

Dynamická obrobiteľnosť plastů a kovů při frézování

Bc. Lenka Dornicová

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá přesností frézky FC 16 CNC, HWT C-442 CNC profi, CNC frézka EMCO Mill 155 a FHV – 50PD pro frézování dílů. Frézovala se měď (Cu) a několik druhů polymerů (PP, PVC, PC, PMMA, PTFE, PA, PA30, PE). Používala se dvoubřitá a čtyřbřitá fréza o průměru 10 mm. Postupně se měnily posuvy, hloubky a řezné rychlosti. Následně u obrobených destiček se vyhodnocovala drsnost povrchu a z těchto hodnot se pak určovaly nejvhodnější podmínky pro frézování obrobených destiček.

Klíčová slova:

Frézování, frézka, drsnost, jakost

ABSTRACT

This diploma's thesis with an accuracy of milling machine FC 16 CNC, HWT C-442 CNC profi ,CNC milling machine EMCO Mill 155 and FHV – 50PD used for milling elements. There were Milled Cu and several type of plastics (PP, PVC, PC, PMMA, PTFE, PA, PA30, PE). Two and four edge milling hrade with the same 10 mm diameter were used for cutting. The cutting speed, feeds and depths were changed continuously to get the best results of fit. Than surface roughness was evaluated with finished plates. From this values the best condition were evaluated for milling machined materials.

Keywords:

Milling, milling machine, roughness, quality

Ráda bych touto cestou poděkovala Doc.,ing. Imrichu Lukovicsovi, CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za odborné vedení a ochotně poskytnuté rady a pomoc během celého studia. Také bych ráda poděkovala svým rodičům, kteří mě během studia podporovali.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího diplomové práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uvedena jako spoluautorka.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve Zlíně,

.....

Bc. Lenka Dornicová

OBSAH

ÚVOD	6
I TEORETICKÁ ČÁST	7
1 FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY PROCESU ŘEZÁNÍ	8
1.1 PLASTICKÉ DEFORMACE V OBLASTI TVOŘENÍ TŘÍSKY PŘI ORTOGONÁLNÍM ŘEZÁNÍ	8
1.1.1 Primární plastické deformace.....	8
1.1.2 Sekundární plastické deformace.....	9
1.2 TŘÍSKY A JEJICH TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY	10
1.2.1 Druhy tvářených třísek	10
2 FRÉZOVÁNÍ	11
2.1 TECHNOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA	11
2.1.1 Kinematika obráběcího procesu	11
2.2 PŘEDNOSTI FRÉZOVÁNÍ.....	14
2.3 VADY FRÉZOVÁNÍ.....	14
2.4 PRŮŘEZ TŘÍSKY	15
2.5 ŘEZNÉ SÍLY	17
2.5.1 Základní druhy fréz	22
2.6 DYNAMIKA OBRÁBĚNÍ.....	23
2.6.1 Vývoj tepla při obrábění.....	28
2.7 MĚŘENÍ.....	29
2.8 PŘESNOST OBRÁBĚNÍ A KVALITA OBROBENÉHO POVRCHU.....	30
2.8.1 Druhy odchylek a příčiny jejich vzniku	30
2.9 PŘESNOST VÝROBNÍCH STROJŮ.....	31
2.9.1 Drsnost povrchu	32
2.10 SOUSTRUŽENÍ, ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ, VÁLCOVÉ FRÉZOVÁNÍ A BROUŠENÍ.....	33
2.10.1 Měření drsnosti povrchu.....	35
2.10.2 Charakteristiky měření drsnosti povrchu	35
2.11 PŘÍSTROJ NA MĚŘENÍ DRSNOSTI POVRCHU MITUTOYO SJ – 301	38
3 ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÉ OBRÁBĚCÍ STROJE	40
3.1 ROZDĚLENÍ ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÝCH OBRÁBĚCÍCH STROJŮ	40
3.2 CHARAKTERISTIKA ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÝCH OBRÁBĚCÍCH STROJŮ	41
3.3 PROGRAMOVÁNÍ NC STROJŮ	42
3.3.1 Struktura programu	42
3.3.2 Rozměrová slova.....	44
3.3.3 Bezrozměrová slova	45
3.4 PRINCIP ČÍSLICOVÉHO ŘÍZENÍ	48
II PRAKTICKÁ ČÁST	50

4	FRÉZKA FC 16 CNC.....	51
4.1	DALŠÍ POUŽITÉ CNC FRÉZKY	53
4.1.1	HWT C-442 CNC Profi	53
4.1.2	Univerzální frézka All – Purpose Milling Machine FHV – 50 PD.....	54
4.1.3	CNC EMCO Mill 155	55
5	CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MATERIÁLŮ	56
5.1	POLYVINYLCHLORID (PVC)	56
5.2	POLYMETYLMETAKRYLÁT (PMMA)	56
5.3	POLYPROPYLEN (PP).....	56
5.4	POLYCARBONÁT (PC)	57
	Výroba a vlastnosti polykarbonátu (PC).....	57
5.5	POLYTETRAFLUORETHYLEN (PTFE).....	58
5.6	POLYETHYLEN (PE).....	59
5.6.1	LDPE – low density (nízkohustotní, rozvětvený, vysokotlaký).....	59
5.6.2	HDPE – high density (vysokohustotní, lineární, nízkotlaký).....	60
5.6.3	LLDPE – linear LDPE (lineární nízkohustotní).....	60
5.7	POLYAMID (PA6)	60
5.8	MĚĎ (Cu).....	61
6	ŘEZNÉ PODMÍNKY OVLIVŇUJÍCÍ DRSNOST POVRCHU.....	62
6.1	VLIV ŘEZNÉ RYCHLOSTI NA DRSNOST	62
6.1.1	Řezná rychlost a otáčky.....	62
6.2	VLIV POSUVOVÉ RYCHLOSTI NA DRSNOST	70
6.3	VLIV HLOUBKY ŘEZU NA DRSNOST	77
6.4	DYNAMICKÉ VYHODNOCENÍ.....	84
	DISKUZE VÝSLEDKŮ	87
	ZÁVĚR	88
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	89
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	91
	SEZNAM OBRÁZKŮ	92
	SEZNAM GRAFŮ	94
	SEZNAM TABULEK.....	95
	SEZNAM PŘÍLOH.....	96

ÚVOD

Současný stav třískového obrábění a perspektivní směry rozvoje ukazují, že obrábění zůstává a zůstane ve strojírenské výrobě základní technologickou profesí. Několik tisíciletí byla zaměřena výroba kovových součástí a nástrojů pouze na odlévání a teprve v 19. a 20. století došlo k rozvoji třískových metod, které zajišťuje podstatně vyšší přesnost, a tím i vyšší spolehlivost jednotlivých elementů výrobků a jejich celků.

Obrábění je dynamickou technologií, jíž se zabývá několik vědních oborů. Technologie obrábění se mění jak svým vývojem obráběného materiálu, tak i s vývojem v oblasti řezných materiálů. Konkurenceschopnost podniků je ve velké míře založena na možnosti neustálého zlepšování výroby pomocí nových technologií. Ve vývoji strojů pro třískové obrábění je patrná snaha výrobců pro zvýšení produktivity práce a dosažení nové vyšší kvality opracovaného povrchu.

V první polovině našeho století došlo v oblasti technologie obrábění k prudkému rozvoji sériové, velkosériové a hromadné výroby. V letech 1950-1960 se vlivem vysokých požadavků leteckého průmyslu a rozvíjející se kosmonautiky na spolehlivost a přesnost obráběných součástí kvalitativně změnila podstata obrábění a došlo k vývoji a nasazení obráběcích strojů, u kterých byla postupnost obrábění řízena číslicově zadanými informacemi. Ukázalo se, že číslicový řídicí systém a později počítač je schopen podstatně rychleji dodávat v reálném čase informace o výrobním procesu, než pomalu reagující lidský činitel.

Vztah mezi funkcí a jakostí povrchu plochy, která je vytvořena jistou technologickou metodou, je možné hodnotit ze dvou hledisek. Prvním je prostorové uspořádání povrchu, která je vyjadřovaná především drsností. Druhým hlediskem jsou fyzikální a chemické vlastnosti povrchové vrstvy částí. Jejich ovlivnění metodami výroby ve vztahu k funkci můžeme vyjádřit pojmem integrita povrchu. Integrita povrchu zahrnuje v sobě podmínky, za kterých funkční povrch vzniká, účinky technologických metod a jejich vliv na vlastnosti nově vytvořené plochy, a dává ji do vztahu s funkčními požadavky na výrobek.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY PROCESU ŘEZÁNÍ

Řezný proces se realizuje v obráběcím systému troj, obrobek, nástroj, přičemž prioritním výstupem jsou parametry obrobenej plochy. Z tohoto hlediska má zvláštní význam problematika identifikovaného mechanismu tvoření třísky.

Při ortogonálním řezání je ostří kolmé na směr řezného pohybu a daná problematika se řeší v rovině.

Při obecném řezání je třeba danou problematiku řešit v prostoru.

Při obrábění probíhá proces oddělování třísky vlivem trvalého zatěžování odřezané vrstvy řezným nástrojem. Mechanismus vzniku a oddělování třísky je různý u krystalických a nekrystalických látek. U krystalických látek dochází při vnikání břitu nástroje do obrobku k plastické deformaci obráběného materiálu a vzniká tříska *tvářená*. U nekrystalických látek se odděluje tříska křehkým lomem nebo štěpením, nedochází k plastické deformaci a vzniklá tříska je *netvářená*. (3)

Většinu technických materiálů, které se v technické praxi obrábějí, tvoří materiály krystalické, zejména kovy. Teoretické a experimentální studie se u těchto materiálů provádí zpravidla pro případ ortogonálního řezání.

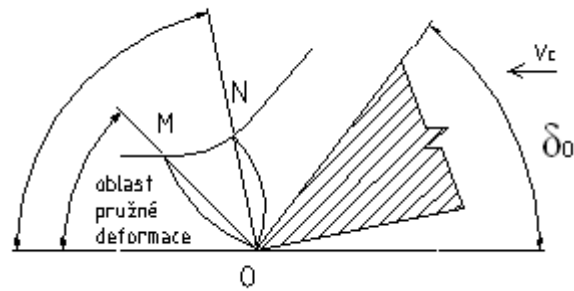
1.1 Plastické deformace v oblasti tvoření třísky při ortogonálním řezání

Při řezném procesu dochází v oblasti tvoření třísky k pružným a následně plastickým deformacím v odřezávané vrstvě, před břitem nástroje – primární plastické deformace a v povrchových vrstvách třísky ve styku s čelem nástroje – sekundární plastické deformace.

1.1.1 Primární plastické deformace

Při relativním pohybu nástroje vůči obrobku působí na odebíranou vrstvu materiálu vnější zařízení, které v této vrstvě vyvolává napětí. (2)

Pokud napětí nepřestoupí mez úměrnosti deformovaného materiálu, odebíraná vrstva se pružně deformuje. Zvýšením napětí nad mez pružnosti se materiál odřezané vrstvy začíná plasticky deformovat a dochází k plastickému skluzu v určitých vhodně orientovaných krystalických plochách. viz obr.1



Obr. 1 Oblast plastických deformací v odřezávané vrstvě

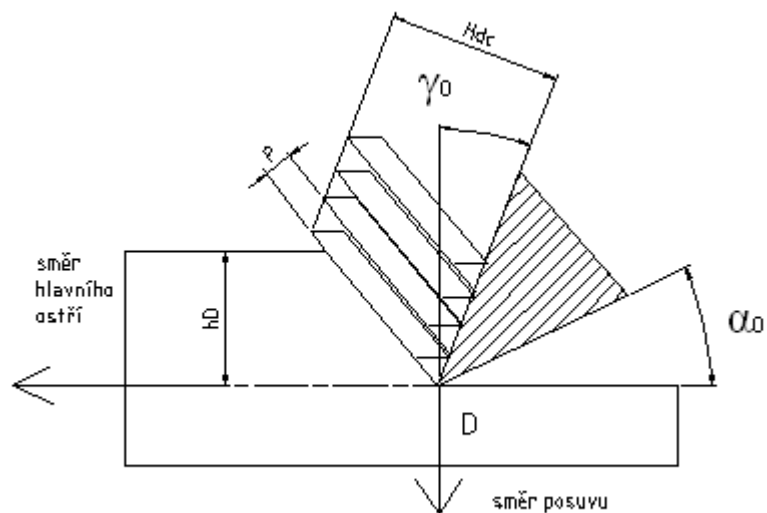
MO - počátek plastických deformací

NO - konec plastických deformací

δ_0 – nástrojový ortogonální úhel řezu

1.1.2 Sekundární plastické deformace

Materiál vpravo od roviny stříhu P_{sh} , je již tvářenou třískou, jak je naznačeno pro zjednodušený dvojrozměrný model ortogonálního řezání na obr. 2



Obr. 2 Zjednodušený model tvorby elementů třísky při ortogonálním řezu

h_D – jmenovitá tloušťka řezu

h_{DC} – tloušťka třísky

P_{sh} – rovina stříhu

Φ – úhel roviny stříhu

Δp – tloušťka elementu třísky

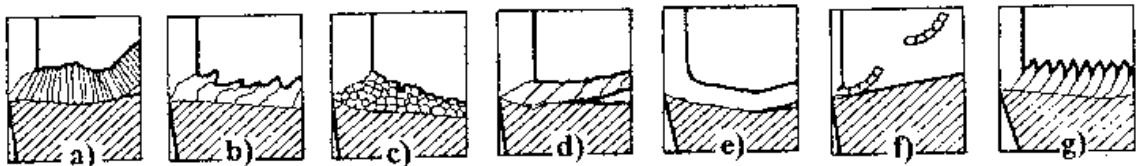
Δs – posunutí elementu třísky

1.2 Třísky a jejich technologické charakteristiky

Třísky představují vedlejší produkt řezného procesu, avšak jejich technologické charakteristiky významně vypovídají o průběhu procesu řezání jak z energetického hlediska, tak i z hlediska jejich řízeného odchodu z řezné zóny.

1.2.1 Druhy tvářených třísek

V závislosti na průběhu řezného procesu mají třísky různý tvar viz obr. 3



Obr. 3 Základní druhy tvářených třísek při obrábění kovů

A – plynulá článkovitá soudržná tříska, vznikající u většiny oceli

B – plynulá soudržná lamelová tříska, vznikající u většiny korozivzdorných ocelí

C – tvářená elementární tříska, vznikající u většiny litin

D – nepravidelně článkovitá plynulá tříska, vznikající u většiny vysoce legovaných mat.

E – tvářená plynulá soudržná tříska, vznikající při malých řezných silách, např. obrábění Al

F – dělená segmentová tříska, vznikající při velkých řezných silách a vysokých teplotách řezání, např. při obrábění tvrdých materiálů

G – plynulá segmentová tříska, vznikající při obrábění titanu

2 FRÉZOVÁNÍ

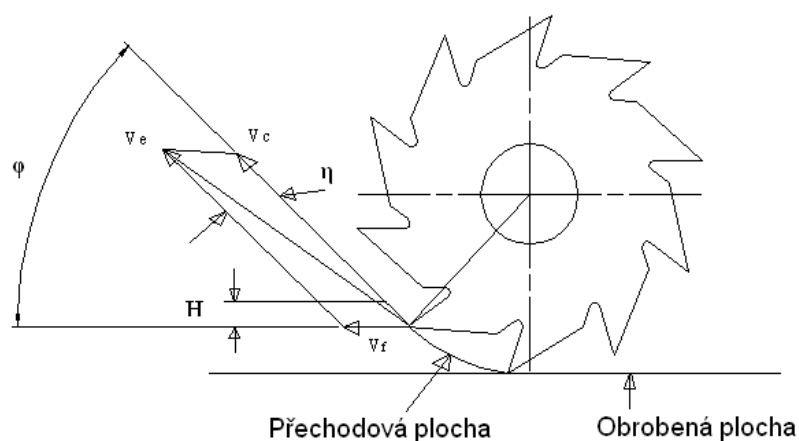
Frézování je obráběcí metoda, při které se materiál obrobku odebírá břity otáčecího se nástroje. Posuv nejčastěji koná součást, převážně ve směru kolmém k ose nástroje. U moderních frézovacích strojů jsou posunové pohyby plynule měnitelné a mohou se realizovat ve všech směrech (obráběcí centra, víceosé CNC frézky). Řezný proces je přerušovaný, každý zub frézy odřezává krátké třísky proměnné tloušťky.

2.1 Technologická charakteristika

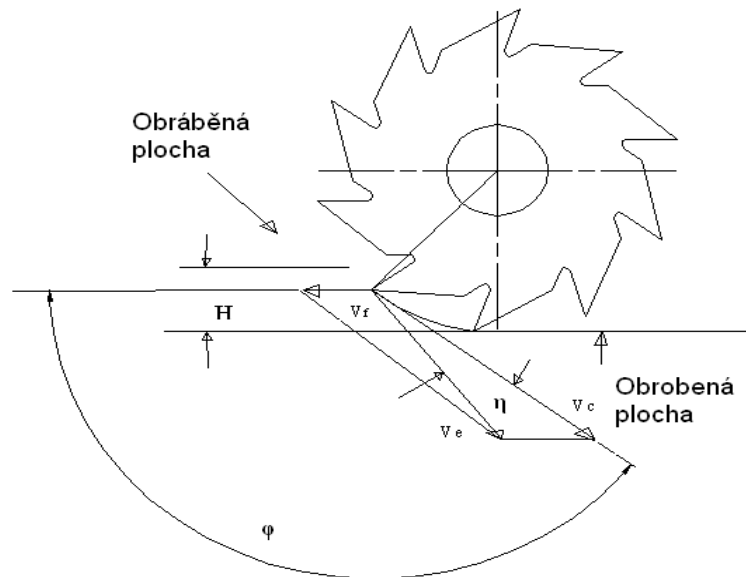
Z technologického hlediska se v závislosti na aplikovaném nástroji rozliší frézování válcové (frézování obvodem) a frézování čelní (frézování čelem). Od těchto základních způsobů se odvozují některé další způsoby, jako frézování okružní a planetové.

2.1.1 Kinematika obráběcího procesu

Válcové frézování se převážně uplatňuje při práci s válcovými a tvarovými frézami. Zuby frézy jsou vytvořeny pouze po obvodu nástroje, hloubka odebírané vrstvy H se nastává kolmo na osu frézy a na směr posuvu. Obrobená plocha je rovnoběžná s osou otáčení frézy. V závislosti na kinematice obráběcího procesu se rozliší frézování nesousledné (protisměrné) a sousledné (soustředné) obr. 4



Obr. 4 Kinematika válcového frézování



Obr. 5 Kinematika válcového frézování

a) nesousledné frézování

b) sousledné frézování

Při **nesousledném frézování** je smysl rotace nástroje proti směru posuvu obrobku. Obrobená plocha vzniká při vnikání nástroje do obrobku. Tloušťka třísky se postupně mění z nulové hodnoty na hodnotu maximální. K oddělování třísky nedochází v okamžiku její nulové tloušťky, ale po určitém skluzu břitu po ploše vytvořené předcházejícím zubem. Přitom vznikají silové účinky a deformace způsobující zvýšené opotřebení břitu. Řezná síla při protisměrném frézování má složku, která působí směrem nahoru a odtahuje obrobek od stolu.

Při **sousledném frézování** je smysl rotace nástroje ve směru posuvu obrobku. Maximální tloušťka třísky vzniká při vnikání zubu frézy do obrobku. Obrobená plocha se vytváří, když zub vychází ze záběru. Řezné síly působí obvykle směrem dolů. Sousměrné frézování může probíhat pouze na přizpůsobeném stroji při vymezené vůli a předpětí mezi posunovým šroubem a maticí stolu frézky. V opačném případě způsobuje vůle nestejný posuv, při němž může dojít k poškození nástroje, popř. i stroje. Při vzájemném porovnání lze shrnout hlavní výhody obou způsobů.

Nesousledné frézování:

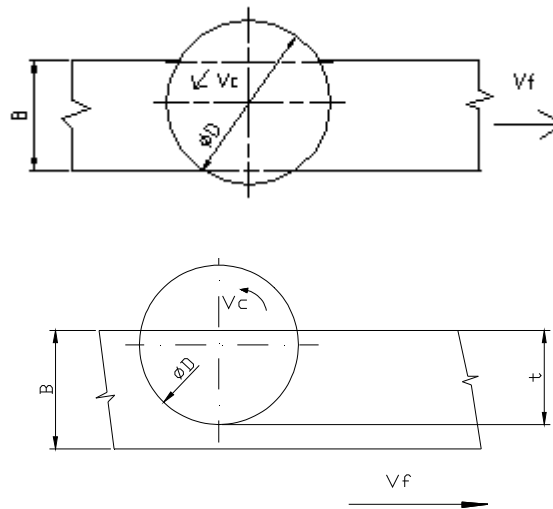
- trvanlivost nástroje nezávisí na okujích, písčitém povrchu obrobku apod.
- není zapotřebí vymezování vůle mezi posunovým šroubem a maticí stolu stroje
- menší opotřebení šroubu a matice
- záběr zubů frézy při jejich vřezávání nezávisí na hloubce řezu

Sousledné frézování:

- vyšší trvanlivost břitů, což umožňuje použití vyšších řezných rychlostí a posuvů
- menší potřebný řezný výkon
- řezná síla přitlačuje obrobek ke stolu, takže lze použít jednodušších upínacích přípravků
- menší sklon ke chvění
- obvykle menší sklon k vytvoření nárůstku
- menší drsnost obrobeného povrchu

Čelní frézování se uplatňuje při práci s čelními frézami, kdy břity jsou vytvořeny na obvodu i čele nástroje. (2)

Pro další úvahy se v závislosti na poměru šířky frézované plochy B k průměru frézy D a také s ohledem na polohu osy frézy vzhledem k frézované ploše se rozliší symetrické a nesymetrické frézování, viz obr. 6



Obr. 6 Čelní frézování

- a) symetrické
- b) nesymetrické

Obrobená plocha je kolmá na osu frézy, šířka záběru ostří a_p se nastavuje ve směru osy frézy.

2.2 Přednosti frézování

Frézování má velkou výkonnost, která je způsobena tím, že frézou obrábíme celý povrch obrobku najednou a fréza pracuje nepřetržitě a to velkou řeznou rychlostí. Další předností je, že můžeme snadno obrábět i tvarové (profilové) plochy, použijeme-li tvarové frézy k obrábění takové plochy. Frézováním můžeme obrábět současně několik součástí, čímž se značně zkrátí výrobní čas. To je velmi důležité, zejména při sériové výrobě.

2.3 Vady frézování

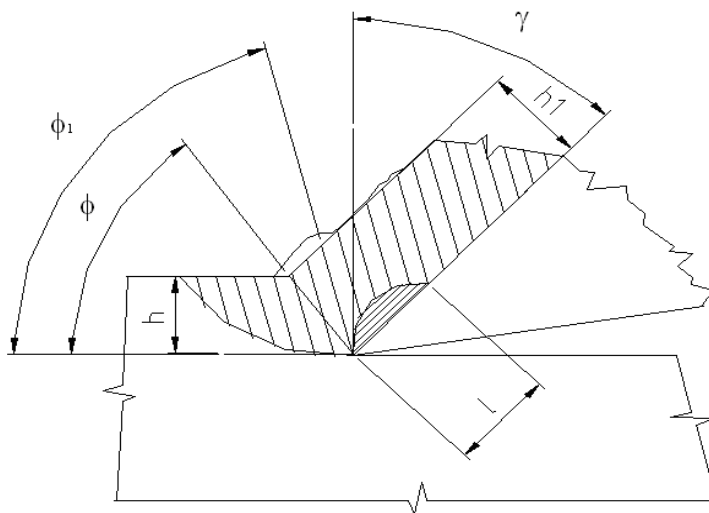
Vadou frézování jsou velké náklady na výrobu a udržování fréz. Frézované plochy jsou sice hladší než hoblované, mají však nepravidelné nerovnosti a obtížně se zaškrabávají. Tam, kde je třeba dosáhnout lepší jakosti frézované plochy, rozdělí se obrábění na dvě operace. Nejdříve se plocha hrubuje a pak se obrábí na čisto. Velikost a druh frézky pro

určitou práci je třeba určit podle rozměrů součásti a druhu operace, podle výkonu, kterého na tuto operaci bude zapotřebí a podle přesnosti a jakosti povrchu, které jsou po ní předepsány.

Pro hospodárné využití každého obráběcího stroje platí zásada, aby byl při práci pokud možno plně zatížen.(13)

2.4 Průřez třísky

Tloušťka odřezávané třísky h_f se při válcovém nesousledném frézování mění od nulové do maximální hodnoty a od maximální hodnoty do nuly při frézování sousledném.



Obr. 7 Schéma tvoření třísky při obrábění

Jmenovitá tloušťka třísky h_i v libovolné fázi jejího odřezávání se vyjádří vztahem :

$$h_i = f(\varphi_i) = f_z * \sin \varphi_i$$

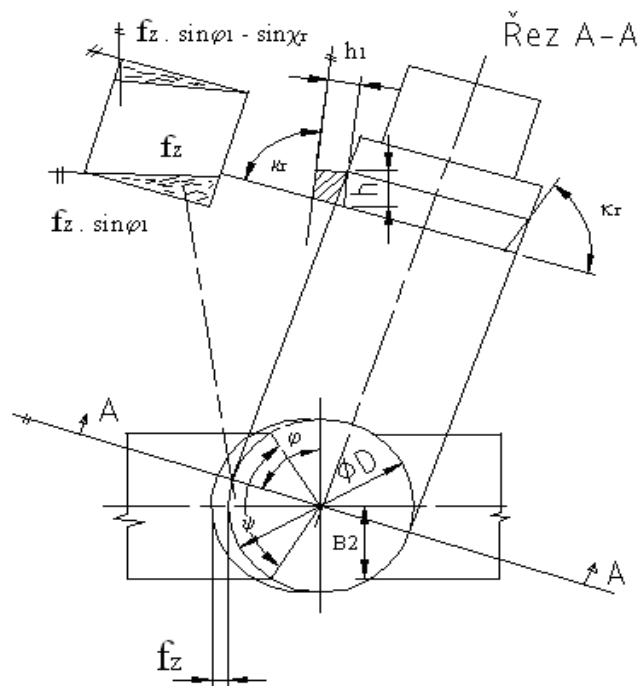
f_z – posuv na zub

φ_i – úhel posunového pohybu

Uhel posunového pohybu φ_i se mění nejen v závislosti na poloze řešeného zubu, ale u fréz se šikmými zuby nebo zuby ve šroubovici, také podél příslušného ostří.

