

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

6. Geometrie břítu, řezné podmínky

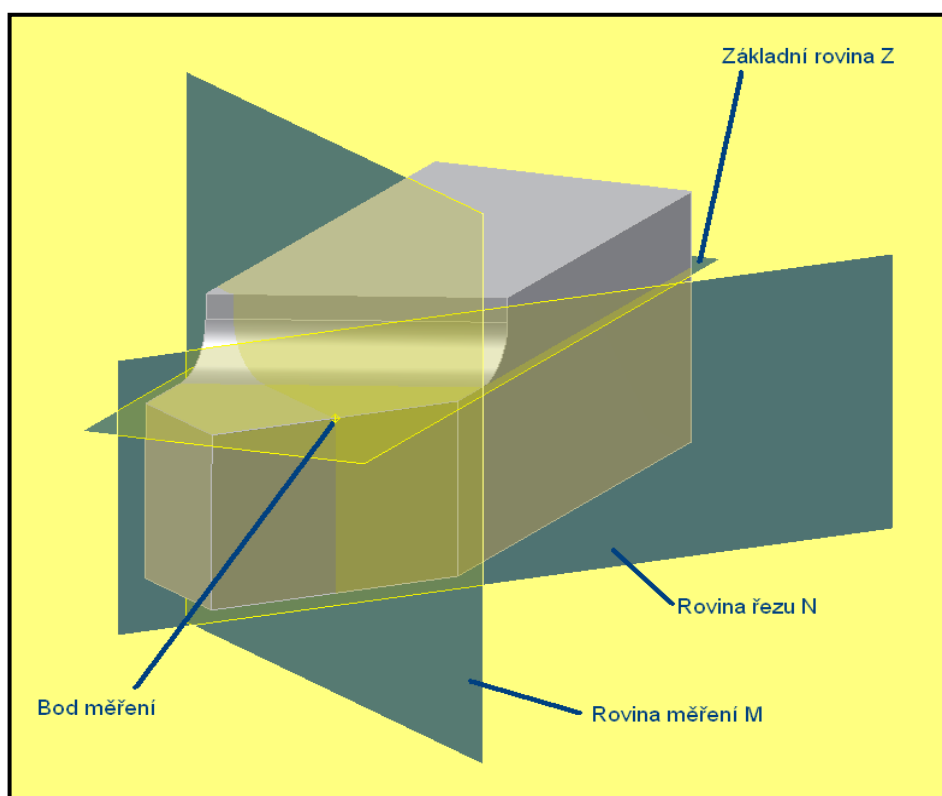
Abychom mohli určit na nástroji jednoznačně jeho geometrii, zavádíme souřadnicový systém tvořený třemi rovinami:

Základní rovina Z je rovina rovnoběžná nebo totožná s ustavovací plochou nástroje.

Rovina řezu N je rovina kolmá k základní rovině Z a prochází přímkou nebo bodem ostří.

Rovina měření M je rovina kolmá k základní rovině Z a zároveň je kolmá k rovině řezu N. Prochází bodem ostří, ve kterém chceme měřit úhly nástroje.

Obr. č. 40: Základní roviny nástroje



Na nástroji určujeme celkem šest základních úhlů:

V rovině základní Z:

Úhel nastavení hlavního ostří χ (kapa) je úhel mezi rovinou řezu N a směrem dráhy ostří

Úhel špičky nástroje ε (epsilon) je úhel mezi rovinou hlavního ostří N a rovinou vedlejšího ostří N'

V rovině měření M:

Úhel hřbetu α (alfa) je úhel mezi tečnou rovinou hřbetu a rovinou řezu N

Úhel břítu β (beta) je úhel mezi tečnou rovinou čela a tečnou rovinou hřbetu

Úhel čela γ (gama) je úhel mezi tečnou rovinou čela a základní rovinou Z

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

V rovině řezu N:

Úhel sklonu ostří λ ($lambda$) je úhel sklonu tečné přímky ostří se základní rovinou Z

Kromě těchto základních úhlů definujeme na nástroji také **úhel řezu δ ($delta$)**. Ten je odvozen z úhlu hřbetu a břitu a platí pro něj vztah:

$$\alpha + \beta = \delta$$

Úhel řezu nástroje by měl být z hlediska energetického a z hlediska co nejmenšího ovlivnění povrchové vrstvy obrobku co nejmenší. U malých úhlů dochází ale k přehřívání břitu, roste opotřebení a dochází k praskání břitu. Se zvyšující se křehkostí řezného materiálu se proto zvyšuje i úhel řezu.

