



**Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1**  
**Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT**

**Název: EMCO Sinumerik 810 T - soustružení**

**Téma: Zadávání posuvu, otáček, řezné rychlosti**

**Autor: Ing. Jiří Pelikán**

**Číslo: VY\_32\_INOVACE\_49-10**

**Anotace:** Postup při zadávání řezných podmínek pro školní stroje s příkonem kolem 1kW.

DUM je určen pro výuku předmětu Programování CNC strojů ve 3. ročnících oboru STROJÍRENSTVÍ - všechna zaměření.

Vytvořen: 7.8.2012

Volba řezných podmínek je jednou z nejdůležitějších částí programu, která zpravidla rozhoduje nejvíce o konečné ceně výrobku. Na začátek bych jen stručně seznámil se zásadami pro volbu řezných podmínek z teorie obrábění.

1. Volba řezných podmínek pro hrubování.

Zde zpravidla se vychází ze zlatého pravidla pro obrábění.

Snaha je odebrat co největší objem třísek za nějakou časovou jednotku - často je to jedna minuta. Tento objem odebraných třísek je dán vztahem

$$V = v * f * a_p$$

V – objem odebraných třísek za 1 minutu ( $\text{cm}^3 \text{min}^{-1}$ )

v - řezná rychlost ( $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ )

f - posuv (mm)

$a_p$  - hloubka řezu (mm)

Jak je známo z teorie obrábění trvanlivost nástroje nejvíce ovlivňuje řezná rychlost, méně posuv a nejméně hloubka řezu.

Proto, když volíme řezné podmínky snažíme se nejdříve volit co největší hloubku řezu tak, abychom odebrali celý přírůstek materiálu najednou - přitom musíme dbát na celou tuhost soustavy - tj. – stroj – nástroj - obrobek-nesmí dojít k žádnému poškození.

Potom volíme co největší posuv s ohledem na požadovanou jakost povrchu obrobku.

Nakonec volíme co největší řeznou rychlost s ohledem na příkon, který máme na vřetení.

U školních strojů, kde převážně obrábíme různé druhy plastů se mě osvědčili tyto řezné podmínky pro hrubování.

$a_p$  - hloubka řezu 0,5-0,9 mm

f - posuv pro hrubování 0,3-0,6 mm

v – řezná rychlost 45-70  $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$

**Podpora digitalizace a využití ICT na SPŠ CZ.1.07/1.5.00/34.0632**

Zkoušeli jsme na soustruzích obrábět i dural-zde však hloubka řezu musela být maximálně poloviční, u obrábění mosazi se hloubka řezu pohybovala od 0,1 - 0,2mm. Při větších hloubkách a nepatrně opotřebovaném nástroji již docházelo zastavování vřetene. Navíc tyto materiály oproti plastu jsou mnohem dražší a u nás ve škole se používají jen zřídka. Poznámka: Kroutící moment při nízkých otáčkách vřetene je tak malý, že pokud vřeteno podržím rukou do zhruba  $150-200 \text{ min}^{-1}$ , vřeteno buď rukou zastavím, nebo se vůbec nerozběhne.

## 2. Volba řezných podmínek pro dokončování

Můžeme opět vyjít z teorie obrábění, kde produktivitu práce můžeme vyjádřit podle velikosti obrobenej plochy S.

$$S = 10 * v * f$$

S - velikost obrobenej plochy ( $\text{cm}^2 \text{ min}^{-1}$ )

v - řezná rychlost ( $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ )

f - posuv (mm)

Zde vycházíme také z teorie obrábění.

Nejdříve volíme co největší posuv s ohledem na konečnou jakost povrchu.

Nakonec volíme co největší řeznou rychlost s ohledem, aby nedocházelo k rozkmitání soustavy stroj, nástroj, obrobek.

Vzhledem k tomu, že u nás obrábíme jen plasty musíme přihlédnout ještě k jednomu důležitému faktoru, že u plastů-podle druhu- dochází při rychlostech nad  $70-90 \text{ mmin}^{-1}$  k natavování plastu a jeho nalepování nejenom na nástroj, ale i na obrobek, což velmi výrazně ovlivňuje jakost povrchu obrobku.

Pro dokončování se osvědčili podobné řezné rychlosti jako při hrubování. Při hrubování volíme spodní doporučenou oblast, pro dokončování horní.

Posuv při dokončování volíme zhruba poloviční oproti hrubování - záleží na požadované jakosti povrchu.