TVARY TRÍSEK							
1 STUHOVITÉ	2 VÍVUTÉ	3 ŠPIRÁLOVITÉ	4 KUŽELOVITÉ SKRUTKOVITÉ	5 PLOCHÉ SKRUTKOVITÉ	6 OBLÚKOVITÉ	7 ELEMEN- TÁRNÉ	8 VÍLOVÉ
1.1 DLHÉ	2.1 DLHÉ	3.1 PLOCHÉ	4.1 DLHÉ	5.1 DLHÉ	6.1 SPJANÉ		
1.2 KRÁTKÉ	2.2 KRÁTKÉ	3.2 KUŽELO- VITÉ	4.2 KRÁTKÉ	5.2 KRÁTKÉ	6.2 DELENÉ		
1.3 ZMOTANÉ	2.3 ZMOTANÉ		4.3 ZMOTANÉ	5.3 ZMOTANÉ			

Obr. 8 Tvary třísek



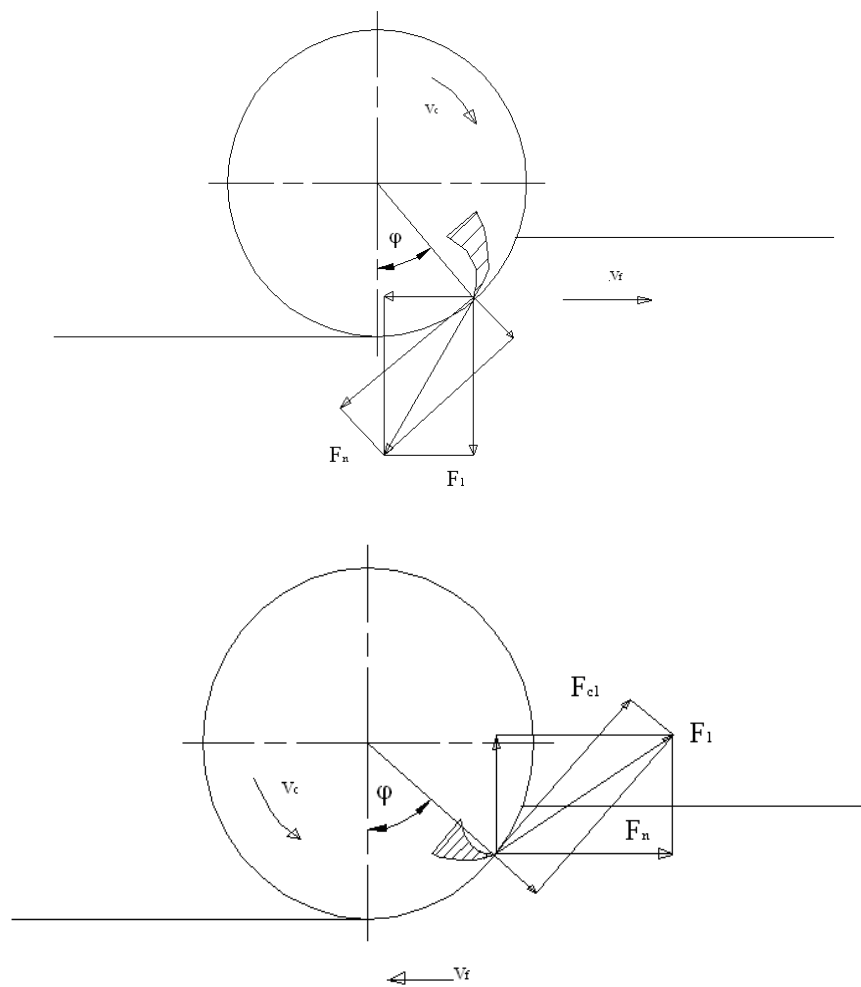
Obr. 9 Jmenovitý průřez třísky odebíraný zubem čelní frézy při symetrickém frézování

2.5 Řezné síly

Řezné síly při frézování

- Řezné síly, kterými působí zub válcové frézy na obráběný materiál je možno představit jako dvě síly
- obvodovou sílu F_t , která je tangenciálně k dráze pohybu řezné hrany po kružnici
- radiální sílu F_r , která směřuje ze středu této kružnice
- Když má fréza šikmé zuby, působí na zubě v osové směru ještě síla F_o , která se silou F_l dává výslednou sílu F . Podobný rozklad sil můžeme udělat při čelním, symetrickým i nesymetrickým frézováním. Nejdůležitější řeznou silou je obvodová síla F_c , která vykonává práci při odebrání třísky. Podle ní se určuje efektivní výkon P_e a počítají se uzly mechanismu hlavního pohybu.
- *Radiální síla F_p* působí tlakem na ložiska vřetene – vytváří doplňující moment tření. Přitom ohýbá trn frézy a je důležitým faktorem při výpočtech složeného namáhání.
- *Horizontální síla F_h* zatěžuje mechanismus posuvu frézovacího stroje. Podle její velikosti se dimenzují uzly posuvného mechanismu a elementy upínání obrobku a přípravků.
- *Vertikální síla F_v* namáhá konzolu frézovacího stroje ohybem.
- Kroutící moment: $M_k = D/2 \sum F_{cz}$
kde F_{cz} je elem. síla na každém současně zabírajícím zubě
- Výkon frézování: $P_e = \sum F_{cz} \cdot v_c$

Při specifikaci řezných sil při frézování se vyjde ze silových poměrů na jednom břitu, který se nachází v poloze určené úhlem φ_i . Pro válcové frézování nástrojem s přímými zuby se celková řezná síla působící na břitu F_i rozkládá na složky F_{ci} a F_{cNi} , resp. Na složky F_{fi} a F_{fNi} viz. Obr 10



Obr. 10 Řezné síly na zubu válcové frézy

a) nesousledné frézování

b) sousledné frézování

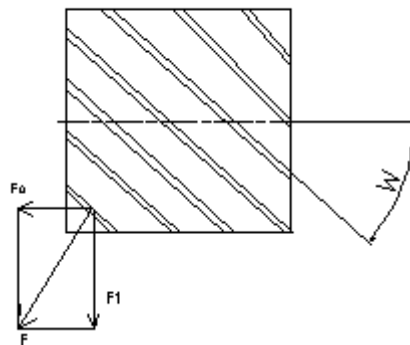
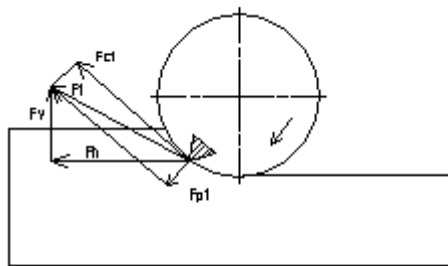
F_t – celková řezná síla

F_{c1} - řezná síla

F_{cn1} – kolmá řezná síla

F_{f1} – posuvová síla

F_{fn1} – kolmá posuvová síla



Obr. 11 Rozklad jednotkové řezné síly

- všeobecný případ
- fréza se šroubovými zuby

Řezná síla F_{ci} se vyjádří na základě měrné řezné síly k_{ci} a průřezu třísky A_{Di} :

$$F_{ci} = k_{ci} * A_{Di} = k_{ci} * a_p * f_z * \sin\varphi_i$$

Měrná řezná síla k_{ci} se vyjádří jako

$$k_{ci} = C_{Fc} / (f_z \cdot \sin\varphi_i)^{1-x}$$

a po dosazení a úpravě bude

$$F_{ci} = C_{Fc} \cdot a_p \cdot f_z^x \cdot \sin\varphi_i$$

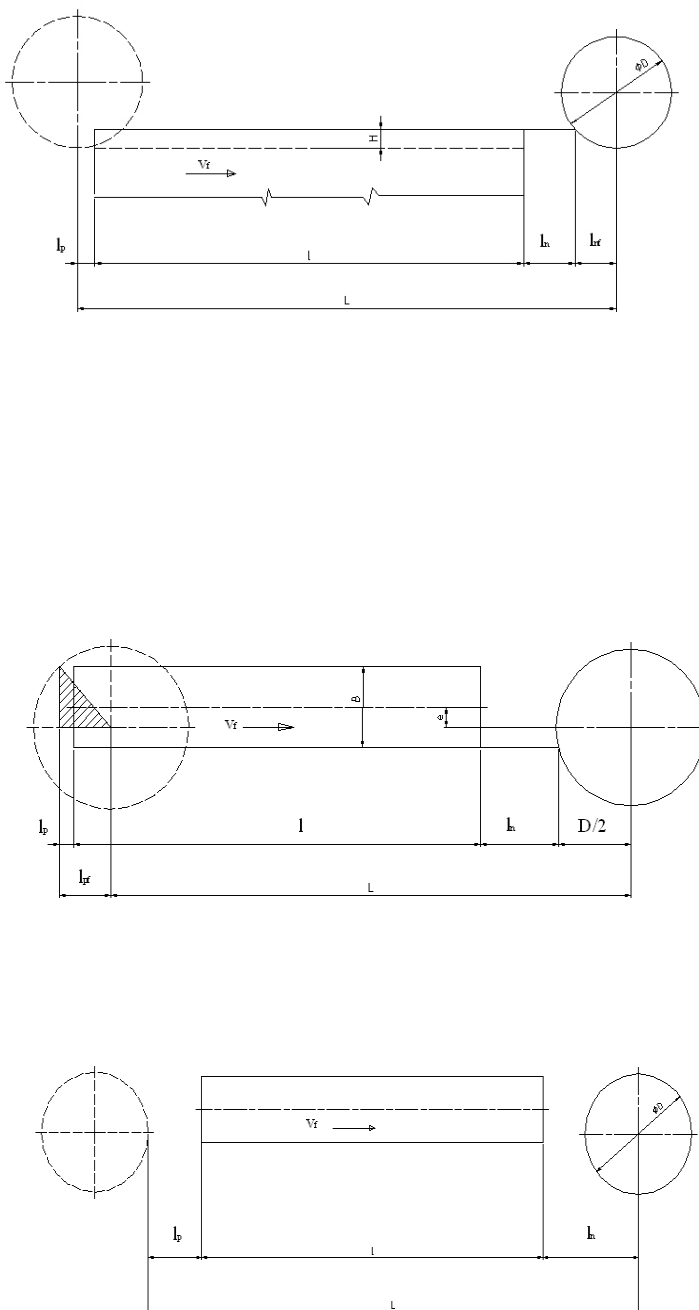
Při čelním frézování se řezná síla F_{ci} vyjádří obdobným postupem :

$$F_{ci} = k_{ci} \cdot a_{di} = C_{Fc} \cdot a_p \cdot f_z^x \cdot \sin\varphi_i^{x-1} \cdot \sin^x\varphi_i$$

Při frézování je však v záběru několik zubů současně. Výsledné síly pak závisí na počtu zubů v záběru a na okamžité poloze zubů frézy vzhledem k obrobku.

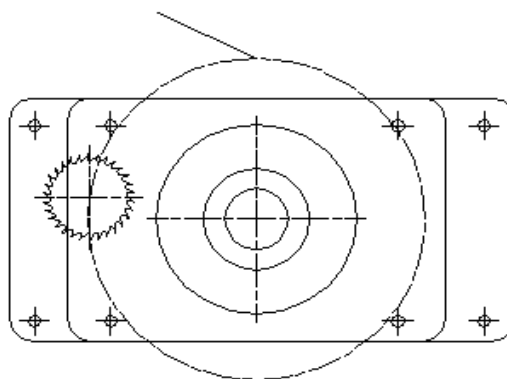
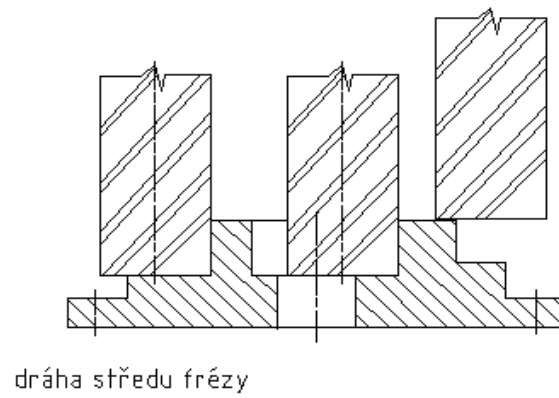
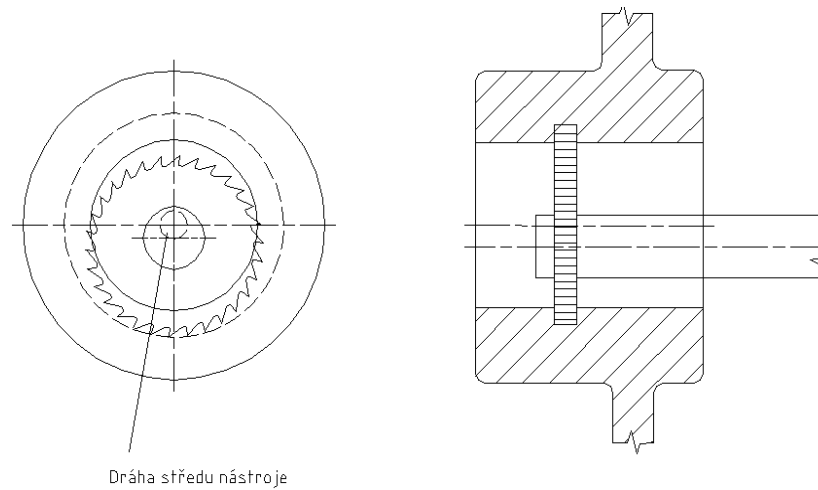
Z hlediska potřebného krouticího momentu a výkonu na vřetenu frézky je důležitá celková řezná síla F_c , která pro válcové frézování nabývá velikosti:

$$F_c = \sum_i F_{ci} = C_{FC} * a_p * f_z^x * \sum_i \sin^x \varphi_i$$



Obr. 12 Vyjádření dráhy frézy ve směru posuvového pohybu

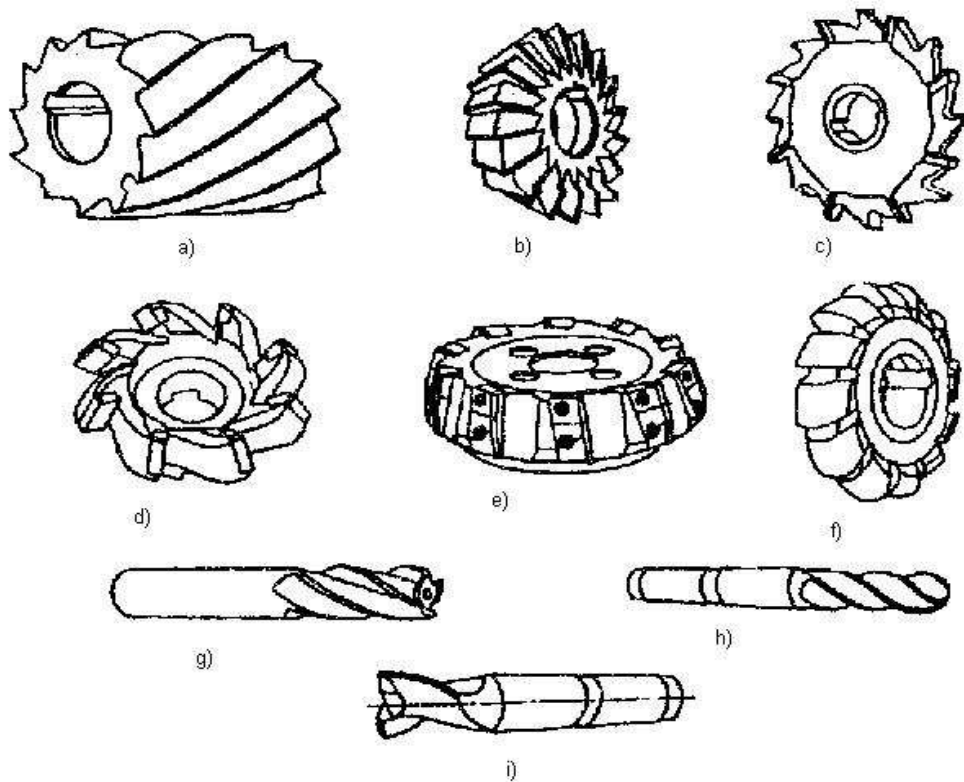
- a) válcové frézování
- b) čelní hrubé frézování asymetrické
- c) čelní frézování na čisto asymetrické



Obr. 13 Planetové frézování

- a) vnitřní zápichy
- b) vnější a vnitřní válcové a čelní plochy

2.5.1 Základní druhy fréz



Obr. 14 Základní druhy fréz

- a) válcová fréza
- b) úhlová fréza
- c) kotoučová fréza
- d) čelní fréza
- e) frézovací hlava
- f) tvarová fréza
- g) čelní válcová fréza
- h) kopírovací fréza
- i) drážkovací fréza

2.6 Dynamika obrábění

Při obrábění vznikají složité procesy kmitání v soustavě stroj-nástroj-obrobek. Intenzita kmitů je někdy malá a nemá nijaký nepříznivý účinek. Jsou však případy, kdy je kmitání velmi intenzivní. Stroj anebo nástroj vydává charakteristický zvuk. Nepříznivý účinek kmitání se projevuje ve více směrech: (2)

- obrobený povrch má charakteristickou vlnitost v důsledku čeho se snižuje přesnost geometrického tvaru a stoupá drsnost obrobeného povrchu, takže vznikají zmetky
- nástroje z nástrojových ocelí se rychle otupují, nástroje ze spékaných karbidů se vyštípe nebo láme, trvanlivost keramického řezného materiálu je minimální
- zvyšuje se opotřebenění stroje, často se porušují různé spoje na obráběcích strojích
- zvuk zhoršuje pracovní prostředí

Při obrábění v podmínkách kmitání vzniká charakteristická tříska s proměnlivým průřezem. Z hlediska fyzikální podstaty mohou se v technologické soustavě vyskytovat tyto druhy kmitů:

- vlastní kmity
- vynucené kmity
- samobuzené kmity

Vlastní kmity jsou vyvolané nárazem (např. při zapnutí zubové spojky, záběru nástroje). Ve většině případů je jejich vliv na proces obrábění zanedbatelný, nebo kmitání se rychle utlumí. Udrží se silami pružnosti soustavy. Jejich perioda a frekvence nezávisí od počáteční výchylky, ani od počáteční rychlosti kmitající části.

Dají se napsat pohybovou rovnicí v tvaru:

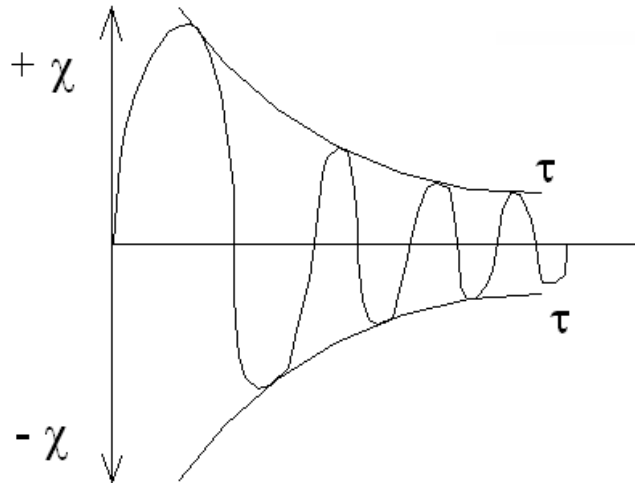
$$M \cdot x'' + r \cdot x' + k \cdot x = 0$$

Mx'' - je síla setrvačnosti (hmotnost \cdot zrychlení)

Rx' - síla odporu (koeficient tlumení \cdot rychlost)

Kx – síla pružnosti

Závislost amplitudy těchto kmitů na čase můžeme znázornit křivkou na obr. 14



Obr. 15 Průběh změny amplitudy s časem při vlastních kmitech

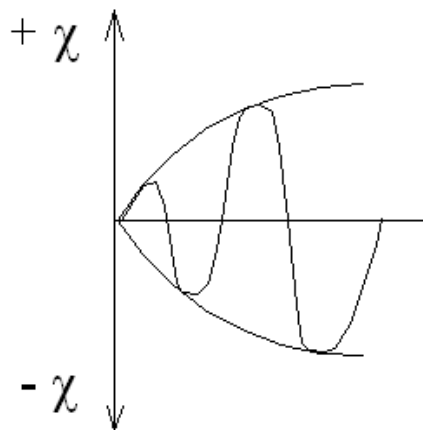
Kmitavý pohyb může vedle působení pružných sil vznikat i v důsledku působení periodické síly, které perioda se ve všeobecnosti odlišuje od periody vlastních kmitů. Jsou to tzv. vynucené kmity, kterým charakteristickým znakem je, že jejich frekvence se shoduje s frekvencí budící síly F_0 . Pohybová rovnice vynucených kmitů obsahuje na pravé straně periodicky se měnící vynucenou sílu.

$$M * x'' + r * x' + k * x = F_0 * \cos \omega \tau$$

ω - obvodová frekvence změny vynucené síly

τ - čas kmitání

Vynucené kmity obvykle vždy provází vlastní kmity, protože u těles, které se odklání od rovnovážné polohy, vznikají pružné síly, které se ho usilují dostat do rovnovážné polohy. Když bylo těleso v pokoji a začne kmitat v důsledku působení vynucené síly, amplituda vynucených kmitů bude narůstat, až se ustálí na určité hodnotě, podle obr. 16

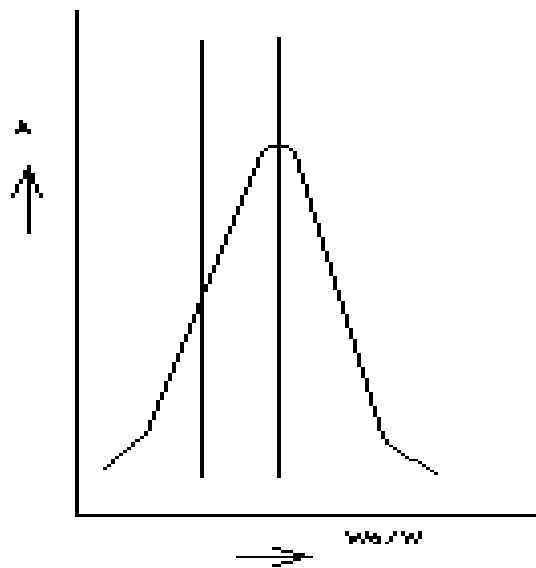


Obr. 16 Změna amplitudy vynucených kmitů s časem kmitání

Amplituda vynucených kmitů je úměrná amplitudě budící síle. Když se mění frekvence budící síly při konstantní frekvenci vlastních kmitů ω_0 , bude se měnit i amplituda vynucených kmitů, která je charakterizována maximální hodnotou amplitudy vynucených kmitů. Maximální hodnota amplitudy vynucených kmitů při rezonanční frekvenci budící síly se ω_r . Matematicky možno dokázat, že když je odpor prostředí, dostaneme při rezonanci maximum amplitudy když:

$$\omega_r = \omega_0$$

To znamená, že frekvence budící síly je rovna frekvenci vlastních kmitů. Amplituda vynucených kmitů je v tom případě teoreticky nekonečná. V praxi má odpor prostředí vyšší hodnoty než nulové, a přesto amplituda nedosáhne nikdy nekonečnou hodnotu. Maximální hodnota amplitudy je tedy vždy při menších hodnotách ω_r než ω_0 viz obr. 17



Obr. 17 Závislost amplitudy vynucených kmitů od poměru vlastní a vynucené frekvence

Rezonance je škodlivý jev, který kromě jiného může zapříčinit poškození některých částí stroje. Při rychlořezných strojích může způsobovat uvolnění ve vymrštění obrobku.

Vynucené kmity můžou být vyvolané procesem odebrání materiálů, anebo nezávisí na tomto procese.

Nezávisí na procese kmity, které jsou vyvolané:

- přenosem kmitů zvenku přes základ stroje
- nevyvážením otáčejících se částí stroje
- chybami v převodech stroje
- změnou některého fyzikálního parametru po dobu obrábění (parametrické kmity) Do druhé skupiny patří kmity, vyvolané procesem odebrání třísky. Jsou to nejmenší kmity, které vznikají v spojitosti s měnícím se průřezem odřezávané vrstvy. Změna průřezu třísky po dobu obrábění je charakteristická pro některé způsoby obrábění. Typickou metodou je frézování.

Vynucené kmity je možno eliminovat:

- vhodnými základy obráběcího stroje, který zabrání přenos kmitání přes základ
- odstraněním chyb v převodech stroje
- statickým a dynamickým vyvážením rotujících součástí
- vyvarováním se rezonanční oblasti téměř harmonické kmity (změnou frekvence otáčení, tuhosti)
- zmenšením průřezu třísky
- používáním pohlcovačů anebo tlumičů kmitů

Samobuzené kmity vznikají v soustavě bez venkovního periodického vlivu. Periodicky se měnící síla, která toto kmitání udržuje, vzniká v důsledku kmitavého pohybu. Jen co kmitavý pohyb přestane, mizí i proměnlivá síla. Známe téměř harmonické kmity a relaxační samobuzené kmity.

Téměř harmonické vznikají jako výsledek kmitavého pohybu od síly F_c . Jejich frekvence závisí na hmotnosti soustavy. Amplitudu mají konstantní.

Relaxační kmity vznikají jako důsledek tření vodících ploch suportu a lůžka. Také mají konstantní amplitudu.

Téměř harmonické kmity se vyznačují těmito charakteristikami:

- Neexistuje venkovní periodická budící síla. Kmity vyvolává samotná řezná síla.
- Frekvenci kmitů v zásadě neurčují řezné podmínky, ale tuhost a hmotnost části systému stroj – nástroj – obrobek. Zpravidla je blízká frekvenci vlastních kmitů soustavy, nebo jejího některého členu.
- Amplituda kmitů při konstantních podmínkách je stejná, avšak charakter kmitů je odlišný od sinusového průběhu. Kmitavý pohyb nelze vyjádřit lineární rovnicí, a proto má kmitání charakter tzv. nelineárních kmitů.

- Při samobuzeném kmitání existuje tzv. zpětná vazba mezi řeznou silou, která vyvolává kmitavý pohyb a naopak a samotným kmitavým pohybem. Řezná síla vyvolává kmitavý pohyb a naopak, její periodická změna je podmíněna existencí samobuzených kmitů. Kdyby nebyly samobuzené kmity, nebyly by ani periodické změny řezné síly.

Relaxační kmity obvykle vznikají v důsledku tření vodících ploch suportu a lůžka v hydraulických obvodech, ale i v zóně tvoření třísky, zejména při málo tuhém nástroji. Všeobecně je vznik relaxačních kmitů takový:

Když na pružné těleso přitlačené k druhému tělesu působí tangenciální síla, zpravidla není mezi dotýkajícími se povrchy žádný relativní pohyb, nebo povrchy jsou spojené silami statického tření. Tangenciální síla vyvolává jen pružnou deformaci tělesa. Když však při zvětšení venkovní síly převýší síly pružnosti statického tření, těleso přejde skokem do nové polohy a ztratí nahromaděnou deformaci.

