
- ▶ **A_α – hřbet nástroje** – plocha nebo souhrn ploch, která je přikloněna k přechodové ploše (hlavní ostří) nebo k obrobené ploše (vedlejší ostří);
- ▶ **Utvářeč třísky** – část čelní plochy určená k lámání nebo svinování třísky. Mohou být vylisovány nebo přiloženy na čelo nástroje.

Řezný nástroj – aktivní prvek při obrábění

- ▶ **Hlava nože (zub)** – obsahuje břit
- ▶ **Tělo nástroje** – část, za kterou je nástroj upínán (má ustavovací a upínací plochu)
ustavování pomocí podložek – špička nože ve výšce osy obrobku
- ▶ **Břit** – činná část hlavy nože (zubu) ohraničená plochou čela a plochou hřbetu tj. je vytvořen jako klín; břitový klín je společný prvek všech druhů řezných nástrojů; při řezání vniká do hmoty obrobku a odděluje z ní třísku;
- ▶ **Plocha čela** – plocha, po které odchází tříska
- ▶ **Hřbet** – boční plocha (hlavní, vedlejší)
- ▶ **Ostří** – průsečnice plochy čela a plochy hřbetu (hlavní, vedlejší)
- ▶ **Špička** – průsečík hlavního a vedlejšího ostří (zaoblená, sražená, přímá); podle posuvu může být jako břit hlavní a vedlejší;

Ostří nástroje

- ▶ **Ostří** – prvek řezné části, kterým se realizuje vlastní proces řezání. Je průsečnicí hřbetu a čela.
- ▶ **S** – **hlavní ostří** – část ostří, která má sloužit k vytvoření přechodové plochy na obrobku.
- ▶ **S'** – **vedlejší ostří** – provádí dokončovací práci na obrobené ploše, ale nevytváří plochu přechodovou.
- ▶ **Uvažovaný bod ostří** – bod nacházející se v kterémkoliv místě hlavního nebo vedlejšího ostří, ve kterém se nachází počátek souřadnicového systému.

Soustružnický nůž - stranový pravý
DIN4980/P20



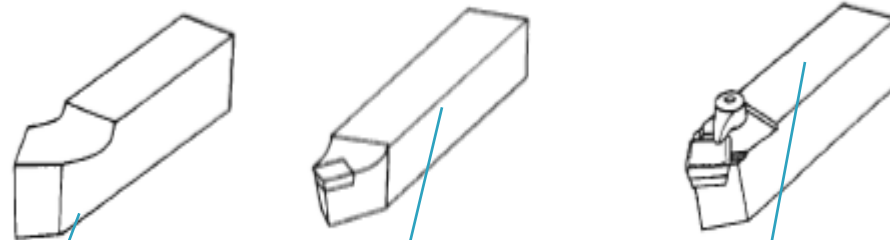
**HM
P20/
K20**

**DIN
4980**

**ISO
6**

materiál nástroje – letovaný tvrdokov
rozměrová evropská norma nástroje
toleranční evropská norma nástroje