Řezné podmínky v programu sinumerik zapisujeme přímo do příkazového řádku při volbě nástroje

Např.

N3 T1 D1 M3 S1500 F0,2

Nebo při změně do kteréhokoliv řádku

Např.

N8 G1 X10 Z-20 F0,3

Samozřejmě něco jiného je určovat řezné podmínky pro běžné CNC stroje. Zde se žáky určíme řezné podmínky nejčastěji pomocí příručky Corokey.

Postup určování řezných podmínek pomocí Corokey:

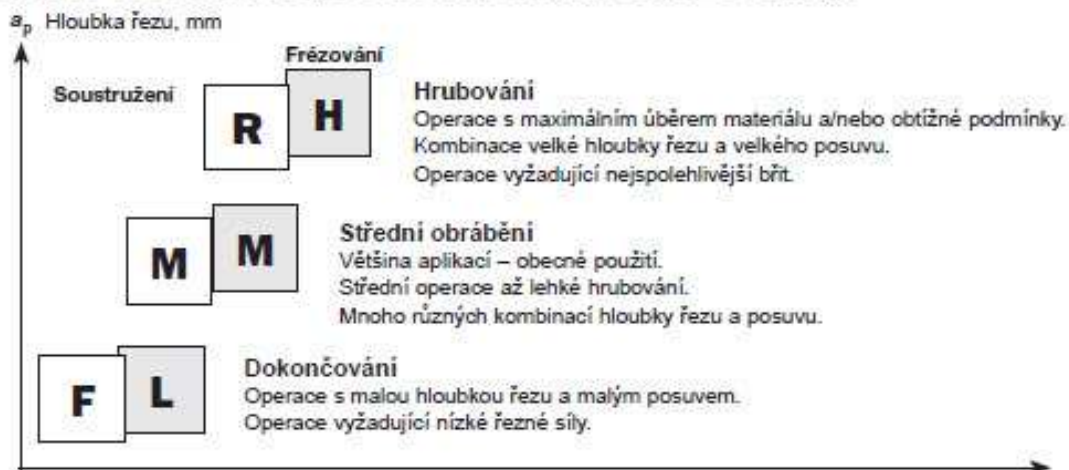
1. Vycházíme z materiálu obrobku, nejčastěji obrábíme ocel - zvolíme skupinu P

## 1. MATERIÁL OBROBKU

<p><b>ISO P</b></p> <p><b>Ocel</b> Referenční materiál: Nízkolegovaná ocel, CMC02.1/HB 180</p>	<p><b>ISO N</b></p> <p><b>Slitiny hliníku</b> Referenční materiál: Litý, nestárutý, CMC 30.21/HB 75</p>
<p><b>ISO M</b></p> <p><b>Korozivzdorná ocel</b> Referenční materiál: Austenitická korozivzdorná ocel, CMC 05.21/ HB 180</p>	<p><b>ISO S</b></p> <p><b>Žárovzdorné slitiny</b> Referenční materiál: Na bázi Ni, CMC 20.22/HB 350</p>
<p><b>ISO K</b></p> <p><b>Litina</b> Referenční materiál: Šedá litina, CMC 08.2/HB 220 Nodulární litina, CMC 09.2/HB 250</p>	<p><b>ISO H</b></p> <p><b>Kalená ocel</b> Referenční materiál: Kalený a popouštěný, CMC 04.1/HRC 60</p>

2. Způsob obrábění, nejčastěji střední obrábění nebo dokončování

## 2. TYP APLIKACE (SOUSTRUŽENÍ / FRÉZOVÁNÍ).



3. Přihlédneme k podmínkám obrábění-často volíme průměrné podmínky

## 3. PODMÍNKY OBRÁBĚNÍ



**Dobré podmínky**  
Nepřerušované řezy. Vysoké rychlosti. Předobrobené obráběné plochy.  
Vynikající upnutí obrobku. Malé vyložení.



**Průměrné podmínky**  
Obrábění tvarových ploch.  
Střední rychlosti. Výkovek nebo odlitek.  
Dobré upnutí obrobku.



**Obtížné podmínky**  
Přerušované řezy. Nízké rychlosti. Silná kůra po odlévání nebo kování na povrchu obrobku.  
Nedostatečná stabilita upnutí obrobku.

#### 4. Volba druhu materiálu břitové destičky-často vycházíme z univerzálního použití-použijeme GC4225

Komplexní soubor tříd pro soustružení oceli  
Nejširší aplikační oblast a nejvyšší výkonnost, jakou může nabídnout jeden soubor karbidových tříd: se svým novým členem, GC 4205, se soubor tříd pro soustružení oceli představuje v plné síle.