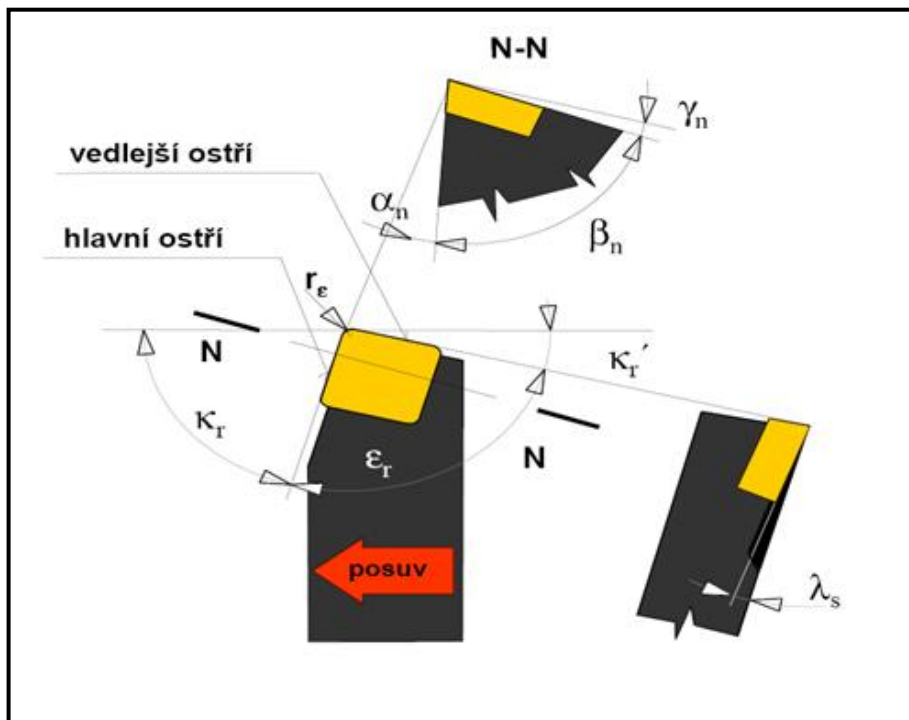
Z definice úhlů dále odvodíme vztah:

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

Aby nedocházelo k otírání materiálu nástroje o obrobek, musí být úhel hřbetu α volen vždy kladný. Je-li úhel řezu větší než 90° , označujeme úhel čela γ jako záporný.

U nástrojů s vedlejším ostřím můžeme určit též vedlejší úhel nastavení χ' . Na špičce nástroje určujeme dále poloměr zaoblení špičky r_ϵ .

Obr. č. 41: Základní úhly nástroje.



Jako příklad je uveden pro svou jednoduchost soustružnický nůž. Při určování geometrie jiného obráběcího nástroje se postupuje analogicky. Můžeme si představit i to, že do jiného nástroje pomyslný soustružnický nůž vložíme. U nástrojů s vyměnitelnými břitovými destičkami se tento rozdíl stírá a geometrie nástroje závisí na poloze upínače destiček.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Řezné podmínky při třískovém obrábění

Vhodnou volbu optimálních řezných podmínek volíme s ohledem na hospodárnost buď:

- ✚ Výpočtem
- ✚ Z tabulek
- ✚ Pomocí nomogramů
- ✚ Pomocí výpočetní techniky

Základní veličiny, které určujeme, jsou:

- ✚ Hloubka řezu a
- ✚ Posuv f
- ✚ Řezná rychlost v

Kinematika obrábění

Vzájemný pohyb mezi obrobkem a nástrojem při procesu obrábění nazýváme řezný pohyb.

Řezný pohyb je pohyb nástroje či obrobku určitou rychlostí po určité dráze a skládá se zpravidla ze dvou složek, hlavní a vedlejší složky řezného pohybu.