► **výměnné břitové destičky**

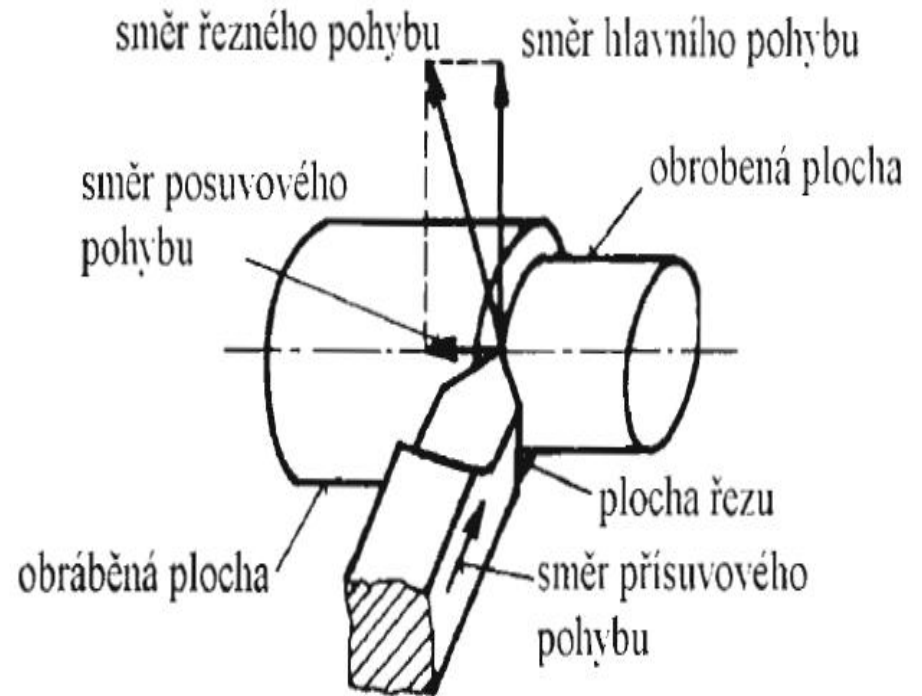
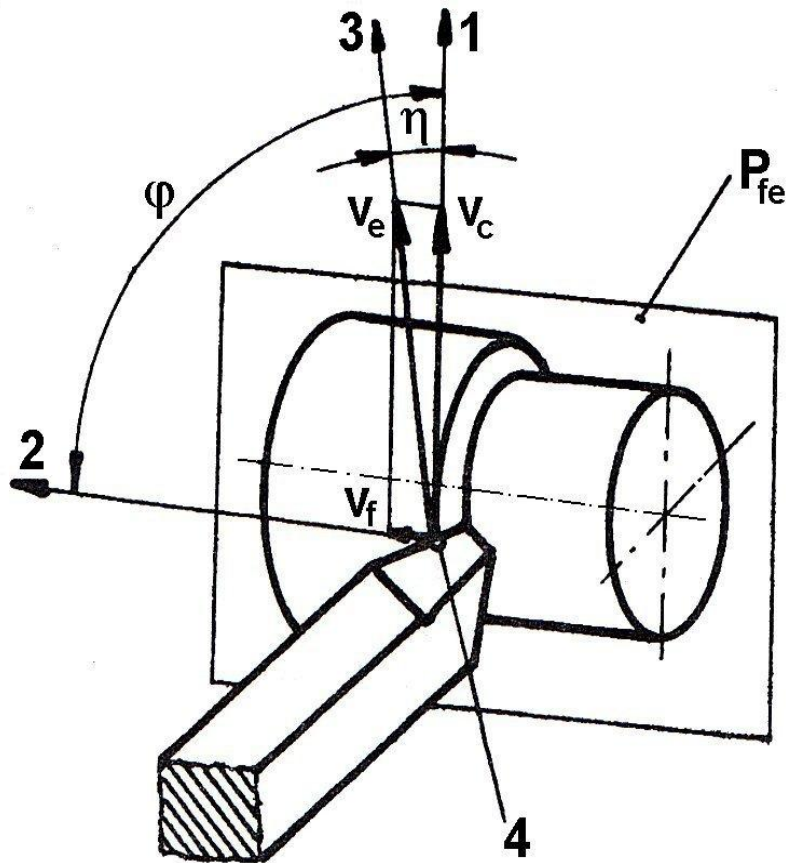