Nová generace břitových destiček - třídy s charakteristickým postojem!!

##### ISO P Nová GC4205 - hybná síla pro velkou rychlost úběru kovu

Za stabilních podmínek a při vyšších teplotách v místě řezu je tato nová třída skutečným nositelem produktivity. Široké možnosti použití pro střední obrábění až hrubování v aplikační oblasti P01-P10 a dobrá doplňková volba k GC 4215.

##### ISO P GC4215

První volba od vysoce produktivního hrubování za dobrých a stabilních podmínek až po dokončování. Pokud jsou kladeny zvláštní požadavky na optimální odolnost proti opotřebení, tato třída umožňuje spolehlivé zvýšení řezných podmínek při obrábění za sucha i za mokra.

##### ISO P GC4225

Tato univerzální třída vyčnívá nad ostatními. Je první volbou od hrubování po dokončování, ať se jedná o obrábění drobných součástí, loupání tyčí nebo upichování a zapichování, dokonce usnadňuje těžké obrábění.

##### ISO P GC4235

Doplňková třída k GC4225 optimalizovaná pro dosažení mimořádné houževnatosti, právě tato třída vyniká svým bezpečným a spolehlivým výkonem při provádění přerušovaných řezů a v obtížných a nestabilních podmínkách.



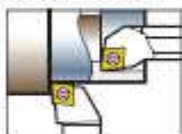
#### 5. Máme možnost volit pozitivní nebo negativní geometrii břitové destičky-zvolíme pozitivní

Určete třídu materiálu	Negativní VBD T-MAX P Přejděte na stranu s VBD a vyberte geometrii, třídu a řezné podmínky.	Pozitivní VBD CoroTurn 107 Přejděte na stranu s VBD a vyberte geometrii, třídu a řezné podmínky.	Nástrojové držáky Přejděte na stranu s držáky. Vyberte typ a velikost držáku.						
<b>P</b>	<table border="1"> <tr> <td>Dokončování Strana 26</td> <td>Střední obrábění Strana 28</td> <td>Hrubování Strana 30 32</td> </tr> </table>	Dokončování Strana 26	Střední obrábění Strana 28	Hrubování Strana 30 32	<table border="1"> <tr> <td>Dokončování Strana 72</td> <td>Střední obrábění Strana 74</td> <td>Hrubování Strana 76</td> </tr> </table>	Dokončování Strana 72	Střední obrábění Strana 74	Hrubování Strana 76	<b>Vnější obrábění</b>  <b>Držáky pro negativní VBD</b> Stopkové nástroje Strana 60-64 Coromant Capto Strana 61-65  <b>Držáky pro pozitivní VBD</b> Stopkové nástroje Strana 98-102 Coromant Capto Strana 99-103
Dokončování Strana 26	Střední obrábění Strana 28	Hrubování Strana 30 32							
Dokončování Strana 72	Střední obrábění Strana 74	Hrubování Strana 76							
<b>M</b>	<table border="1"> <tr> <td>Dokončování Strana 34</td> <td>Střední obrábění Strana 36</td> <td>Hrubování Strana 38 40</td> </tr> </table>	Dokončování Strana 34	Střední obrábění Strana 36	Hrubování Strana 38 40	<table border="1"> <tr> <td>Dokončování Strana 78</td> <td>Střední obrábění Strana 80</td> <td>Hrubování Strana 82</td> </tr> </table>	Dokončování Strana 78	Střední obrábění Strana 80	Hrubování Strana 82	
Dokončování Strana 34	Střední obrábění Strana 36	Hrubování Strana 38 40							
Dokončování Strana 78	Střední obrábění Strana 80	Hrubování Strana 82							
<b>K</b>	<table border="1"> <tr> <td>Dokončování Strana 42</td> <td>Střední obrábění Strana 44 46</td> <td>Hrubování Strana 48 50</td> </tr> </table>	Dokončování Strana 42	Střední obrábění Strana 44 46	Hrubování Strana 48 50	<table border="1"> <tr> <td>Dokončování Strana 84</td> <td>Střední obrábění Strana 86</td> <td>Hrubování Strana 88</td> </tr> </table>	Dokončování Strana 84	Střední obrábění Strana 86	Hrubování Strana 88	
Dokončování Strana 42	Střední obrábění Strana 44 46	Hrubování Strana 48 50							
Dokončování Strana 84	Střední obrábění Strana 86	Hrubování Strana 88							

V příručce přejdeme na stranu 74

Zde je velmi důležitý obrázek, ze kterého můžeme se ujistit, zda při našich podmínkách obrábění se bude dobře utvářet tříska.