Hlavní složka řezného pohybu je shodná se základním pohybem obráběcího stroje. Nejčastěji se jedná o **otáčivý** pohyb vřetena – u soustruhu, vrtačky, frézky či brusky, nebo o **přímočarý vratný** pohyb smýkadla či stolu – u hoblovky či obrážečky. Rychlost hlavního řezného pohybu nazýváme řezná rychlost.

Řezná rychlost pro otáčivý pohyb je dána vztahem:

$$v = \pi \cdot D \cdot n \quad [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$$

Kde:

D je průměr obrobku nebo nástroje v metrech
 n jsou otáčky vřetene za minutu

U přímočarého pohybu je řezná rychlost dána rychlostí pracovního stolu nebo smýkadla.

Vedlejší složka řezného pohybu je zpravidla kolmá na hlavní složku řezného pohybu a nazýváme jí posuv. Podle způsobu obrábění rozlišujeme posuv podélný, příčný nebo kruhový, plynulý nebo přerušovaný.

Posuv f se udává podle způsobu obrábění v:

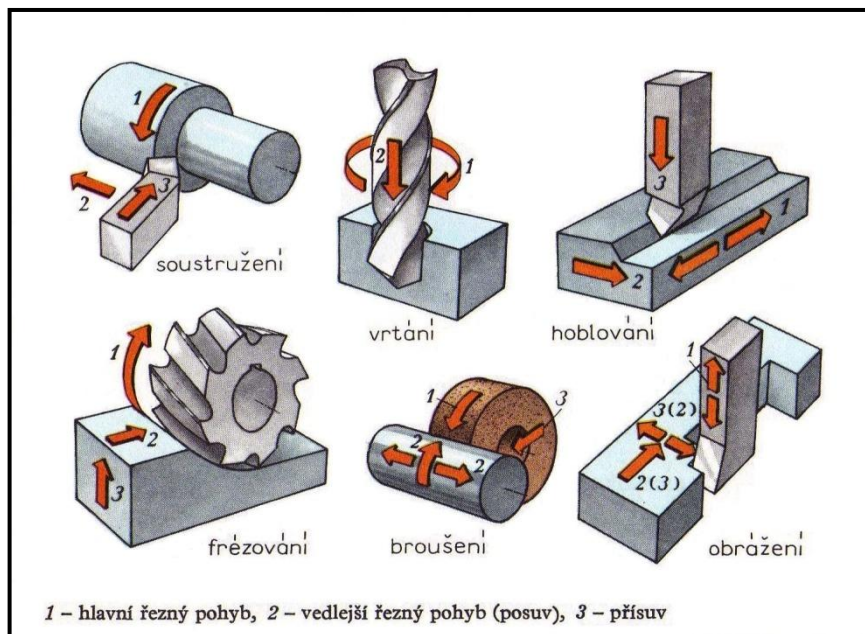
- ✚ mm na jednu otáčku obrobku nebo nástroje f [$\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$]
- ✚ mm na jeden zdvih nebo dvojezdvih pracovního stolu nebo smýkadla f [$\text{mm} \cdot \text{zdvih}^{-1}$]
- ✚ mm na jeden zub u vícebřitých nástrojů f_z [$\text{mm} \cdot \text{zub}^{-1}$]
- ✚ mm za minutu jako posuvová rychlost pracovního stolu f_{min} [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$]

Přisuv je vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem a udává nastavení **hloubky řezu a** .

Výsledný řezný pohyb je geometrickým součtem hlavního řezného pohybu a posuvu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 42: Řezné pohyby u jednotlivých způsobů obrábění.