monolitní nůž

nůž s pájenou destičkou

nůž s výměnnou břitovou destičkou

Pohyby při obrábění



SOUSTRUŽENÍ

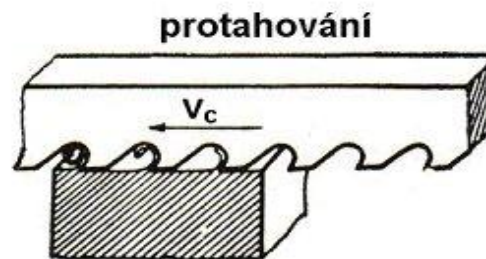
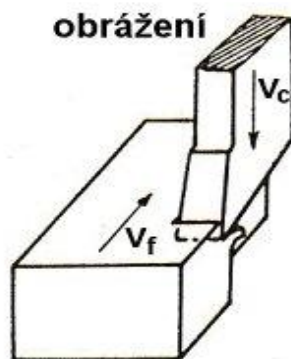
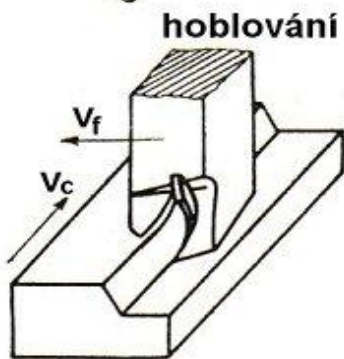
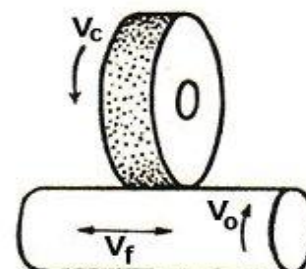
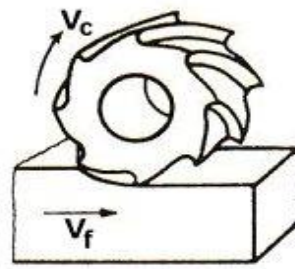
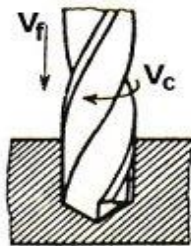
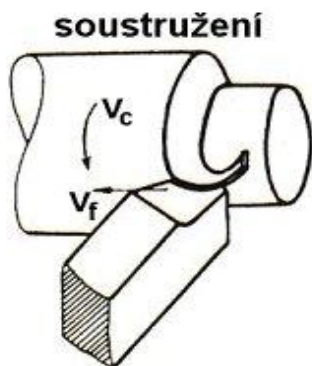
Pohyby při obrábění

- ▶ **Hlavní řezný pohyb** – vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem, který realizuje obráběcí stroj. Směr hlavního řezného pohybu je definován jako směr okamžitého hlavního pohybu uvažovaného bodu ostří.
- ▶ **Řezná rychlost v_c** – je vyjádřena jako okamžitá rychlost hlavního řezného pohybu uvažovaného bodu ostří vzhledem k obrobku.
- ▶ **Posuvný pohyb (vedlejší řezný pohyb)** – je realizován jako další relativní pohyb mezi nástrojem a obrobkem. U některých způsobů obrábění tento pohyb není.

- ▶ **Posuvná rychlost v_f** – je určena jako okamžitá rychlost posuvového pohybu v uvažovaném bodě ostří vzhledem k obrobku.
- ▶ **Výsledný řezný pohyb** – vycházející pohyb ze současného hlavního a posuvového pohybu. Vznikne vektorovým součtem obou pohybů.
- ▶ **Rychlost výsledného řezného pohybu v_e** – okamžitá rychlost výsledného pohybu v uvažovaném bodě ostří vzhledem k obrobku.
- ▶ **Úhel řezného pohybu η** – je úhel mezi směrem hlavního řezného pohybu a výsledného řezného pohybu v pracovní rovině boční P_{fe} .
- ▶ **Přísuv** – pohyb nástroje nebo obrobku, kterým se nastavuje nástroj do pracovní polohy na požadovanou šířku záběru a_p (hloubku řezu h).