Když dále působí venkovní síla, proces se opakuje a vznikají relaxační kmity tělesa. Aby se kmitání udrželo, musí se při přesouvání do nové polohy měnit i součinitel tření. Je známé, že v podmínkách suchého tření je součinitel tření v klidu a pohybu výrazně rozdílný. viz obr

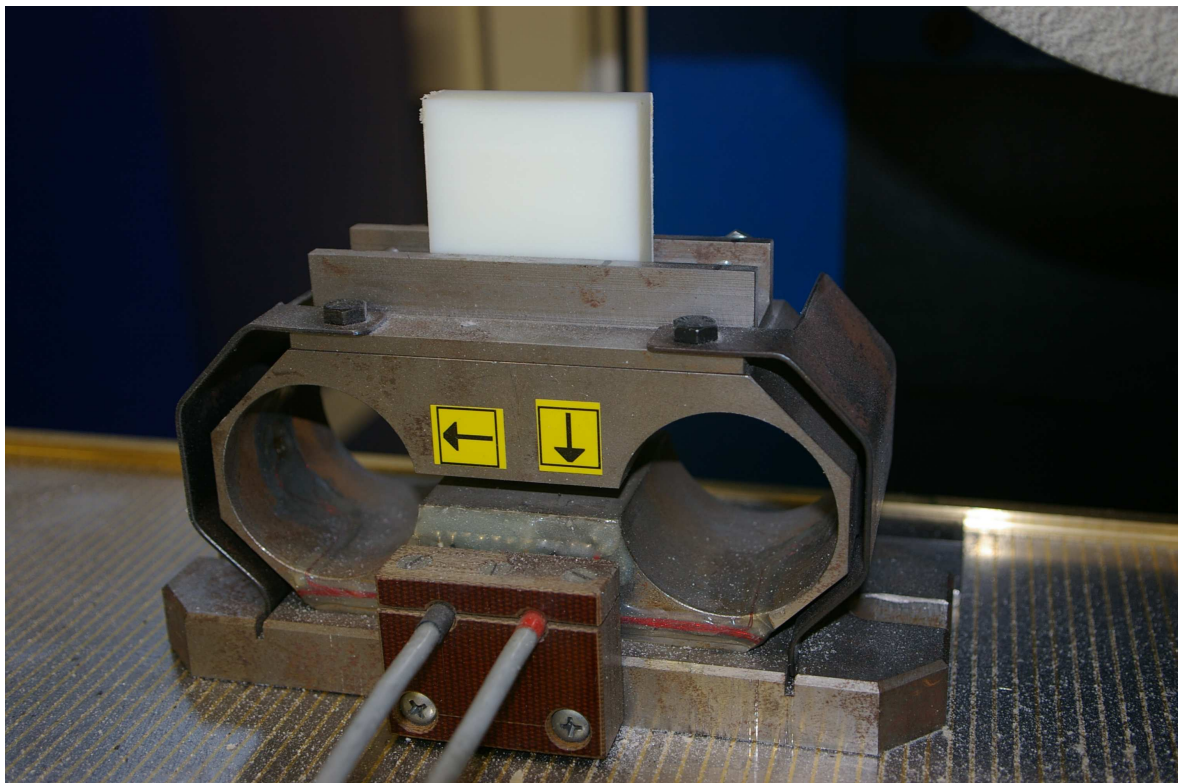
2.6.1 Vývoj tepla při obrábění

- Mechanická práce při obrábění se mění na teplo, které zahřívá obrobek a nástroj. Teplotní deformace v soustavě obrábění zhoršují přesnost obrobenej plochy. Ohřev povrchových vrstev obrobku může zapříčinit napětí a strukturní změny.
- Množství vzniklého tepla: $Q = W = F_c \cdot l$
- Protože ohřev nástroje zhoršuje jeho mechanické a řezné vlastnosti, třeba nepříznivý vliv vysoké teploty eliminovat chlazením nástroje plynným, anebo kapalným prostředím. Největší množství tepla odebírá tříška, méně obrobek a nástroj a nejméně uniká do okolí.

- Při zvyšování řezné rychlosti množství tepla, které odvádá tříska roste a klesá podél tepla odvedeného materiálem. Proto obrobený povrch při vysokých řezných rychlostech zůstane chladnější.
- Teplota řezání: $\theta = C_o \cdot v_c \cdot z_0 \cdot f_{x0} \cdot h_{y0}$
- C_o ... koef., který závisí od podmínek obrábění

2.7 Měření

Na přímé měření řezných sil používáme SILOMĚRY (DYNAMOMETRY) různé konstrukce. Mohou být sestrojeny na měření jedné, dvou anebo všech třech složek řezné síly anebo na měření kroutícího momentu. Přístroje jsou sice rozličné konstrukce, jejich princip je však společný. Řezné síly vyvolají jim úměrné zkroucení, posunutí anebo průhyb některé části siloměru, který zjišťujeme, zapisujeme, popřípadě registrujeme snímači a měřícími zařízeními. Tyto zařízení mohou být mechanické, hydraulické, pneumatické anebo elektrické.



Obr. 18 Dynamometr

2.8 Přesnost obrábění a kvalita obrobeného povrchu

Přesností obrábění rozumíme stupeň shodnosti obrobené součástky s výkresem součástky a technickými požadavky. Konstruktor, vycházejíc z podmínek práce stroje nebo přístroje, určí přesnost součástek a jejich vzájemnou polohu v montovaném celku. Přesnost součástek definují tolerance rozměrů a odchylky tvarů a vzájemné polohy.

Technické možnosti současné výroby jsou značné. Při realizaci technologického procesu naproti tomu vznikají odchylky od zadaných rozměrů, které mají systematický a náhodný charakter.

Nepřesnosti tvaru, rozměrů a polohy součástek lze charakterizovat takto:

- odchylky skutečných rozměrů od nominálních, které jsou definované tolerancí
- odchylkou od správného geometrického tvaru (ovalita, kuželovitost a pod)
- odchylky vzájemné polohy součástek a montážních jednotek (odchylky rovnoběžnosti, kolmosti ..)

V reálných výrobních podmínkách závisí odchylky od mnohých činitelů, a proto není možné výroby úplně stejné součástky ani v rozsahu několika kusů, vyráběných za sebou. (7)

2.8.1 Druhy odchylek a příčiny jejich vzniku

Odchylky, které vznikají při obrábění můžeme rozdělit do několika skupin:

1. Teoretické odchylky jsou odchylky geometrického tvaru součástek od teoretického tvaru. Např. při soustružení součástek tvarovými kotoučovými noži, které nemají realizovanou korekci profilu, vznikají modifikace profilu a rozměru. Při frézování ozubení modulovou kotoučovou frézou se modifikuje evolventní profil zubu, protože teoretický profil platí jen pro určitý modul zubu.
2. Odchylky, zapříčiněné nepřesnostmi výrobního stroje závisí od přesností práce stroje. Můžeme je sledovat bez zatížení a při zatížení řeznou silou. Nepřesnosti, které má stroj bez zatížení, vyplývají ze součtu nepřesností jeho součástek a můžeme je změřit. Např. čas-

tou chybou při montáži je odchylka souososti hrotů soustruhu a jeho lože. Při vzniku této chyby vzniká kuželová součástka. Když je tato odchylka v rovině kolmá na lože stroje, bude mít součástka profil rotačního hyperboloidu.

Příčinou vzniku oválnosti součástky je házení vřetene stroje. Špatně vyvážení součástek stroje, přípravku nebo polovýrobku zapříčiňuje vibrace soustavy obrábění a vznik hranatosti obrobku.

3. Odchytky, zapříčiněné zatěžováním stroje vznikají proto, že technologická soustava se pružně deformuje působením řezných síl, upínacích sil a dalších faktorů. Tyto deformace vznikají vlivem vůlí v stykových spojeních stroje pružnou deformací jeho částí, přípravkem, nástrojem a součástek. Pružné deformace soustavy způsobují rozptyl rozměrů součástek v dávce a jsou základní příčinou vzniku vlnitosti.

Charakteristickým příkladem působení pružných deformací je obrábění na bruskách. Proto se broušení na nových strojích musí uskutečňovat vyjiskřením, čili několikanásobným přechodem brusného kotouče po obrobené ploše bez přísuvu. Velikost deformace závisí od schopnosti součástek a uzlu odolávat působícím silám a vyjadřuje její tuhost. Tuhost pružné technologické soustavy je poměr řezné síly, která působí ve směru kolmo na obrobenou plochu k posunutí hrotu nástroje: (2)

$$C = F_p / y$$

2.9 Přesnost výrobních strojů

Kvalita obrobeného povrchu sehrává velmi důležitou úlohu, protože vyšší kvalita povrchu významně zlepšuje únavovou pevnost, korozní odolnost, snížení tření, odolnost vůči opotřebením a jiné exploatační vlastnosti povrchu. Z tohoto důvodu je potřebné volit také parametry obrábění a způsoby obrábění, které vedou k dosažení požadované kvality obrobku. Drsnost je jeden z mnoha parametrů hodnocení kvality obrobeného povrchu. (7)

V průmyslové praxi a zejména v technologii obrábění se setkáváme s jevem, že i přes snahu o zachování naprosto stejných řezných podmínek žádný rozměr na výkrese není vyrobitelný ve jmenovité velikosti a žádné výrobní zařízení neumožňuje trvale vyrábět danou veličinu absolutně stejných rozměrů. S touto nepřesností je nutné ve výrobní praxi počítat předem a předepisovat přípustné meze formou tolerancí tak, aby vyrobený dílec splňoval kvalitativní požadavky určené jeho funkcí v sestavě.

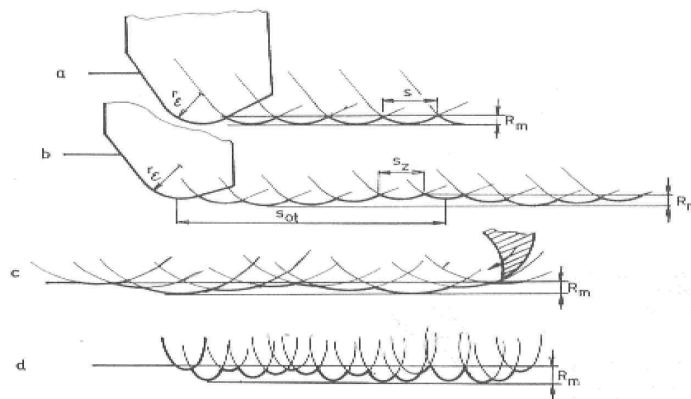
Nepřesnost obrábění je způsobována řadou vlivů a vzniklé odchylky jsou v podstatě výrobní chyby, které s ohledem na jejich původ se dělí na výrobní chyby **systematické** a výrobní chyby **náhodné**. U výrobních chyb systematických je možné odvodit původ jejich vzniku, protože se řídí přesnými pravidly. U výrobních chyb náhodných je důležité znát zákon, kterému tyto chyby podléhají a kterými se řídí. Znalost tohoto zákona je možné využít k odlišení systematických a náhodných výrobních chyb a u náhodných chyb vymezit jejich předpokládaný interval při zvolené hladině pravděpodobnosti jejich vzniku. (1)

2.9.1 Drsnost povrchu

Drsnost povrchu je jedna z hodnot hodnocení kvality obrobených povrchů. Tato hodnota významně ovlivňuje uživatelské vlastnosti těchto ploch a má velký význam při exploataci výrobku. Proto je potřebné hledat techniky pro předpověď drsnosti obrobeného povrchu ještě před obráběním, kvůli volbě parametrů obrábění, tak abychom dodrželi požadovanou drsnost obrobeného povrchu a zabezpečili tím kvalitu výrobku. (7)

Drsnost povrchu definovanou na výkrese, můžeme považovat za limitní hodnotu, která se má v technologickém procesu obrábění dosáhnout. Jednoduchý geometrický přístup k identifikaci makrogeometrie obrobeného povrchu vychází z kopírování tvaru řezného klínu na obrobený povrch.

Při obrábění nástroji, které mají více řezných klínů, je výsledná drsnost povrchu určena dalšími vlivy jako je házení frézy a přesazení jednotlivých zubů při frézování, velikost a poloha jednotlivých zrn na brousícím kotouči. U některých druhů obrábění např. při zapichovacím soustružení tvarovými noži, je výsledná drsnost daná kopírováním nerovností řezné hrany nástroje.



Obr. 19 Profil obrobeneho povrchu při různých metodách obrábění

2.10 Soustružení, čelní frézování, válcové frézování a broušení

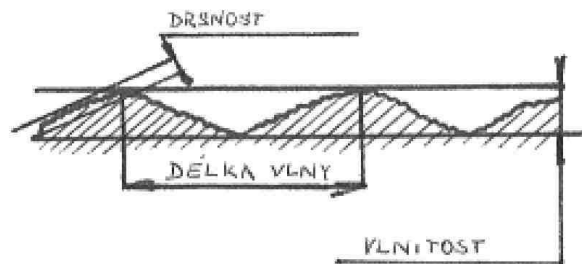
Obrobený povrch se vždy odchyluje od ideální drsnosti a ideálního geometrického tvaru. Při posuzování jakosti povrchu součásti rozlišujeme:

- druh povrchu
- vlnitost (rovinnost) povrchu
- drsnost povrchu

Druh povrchu může být neopracovaný (odlity, kovaný, lisovaný, válcovaný apod.), opracovaný (soustružený, frézovaný, broušený aj.), popř. jinak upravený.

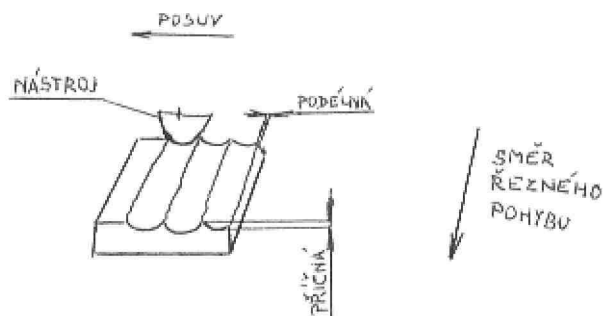
Vlnitost povrchu je nepravidelnost povrchu, která není způsobena jen obráběcím nástrojem nebo strojem, ale společným působením soustavy stroj-nástroj-obrobek. Posuzujeme ji podle toho, jak byl dodržen předepsaný geometrický tvar plochy v celém jejím rozsahu. Neobrobený povrch nebo jen ručně obrobený povrch je vlnitý. Běžným obráběním se dosáhne povrchu s malou vlnitostí. Dokonalý rovnoměrný povrch se získá jen velmi přesnou strojovou výrobou, případně dodatečným ručním přelícováním. (3)

Drsností povrchu se nazývají rozměrově nepatrné nepravidelnosti povrchu (vyvýšeniny, prohlubně, důlky, rýhy apod.). Drsnost povrchu posuzujeme podle druhu, vzhledu a hloubky stop, které zůstanou na povrchu součásti po nástroji při obrábění.



Obr. 20 Nerovnosti povrchu

Při praktickém hodnocení drsnosti povrchu je nutno rozlišovat drsnost podélnou (ve směru řezu) a drsnost příčnou (kolmou na směr řezu).



Obr. 21 Příčná a podélná drsnost

Při sledování skutečného procesu vytváření obrobeného povrchu můžeme zjistit, že nejde o jednoduché kopírování tvaru řezného klínu. Při sledování stop po nástroji vznikají důsledkem jeho posuvu vlivem plastické deformace třísky výrobku, které jsou orientované podél obou řezných hran. Toto vytlačení materiálu souvisí se specifickou formou opotřebované nože, při které se na vedlejší řezné hraně a hrotě vytváří jeden nebo více žlábků. Existuje několik teorií, které vysvětlují vznik těchto žlábků:

- zvýšení tvrdosti materiálu na obrobené ploše v důsledku zpevnění, čímž se zvětšuje abrazivní účinek na nůž při další otáčce obroku
- přetrhnutí žlábků opotřebovaní na čele směrem k vedlejší řezné hraně
- oxidace povrchu v zóně dotyku ohřátého výrobku a nástroje s atmosférou
- zvětšení výšky stop po hrotě v důsledku vytlačení kovu v procesu tvoření

třísky.

Při vytváření žlábků na vedlejší hraně nože jeho hloubka roste na určitou hodnotu a potom se stabilizuje. Žlábků jsou navzájem vzdálené o posuv. Při vytvoření prvního žlábků na noži drsnost obrobené plochy prudce poklesne a stabilizuje se v okamžiku, kdy žlábků dosáhne maxima. Zvětšování počtu žlábků se na drsnosti povrchu projevuje málo.(5)

Charakteristiky drsnosti povrchu a tvaru profilu

Charakteristiky drsnosti povrchu se volí z následujících veličin:

- Rz – největší výška profilu
- Ra – průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu
- RSm – průměrná šířka prvků profilu
- Rmr - materiálový poměr profilu (nosný podíl)(6)

2.10.1 Měření drsnosti povrchu

Drsnost povrchu se určuje přímým nebo nepřímým měřením profilu přístroji různé konstrukce i různé přesnosti. Metody měření jsou:

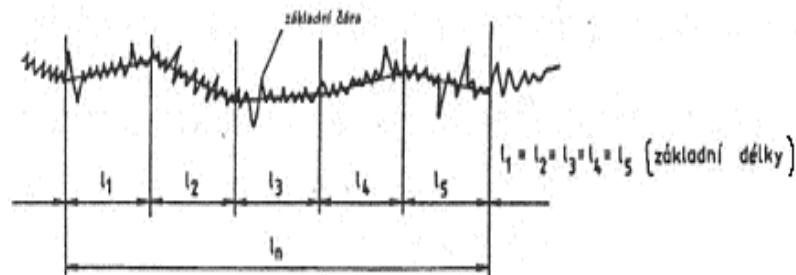
- kvalitativní a subjektivní porovnávání drsnosti povrchu se vzorky povrchů nebo etalony vzorkovnic
- kvantitativní, tj. určení číselných hodnot drsnosti v parametrech podle norem (Ra, Rz)
- souhrnná kontrola povrchu, kdy hodnoty drsnosti se určují z profilové křivky

2.10.2 Charakteristiky měření drsnosti povrchu

Požadavky na drsnost se vyjadřují charakteristikou drsností povrchu podle ČSN 01 4451 a to číselnou hodnotou příslušné veličiny a základní délkou, na které se veličina určuje. Pro detailnější popis funkčního povrchu je třeba provést přesnější analýzu mikrogeometrických charakteristik profilu povrchu. Na základě toho vznikly další charakteristiky drsnosti povrchu, v normách nezahrnuté, ale používané pro lepší popis povrchu, hlavně

s ohledem na prognózu jeho chování při funkčním zatížení. Normalizované i nenormalizované charakteristiky drsnosti povrchu:

- Vyhodnocovaná délka l_n - je délka ve směru osy X, na které se vyhodnocuje profil drsnosti. Může obsahovat jednu nebo několik základních délek.



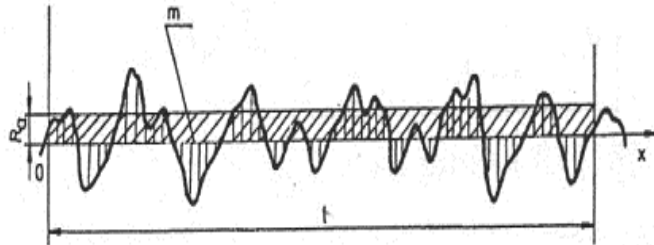
Obr. 22 Vyhodnocovaná délka l_n

- Základní délka l - je délka ve směru osy, která se používá na identifikování nepravidelností, které charakterizují profil, metodou nejmenších čtverců z profilu. Základní délka se volí podle hodnot měřené drsnosti povrchu.
- Střední aritmetická čára profilu (centrální čára) - je základní čára, která má tvar geometrického profilu a je paralelní s hlavním směrem profilu v rozsahu základní délky tak, že v rozsahu základní délky je součet ploch, ohraničených střední aritmetickou čarou a profilem, na obou jejích stranách stejný.
- Výška výstupku / hloubka prohlubně profilu y_p/y_v - je vzdálenost mezi střední čarou profilu a nejvyšším/nejnižším bodem výstupku / prohlubně profilu.
- Střední aritmetická odchylka profilu R_a - nejčastější hodnotící kritérium drsnosti povrchu. Je to střední aritmetická hodnota absolutních odchylek profilu v rozsahu základní délky a vyjadřuje se následovně:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$

Střední aritmetická odchylka profilu R_a je základní charakteristikou pro popis mikromeetrie povrchu. Naměřené hodnoty této veličiny vykazují při opakovaném měření poměrně značnou přesnost. R_a neumožňuje představu o tom, jak povrch vytvořený techno-

logickou operací skutečně vypadá. R_a udává pouze střední hodnotu vzdáleností souřadnic jednotlivých bodů profilu zkoumaného povrchu od střední čáry profilu.

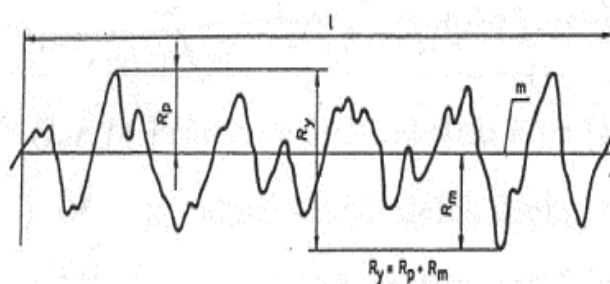


Obr. 23 Střední aritmetická odchylka profilu R_a

- Největší výška profilu R_v - je výšková charakteristika drsnosti povrchu, určená vzdáleností mezi čarou výstupků profilu a čarou prohlubní profilu v rozsahu základní délky.

$$R_v = R_p + R_m$$

Tato charakteristika udává jen největší hloubku profilu kontrolované plochy v rozsahu základní délky. Jako míra drsnosti povrchu má pro funkční povrchy poměrně malý význam a používá se jen jako doplňkové kritérium drsnosti povrchu.



Obr. 24 Největší výška profilu R_v

- Výška nerovnosti profilu z deseti bodů R_z - je definována jako střední hodnota z absolutních hodnot výšek pěti nejvyšších výstupků profilu a hloubek pěti nejnižších prohlubní profilu v rozsahu základní délky.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 y_{pi} + \sum_{i=1}^5 y_{vi}}{5}$$

Charakteristika R_z je zvlášť vhodná pro hodnocení hrubých povrchů tam, kde není možné tyto povrchy pro jejich hrubost zhodnotit dotykovými profilometry.

2.11 Přístroj na měření drsnosti povrchu Mitutoyo SJ – 301

Tento měřicí přístroj je určený na měření drsnosti povrchu pro použití v dílenském prostředí. Svým snímacím hrotem dokáže měřit strukturu povrchu a charakterizovat ji za pomoci řady parametrů podle různých národních a mezinárodních norem (měření bylo charakterizováno za pomoci normy ČSN EN ISO 4287). Výsledky měření se zobrazí digitálně a graficky na speciální na dotek citlivé ovládací obrazovce a pomocí vestavěné tiskárny se mohou vytisknout.

Snímací hrot přístroje zaznamenává i nejjemnější nepravidelnosti povrchu vzorku. Drsnost povrchu se vypočítá z vertikálního posuvu snímacího hrotu, ke kterému dochází, když snímací hrot přejíždí přes nepravidelnosti povrchu. Poloha snímacího hrotu vůči obrobku musí být zajištěna tak, aby posuv při měření byl rovnoběžný s povrchem obrobku.



Obr. 25 Mitutoyo SJ - 301

3 ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÉ OBRÁBĚCÍ STROJE

3.1 Rozdělení číslicově řízených obráběcích strojů

- a) Podle tvaru obráběných obrobků dělíme NC obráběcí stroje do dvou skupin:
- stroje pro obrábění obrobků rotačního tvaru (soustruhy, soustružnická centra)
 - stroje pro obrábění obrobků skříňového nebo plochého tvaru (frézky, vrtačky, vyvrtávačky)
- b) Podle počtu operací, které je stroj schopen na obrobku provést při jednom upnutí:
- stroje pro jeden druh operací (jednoprofesní) mohou při jednom upnutí obrobku vykonat operace pouze jednoho druhu (soustružnické, frézovací, vrtací apod.)
 - stroje pro více druhů operací (víceprofesní) nebo-li obráběcí centra.
- c) Podle úrovně konstrukce (podle stupně vývoje) dělíme NC stroje do čtyř skupin:

Stroje 1. generace: Byly odvozeny od běžných konvenčních strojů při malém přizpůsobení pro zapojení řídicího systému. Dnes již nevyhovují. Důvodem málo přesné práce je nedostatečné přizpůsobení konstrukce původně ručně řízeného stroje podmínkám automatického řízení. U ručně řízených strojů rozhoduje o kvalitě a přesnosti kvalifikovaný pracovník. Přesnost práce NC stroje je dána kvalitou programu.

Stroje 2. generace: Tyto stroje jsou již konstruovány pro číslicové řízení. Některé stroje jsou již vybaveny AVN (automatická výměna nástroje). Výměna nástrojů u revolverových hlav je ruční stejně jako výměna obrobků. Některé stroje mají dopravníky třísek. Jsou to poloautomatické stroje. Tyto stroje nesplňují zcela podmínky pro zařazení do plně automatizovaných výrobních systémů.

Stroje 3. generace: Tato skupina strojů se vyznačuje jejich uzpůsobením pro využití ve strojních systémech s vyšším stupněm automatizace, tj. v takových systémech v nichž je automatizována mezioperační doprava obrobků AVO (automatická výměna obrobků). Výměna nástrojů v zásobníku je ruční. Automatická manipulace s třískami je řešena částečně nebo úplně s možností napojení na transport třísek

v systému. Významným rysem těchto strojů je stavebnicovost konstrukce, která umožňuje zlevnit jejich výrobu. Systémy AVO v takovém případě umožní současně zvýšit využití stroje pro odebrání třísek a při použití zásobníku palet s obrobky automatický chod stroje ve velkých časových úsecích.

Stroje 4. generace: Napojení systému AVN je již na manipulaci s nástroji, a proto je možné je charakterizovat jako automaty s automatickou operační manipulací s nástroji, obrobky a třískami. Jsou to tedy plně automatizovaná technologická pracoviště. V takovýchto systémech se však požaduje až třísměnný provoz bez obsluhy, proto mají být vybaveny aktivní kontrolou. Důraz je kladen na víceprofesnost a jejich řešení bývá rovněž stavebnicové.

3.2 Charakteristika číslicově řízených obráběcích strojů

Číslicové řízení obráběcího stroje (často se setkáváme s výrazem numerické řízení) je druh programového řízení, u kterého jsou veškeré informace o požadovaném pracovním cyklu zapsány ve formě alfanumerických znaků. Vlastní program je ohraničená posloupnost oddělených skupin znaků, kterým říkáme bloky nebo věty. Každá věta obsahuje dva druhy informací:

- geometrické informace, výsledkem jejichž zpracování jsou dráhy nosičů nástrojů,
- technologické informace, na jejichž základě jsou vyvolány ovládací funkce, tzn. činnosti jednotlivých mechanismů stroje (řazení otáček, natáčení nástrojové hlavy, spuštění a zastavení včetně apod.)

Program musí být zaznamenán na takové médium, ze kterého je možné informace snadno „přečíst“ a dále zpracovat. Nejstarším záznamovým prostředkem je dálnopisná děrná páska. I když dnes se samozřejmě používají magnetická média (diskety, externí harddisky apod.), je děrná páska stále používána jako archivní médium. Další možnost zadávání programu má obsluha prostřednictvím tlačítkové klávesnice.

Takové řízení má řadu velice důležitých přínosů:

- odpadají všechny orýsovací práce, odpadá používání přípravků, modelů a šablon, čímž odpadá také jejich vývoj, výroba a skladování,
- číslicová program se dá podstatně snadněji měnit než program realizovaný váčkami, narážkami a dorazy, což vede ke značnému zkrácení seřizovacích časů. Odpa-

dají úpravy a rekonstrukce přípravků. Tím je položen základ pro automatizaci malosériových výrob.