## SOUSTRUŽENÍ



## STŘEDNÍ OBRÁBĚNÍ OCELI

Nízkolegovaná ocel, HB 180

ISO/  
ANSI

**P M**

### CoroTurn® 107

Jednostranné

CCMT 09 T3 08-WM

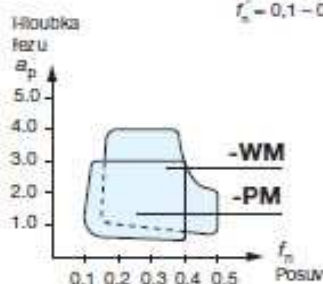
$a_p = 0,7 - 4,0$  mm

$f_n = 0,15 - 0,5$  mm/ot

CCMT 09 T3 08-PM

$a_p = 0,5 - 3,0$  mm

$f_n = 0,1 - 0,3$  mm/ot



**-WM – pro produktivní střední obrábění**

**Operace:** soustružení a čelní obrábění

**Součásti:** tuhé hřídele, nápravy, náboje, ozubená kola atd.

**Výhody:** Zdvojnásobení rychlosti posuvu se zachováním kvality povrchu nebo zachování posuvu a poloviční drsnost povrchu. Ideální pro případy, kdy má prioritu vysoká kvalita povrchu.

**-PM**

**Operace:** soustružení, čelní a tvarové obrábění

**Součásti:** nápravy, hřídele, náboje, ozubená kola atd.

**Výhody:** univerzální spolehlivá geometrie pro bezproblémové obrábění

### DOBŘÉ PODMÍNKY



- Nepřerušované řezy
- Předobrobena nebo lehká kůra po kování.

VYSOKÝ POSUV



-WM / GC4215

NORMÁLNÍ POSUV



-PM / GC4215

*První volba*

### PRŮMĚRNÉ PODMÍNKY



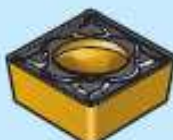
Obecné operace.

VYSOKÝ POSUV



-WM / GC4215

NORMÁLNÍ POSUV



-PM / GC4225

### OBTÍŽNÉ PODMÍNKY



- Přerušované řezy
- Nízké řezné rychlosti
- Silná kůra po kování

VYSOKÝ POSUV






-WM / GC4225

NORMÁLNÍ POSUV



-PM / GC4235

OBJEDNACÍ KÓD		ŘEZNÉ PODMÍNKY, CMC 02.1 / HB 180							
Jednostranné  $r_e$		 GC4215	 GC4215	 GC4225	 GC4225	 GC4235			
		Hloubka řezu $a_p$ , mm			Posuv $f_n$ , mm/ot	Řezná rychlost $v_c$ (m/min)			
						GC4215	GC4225	GC4235	
	CCMT 06 02 08-WM	☆	★		☆	1.2 (0.5-2.5)	0.2 (0.1-0.4)	475	395
	CCMT 09 T3 04-WM	☆	★		☆	1.5 (0.5-4)	0.25 (0.12-0.4)	445	365
	09 T3 08-WM	☆	★		☆	1.5 (0.7-4)	0.3 (0.15-0.5)	415	345
 <b>Wiper</b>	DCMX 11 T3 04-WM	☆	★		☆	1.5 (0.5-4)	0.25 (0.12-0.4)	445	365
	11 T3 08-WM	☆	★		☆	1.5 (0.5-4)	0.3 (0.15-0.5)	415	345
	TCMX 11 03 04-WM	☆	★		☆	1.2 (0.5-3)	0.25 (0.12-0.35)	445	
	11 03 08-WM	☆	★		☆	1.2 (0.5-3)	0.3 (0.15-0.5)	415	345
	16 T3 08-WM	☆	★		☆	1.5 (0.5-4)	0.3 (0.15-0.5)	415	345

## Závěr

Zvolíme CCMT 09 T3 08-WM hloubka řezu se může pohybovat od 0,7-4mm-optimálně 1,5mm, posuv od 0,15-0,5mm, optimálně 0,3mm, řezná rychlost  $345 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Pokud by byla tvrdost materiálu větší, nebo menší než 180HB provedeme korekci řezné rychlosti.

## Použitá literatura:

Program Sinumerik 810

Příručka Corokey 2008