Rozdělení obrábění podle hlavního řezného pohybu

- ▶ rotační pohyb – obrobek
soustružení
- ▶ rotační pohyb – nástroj
**vrtání, vyhrubování, vystružování,
zahlubování, frézování, broušení, řezání
kotoučovou pilou**
- ▶ přímočarý vratný – obrobek
hoblování
- ▶ přímočarý vratný – nástroj
**obrážení, protlačování, protahování, řezání
rámovou pilou, řezání pásovou pilou, pilování**



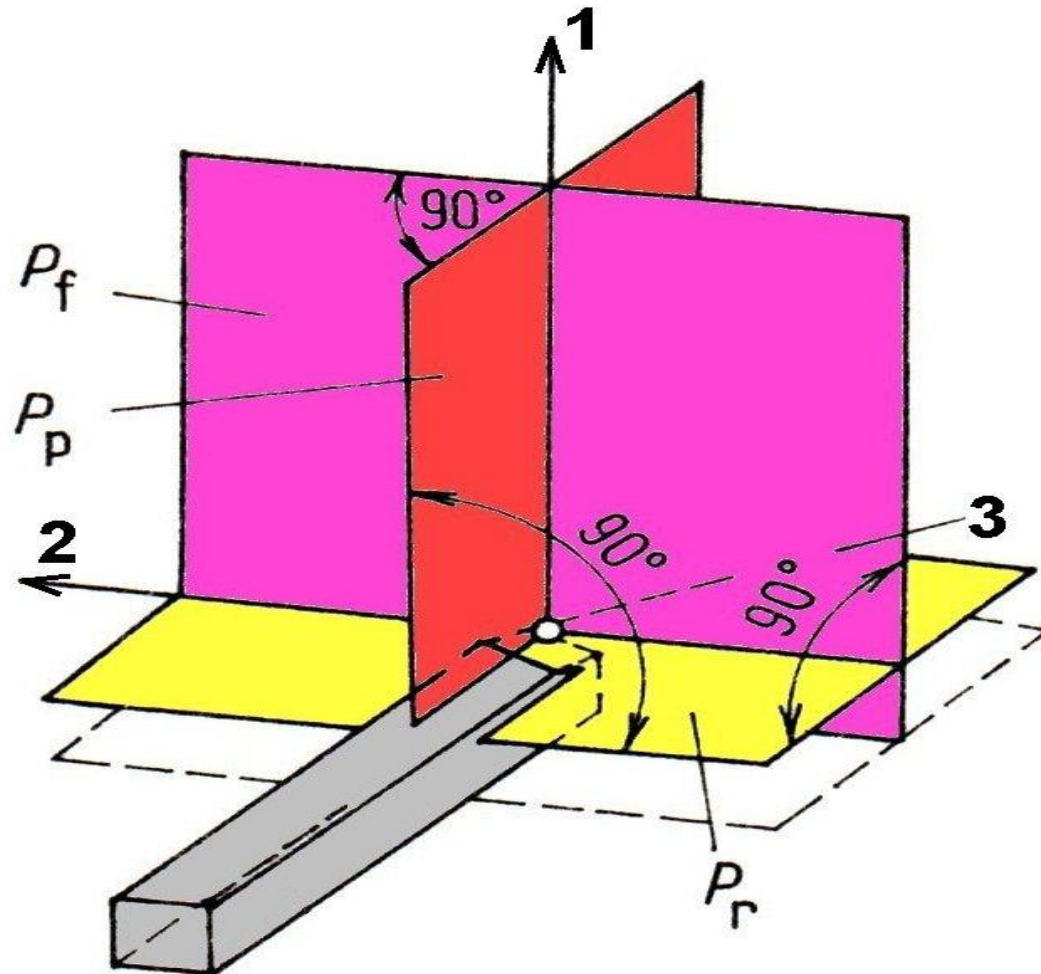
Geometrie břítu nástroje



Souřadnicové soustavy nástroje

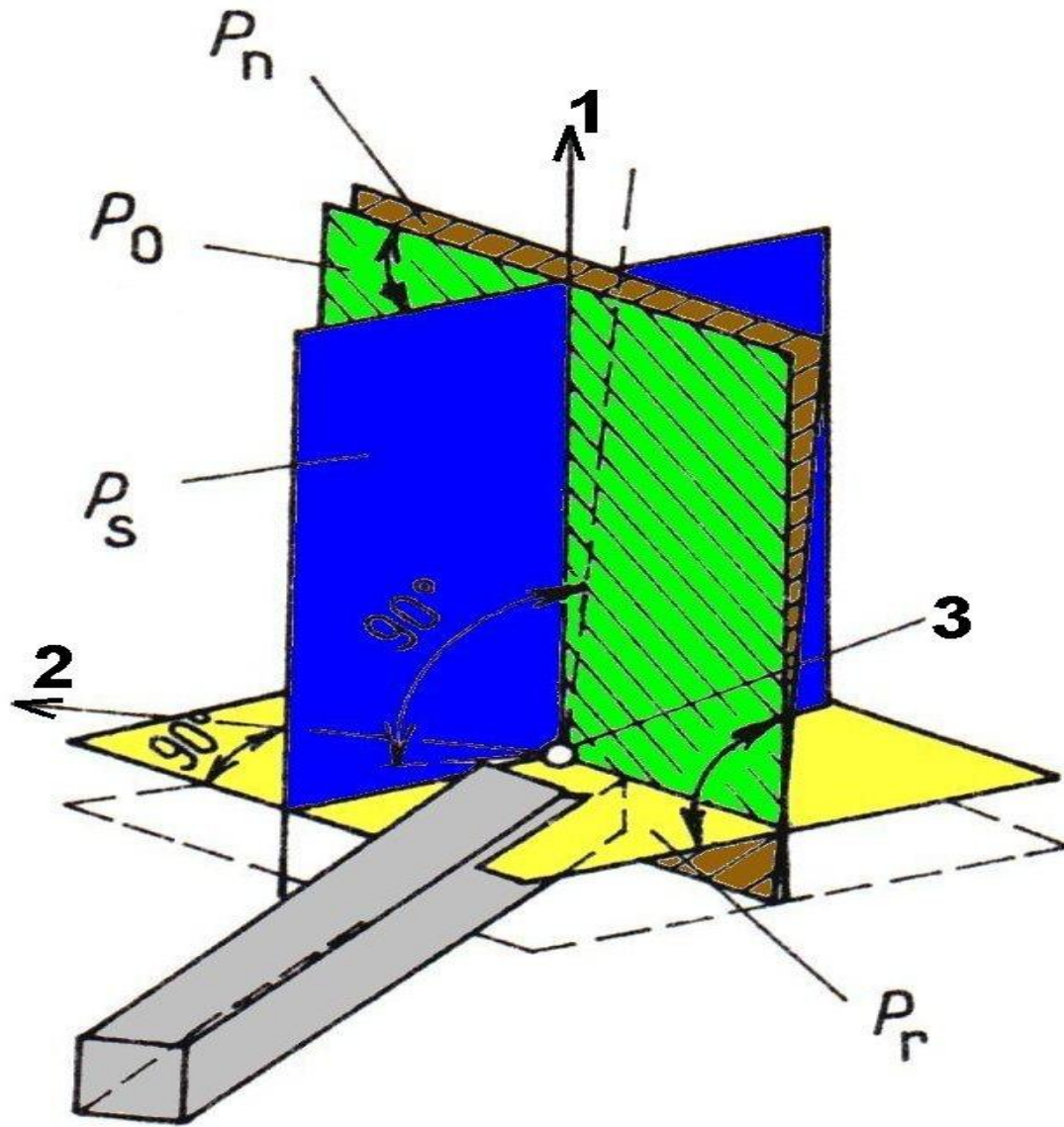
- ▶ Pro jednoznačnou identifikaci řezné části nástroje se definuje **nástrojová** a **pracovní** soustava;
 - V této rovině se definuje geometrie řezné části ve statickém pojetí. Uplatní se zejména při konstrukci, výrobě, kontrole a ostření nástroje.
 - Tato soustava se nazývá také jako efektivní nebo kinetická. Identifikuje se geometrie v procesu řezání (přidává se index e).
- ▶ **Řezné nástroje** mají sice různé tvary a provedení – soustružnický nůž, fréza, protahovací trn, brusný kotouč apod. – funkční části břitu jsou však u všech nástrojů obdobné.