- nasazení číslicově řízených strojů přináší podstatné zjednodušení agendy náhradních dílů. Většinou postačí archivovat programy místo hotových součástí,
- maximální omezení seřizovacích činností a automatický průběh obrábění odstraňuje chyby, které do výrobního procesu vnáší obsluha svou nepozorností a únavou. Snižují se nároky na soustředění obsluhy, která se může více věnovat sledování průběhu obrábění, resp. může sledovat více strojů,
- velmi složité součásti, které se dají matematicky popsat (např. prostorově tvarované lopatky turbin, součásti letadel) lze obrábět, aniž by bylo nutno kreslit výkres. Řízení, které zpracovává číslicové informace, je možno přímo propojit s počítačem, kde se pomocí nějakého graficko-matematického systému tvar součásti popíše,
- možnost komunikace s počítačem je vlastně základním předpokladem pro výstavbu počítačem řízených výrobních systémů. (18)

3.3 Programování NC strojů

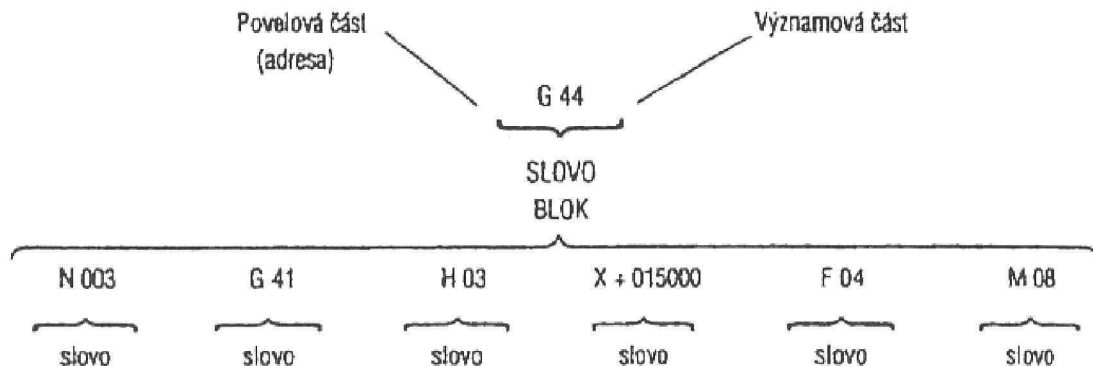
Programování NC strojů je náročná a vysoce kvalifikovaná činnost, která je zařazována do oblasti technické přípravy výroby. Kvalita řídicích programů je ovlivňována stupněm znalostí programátora, funkce jím programovaných NC strojů a jejich řídicích systémech. Se zvyšující se technickou úrovní a složitostí techniky se zvyšují adekvátně i nároky na kvalifikaci a úroveň znalostí programátora.

Vysoká náročnost a složitost řídicích programů pro souvislé řídicí systémy, kde je u NC strojů nutné předpokládat i více současně řízených souřadných os, stále více vyžaduje soustředěnost programátora a tím možnost rizika výskytu chyb. Proto je pozornost zaměřována na možnost tvorby a generování řídicích programů pomocí počítačové podpory.

3.3.1 Struktura programu

Řídicí program NC stroje je soubor číselně vyjádřených informací o činnosti NC stroje, uložených na nositeli informací, ze kterého jsou tyto informace postupně předávány stroji v průběhu operace.

K zápisu programu se volí znaky, které jsou srozumitelné člověku a tyto se řadí do jednotlivých slov.



Obr. 26 Schéma struktury programového slova

Informační slova jsou zpravidla uváděna v následující posloupnosti:

- přípravná funkce
- rozměrová funkce, tj. rozměr udávající hodnotu přemístění v jednotlivých pohybových osách,
- posunová funkce,
- funkce ovládající rychlost otáčení vřetena,
- funkce nástroje,
- pomocné funkce. (10)

Adresová část slova je tvořena písmenem a vyjadřuje „druh povelu“, tj. funkci, kterou má stroj na tento povel vykonat (pohyb v určité ose, otáčky, činnost mechanismu atd.)

Významová část slova je tvořena číslem, které udává hodnotu funkce (velikost posunutí, velikost otáček či posuvů nebo kód, konkretizující činnost mechanismu stroje apod.). Dnešní řídicí systém používají zásadně **proměnnou délku bloku**, tzn., že blok obsahuje jen ty funkce, které se v tomto kroku programu nově vyskytují nebo mění. Všechny možné adresy slov, možné rozsahu, neboli formáty významových částí slov tvoří tzv. **programový klíč** řídicího systému. Přiřazení významu k jednotlivým adresovým znakům je normalizováno (např. DIN 66025) a je výrobcí řídicích systémů dodržováno. Podle charakteru významové části je možno slova rozdělit do dvou skupin.

3.3.2 Rozměrová slova

Rozměrová slova mají významovou část tvořenou nějakou fyzikální veličinou a mají tudíž fyzikální rozměr. Jsou to geometrické informace popisující pohyb v jednotlivých řízených osách – souřadnice, interpolační parametry, poloměry. Mezi souřadnice patří i natočení kolem souřadných os. Mezi rozměrová slova dále patří funkce posuvu a funkce vřetená, jejichž významová část je rovněž fyzikální veličinou – velikost posuvu, řezná rychlost, otáčky vřetená.

Formát rozměrového slova pro posunutí v souřadné ose: $\pm 0,001 - \pm 9999,999$ [mm]

Adresy:

X, Y, Z - lineární osy

U, V, W - další souřadné osy, rovnoběžné s X, Y, Z

Q - pomocná souřadná osa (např. pro manipulátor)

I, J, K - interpolační parametry v osách X, Y, Z

R - poloměr kruhového oblouku

Formát rozměrového slova pro natočení kolem souřadné osy: $\pm 0,001^\circ - \pm 359,999^\circ$

Adresy:

A, B, C - natočení kolem os X, Y, Z

Formát rozměrového slova pro funkce vřetená:

1 – 20 000 [ot/min] ve spojení s funkcí G97 – konstantní otáčky

1 – 1 000 [m/min] ve spojení s funkcí G96 – konstantní řezná rychlost

Adresa:

S (Speed)

Formát rozměrového slova pro funkci posuvu:

0,01 – 45 000 [mm/min] „minutový“ posuv, ve spojení s funkcí G94

0,001 – 50,000 [ot/min] „otáčkový“ posuv, ve spojení s funkcí G95

Adresa:

F (Feed)

3.3.3 Bezrozměrová slova

Bezrozměrová slova mají významovou část tvořenou většinou dvouciferným číslem, které určuje konkrétní funkci ze skupiny funkcí dané adresou.

Adresa G (Go) uvozuje velký soubor tzv. **přípravných funkcí**. Tyto funkce, z nichž některé jsme již poznali při výkladu principů interpolace, připravují řídicí systém na určitý režim práce – odtud jejich název. Celý soubor G – funkcí je možno rozdělit do několika skupin. Z nichž nejpoužívanější jsou:

Skupina 1 – volba druhu interpolace

G00 rychloposuv po přímce

G01* lineární interpolace pracovním posuvem

G02 kruhová interpolace pracovním posuvem ve směru hodin

G03 kruhová interpolace pracovním posuvem proti směru hodin

Skupina 2

G04 časová prodleva – velikost prodlevy se programuje adresou X, nebo F v sec

Skupina 3 – volba roviny interpola-

ce G17 interpolace v rovině XY

G18 interpolace v rovině XZ

G19 interpolace v rovině YZ

Skupina 4 – volba korekce na poloměr nástroje (zaoblení špičky)

G40* zrušení korekce

G41 korekce pro nástroj vlevo od obrobku

G42 korekce pro nástroj vpravo od obrobku

Skupina 5 – volba posunutí počátku

G53# zrušení posunutí počátku

G54* posunutí počátku č. 1

G55 atd. další možná posunutí počátku (většinou alespoň 3)

G58# programovatelné (aditivní) posunutí počátku

Skupina 6 – volba programovacích jednotek

G70 zadávání dráhy v palcích G71*

zadávání dráhy v mm

Skupina 7 – volba způsobu programování

G90* absolutní programování (od nulového bodu obrobku W)

G91 přírůstkové programování

Skupina 8 – předvolba zadávání posuvu

G94 minutový posuv G95 otáč-
kový posuv

Skupina 9 – předvolba funkcí vřetena

G92 omezení otáček vřetena při soustružení konstantní řeznou rychlostí (omezující
otáčky se programují adresou S) G 96 konstantní řezná rychlost při soustružení G 97
konstantní otáčky vřetena

Funkce označené # platí pouze v jednom bloku, ostatní přípravné funkce jsou trvalé, tzn. od svého vyvolání platí v každém následujícím bloku, pokud nejsou zrušeny nebo změněny jinou funkcí téže skupiny. Při spuštění systému je třeba nastavit určitý základní stav (z hlediska přípravných funkcí), proto jsou některé přípravné funkce aktivovány automaticky při spuštění. V našem přehledu jsou tyto funkce označeny *. V jedné větě pak může být programováno současně několik přípravných funkcí, každá však musí být z jiné skupiny. Uvedená čísla odpovídají normě DIN 66025 a označují základní funkce, které musí mít každý systém. Většina výrobců řídicích systémů tato označení dodržuje. Ostatní čísla využívají výrobci pro speciální funkce, specifické pro ten který systém (např. pro označení vícebodových prvků, obráběcích cyklů apod.)

Adresa M (Machine) uvozuje tzv. **pomocné** neboli **strojní** funkce. Jak jejich název ukazuje, těmito funkcemi se vyvolávají činnosti mechanismů stroje. Protože se některé funkce z tohoto souboru týkají i řídicího systému, říká se těmto funkcím také někdy **smíšené**. I tyto funkce se dělí do několika skupin a platí o nich totéž co o funkcích přípravných:

Skupina 1 – přerušení automatického cyklu M00# nepodmíněné
přerušení programu (technologický STOP)

M01# podmíněné přerušení programu – funkce se vyvolá pouze tehdy, je-li předvolena tlačítkem na panelu systému

Skupina 2 – ukončení programu

M02 konec programu a skok na začátek programu následujícího

M17 konec podprogramu s návratem do hlavního programu

M30 konec hlavního programu s návratem na začátek

Skupina 3 – ovládání vřetena M03 start vřetena ve

směru hodinových ručiček M04 start vřetena proti

směru hodinových ručiček M05* zastavení vřetena

M19 orientované zastavení vřetena – úhel od nulové rysky odměřování se programuje adresou S

Skupina 4 - funkce různých mechanismů stroje – přiřazení definuje výrobce systému,

event. stroje – např.: M7 spuštění druhého chlazení (např. středem nástroje) M8

spuštění hlavního chlazení M9 stop chlazení M13 start vřetena vpravo s chlazením

M14 start vřetena vlevo s chlazením M28 vysunutí pinoly koníku M29 zasunutí

pinoly koníku M51 otevření krytu pracovního prostoru M52 zavření krytu pracovního

prostoru, atd.

Adresa H (Help) uvozuje tzv. **přídavné** funkce. Je to v podstatě rozšíření pomocných funkcí m definovaných výrobcem stroje. Pod touto adresou se často programují funkce různých přídavných zařízení, zejména manipulačních.

Adresa T (Tool) uvozuje funkci nástroje. Významovou část tohoto slova tvoří číslo o čtyřech dekádách. Toto zdánlivě nesmyslně vysoké číslo umožňuje místo pořadového čísla nástroje programovat nástrojový kód z knihovny nástrojů. Některé řídicí systémy používají toto velké číslo k současnému programování nástrojové korekce – první dvojčíslí pak znamená číslo nástroje, druhé dvojčíslí pak znamená číslo příslušné nástrojové korekce z tabulky korekcí.

Adresa D udává číslo korekce nástroje, pokud se programuje zvláštním slovem. Významová část slova představuje číslo o dvou dekádách. Pozn.: Slovo D0 znamená zrušení předvolené korekce.

Adresy L (Load) a P označují volání podprogramu a počet jeho opakování.

Adresa R označuje tzv. parametr, což je symbolické vyjádření významové části slova. Např.

výraz $X=R1$ znamená posunutí v ose X o hodnotu parametru R1. Nejčastěji se parametry používají pro modifikaci podprogramů. Dnešní řídicí systémy dovolují používat řádově stovky parametrů.

Věta, kromě slov, může obsahovat tzv. komentář, který se umísťuje za všechna slova před znakem pro konec věty do závorek, event. uvozovek. Systém komentář nezpracovává, pouze jej zobrazuje, při výpisu programu na tiskárnu se komentář tiskne. Komentáře slouží k lepší orientaci v programu. Používají se zejména u hlavních vět jako sdělení o tom, co stroj od

tohoto okamžiku bude provádět. Slova ve větě mají ustálené pořadí, které je pro přehlednost vhodné zachovávat:

N... R... G... X... Y... Z... A... B... C... I... J... K... F... S...T... D...M... H... L...
P...

Rozšířená adresa se používá u velmi složitých strojů, které mají velký počet souřadných os, několik vřeten apod. V těchto případech se musí adresy indexovat např.:

$Q2 = 100$ – posuv 100 mm ve druhé pomocné ose. (4)

3.4 Princip číslicového řízení

Při číslicovém řízení obráběcích strojů jde konkrétně o řízení procesu obrábění na základě číselných údajů a číslicový řídicí počítač používaný pro tento účel, se nazývá číslicový řídicí systém (CNC-systém). Všechny údaje, potřebné k opracování obrobku na požadovaný tvar a s přesností jsou při číslicovém řízení předem připraveny ve formě řady čísel v určitém kódu, srozumitelném pro řídicí systém. Tyto údaje jsou pak zaznamenány na nosič programu.

Informace potřebné k řízení obráběcího stroje:

- 1) Informace o geometrii obrábění určují rozměry součásti nebo vzdálenosti otvorů a popisují dráhu nástroje k obrobku.

- 2) Informace o technologii obrábění charakterizují řídicí funkce, které obráběcí stroj musí vykonávat v jednotlivých fázích obrábění, jako např. velikost posuvu, otáčky, číslo nástroje apod. Tyto informace představují řezné podmínky, které mají být použity při obrábění obrobku.
- 3) Pomocné informace představují vykonávání některých pomocných funkcí jako je zapínání chladicí kapaliny, zpevňování a uvolňování suportu apod.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 FRÉZKA FC 16 CNC

Na začátku praktické části jsem se seznámila s prací na CNC frézovacím stroji FC 16 CNC, kde jsem poté obráběla destičky

Základní informace o obráběcím stroji FC 16 CNC:

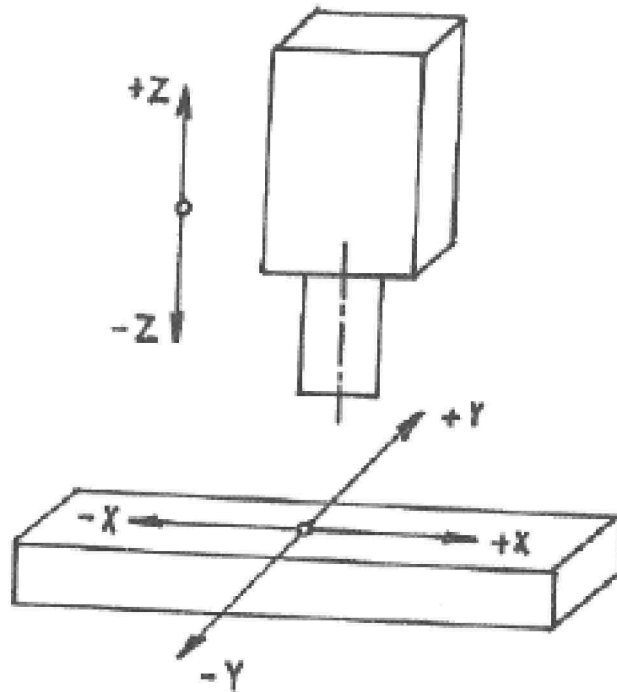
- Frézka řady FC na obr. je stolová frézka s vertikální a horizontální polohou pracovního vřetene s mikropočítačem ve funkci CNC systému.
- Je určena k výrobě tvarově složitých součástí menších rozměrů. Typické použití frézky je při výrobě modelů, vstřikovacích forem, hloubících elektrod z mědi, či grafitu. Koncepčním znakem frézky je neměnná výška pracovního stolu, který se pohybuje v podélném směru pro příčných saních a společně v příčném směru po pevném loži. Vřeteník se pohybuje ve svislém vedení stojanu, přišroubovaném na loži. Je otočně uložen na svislých saních a umožňuje nastavení vřetena do svislé a vodorovné pracovní polohy.
- Při frézování je možno užít nástroje s válcovou upínací stopkou do \varnothing 10 mm a nástrčné s upínacím \varnothing 16 mm. Je zde možno použít nástroje jak z rychlořezné oceli, tak i ze slitnutých karbidů, kvalitně a pečlivě naostřených.



Obr. 27 Frézka FC 16 CNC

- Obráběným materiálem mohou být hliníkové slitiny a plasty vhodné pro třískové obrábění. Při užití šedé litiny (42 2425) je nutno uvažovat pouze o dokončovacím obrábění s malými úběry materiálu.

- Rozsah velikosti otáček je 0 – 3000 ot/min.
- Rozsah velikosti posuvu je 0 – 1000mm/min.



Obr. 28 Souřadná soustava nástroje

- Řídicím systémem je schopen frézovat pomocí lineární i kruhové interpolace ve třech osách. Programovat lze také vrtací cyklus, je možné vyrábět otvory s přesnými roztečemi. K identifikaci a výpočtům je definován pravotočivý kartézský souřadný systém uvedený na obr. 28
- Rozměry mohou být zadávány buď absolutně nebo přírůstkově. Pracuje-li se s absolutními rozměry, vztahují se pak tyto rozměry k jednomu bodu, od kterého jsou stanoveny výchozí rozměry. U přírůstkového programování se rozměry vztahují vždy k bodu, ve kterém se v určitém časovém okamžiku nachází nástroj.

4.1 Další použité CNC frézky

4.1.1 HWT C-442 CNC Profi



Obr. 29 Frézka HWT C-442 CNC Profi

Technické údaje:

Maximální otáčky vřetene : 25 000 min⁻¹

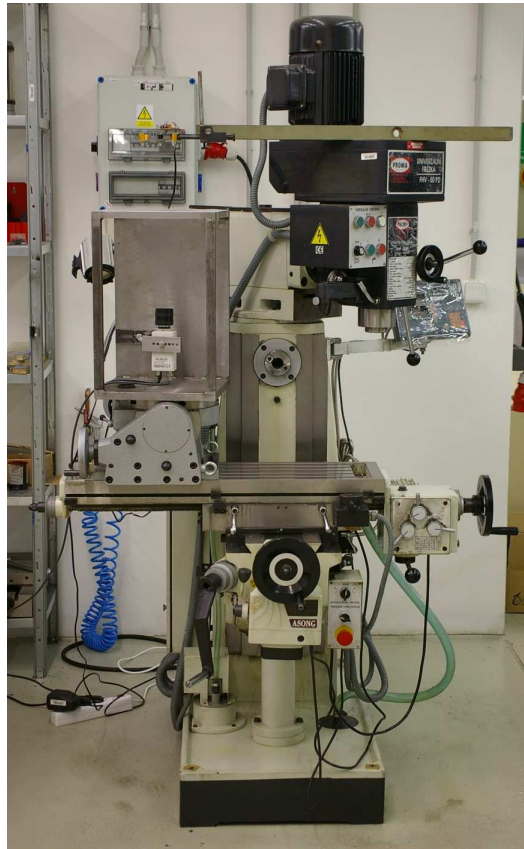
Pracovní zdvih X, Y, Z : 400x400x200 mm

Posuvy plynulé : 3000 mm.min⁻¹

Programovací jednotka : 0,00625

Je vhodná především pro výrobu grafitových elektrod, frézování plastů, dřeva, hliníku apod. Je vybavena kompenzací tepelné dilatace vřeteníku, osvětlením nástroje a pracovního prostoru, odsávacími hubicemi a úplným zakrytváním.

4.1.2 Univerzální frézka All – Purpose Milling Machine FHV – 50 PD



Obr. 30 Frézka FHV-50 PD

Otáčky vertikálního vřetene : 115 – 1750 ot./min

Pracovní zdvih v ose Z : 380 mm

Rozsah rychlosti posuvu : 18 – 300 mm.min⁻¹

Jsou určeny pro široký rozsah běžných i přesných frézovacích operací. Tuhá konstrukce zabezpečuje dostatečnou kvalitu opracování ocelových materiálů, litiny, barevných kovů a dalších materiálů u téměř všech pracovních režimech. Široký rozsah otáček vřetene navíc umožňuje použít stroj i na vrtací a vyvrtávací operace.

4.1.3 CNC EMCO Mill 155



Obr. 31 Frézka CNC EMCO Mill 155

Maximální otáčky vřetene : 5000 ot min^{-1}

Pracovní zdvih X, Y, Z : $300 \times 200 \times 200 \text{ mm}$

Posuvy plynulé : 4000 mm.min^{-1}

Programovací jednotka : Heidenhaim TNC 426

Zvláštním rysem tohoto stroje EMCO Mill 155 je zaměnitelné ovládání. Strojové ovládání je komerční osobní počítač, integrovaný v různých průmyslových variacích. Je optimálně připravený pro různé průmyslové použití.

5 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MATERIÁLŮ

5.1 Polyvinylchlorid (PVC)

Polyvinylchlorid má mírně větvenou amorfnní strukturu s malým podílem krystalinity. Monomerem je vinylchlorid. PVC se vyrábí emulsní, suspenzní a blokovou polymerací.

Tvrký PVC se používá jako konstrukční materiál, jeho aplikace se rozšířily především ve stavebnictví. Při tavení snadno uvolňuje část chlorovodíku, proto se musí stabilizovat bazickými stabilizátory. Zpracovává se vytlačováním na trubky, profily. Jeho předností je vynikající fotooxidační stabilita, po odštěpení malého množství HCl vzniká na povrchu polyenová struktura, která působí jako fotostabilizátor – zhášec excitovaných stavů.

Při válcování se používá teplot 160 – 175°C, při vytlačování jsou teploty vyšší 180 – 200°C. Nevýhodou je nízká teplota T_g, která znemožňuje použití tvrdého PVC nad 60°C.

Měkčený PVC vzniká přísadou tzv. změkčovadel, což jsou především ftaláty. Vedle snášenlivosti musí mít změkčovadla malou těkavost. Pro spojení PVC a změkčovadla je potřeba směs zahřát na vyšší teplotu, tzv. želatinace.

5.2 Polymetylmetakrylát (PMMA)

Výroba se provádí polymerací v bloku a to buď do forem nebo mezi ocelovými pásy. Postup se skládá ze dvou fází. Napřed se připraví prepolymer, což je viskózní roztok polymeru v monomeru. Tento prepolymer se plní do mezer mezi skla a v těchto formách pak probíhá další polymerace. Zvláště v případě tlustých skel je nutno vést tuto reakci velmi pomalu, aby nedošlo k varu monomeru a vzniku bublin. Dále je polymerace suspenzní a emulzní. Suspenzní polymerací metylmetakrylátu se vyrábějí polymery, které se zpracovávají vytlačováním nebo vstřikováním na estetické výrobky. Při vstřikování se používá rozmezí teplot 170 – 220°C, je trvale použitelný do 80°C, dobře se obrábí.

5.3 Polypropylen (PP)

Přípravu vysokomolekulárního (stereoregulárního) polypropylenu objevil Natta r. 1953. Radikálově propylen nepolymeruje. Moderní procesy pracují buď v kapalném propy-

lenunebo ve fluidním loži, podobně jako v případě polyetyleny. Problémem je ataktický polymer, který zhoršuje vlastnosti polypropylenu.

Vysoká teplota skelného přechodu způsobuje, že při nízkých teplotách je křehký, proto se používá čistý homopolymer jen pro určité aplikace (především orientované výrobky). Jeho T_m je 170°C , při vstřikování, vytlačování a lisování se používají teploty do 280°C .

Za nejvýznamnější aplikace polypropylenu lze považovat vstřikované výrobky pro členité strojírenské výrobky, vytlačovaná potrubí (i pro horkou vodu) a vlákna pro technické aplikace a textilie.

5.4 Polycarbonát (PC)

Polykarbonáty jsou lineární estery kyseliny uhličitě. Patří do skupiny termoplastů a svými vlastnostmi znamenají pokrok termoplastů ve snaze přiblížit se svými mechanickými vlastnostmi barevným kovům. Obzvláště vynikajících vlastností dosahují zejména typy vyztužené sklem, ale i bez vyztužení jsou polykarbonáty vynikajícími materiály.

Výroba a vlastnosti polykarbonátu (PC)

V praxi se polykarbonáty z dioxyfenylalkanů (všeobecně z dioxysloučenin), přičemž podle alkanových řetězců se určuje typ polykarbonátu. Průmyslově se vyrábí prakticky jediný druh, polyester kyseliny uhličitě a 4,4-dihydroxy-fenyl-2, 2-propanu (dianu, bis-fenolu A).

Polykarbonáty jsou materiály s určitým krystalickým podílem, výbornou zpracovatelností a mimořádně dobrými fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Krystalický podíl je relativně malý. Jsou rozpustné v ketonech, esterech a chlorovytých uhlovodících. Mají vysokou odolnost proti zředěným kyselinám. Vyšší koncentrace alkálií, amoniaku a aminů způsobují zmýdelnění.

Polykarbonáty jsou nažloutlé barvy, velmi transparentní a propouští až 90% světla ve viditelné oblasti. Jsou samozhášivé z teplotou vzplanutí nad 500°C . Pro použití v medicíně je důležité, že jsou bez chuti, vůně a netoxické. Před zpracováním je nutné polykarbonáty sušit. Při teplotě 110°C trvá sušení 4 hodiny. Z nevysušeného materiálu vznikají obzvláště při vytlačování folií, velmi nekvalitní výrobky.

Tyto materiály velmi málo vlhnout, je možné je sterilizovat přehřátou párou při 120 °C. Vstřikované výrobky snáší krátkodobě var ve vodě bez změny, ale nedoporučuje se používat je trvale ve vroucí vodě ani při 95% relativní vlhkosti a teplotě vyšší 60 °C. Pro polykarbonáty je charakteristická vysoká odolnost proti vyšším, ale i nízkým teplotám.

Mechanickými vlastnostmi patří polykarbonáty k nejlepším typům plastů. Jsou zajímavé tím, že i když jsou velmi tvrdé a mají vysoké pevnosti, jsou i pozoruhodně houževnaté, pružné a rozměrově stálé. Je možné je svařovat i lepit. Svařuje se obvykle hořícím vzduchem, lepí rozpouštědly nebo epoxidy.

5.5 Polytetrafluorethylen (PTFE)

Polytetrafluorethylen (zkráceně PTFE; někdy také Polytetrafluoreten) je fluorovaný polymer, který jako první připravil chemik Roy J. Plunkett ve společnosti DuPont. Polytetrafluorethylen je více známý pod svým obchodním názvem teflon. Dalšími používanými obchodními názvy polytetrafluoretylenu jsou Dyneon™ PTFE (v minulosti Hostaflon™) a Gore-Tex™ (PTFE membrány).

PTFE patří do skupiny polyhalogenolefinů, kam patří např. i PCTFE - polytrifluor-monochloreten. Patří k termoplastům, ačkoliv má některé vlastnosti, které jsou typické spíše pro reaktoplasty. Teplota tání PTFE je přibližně 327 °C, ale jeho vlastnosti se mění již při teplotě 260 °C, nad teplotou 350 °C nastává rozklad.

Je to polymer s vysokým kyslíkovým číslem (OI 95-98, mezi samozhášivé polymery označujeme ty s kyslíkovým číslem větším než 21) což jej v zásadě řadí mezi nehořlavé polymery s velkou působností na trhu. V poslední době se podařilo teflon aplikovat i na textilní vlákno. Textilie se pak stává vodoodpudivá, čehož se využívá například při výrobě teflonových ubrusů. Pokud na takovýto ubrus vylejete například červené víno, nebo černou kávu, zůstává tekutina na povrchu ve formě kuliček, které pak jednoduše vysajete papírovým ubrouskem. Hospodyňky a restaurace tak oceňují obrovské úspory za praní a tím šetří nejen své prostředky, ale i podstatným způsobem životní prostředí.

5.6 Polyethylen (PE)

Je bílá hořlavá látka bez chuti a bez zápachu. Má vzhled parafínu a voskovitý omak, za pokojové teploty je tuhý, v tenčí vrstvě ohebný.