Práce řezání a řezná síla

Při procesu řezání je vynaložena práce, která se skládá ze složek:

- ✚ Práce plastických deformací – základní složka na primární plastické deformace
- ✚ Práce elastických deformací – spotřebovaná na pružné deformace nástroje
- ✚ Práce tření na čele nástroje – souvisí s odvodem třísky
- ✚ Pasivní deformační práce – je vynaložena vlivem nedokonalosti ostří
- ✚ Pasivní práce tření – je vynaložena vlivem tření hřbetu nástroje po ploše řezu

Celková práce A , vynaložená na řezání materiálu, je dána vztahem:

$$A = F \cdot v \cdot t \cdot \cos \omega$$

Kde:

F je výsledná řezná síla

v je řezná rychlost

t je čas obrábění

ω je úhel mezi směrem řezné síly a směrem řezného pohybu

Řezná síla F může být určena jako součet tří na sebe kolmých složek, které leží v souřadném systému x, y, z a platí pro ní vztah:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} \quad [\text{N}]$$

Kde:

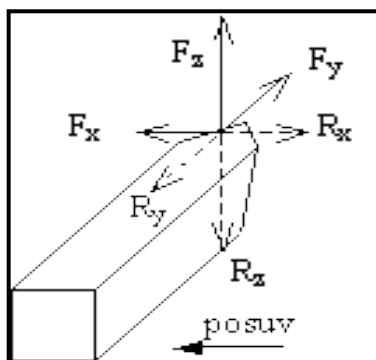
F_x je axiální složka řezné síly rovnoběžná se směrem vedlejšího řezného pohybu

F_y je složka řezné síly kolmá na osu rotace obrobku nebo nástroje

F_z je složka řezné síly tečná na směr hlavního řezného pohybu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 43: Složky řezné síly



Pro určení krouticího momentu, průtažné síly a výkonu při obrábění můžeme složky F_x a F_y zanedbat a určit pouze nejvýznamnější složku řezné síly F_z , kde platí:

$$F \cdot \cos \omega = F_z$$

Výpočet řezné síly můžeme určit ze vztahu:

$$F_z = p \cdot S \quad [\text{N}]$$

Kde:

p je řezný odpor obráběného materiálu v MPa
 S je průřez třísky v mm

Řezný odpor p je možné určit z meze pevnosti obráběného materiálu, kde:

$$p = (4\text{ až }5)R_m \quad [\text{MPa}]$$

Výkon při obrábění P je možné určit ze složky řezné síly F_z

$$P = F_z \cdot v \quad [\text{W}]$$

Kde:

v je řezná rychlost udávaná v metrech za sekundu

Výrobní časy se určují pro nákladovou a časovou kalkulaci výroby. Základní časy jsou:

- ✚ Jednotkový čas t_A – zahrnuje všechny časy na jednotku výroby, jednu součást
- ✚ Dávkový čas t_B – zahrnuje časy na celou výrobní dávku, zejména seřízení stroje před výrobou
- ✚ Směnový čas t_C – zahrnuje čas na přípravu a ukončení směny

Jednotkový čas se dále dělí na časy:

$$t_A = t_{As} + t_{Av} + t_{vm} \cdot z_v \quad [\text{min}]$$

Kde:

t_{As} je jednotkový čas strojní neboli čas technologického chodu stroje v minutách
 t_{Av} je jednotkový čas vedlejší např. na upnutí a výměnu obrobku v minutách
 t_{vm} je čas na výměnu nástroje nebo břitové destičky v minutách
 z_v je počet výměn nástroje za čas t_{As}

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Strojní čas t_{As} určíme ze vztahu:

$$t_{As} = \frac{i \cdot L}{f} \quad [\text{min}]$$

Kde:

L je dráha nástroje při dané operaci v mm
i je počet odebíraných třísek
f je posuv v mm za minutu

Otázky a úkoly k procvičení tématu:

1. Vyjmenuj a popiš základní roviny nástroje.
2. Zakresli a popiš základní úhly na nástroji.
3. Jak určujeme řezné podmínky při třískovém obrábění.
4. Co je řezný pohyb a jaké složky řezného pohybu rozlišujeme?
5. Zakresli složky řezného pohybu pro jednotlivé způsoby obrábění.
6. Jak určíme řeznou rychlost?
7. V jakých jednotkách určujeme posuv?
8. Co udává přísuv?
9. Jak určíme potřebnou práci a síly při obrábění materiálu?
10. V jakých jednotkách se udává řezná rychlost při výpočtu výkonu při obrábění?
11. Co rozumíme pod pojmem výrobní časy a jak určíme čas strojní?
12. Doplň velikost úhlů v následující tabulce:

α	β	γ
5	81	?
3	?	8
?	90	-6
7	77	?
4	?	5
?	75	10
12	88	?