Roviny nástrojové souřadnicové soustavy



- ▶ 1 – směr vektoru hlavního řezného pohybu;
- ▶ 2 – směr posuvového pohybu;
- ▶ 3 – uvažovaný bod ostří;

- ▶ P_r – nástrojová základní rovina – prochází uvažovaným bodem ostří, je kolmá na předpokládaný směr hlavního řezného pohybu.
- ▶ P_f – nástrojová boční rovina – rovin prochází uvažovaným bodem ostří, leží v ní vektor posuvového pohybu a je kolmá na rovinu základní.
- ▶ P_p – nástrojová zadní rovina – prochází uvažovaným bodem ostří, kolmá na rovinu základní a na rovinu boční.



- ▶ 1 – směr vektoru hlavního řezného pohybu;
- ▶ 2 – směr posuvového pohybu;
- ▶ 3 – uvažovaný bod ostří;

- ▶ P_s – nástrojová rovina ostří – rovina tečná k ostří v uvažovaném bodě ostří a kolmá na rovinu základní.
- ▶ P_o – nástrojová rovina ortogonální – rovina procházející uvažovaným bodem ostří a kolmá na rovinu základní a rovinu ostří.
- ▶ P_n – nástrojová rovina normálová – rovina kolmá na ostří v uvažovaném bodě ostří. Jako jediná není obecně kolmá na P_r (pouze když $\lambda_s = 0$).

Nástrojové úhly

Jsou definovány v nástrojové souřadnicové soustavě a mají index totožný s indexem nástrojové roviny ve které jsou měřeny.

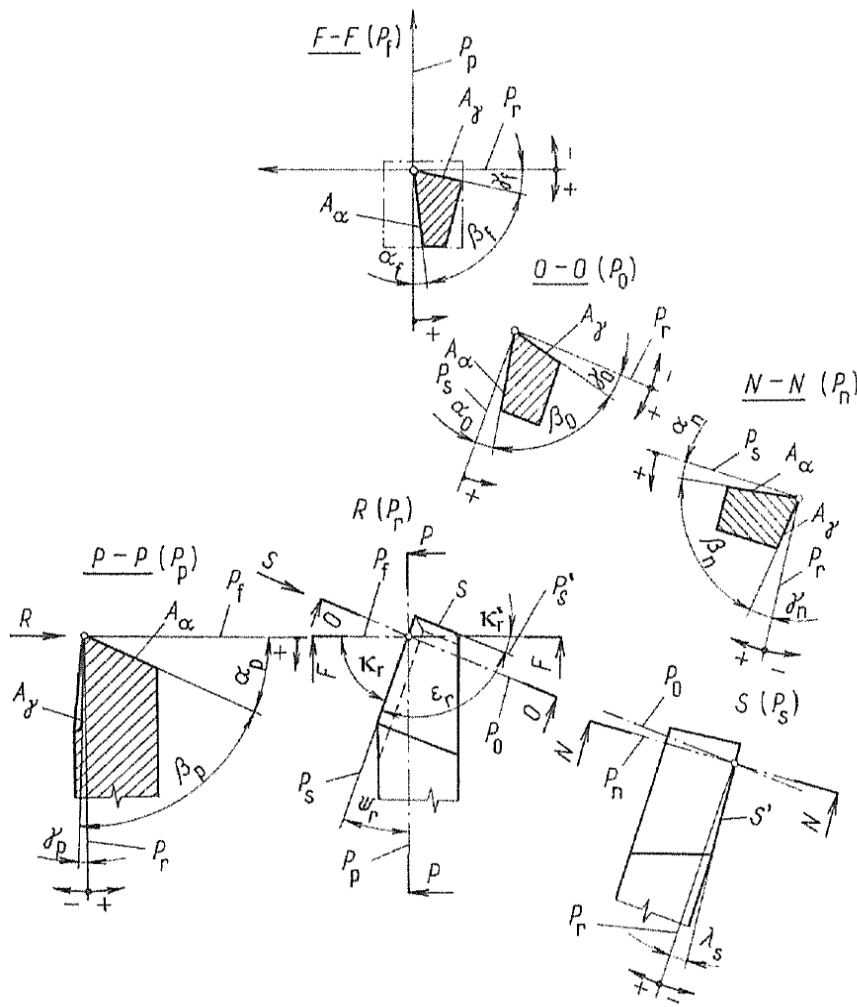
□ Nástrojové úhly obecně ovlivňují:

velikost řezných sil, teplotu řezání, tvorbu třísky, hospodárnost obrábění, strukturu povrchu, vlastnosti povrchové vrstvy;

□ Volbu velikosti úhlů ovlivňují:

fyzikálními a mechanickými vlastnostmi obrobku, řeznými parametry, požadovanou strukturou povrchu, požadovanými vlastnostmi obrobené vrstvy;

Nástrojové úhly



Úhly polohy ostří:

κ_r – úhel nastavení hlavního ostří

leží mezi P_s a P_f , měřený v P_r

κ_r - úhel nastavení vedlejšího ostří

leží mezi P_s a P_f , měřený v P_r

ε_r – úhel špičky

leží mezi P_s a P_s , měřený v P_r

λ_s - úhel sklonu hlavního ostří

leží mezi S a P_r , měřený v P_s

Úhly řezného klínu

(vždy s indexem roviny!!):

γ - úhel čela

leží mezi A_γ a P_r

α – úhel hřbetu

leží mezi A_α a P_r

β – úhel břitu

leží mezi A_α a A_γ

Matematické závislosti:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90$$

$$\kappa_r + \kappa_r + \varepsilon_r = 180$$

Ovlivnění geometrie břitu

Velikosti nástrojových úhlů ovlivňují tyto parametry:

κ_r, κ_r' (hodnoty se běžně pohybují $45^\circ - 90^\circ$)

- tvar třísky (κ_r)
- strukturu povrchu (κ_r')
- složky řezné síly (poměry)

λ_s (hodnoty se běžně pohybují -6° do $+6^\circ$, včetně nulové hodnoty)

- tuhost břitu
- zatížení špičky
- ovlivňuje směr odchodu třísky (+ od obrobku, - k obrobku)

γ (γ_o) (běžně se volí od -8° do $+8^\circ$)

- mechanismus tvorby třísky
- řezné síly
- tuhost břitu

α (α_o) (běžně se volí 8° až 12° - nesmí být záporné!!!)

- ovlivňuje podmínky tření na hřbetě - otěr
- tuhost břitu

r_e (volí se v rozsahu 0,2mm až 5mm)