Výhody:

- Nízká cena
- Snadná zpracovatelnost
- Výborné elektroizolační vlastnosti
- Dobrá chemická odolnost
- Tuhost a vláčnost i při nízkých teplotách
- Průhlednost tenkých folií
- Nízká permeabilita vodních par
- Zdravotní bezávadnost

Nevýhody:

- Nízký bod měknutí
- Sklon k oxidaci
- Zákalem v hlubších vrstvách
- Voskovitý vzhled a nízká odolnost k poškrábání
- Nízká pevnost v tahu
- Hořlavost

5.6.1 LDPE – low density (nízkohustotní, rozvětvený, vysokotlaký)

$T_m = 105 - 115^\circ\text{C}$, krystalinika 50-70%

$\rho = 0,915-0,925 \text{ g/cm}^3$, $E=200-400\text{Mpa}$, $\sigma = 9-15\text{MPa}$

Použití: Obalové a zemědělské fólie, trubky, trubičky, desky, lahve apod.

Nevýhody: Náchylnost ke korozi za napětí v tenzoaktivním prostředí, poměrně nízké mechanické vlastnosti (není konstrukční materiál)

5.6.2 HDPE – high density (vysokohustotní, lineární, nízkotlaký)

$T_m = 125 - 136^\circ\text{C}$, krystalinika 65 - 95%

$\rho = 0,925 - 0,970 \text{ g/cm}^3$, $E = 700 - 1400 \text{ Mpa}$, $\sigma = 20 - 33 \text{ MPa}$

Použití: Vstříkované výrobky denní spotřeby (nádobí, koše, láhve atd.), trubky, desky, velkoobjemové nádoby, folie i velmi tenké – MIKROTEN, pytle

Nevýhody: Náchylnost ke korozi za napětí v tenzoaktivním prostředí, poměrně nízké mechanické vlastnosti (není konstrukční materiál).

5.6.3 LLDPE – linear LDPE (lineární nízkohustotní)

$T_m = 120 - 125^\circ\text{C}$

$\rho = 0,920 \text{ g/cm}^3$, $\sigma = 26 \text{ MPa}$

Použití: Především na folie

Oproti LDPE : je houževnatější, má vyšší tuhost, pevnost a odolnost proti šíření trhlin.

Má dobré zpracovatelské vlastnosti, umožňuje výrobu velmi tenkých folií, které mají však vyšší zákal než i HDPE i u LDPE.

5.7 Polyamid (PA6)

Syntetické polyamidy s nízkou molekulovou hmotností byly náhodně připraveny různými badateli již v minulém století. Teprve Carothers však shrnul literární poznatky a začal se intenzivně zabývat těmito látkami. Opustil cestu polykondenzace aminokyselin, resp. jejich laktamů a vypracoval metodu přípravy PA z dikarbonových kyselin a diamidů. V období let 1935 – 1939 byla již technologicky vypracována výroba PA n bázi kyseliny adipové a hexametyléndiamidu a zahájena výroba tzv. superpolyamidu pod názvem *Nylon*. Dalším významným mezníkem byl objev že je možno polymerovat kaprolaktam. Pak nastalo rychlé budování průmyslu PA.

Dnes všeobecně užívané označování PA číslem udává zároveň jejich chemickou strukturu. Číslo udává počet uhlíků aminokyseliny nebo dikarbonové kyseliny a diamidu. Tak například polyamid 6 (PA6) je polymer připravený polykondenzací kyseliny 6-

aminokapronové, resp. jejího laktamu. Laktam kyseliny 6-aminokapronové (kaprolaktam) se připravuje zpravidla z fenolu.

5.8 Měď (Cu)

Číselné označení mědi a jejich slitin je v řadě 423

Označení 423001 je označení mědi s obsahem 99,9% Cu. Nejčastějšími slitinami mědi je mosaz a bronz. Legovacími prvky u slitin jsou olovo, mangan, nikl, křemík železo, kobalt, cín a zinek.

Měď má velmi široké použití zejména v elektrotechnice. Mosaz je slitina mědi se zinkem až do 50 %. Mosazi s obsahem mědi větším než 63% Cu jsou tvárné i za studena.

Slitiny mědi s cínem s nejméně 78% Cu. S obsahem cínu až 16 % Sn přibývá na pevnosti a odolnosti proti opotřebení. Velkým využitím ve strojírenství je použití na šroubové kola, ložiska a podobně.

6 ŘEZNÉ PODMÍNKY OVLIVŇUJÍCÍ DRSNOST POVRCHU

Na frézovacích strojích FC 16 CNC, HWT C-442 CNC Profi a frézce CNC EMCO Mill 155 se obráběly destičky o rozměru 150 x 100 mm pomocí frézy o \varnothing 10 mm, nejdříve se provádělo obrábění čtyřbřitým nástrojem. Měď se obráběla na frézce FHV-50 PD také čtyřbřitým nástrojem o \varnothing 10 mm. Měřila se drsnost Ra a Rz v μm .

6.1 Vliv řezné rychlosti na drsnost

6.1.1 Řezná rychlost a otáčky

U programu na CNC obráběcí stroje se zadávají místo řezné rychlosti otáčky. Po úpravě vztahu lze psát:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D} [\text{min}^{-1}]$$

Při frézování byla konstantní posuvová rychlost 1750 mm/min a hloubka 4 mm. Otáčky byly 8000, 12000, 16000, 20000 a 24000 ot/min. Provádělo se frézování soustředné i nesoustředné. Měď se frézovala při konstantní posunové rychlosti 65 mm/min a hloubce 1mm. Otáčky byly 500, 700, 900, 1100, 1350 ot/min.



Obr. 32 PA při změně řezné rychlosti

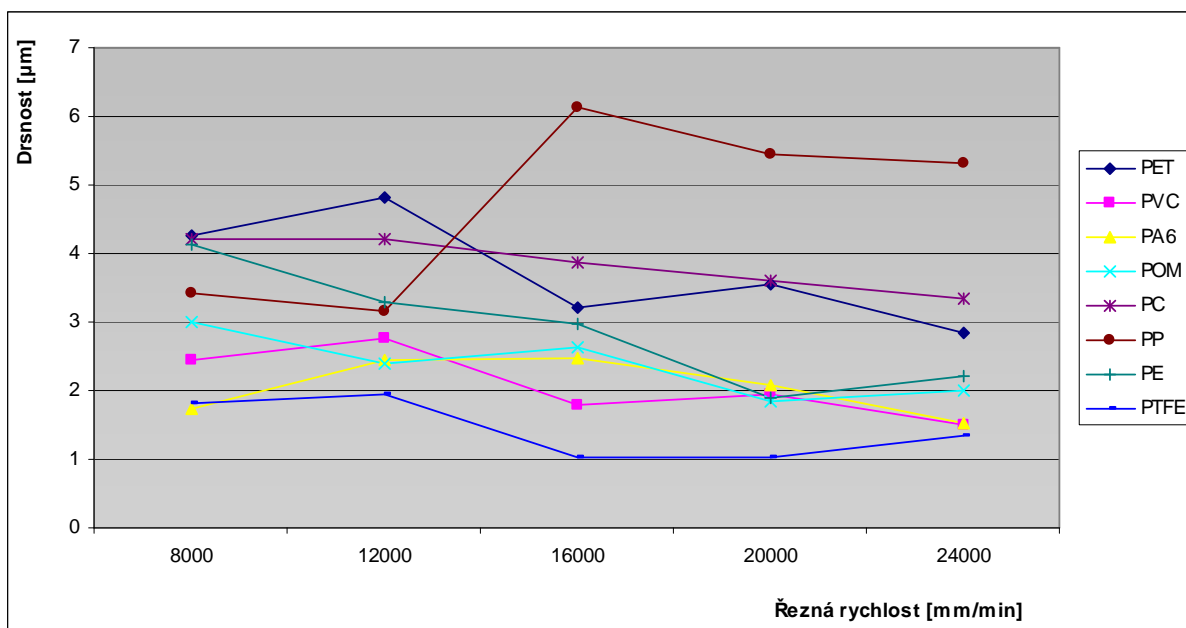


Obr. 33 PP při změně řezné rychlosti

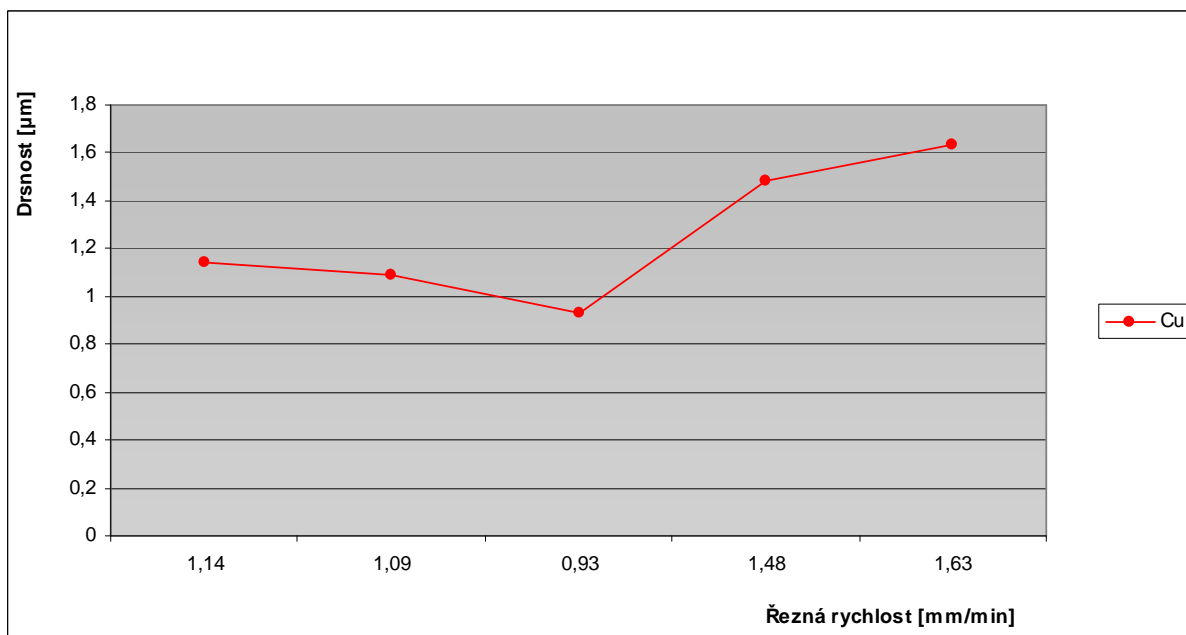
Tab. 1 Vliv řezné rychlosti při sousledném frézování na drsnost Ra

	ŘEZNÁ RYCHLOST-sosl. (mm/min)				
Materiál	8000	12000	16000	20000	24000
PET	4,82	3,21	1,44	3,54	3,05
PVC	2,77	1,71	1,97	2,12	1,68
PA6	2,81	2,01	2,68	2,34	2,08
POM	2,99	2,4	2,63	1,84	2,01
PC	3,53	3,87	3,01	3,05	3,11
PP	2,18	2,82	4,22	5,87	5,31
PE	3,74	2,75	1,42	2,38	1,65
PTFE	2,24	1,58	1,44	1,77	1,12

	ŘEZNÁ RYCHLOST-sosl. (mm/min)				
Materiál	500	700	900	1100	1350
Cu	0,61	1,09	0,45	0,28	0,45



Graf : 1 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály (sosl.fr.)



Graf : 2 Závislost drsnosti Ra na řezné rychlosti pro měď (sosl.fr.)

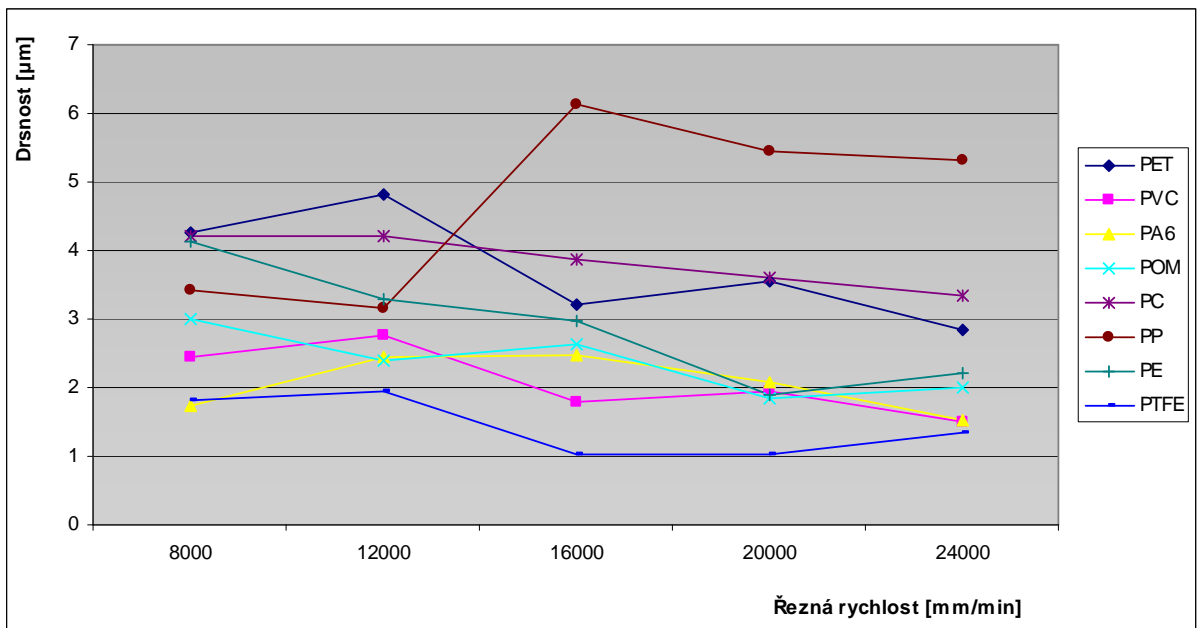
Tab. 2 Vliv řezné rychlosti na drsnost Ra

Materiál	ŘEZNÁ RYCHLOST-nesousl. (mm/min)				
	8000	12000	16000	20000	24000
PET	4,26	4,82	3,21	3,54	2,85
PVC	2,45	2,77	1,78	1,94	1,51
PA6	1,75	2,46	2,47	2,07	1,53
POM	2,99	2,4	2,63	1,84	2,01
PC	4,22	4,2	3,86	3,6	3,34
PP	3,41	3,15	6,14	5,46	5,31
PE	4,14	3,29	2,97	1,89	2,2
PTFE	1,81	1,94	1,02	1,03	1,33

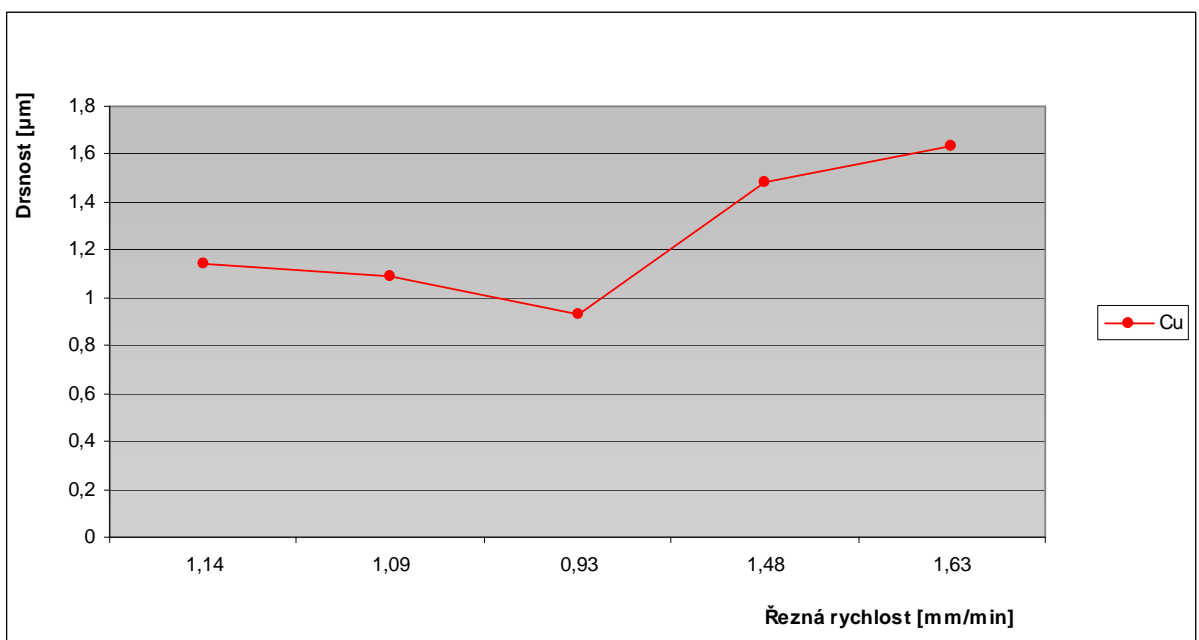
Materiál	ŘEZNÁ RYCHLOST-nesousl. (mm/min)				
	500	700	900	1100	1350
Cu	1,14	1,09	0,93	1,48	1,63



Obr. 34 Měď při změně řezné rychlosti



Graf : 3 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály

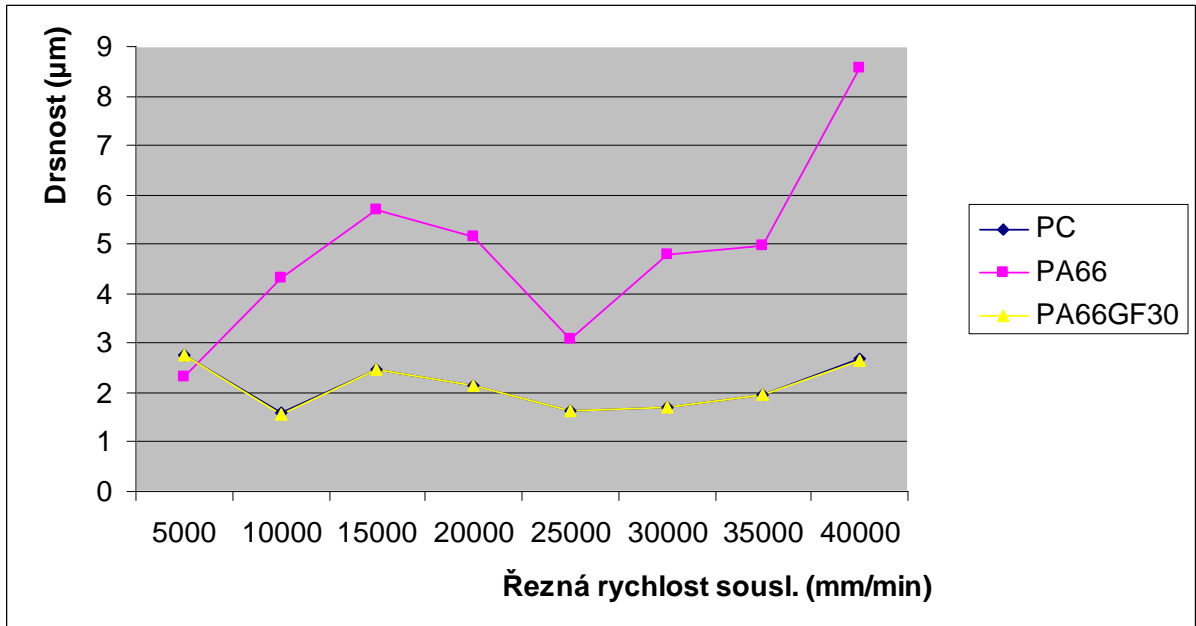


Graf : 4 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro měď

Při frézování byla konstantní posuvová rychlost 1750 mm/min a hloubka 4 mm. Otáčky byly 5000, 10000, 15000, 20000 a 25000, 30000, 35000 a 40000 ot/min. Provádělo se frézování sousledné i nesousledné.

Tab. 3 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály

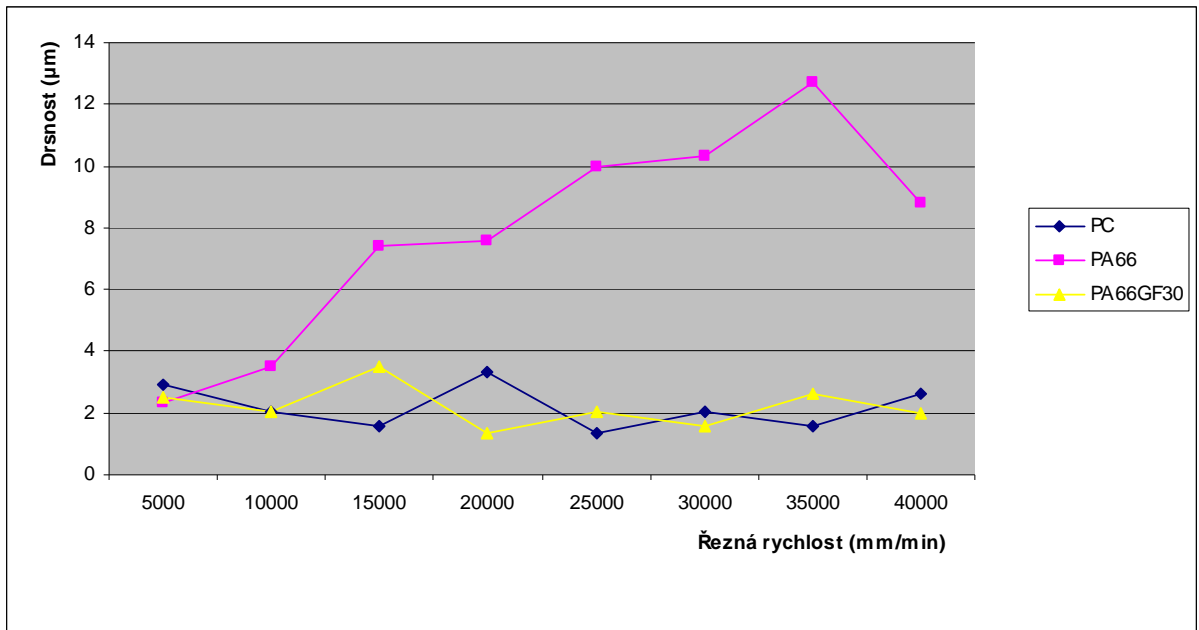
Materiál	ŘEZNÁ RYCHLOST sousl. (mm/min)							
	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000
PC	2,76	1,58	2,48	2,15	1,64	1,72	1,97	2,69
PA66	2,32	4,31	5,71	5,14	3,09	4,78	4,97	8,57
PA66GF30	2,76	1,55	2,48	2,15	1,64	1,72	1,97	2,65



Graf : 5 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost při sousl. fr. pro jednotlivé materiály

Tab. 4 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály

Materiál	ŘEZNÁ RYCHLOST -nesousl. (mm/min)							
	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000
PC	2,92	2,04	1,58	3,31	1,35	2,05	1,57	2,65
PA66	2,34	3,52	7,4	7,59	9,95	10,32	12,69	8,78
PA66GF30	2,52	2,04	3,51	1,35	2,03	1,57	2,65	1,97

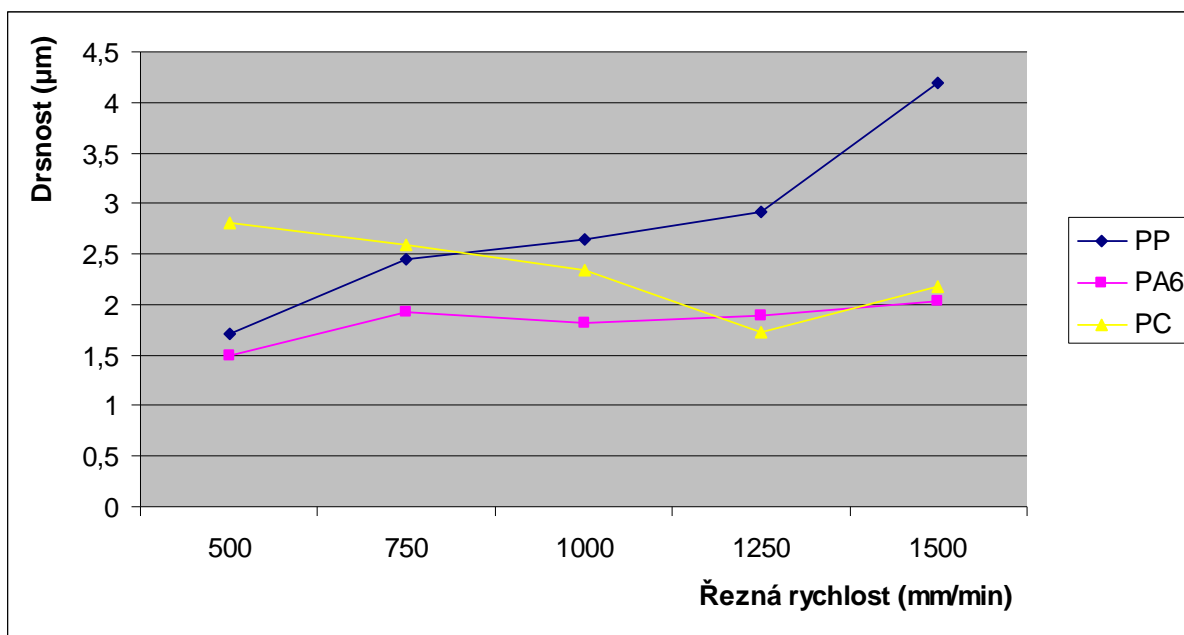


Graf : 6 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály

Při frézování byla konstantní posuvová rychlost 72 mm/min a hloubka 2 mm. Otáčky byly 500, 750, 1000, 1250 a 1500 ot/min. Provádělo se frézování sousledné i nesousledné.

Tab. 5 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost při sousl.fr. pro jednotlivé materiály

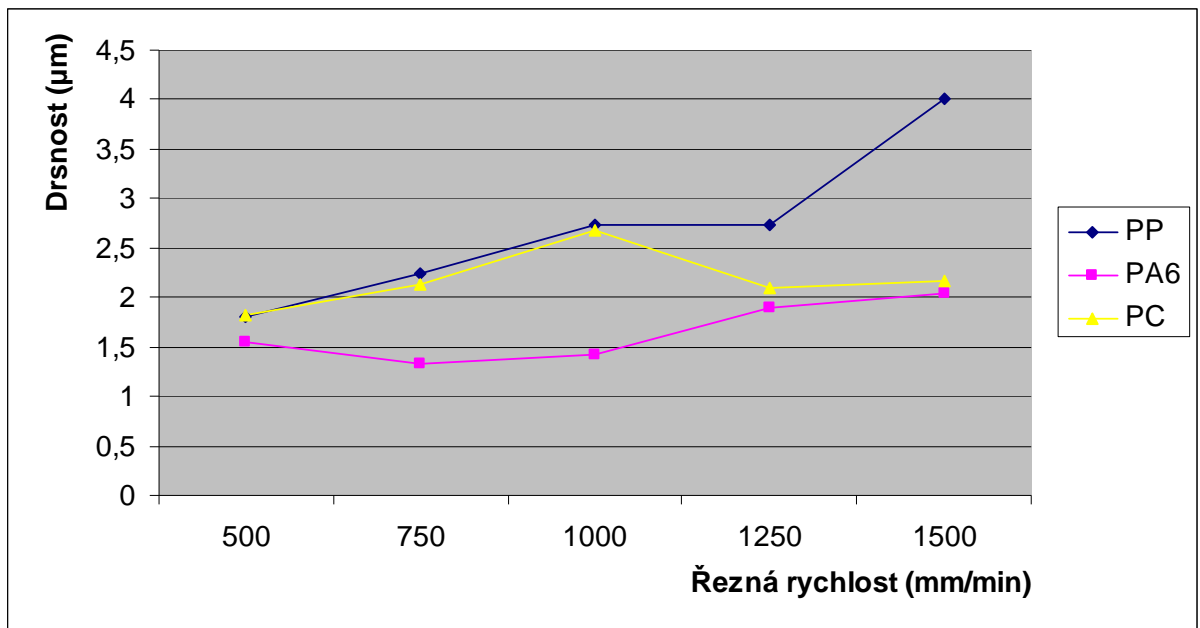
Materiál	ŘEZNÁ RYCHLOST (mm/min) sousl.				
	500	750	1000	1250	1500
PP	1,71	2,45	2,64	2,91	4,19
PA6	1,49	1,93	1,82	1,89	2,04
PC	2,8	2,6	2,34	1,72	2,17



Graf : 7 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost při soust.f. pro jednotlivé materiály

Tab. 6 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály

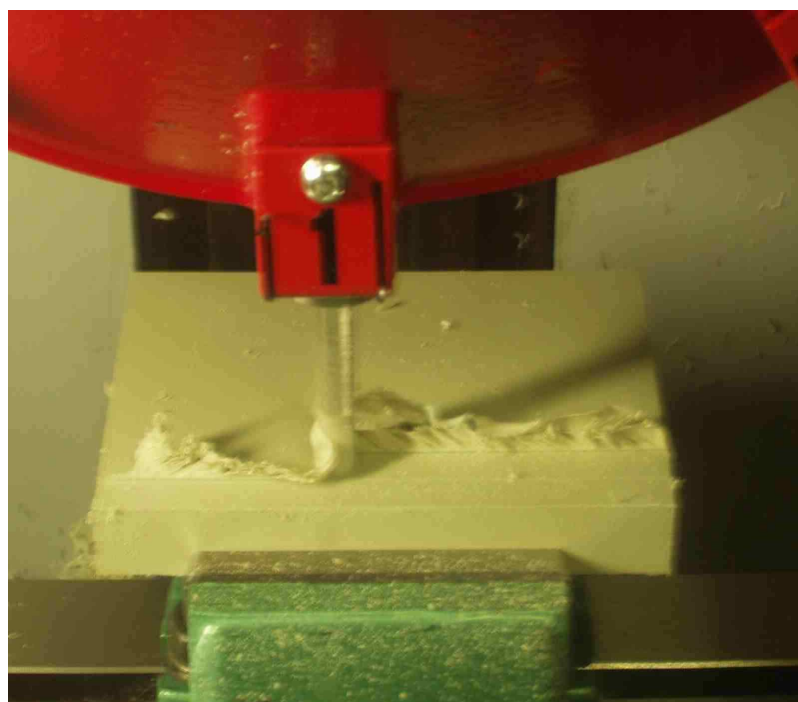
Materiál	ŘEZNÁ RYCHLOST (mm/min)				
	500	750	1000	1250	1500
PP	1,81	2,25	2,74	2,74	4,01
PA6	1,54	1,33	1,43	1,89	2,04
PC	1,82	2,13	2,68	2,1	2,17



Graf : 8 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály

6.2 Vliv posuvové rychlosti na drsnost

Při tomto frézování se měnila posuvová rychlost: 1200, 1400, 1600, 1800 a 2000 mm/min. Frézování se provádělo sousledné i nesousledné. Konstantní hodnotou byly otáčky 3000 ot/min a hloubka byla 4mm. Měď se frézovala při konstantní řezné rychlosti 900 ot/min a hloubce 1mm. Posuvové rychlosti byly 24, 40, 65, 100, 185mm/min.

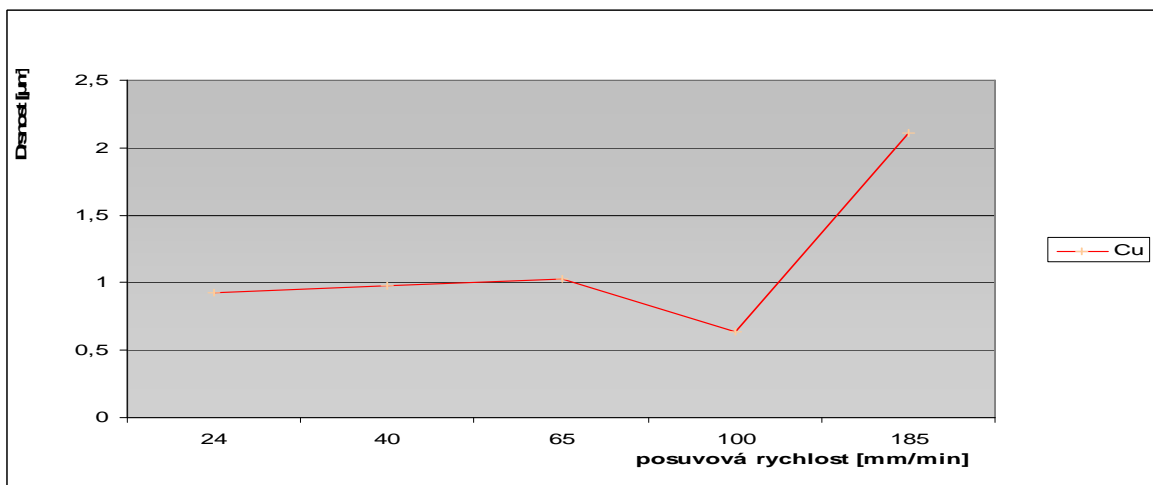
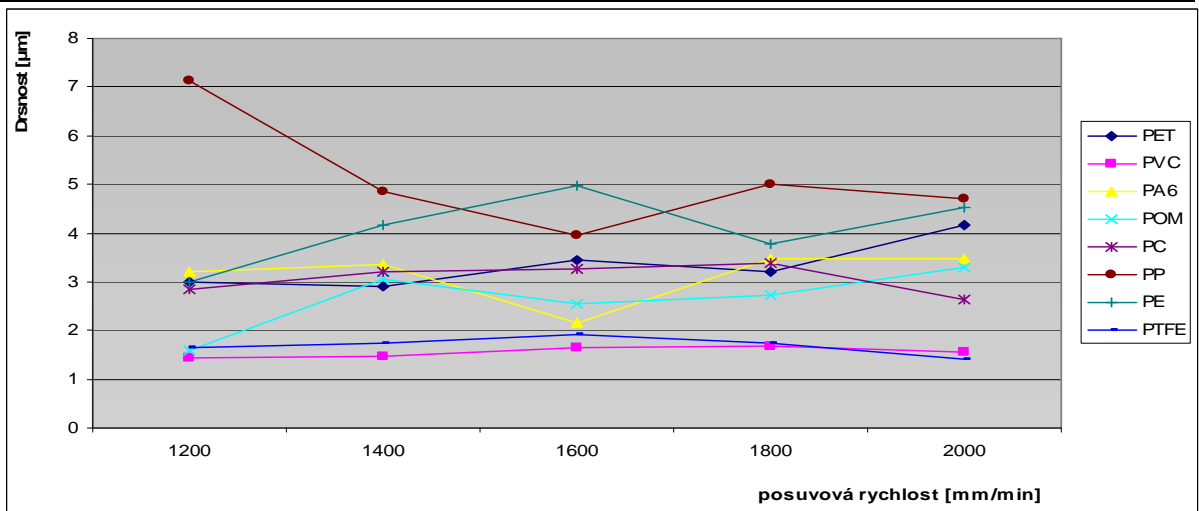


Obr. 35 PP při změně posuvové rychlosti

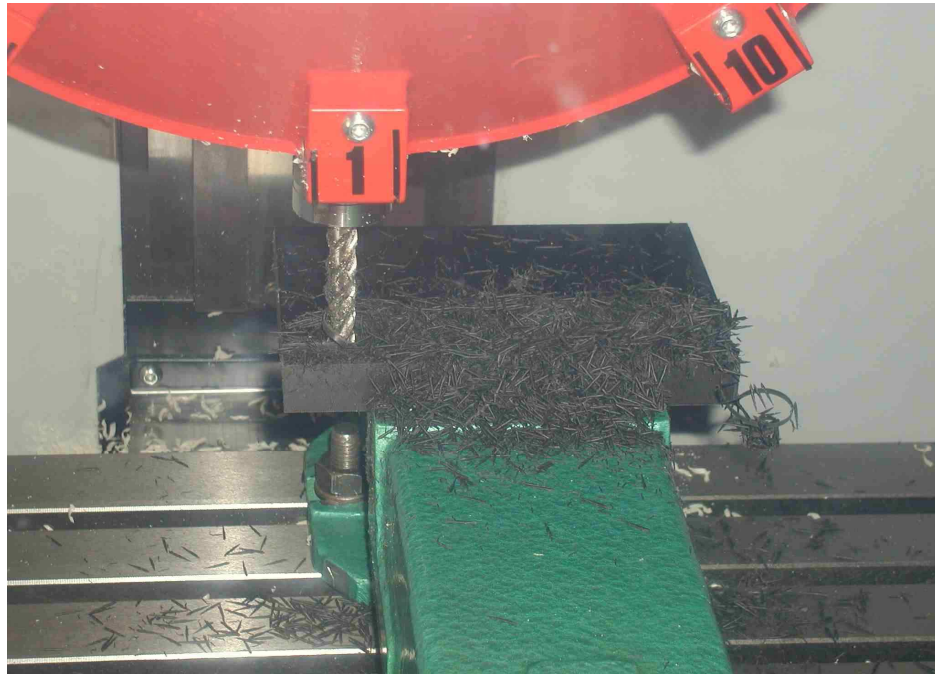
Tab. 7 Vliv posuvové rychlosti při sousledném frézování na drsnost Ra

	POSUVOVÁ RYCHLOST-sosl. (mm/min)				
Materiál	1200	1400	1600	1800	2000
PET	3,01	2,91	3,44	3,21	4,16
PVC	1,44	1,48	1,64	1,69	1,57
PA6	3,22	3,37	2,17	3,48	3,49
POM	1,59	3,06	2,54	2,73	3,31
PC	2,84	3,2	3,27	3,38	2,65
PP	7,12	4,85	3,97	5	4,71
PE	2,99	4,15	4,98	3,77	4,52
PTFE	1,66	1,74	1,92	1,75	1,41

	POSUVOVÁ RYCHLOST-sosl. (mm/min)				
Materiál	24	40	65	100	185
Cu	0,59	0,53	0,89	0,81	2,21



Graf : 9 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost pro jednotlivé materiály (sosl.fr.)

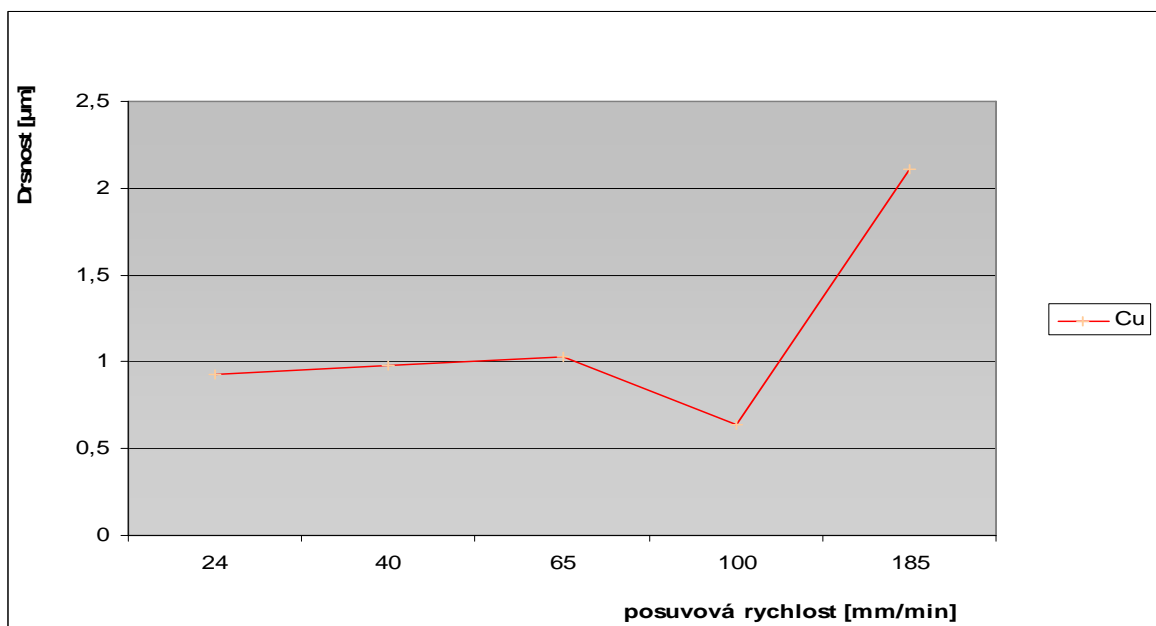
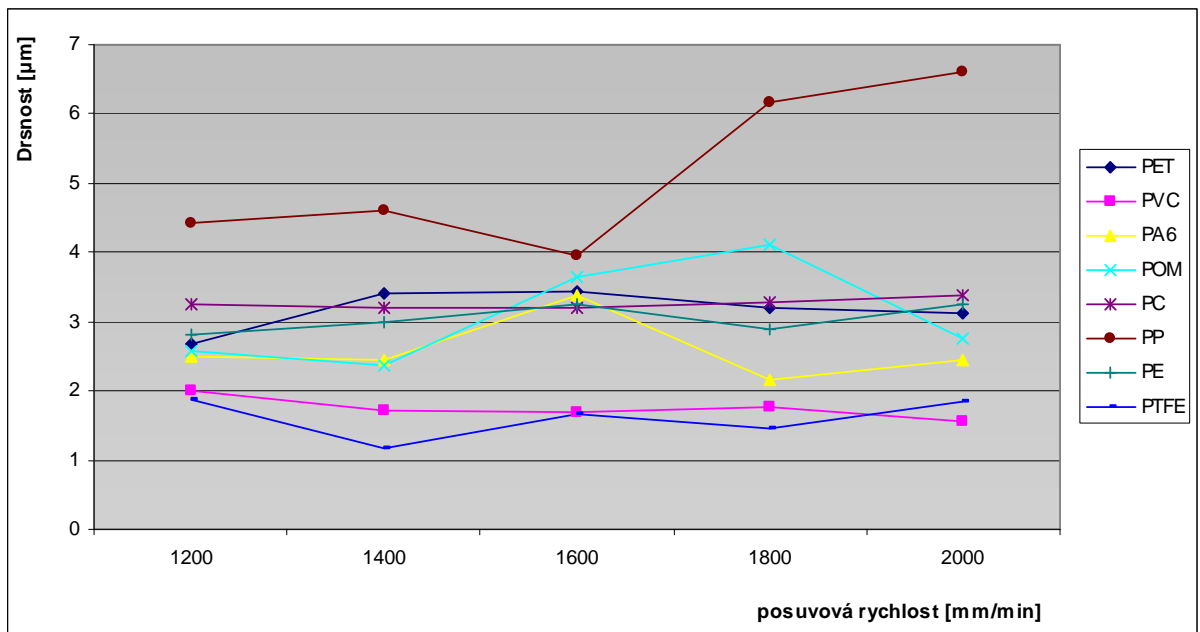


Obr. 36 PA6 při změně posunové rychlosti

Tab. 8 Vliv posunové rychlosti na drsnost Ra

	POSUVOVÁ RYCHLOST nesousl. (mm/min)				
Materiál	1200	1400	1600	1800	2000
PET	2,69	3,4	3,44	3,21	3,12
PVC	2,01	1,72	1,69	1,76	1,55
PA6	2,49	2,45	3,37	2,17	2,44
POM	2,57	2,37	3,65	4,1	2,77
PC	3,24	3,19	3,2	3,27	3,38
PP	4,42	4,61	3,96	6,17	6,61
PE	2,82	2,99	3,25	2,9	3,25
PTFE	1,88	1,17	1,67	1,47	1,86

	POSUVOVÁ RYCHLOST nesousl. (mm/min)				
Materiál	24	40	65	100	185
Cu	0,93	0,98	1,03	0,64	2,11

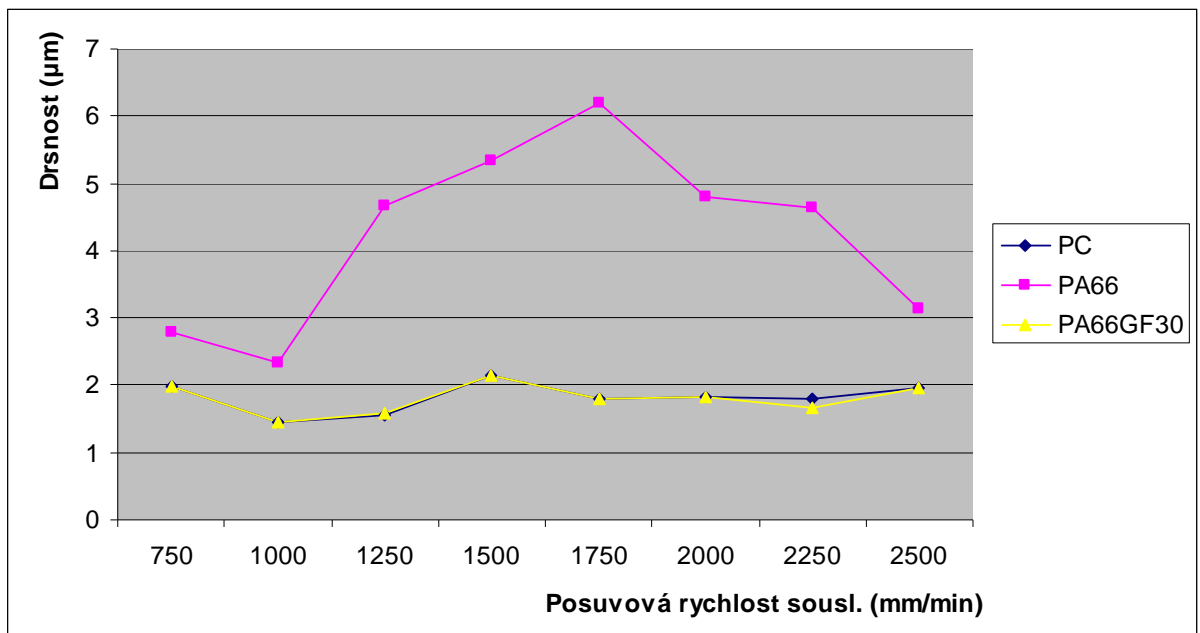


Graf : 10 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost pro jednotlivé materiály

Při tomto frézování se měnila posuvová rychlost: 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250 a 2500 mm/min. Frézování se provádělo sousledné i nesousledné. Konstantní hodnotou byly otáčky 3000 ot/min a hloubka byla 4mm.

Tab. 9 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost při sousl. fréz. pro jednotlivé materiály

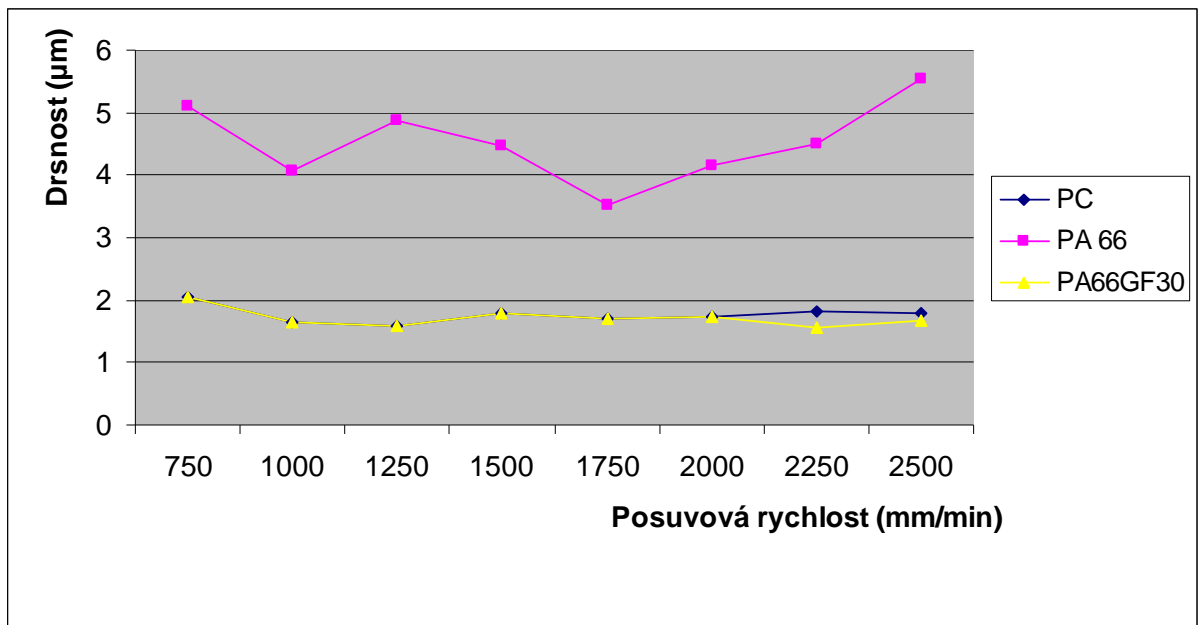
Materiál	POSUVOVÁ RYCHLOST sousl. (mm/min)							
	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
PC	1,98	1,44	1,55	2,14	1,79	1,82	1,79	1,96
PA66	2,78	2,32	4,68	5,33	6,2	4,79	4,63	3,14
PA66GF30	1,98	1,44	1,59	2,14	1,79	1,82	1,67	1,96



Graf : 11 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost při sousl. fréz. pro jednotlivé materiály

Tab. 10 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost pro jednotlivé materiály

Materiál	POSUVOVÁ RYCHLOST nesousl. (mm/min)							
	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
PC	2,05	1,63	1,59	1,79	1,71	1,72	1,82	1,79
PA66	5,1	4,08	4,88	4,46	3,53	4,16	4,49	5,54
PA66GF30	2,05	1,63	1,59	1,79	1,71	1,72	1,57	1,67

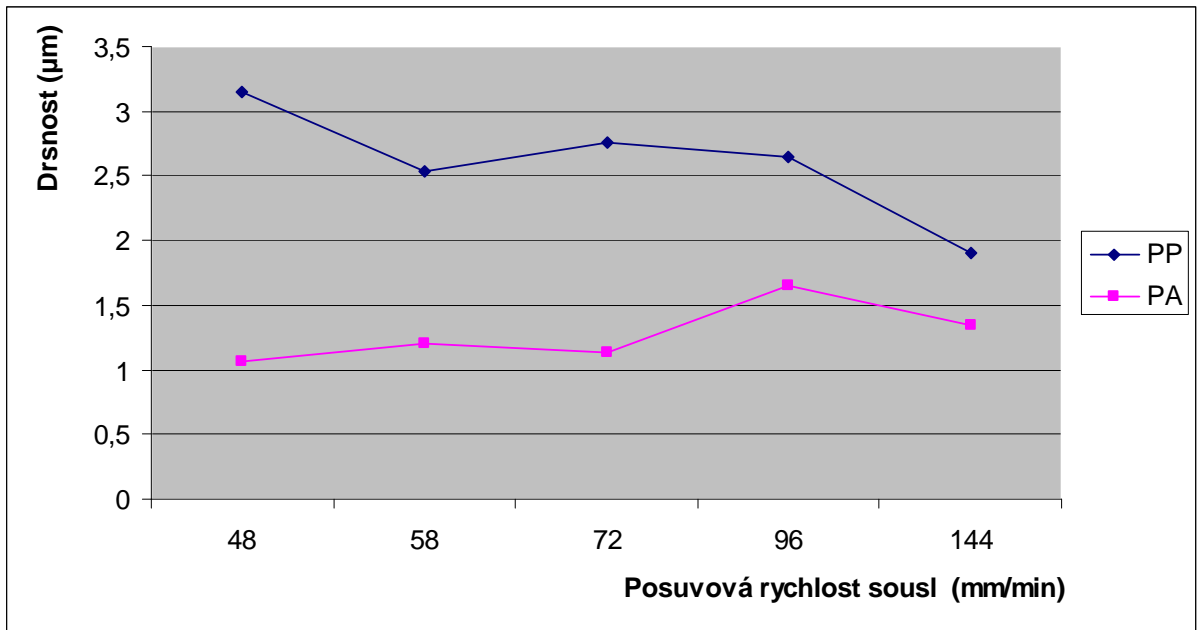


Graf : 12 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost pro jednotlivé materiály

Při tomto frézování se měnila posuvová rychlost: 48, 58, 72, 96 a 144 mm/min. Frézování se provádělo sousledné i nesousledné. Konstantní hodnotou byly otáčky 1000 ot/min a hloubka byla 2mm.

Tab. 11 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost při sousl. fréz. pro jednotlivé materiály

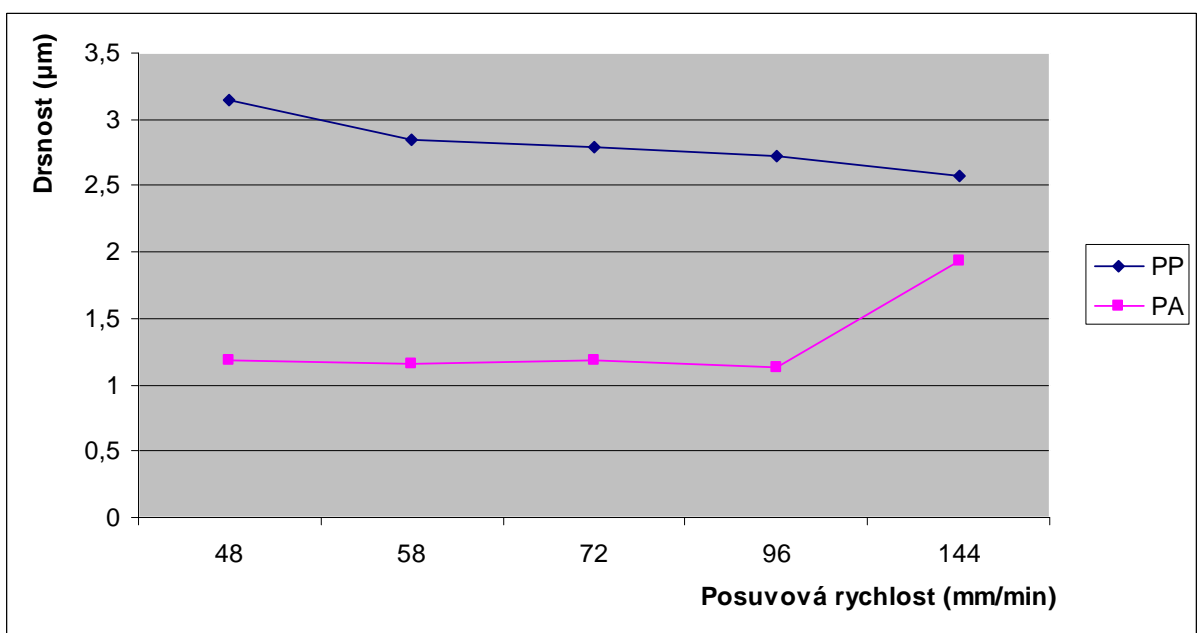
Materiál	POSUVOVÁ RYCHLOST (mm/min) sousl.				
	48	58	72	96	144
PP	3,15	2,54	2,76	2,65	1,91
PA	1,07	1,21	1,14	1,65	1,34



Graf : 13 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost při souosl. fréz. pro jednotlivé materiály

Tab. 12 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost fréz. pro jednotlivé materiály

Materiál	POSUVOVÁ RYCHLOST nesousl. (mm/min)				
	48	58	72	96	144
PP	3,15	2,84	2,79	2,72	2,58
PA	1,19	1,16	1,18	1,13	1,94



Graf : 14 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost fréz. pro jednotlivé materiály

6.3 Vliv hloubky řezu na drsnost

Hloubka se při frézování měnila po 2mm do hloubky 10-ti mm. Frézovalo se vždy sousledně i nesousledně. Konstantními hodnotami byly otáčky 3000 ot/min a posuvová rychlost 1750 mm/min. Hloubky se frézovaly pouze čtyřbřitým nástrojem. Měď se frézovala při konstantní posunové rychlosti 65 mm/min a řezné rychlosti 900 ot/min. Hloubka byla 0,5 – 2mm.