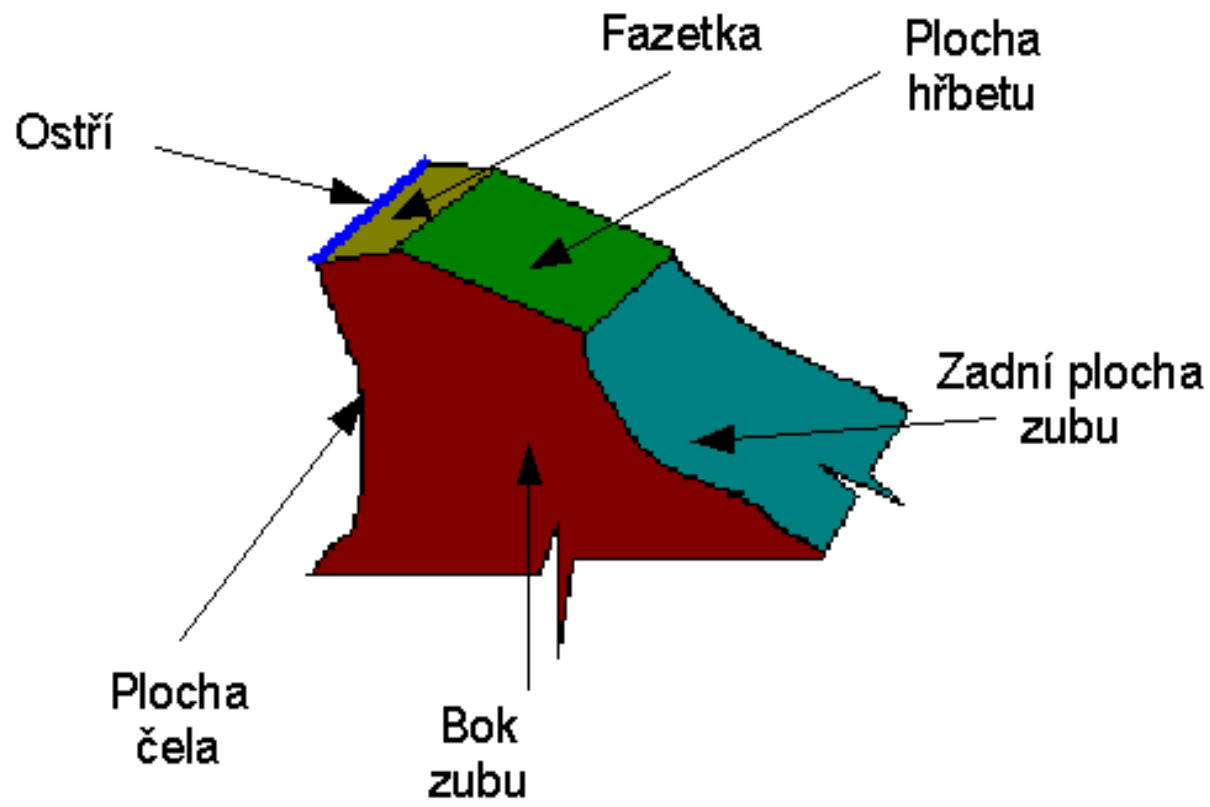
- čím vyšší poloměr špičky, tím vyšší posuvy a vyšší trvanlivost nástroje
- výrazně ovlivňuje strukturu povrchu

Poznámka

- ▶ **Nástrojové úhly na vícebřítých nástrojích – tzv. nástroje rotační – frézy, vrtací nástroje apod.;**







- ▶ **břitové diagramy** – k výrobě a ostření nástrojů je potřebné znát některé úhly v rovinách, které mají významnou polohu k nástroji (souřadnicový systém je orientován podle os nástroje); úlohu lze řešit početně, ale grafické řešení je rychlejší a pro praktickou potřebu dostatečně přesné;
- ▶ **nástroje se volí** podle normy, výjimečně použijeme nástroje speciální;
- ▶ **kontrola úhlů u soustružnických nožů** se provádí pomocí měrky na kontrolní desce stojánku nebo pomocí úhloměrů;
- ▶ **kontrola fréz** – způsob kontroly se řídí druhem nástroje – geometrii břitu, šířku fazetky a sklon, úhel podbroušení, pravidelnost (rozteč) zubů, házení (čelní, obvodové), kolmost celé frézy k ose.

Použitá literatura

- ▶ MÁDL, J., KAFKA, J., VRABEC, M., DVOŘÁK, R. *Technologie obrábění, 1. díl*. Praha: ČVUT, 2000. 79s. ISBN 80-01-02091-6.
- ▶ ŘÍČKA, J., BULLA, V. *Technologie obrábění a montáží (Cvičení a vyřešené příklady). 1. část, 2. vydání*. Brno: VUT v Brně, 1987. 230 s.
- ▶ KOČMAN, K., PROKOP, J. *Technologie obrábění. I. vydání*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
- ▶ KOČMAN, K., PROKOP, J. *Technologie obrábění. II. 1. vydání*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2002. 83 s. ISBN 80-214-2189-4 (brož.).
- ▶ KOČMAN, K., *Technologické procesy obrábění. 1. vydání*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2011. 330 s. ISBN 978-80-7204-722-2 (brož.).