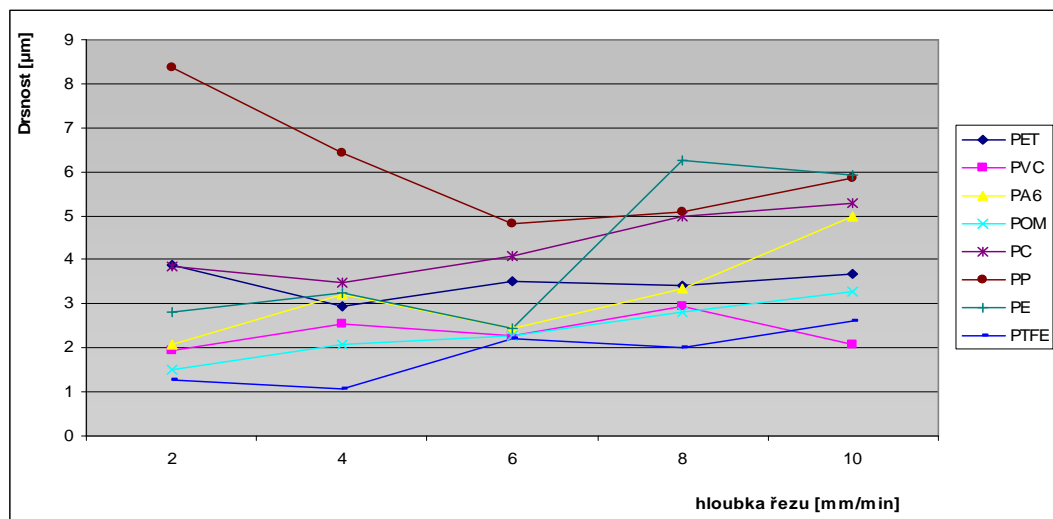


Obr. 37 PC při změně hloubky řezu

Tab. 13 Vliv hloubky řezu při sousledném frézování na drsnost Ra

Materiál	HLOUBKA ŘEZU-sousl. (mm)				
	2	4	6	8	10
PET	3,89	2,96	3,5	3,4	3,67
PVC	1,93	2,55	2,28	2,95	2,06
PA6	2,07	3,22	2,43	3,33	4,99
POM	1,49	2,09	2,26	2,81	3,29
PC	3,86	3,48	4,08	4,97	5,28
PP	8,35	6,44	4,83	5,09	5,87
PE	2,81	3,25	2,43	6,27	5,93
PTFE	1,27	1,07	2,22	2,02	2,6

Materiál	HLOUBKA ŘEZU-sousl. (mm)				
	0,5	0,75	1	1,5	2
Cu	0,41	0,42	0,65	1,4	2,27



Graf : 15 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály (sosl.fr.)

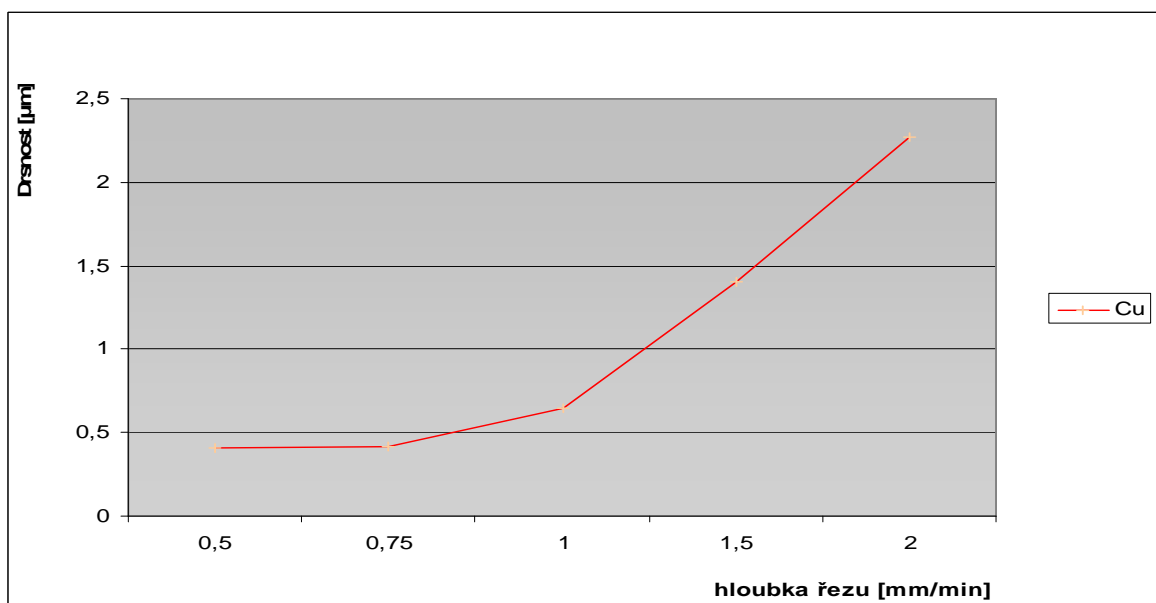
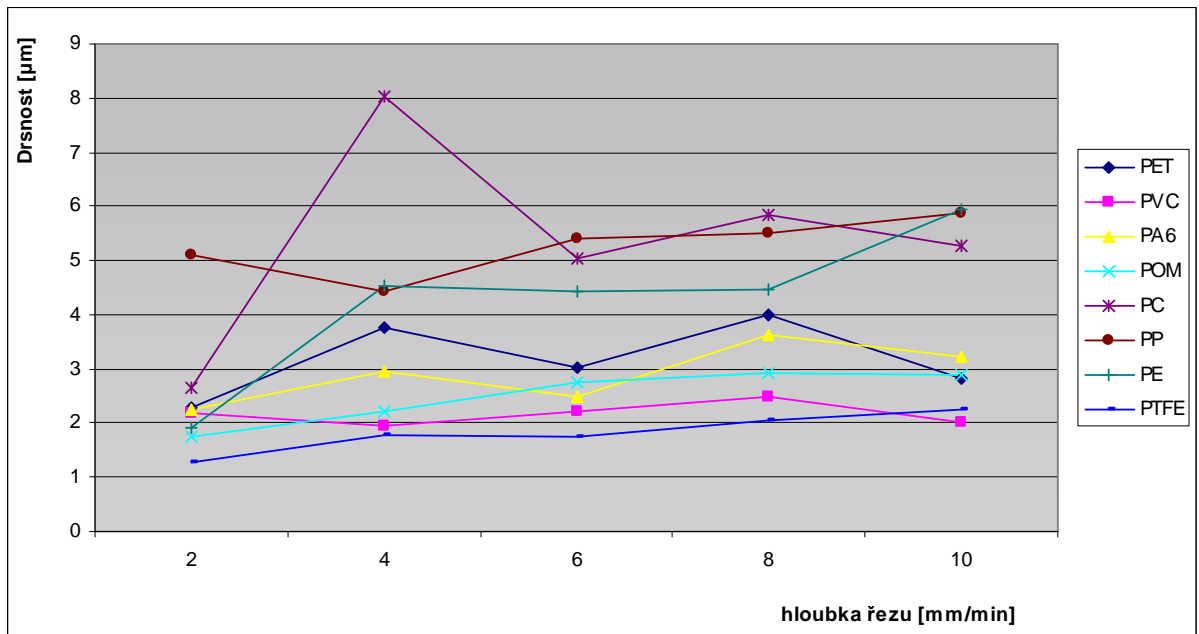


Obr. 38 PTFE při změně hloubky řezu

Tab. 14 Vliv hloubky řezu na drsnost Ra

Materiál	HLOUBKA ŘEZU nesosl. (mm)				
	2	4	6	8	10
PET	2,29	3,76	3,02	3,98	2,81
PVC	2,19	1,95	2,2	2,47	2,03
PA6	2,24	2,94	2,47	3,63	3,22
POM	1,74	2,23	2,75	2,93	2,9
PC	2,66	8,03	5,04	5,83	5,28
PP	5,11	4,42	5,4	5,5	5,87
PE	1,92	4,55	4,43	4,48	5,93
PTFE	1,27	1,77	1,75	2,05	2,26

Materiál	HLOUBKA ŘEZU (mm)				
	0,5	0,75	1	1,5	2
Cu	0,46	0,52	0,58	1,62	2,27

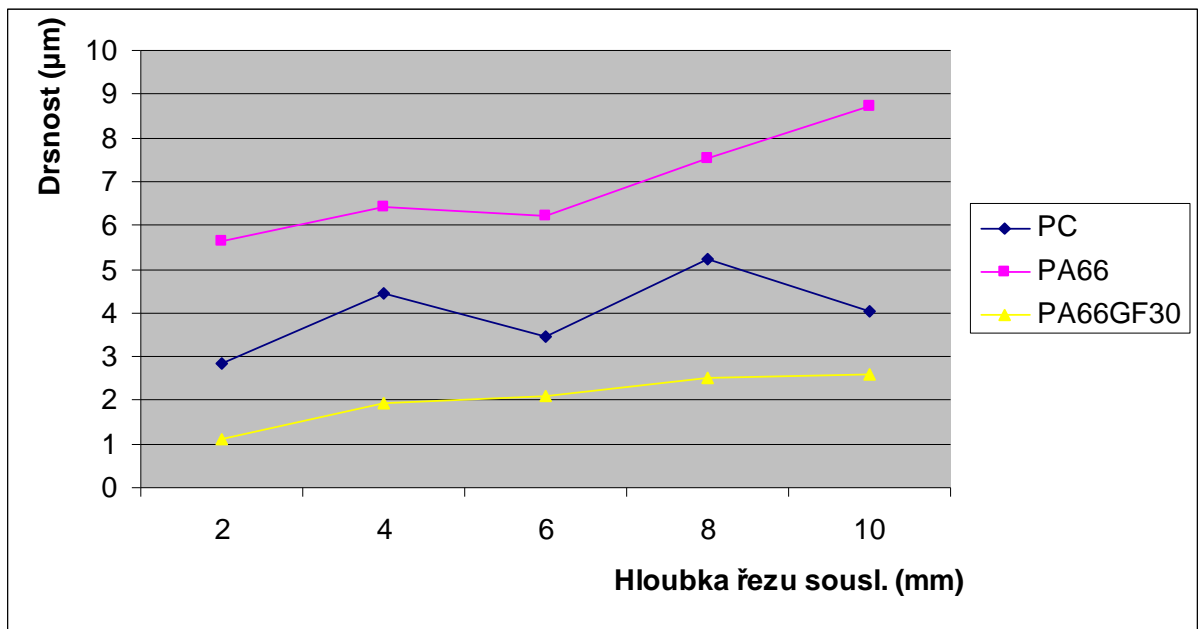


Graf : 16 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály

Hloubka se při frézování měnila po 2mm do hloubky 10-ti mm. Frézovalo se vždy slousledně i nesousledně. Konstantními hodnotami byly otáčky 20000 ot/min a posuvová rychlost 1750 mm/min. Hloubky se frézovaly pouze čtyřbřitým nástrojem

Tab. 15 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu při sousl. frézování pro jednotlivé materiály

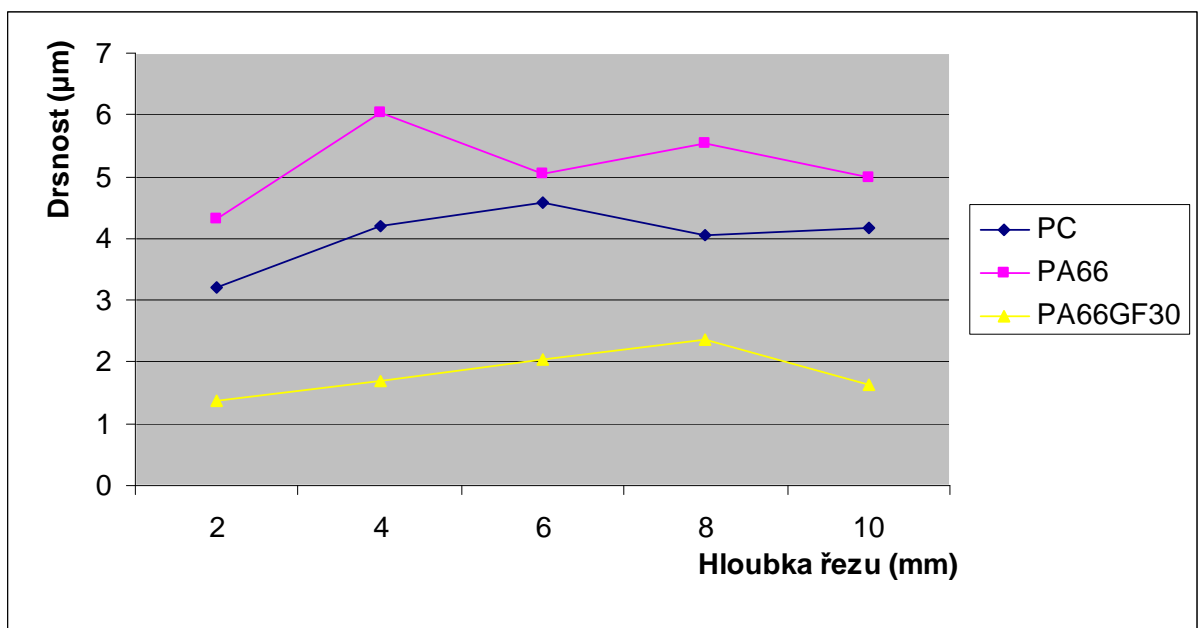
Materiál	HLOUBKA ŘEZU sousl. (mm)				
	2	4	6	8	10
PC	2,86	4,45	3,47	5,23	4,04
PA66	5,64	6,43	6,23	7,53	8,73
PA66GF30	1,13	1,92	2,08	2,52	2,59



Graf : 17 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu při sousl. frézování pro jednotlivé materiály

Tab. 16 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály

Materiál	HLOUBKA ŘEZU (mm)				
	2	4	6	8	10
PC	3,22	4,19	4,58	4,05	4,18
PA66	4,31	6,04	5,05	5,55	5
PA66GF30	1,38	1,68	2,04	2,36	1,62

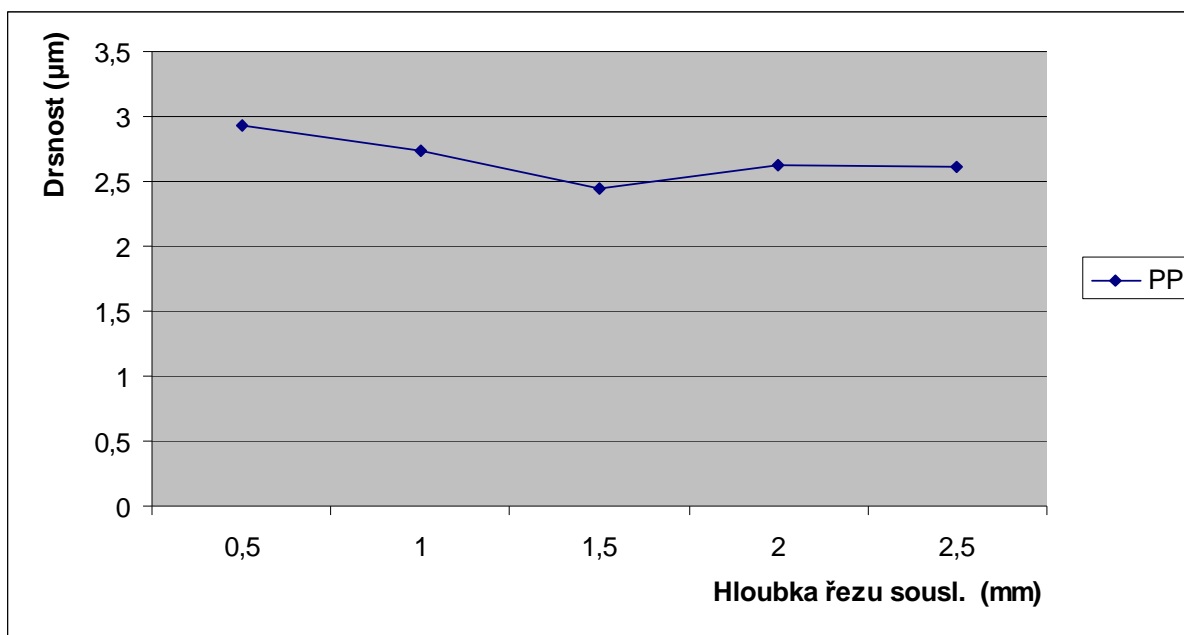


Graf : 18 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály

Hloubka se při frézování měnila po 0,5mm do hloubky 2,5-ti mm. Frézovalo se vždy slousledně i nesousledně. Konstantními hodnotami byly otáčky 1000 ot/min a posuvová rychlost 72 mm/min. Hloubky se frézovaly pouze čtyřbřitým nástrojem

Tab. 17 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu při sousl.frézování pro jednotlivé materiály

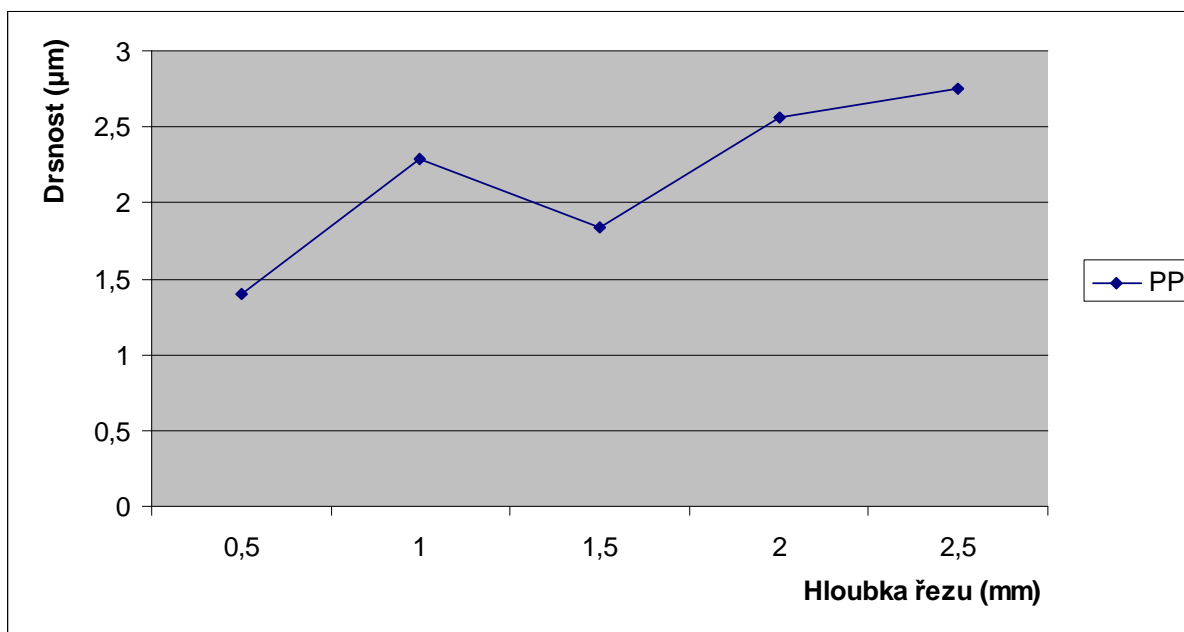
Materiál	HLOUBKA ŘEZU (mm) sousl.				
	0,5	1	1,5	2	2,5
PP	2,93	2,73	2,44	2,63	2,61



Graf : 19 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu při sousl.frézování pro jednotlivé materiály

Tab. 18 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály

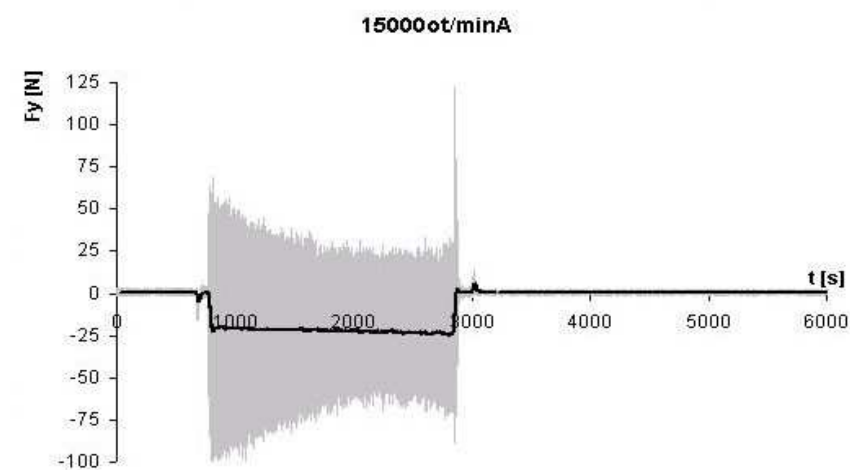
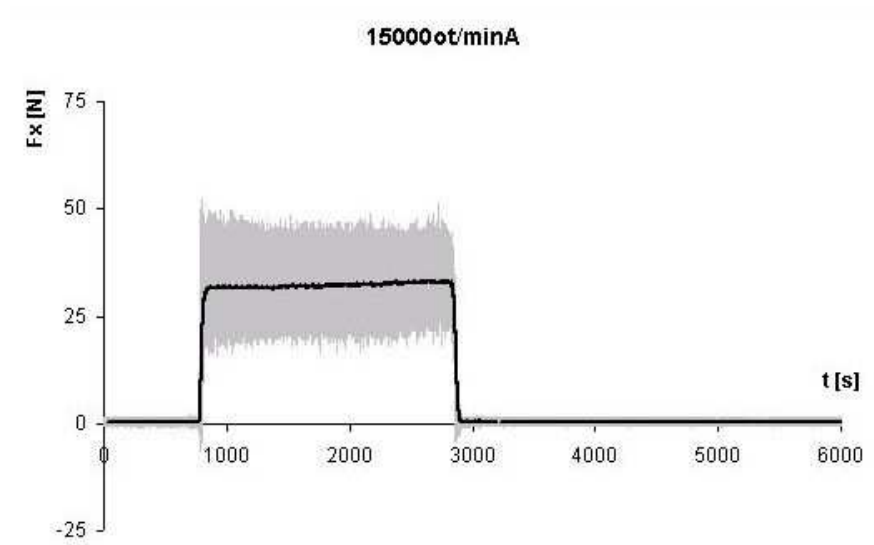
Materiál	HLOUBKA ŘEZU (mm)				
	0,5	1	1,5	2	2,5
PP	1,4	2,29	1,84	2,56	2,75

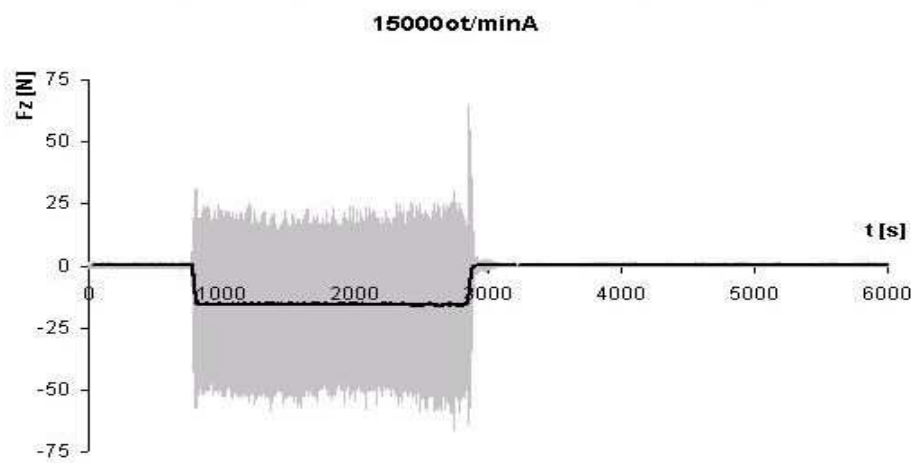


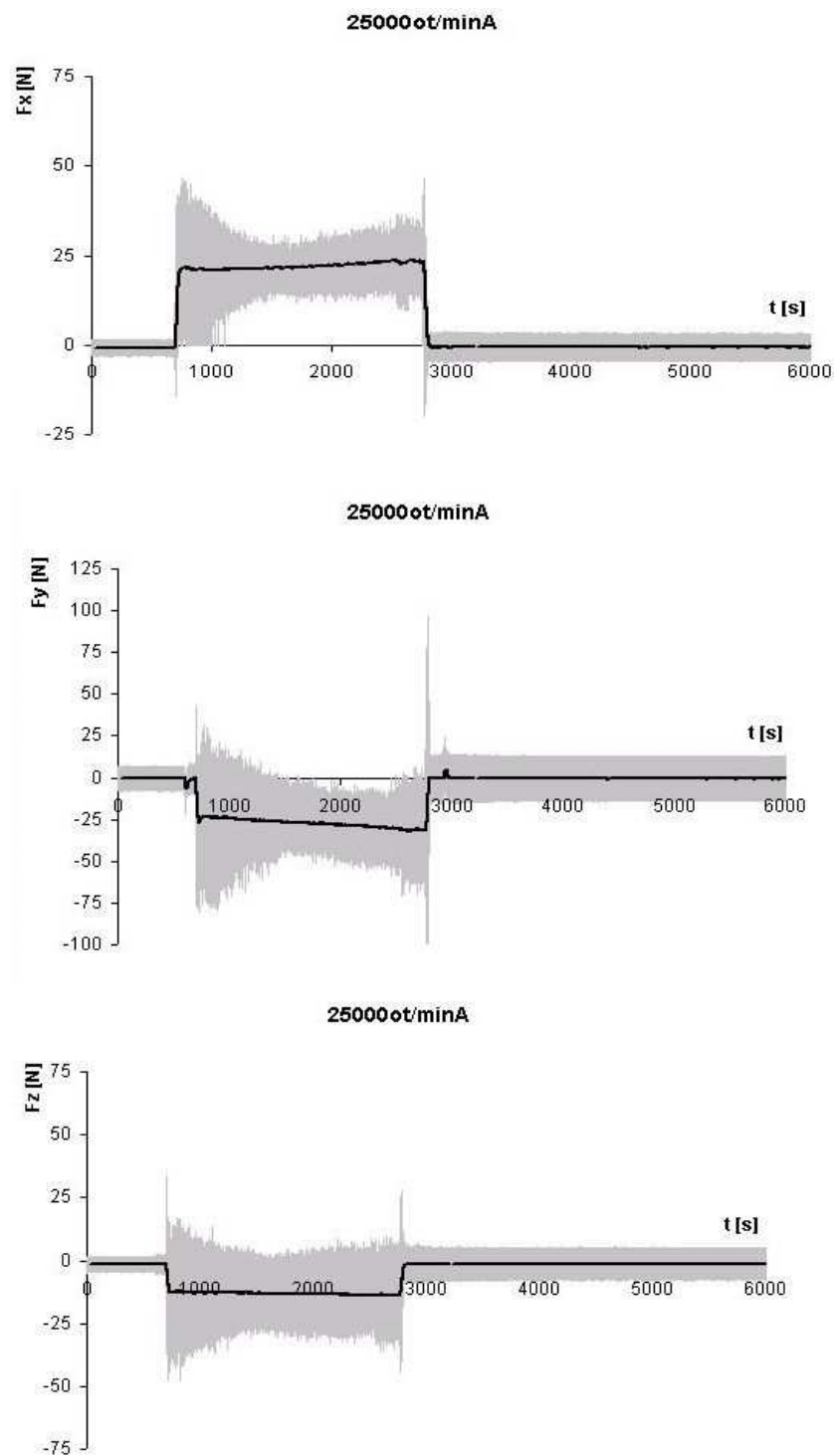
Graf : 20 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály

6.4 Dynamické vyhodnocení

Na grafech je znázorněn průběh závislosti řezné síly na řezné rychlosti. Z grafu lze vyčíst, že s rostoucí řeznou rychlostí velikost síly mírně klesá. Pro 15000ot/min je hodnota síly $F_x = 30\text{N}$, ale pro 25 000ot/min je hodnota síly $F_x = 24\text{N}$.







Graf : 21 Zobrazení závislosti sil na řezné rychlosti

DISKUZE VÝSLEDKŮ

U většiny vzorků docházelo k vytlačování materiálů do okrajů, kde zůstával i po obrobení. U POM k tomuto jevu nedocházelo v takové míře jako u PVC a materiál šel poměrně snadno odstranit. U PP se tento materiál dal odstranit o něco obtížněji.

Při frézování mohlo docházet ke změně drsnosti také otupením nástroje. Otupení nástroje se v této práci zanedbávalo.

PP při posuvové rychlosti 1400 mm/min se na povrchu vytvářel „nový povrch“, který se tvořil při tavení třísek, které se ihned přilepovaly k sobě. Takto natavené třísky se daly odstranit pouze hrubou silou. Při vyšších posuvech se materiál rovněž natavoval, ale třísky se už nepřítavovaly.

PP při otáčkách 12000 ot/min se vytvářel povrch, který byl opticky drsnější s třískovou strukturou. Od těchto otáček se materiál začínal natavovat a vytvářel uprostřed frézované drážky menší rýhy. Při 16000 ot/min nastávalo natavování po celé délce materiálu a po celé délce frézované drážky.

Nejlepšího povrchu se dosáhlo při nižších řezných rychlostech a menším posuvu.

PTFE vytvářel drsnější povrch při otáčkách okolo 12000 ot/min. Při použití nižších řezných rychlostí je materiál hladký, vznikly jen stopy po nástroji.

PET při posuvu okolo 1400mm/min zanechával stopu po nástroji a s vyšším posuvem se zvýšila i drsnost povrchu. Drsnější povrch narůstal i s vyšší hloubkou řezu.

PE má značně vysoké hodnoty u hloubek řezu, což je způsobeno špatně zvolenými řeznými rychlostmi, při kterých se materiál natavoval pod nástrojem.

U mědi jsme zvolili nižší posuvové i řezné rychlosti a tím jsme dostaly výrazně nižší hodnoty drsnosti. Byla viditelná stopa po nástroji, ale povrch byl hladký.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá drsností materiálů za různých technologických podmínek. Byla změřena závislost drsností obrobeného materiálu frézováním se změnou posuvu, hloubkou řezu a řeznou rychlostí. Frézoval se PVC, čtyřbřitým nástrojem – frézou o \varnothing 10mm a sice sousledně a nesousledně. Naměřené hodnoty byly zpracovány do tabulek. Drsnosti, které se získaly sousledným frézováním se vynášely do grafů. Frézovalo se na těchto typech frézek: FC 16 CNC, HWT C – 442 CNC profi, EMCO Mill 155 a FHV – 50PD.

U mědi jsme použili nižší posunové rychlosti, řezné rychlosti i hloubku řezu, proto byla drsnost menší. Drsnost povrchu se pohybovala kolem Ra 1,5 μ m.

Se zvyšováním otáček a snižováním posuvů by se měla drsnost snižovat.

Pro objektivnost je třeba konstatovat, že zjištěné a naměřené metody jsou získány na základě omezeného počtu (pro každou řeznou dráhu jsem provedla 10 měření) a proto nemusí být dostatečně reprezentativní. Pro objektivní určení míry výše uvedených vlivů je potřeba provedení značně většího počtu měření spolu s jeho statickým zpracováním.

Faktory ovlivňující drsnost povrchu jsou např. stroj, nástroj, obrobek, řezná rychlost, velikost posuvu, velikost třísky a chlazení.

Provedený experiment nám ukazuje:

- Se zvyšováním posuvu se zvyšovala drsnost povrchu, to se také očekávalo. Nejnižší hodnota Ra 1,41 μ m byla dosažena sousledně při posuvu 2000mm/min, otáčkách 3000 ot./min a hloubce řezu 4 mm o materiálu PTFE.
- V závislosti drsnosti obrobeného povrchu na hloubce řezu vidíme parabolickou závislost. Experiment nám tedy ukázal, že nejnižší hodnota Ra 1,07 μ m materiálu PTFE byla dosažena při hloubce řezu 4 mm, při konstantních otáčkách včetně 3000 ot./min a posuvu 1750 mm/min u sousledného frézování.
- Pokud zvyšujeme řeznou rychlost, tak nám klesá drsnost obrobeného materiálu. Dá se tedy obecně konstatovat, že čím vyšší bude řezná rychlost, tím kvalita povrchu bude vzrůstat. Podle očekávání se nejvhodnějšího výsledku dosáhlo hodnoty Ra 3,72 μ m. Řezná rychlost zde dosahovala 24 000 ot/min s posuvem 1750 mm/min.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Nekos J., Čelko R., Červený L., Hauser J.: Obrábění kovov, Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, 1972
- [2] Vasilko K.: Teória rezného procesu, ISBN 80-8073-586-7, 2006
- [3] Kocman K.: Prokop J., Technologie obrábění, CERM Brno, 2002
- [4] Liemert G., Drábek F., Ondra J., Vavřík I., Obrábění, 1974, SNTL
- [5] Buda J., Souček J., Vasilko K., Teória obrábění, 1988, SNTL
- [6] Lukovics, I.: Konstrukční materiály a technologie, VUT Brno, 1992
- [7] Beňo, J.: Teória obrábění, Viena Košice, 2005
- [8] Kováč P.: Milikić D.: Rezanje metala, Fakultet tehničkou nauka, Noví Sad, 1998
- [9] Kruszyński B.: Surfaře integrity ingringing, Technical University of Lódž, 2001
- [10] Vasilko K., Novák-Marcinčin J., Havrila M.: Výrobné inžinierstvo, Fakulta výrobných technológií TU v Košicích, 2005
- [11] Békés J., Čelko R., Červený L.: Obrábění kovov, Bratislava, 1972
- [12] Bátora B., Vasilko K.: Obrobené povrchy, Trenčianská univerzita, Trenčín 2000
- [13] Beňo J., Maňková I.: Technologické a materiálové činitele obrábění, Viena Košice, 2004
- [14] STN EN ISO 4287: Geometrické špecifikácie výrobkov
- [15] Lukovics I. : Konstrukční materiály a technologie, Brno: ES VUT. 1986
- [16] Janečka K.: Programování NC strojů, Plzeň: Západočeská univerzita, 2000
- [17] Rybník P.: Obsluha a programování CNC strojů, Praha: ČVUT, 1995
- [18] Kocman K.: Speciální teorie. Brno: CERM, 2004
- [19] Příklad Z.: Teorie obrábění, Praha: SNTL, 1982
- [20] Vysloužil Z.: Meranie v strojárstve. Bratislava: Vydavateľstvo technickém a ekonomickém literatúry, 1962
- [21] Leinveber J. a kol.: Strojnické tabulky, Praha: Scientia, s.r.o.,1999

- [22] Oplatek F.: Číslicové řízení obráběcích strojů, Havlíčkův Brod: Fragment, 1998
- [23] Tomeček E. : Mechanická technologie III, Praha: SNTL, 1961
- [24] Kocman K.: Speciální technologie obrábění. Brno: PC-DIR Rest,1998

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

δ_o	Nástrojový ortogonální úhel řezu [°]
φ_i	úhel posunového pohybu [°]
ω	obvodová frekvence změny vynucené síly [rad/s]
Rz	největší výška profilu [μm]
Ra	průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu [μm]
RSm	průměrná šířka prvků profilu [mm]
Rmr	materiálový poměr profilu (nosný podíl) [mm]
CNC	Computer numeric control
NC	Numeric control
PTFE	Polytetrafluoretylen
PC	Polycarbonát
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinylchlorid
PE	Polyetylen
PMMA	Polymetylmetakrylát
PA	Polyamid
Cu	Měď
F_{fNi}	Kolmá posuvová síla [N]
F_{fi}	Posuvová síla [N]
F_{eNi}	Kolmá řezná síla [N]
F_{ci}	Řezná síla [N]
F_i	Celková řezná síla [N]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Oblast plastických deformací v odřezávané vrstvě.....	9
Obr. 2 Zjednodušený model tvorby elementů třísky při ortogonálním řezu.....	9
Obr. 3 Základní druhy tvářených třísek při obrábění kovů.....	10
Obr. 4 Kinematika válcového frézování.....	11
Obr. 5 Kinematika válcového frézování.....	12
Obr. 6 Čelní frézování.....	14
Obr. 7 Schéma tvoření třísky při obrábění.....	15
Obr. 8 Tvary třísek.....	16
Obr. 9 Jmenovitý průřez třísky odebíraný zubem čelní frézy při symetrickém frézování.....	16
Obr. 10 Řezné síly na zubu válcové frézy.....	18
Obr. 11 Rozklad jednotkové řezné síly.....	19
Obr. 12 Vyjádření dráhy frézy ve směru posuvového pohybu.....	20
Obr. 13 Planetové frézování.....	21
Obr. 14 Základní druhy fréz.....	22
Obr. 15 Průběh změny amplitudy s časem při vlastních kmitech.....	24
Obr. 16 Změna amplitudy vynucených kmitů s časem kmitání.....	25
Obr. 17 Závislost amplitudy vynucených kmitů od poměru vlastní a vynucené frekvence.....	26
Obr. 18 Dynamometr.....	29
Obr. 19 Profil obrobeného povrchu při různých metodách obrábění.....	33
Obr. 20 Nerovnosti povrchu.....	34
Obr. 21 Příčná a podélná drsnost.....	34
Obr. 22 Vyhodnocovaná délka l_n	36
Obr. 23 Střední aritmetická odchylka profilu R_a	37
Obr. 24 Největší výška profilu R_v	37
Obr. 25 Mitutoyo SJ - 301.....	39
Obr. 26 Schéma struktury programového slova.....	43
Obr. 27 Frézka FC 16 CNC.....	51
Obr. 28 Souřadná soustava nástroje.....	52
Obr. 29 Frézka HWT C-442 CNC Profi.....	53

Obr. 30 Frézka FHV-50 PD	54
Obr. 31 Frézka CNC EMCO Mill 155.....	55
Obr. 32 PA při změně řezné rychlosti.....	62
Obr. 33 PP při změně řezné rychlosti	63
Obr. 34 Měď při změně řezné rychlosti.....	65
Obr. 35 PP při změně posuvové rychlosti.....	71
Obr. 36 PA6 při změně posunové rychlosti	72
Obr. 37 PC při změně hloubky řezu.....	77
Obr. 38 PTFE při změně hloubky řezu	78

SEZNAM GRAFŮ

Graf : 1 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály (sosl.fr.)	64
Graf : 2 Závislost drsnosti Ra na řezné rychlosti pro měď (sosl.fr.).....	64
Graf : 3 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály.....	66
Graf : 4 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro měď	66
Graf : 5 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost při sousl. fr. pro jednotlivé materiály	67
Graf : 6 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály.....	68
Graf : 7 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost při sousl.fr. pro jednotlivé materiály	69
Graf : 8 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály.....	70
Graf : 9 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost pro jednotlivé materiály (sosl.fr.)	71
Graf : 10 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost pro jednotlivé materiály.....	73
Graf : 11 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost při sousl. fréz. pro jednotlivé materiály	74
Graf : 12 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost pro jednotlivé materiály.....	75
Graf : 13 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost při sousl. fréz. pro jednotlivé materiály	76
Graf : 14 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost fréz. pro jednotlivé materiály.....	76
Graf : 15 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály (sosl.fr.)	Chyba! Záložka není definována.
Graf : 16 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály	Chyba! Záložka není definována.
Graf : 17 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu při sousl.frézování pro jednotlivé materiály	81
Graf : 18 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály	82
Graf : 19 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu při sousl.frézování pro jednotlivé materiály	83
Graf : 20 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály	83
Graf : 21 Zobrazení závislosti sil na řezné rychlosti.....	86

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vliv řezné rychlosti při sousledném frézování na drsnost Ra	63
Tab. 2 Vliv řezné rychlosti na drsnost Ra.....	65
Tab. 3 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály.....	67
Tab. 4 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály.....	67
Tab. 5 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost při sousl.fr. pro jednotlivé materiály	68
Tab. 6 Závislost drsnosti Ra na řeznou rychlost pro jednotlivé materiály.....	69
Tab. 7 Vliv posuvové rychlosti při sousledném frézování na drsnost Ra.....	71
Tab. 8 Vliv posuvové rychlosti na drsnost Ra	72
Tab. 9 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost při sousl. fréz. pro jednotlivé materiály	74
Tab. 10 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost pro jednotlivé materiály	74
Tab. 11 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost při sousl. fréz. pro jednotlivé materiály	75
Tab. 12 Závislost drsnosti Ra na posuvovou rychlost fréz. pro jednotlivé materiály.....	76
Tab. 13 Vliv hloubky řezu při sousledném frézování na drsnost Ra	77
Tab. 14 Vliv hloubky řezu na drsnost Ra	79
Tab. 15 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu při sousl. frézování pro jednotlivé materiály	81
Tab. 16 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály	81
Tab. 17 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu při sousl.frézování pro jednotlivé materiály	82
Tab. 18 Závislost drsnosti Ra na hloubku řezu pro jednotlivé materiály	83

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I – grafické znázornění drsností Ra, Rz

Příloha II – frézování UTB

Příloha III – frézování SK

Příloha IV – frézování PL

Příloha V – dynamické vyhodnocení

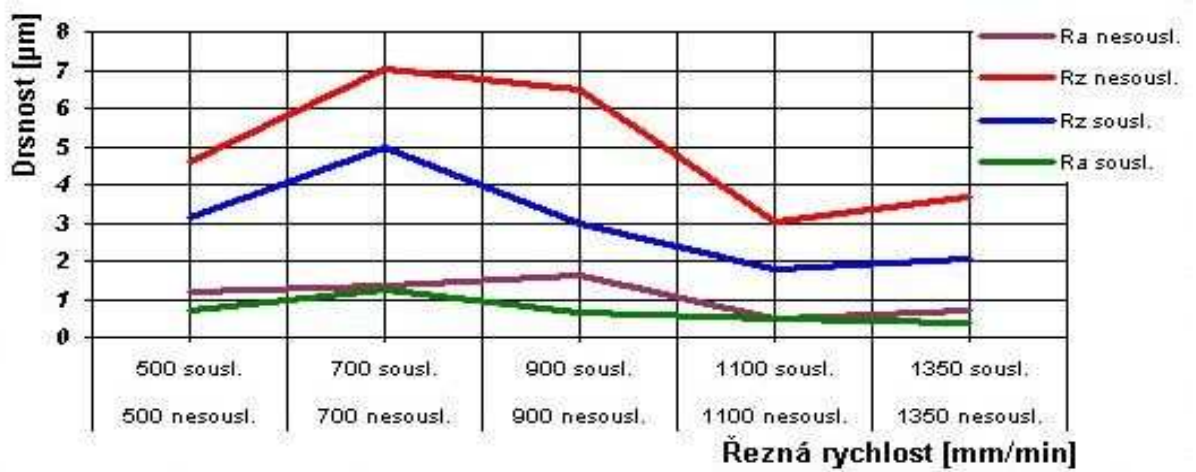
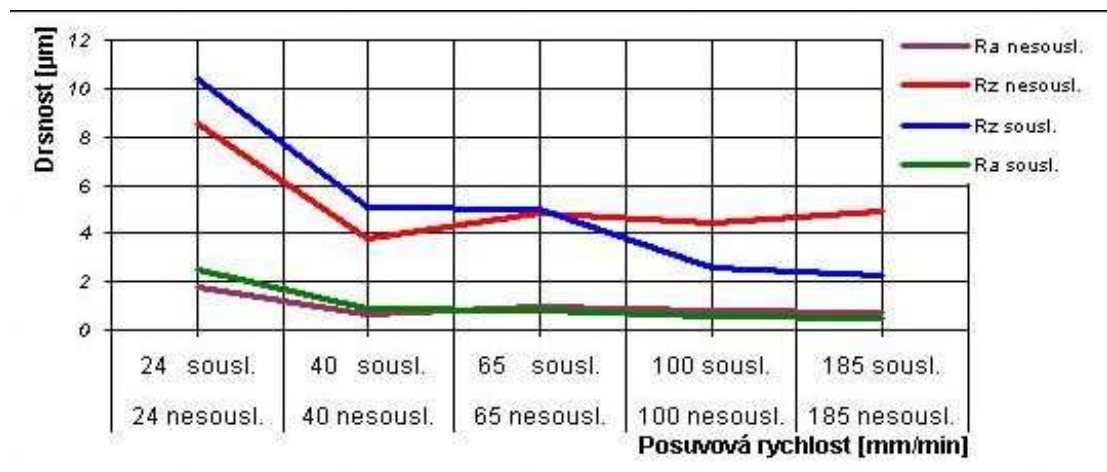
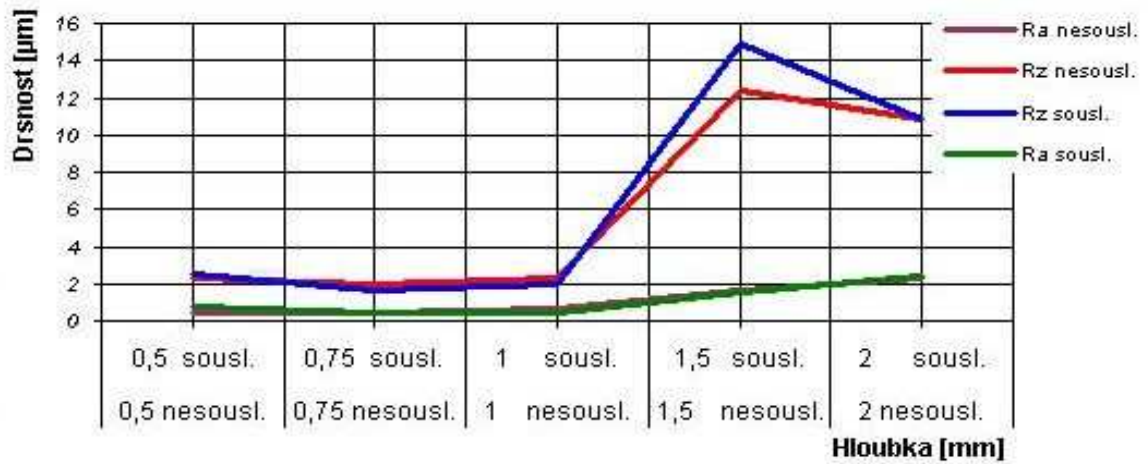
Přílohy jsou uvedeny v příloženém CD

PŘÍLOHA P I: FRÉZOVÁNÍ UTB - CU

CU Hloubka záběru		δ.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
0,5 nesousledně	Ra	0,32	0,48	0,35	0,57	0,74	0,31	0,50	0,37	0,25	0,59	0,46	0,46	
	Rz	1,94	2,31	2,13	2,11	2,15	2,04	2,18	2,38	2,56	2,46	2,23		2,23
0,5 sousledně	Ra	0,32	0,96	0,17	0,75	0,71	0,38	0,94	0,40	1,13	0,69	0,65	0,65	1,96
	Rz	1,58	3,32	1,18	1,50	3,45	1,19	1,75	1,84	1,81	2,01	1,96		1,96
0,75 nesousledně	Ra	0,49	0,33	0,39	0,31	0,25	0,58	0,67	0,82	0,77	0,62	0,52	0,52	
	Rz	2,18	1,79	1,90	1,80	1,90	2,07	1,73	2,09	1,95	1,70	1,92		1,92
0,75 sousledně	Ra	0,29	0,25	0,25	0,40	0,27	0,59	0,46	0,55	0,43	0,67	0,42	0,42	
	Rz	1,46	1,91	1,48	1,50	1,82	1,63	1,55	1,89	1,62	1,95	1,68		1,68
1 nesousledně	Ra	0,46	0,61	0,44	0,78	0,71	0,53	0,66	0,49	0,54	0,62	0,58	0,58	
	Rz	2,54	2,58	2,14	2,59	2,74	2,22	2,30	2,85	3,03	3,04	2,60		2,60
1 sousledně	Ra	0,66	0,73	0,22	0,71	0,14	0,27	0,31	0,18	0,31	0,40	0,41	0,41	
	Rz	1,36	1,58	2,29	1,78	2,08	2,13	2,14	1,99	2,20	2,40	2,00		2,00
1,5 nesousledně	Ra	1,43	1,67	1,24	1,45	1,77	1,52	1,56	1,86	1,95	1,75	1,62	1,62	
	Rz	12,81	12,87	12,03	12,60	12,66	12,10	12,94	12,38	12,94	12,54	12,59		12,59
1,5 sousledně	Ra	1,63	1,17	1,70	1,91	1,10	1,42	1,38	1,16	1,18	1,48	1,40	1,40	
	Rz	12,98	13,72	15,83	14,87	15,14	15,23	14,62	14,81	14,87	14,93	14,66		14,66
2 nesousledně	Ra	2,36	2,18	2,22	2,48	2,09	2,19	2,22	2,17	2,30	2,40	2,27	2,27	
	Rz	11,40	10,58	11,36	10,52	11,40	11,33	10,80	11,36	10,92	10,88	11,05		11,05
2 sousledně	Ra	2,41	2,38	2,17	2,10	2,42	2,20	2,21	2,12	2,31	2,35	2,27	2,27	
	Rz	12,13	12,03	10,52	10,54	10,65	10,84	10,70	10,90	11,05	10,74	11,01		11,01

CU posuvová rychlost		δ.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
24 nesousledně	Ra	0,83	3,89	0,81	0,78	0,90	1,00	1,12	1,14	0,93	1,08	0,93	0,93	
	Rz	5,34	4,48	4,91	4,87	4,56	4,71	4,90	4,71	4,65	4,75	4,79		4,79
24 sousledně	Ra	0,46	3,40	0,45	0,63	0,79	0,42	0,79	0,68	0,41	0,78	0,59	0,59	
	Rz	2,70	2,99	2,31	2,85	2,82	2,27	2,90	2,52	2,27	2,60	2,53		2,53
40 nesousledně	Ra	0,80	3,85	0,73	0,78	1,04	1,01	1,07	0,95	1,13	0,89	0,93	0,93	
	Rz	4,28	4,86	3,90	3,82	4,52	3,83	3,80	4,50	4,53	4,53	4,26		4,26
40 sousledně	Ra	0,34	3,45	0,51	0,48	0,45	0,71	0,42	0,68	0,38	0,67	0,53	0,53	
	Rz	2,26	2,89	3,32	2,88	3,46	3,02	3,65	3,46	3,72	3,61	3,21		3,21
65 nesousledně	Ra	0,75	3,94	0,91	1,05	1,14	0,96	1,01	1,14	1,06	1,30	1,03	1,03	
	Rz	4,03	4,92	4,74	4,54	4,82	4,57	4,62	4,56	4,50	4,72	4,60		4,60
65 sousledně	Ra	0,54	3,53	1,07	1,12	0,93	0,96	0,97	1,03	0,86	0,84	0,89	0,89	
	Rz	3,01	3,05	6,02	3,91	6,03	5,96	4,28	4,80	5,25	4,27	4,66		4,66
100 nesousledně	Ra	0,50	3,70	0,65	0,57	0,90	0,50	0,81	0,87	0,41	0,59	0,64	0,64	
	Rz	2,92	3,79	3,87	3,64	3,55	3,68	3,49	3,70	3,56	3,40	3,56		3,56
100 sousledně	Ra	1,07	3,83	0,63	0,76	0,77	0,65	0,92	0,81	1,03	0,84	0,81	0,81	
	Rz	6,02	3,80	3,67	5,20	3,93	3,82	5,19	4,23	4,68	5,20	4,57		4,57
185 nesousledně	Ra	2,36	1,30	1,66	2,43	1,90	2,40	2,18	2,34	2,18	2,33	2,11	2,11	
	Rz	11,46	7,51	8,95	8,00	8,45	8,16	7,99	8,08	8,19	8,30	8,52		8,52
185 sousledně	Ra	2,53	2,70	2,10	2,08	2,04	2,07	2,12	1,95	2,25	2,27	2,21	2,21	
	Rz	10,67	13,91	10,08	10,34	10,80	10,33	10,84	10,61	10,88	10,58	10,60		10,60

CU řezná rychlost		δ.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr
500 nesousledně	Ra	1,10	0,69	0,98	1,18	0,97	1,01	1,38	1,53	1,13	1,39	1,14	1,14	1,14	
	Rz	4,71	3,16	5,80	3,73	3,62	4,79	4,28	3,77	4,68	4,58	4,31		4,31	
500 sousledně	Ra	0,63	0,54	0,66	0,64	0,64	0,65	0,58	0,54	0,78	0,45	0,61	0,61	0,61	
	Rz	3,10	2,68	4,43	4,10	4,34	4,62	4,71	4,37	4,57	4,52	4,14		4,14	
700 nesousledně	Ra	1,45	1,44	1,38	1,63	1,60	1,57	1,61	1,75	1,85	1,97	1,63	1,63	1,63	
	Rz	7,26	7,14	6,94	7,16	7,05	7,06	7,13	7,09	7,19	7,00	7,10		7,10	
700 sousledně	Ra	0,91	0,94	1,21	1,33	0,96	1,06	1,27	0,93	1,14	1,14	1,09	1,09	1,09	
	Rz	4,57	4,38	5,05	4,43	4,83	4,97	4,48	4,91	4,43	4,89	4,69		4,69	
900 nesousledně	Ra	1,26	1,74	1,17	1,25	1,92	1,37	1,25	1,53	1,57	1,71	1,48	1,48	1,48	
	Rz	5,73	7,72	6,13	6,32	7,47	7,06	7,21	7,47	7,08	7,14	6,93		6,93	
900 sousledně	Ra	0,60	0,38	0,38	0,31	0,28	0,54	0,37	0,57	0,66	0,44	0,45	0,45	0,45	
	Rz	3,50	2,24	2,14	3,07	2,39	2,28	2,84	2,56	3,03	2,98	2,70		2,70	
1100 nesousledně	Ra	0,52	0,74	0,40	0,32	0,54	0,49	0,56	0,47	0,42	0,43	0,49	0,49	0,49	
	Rz	2,55	3,67	1,93	3,61	2,52	3,73	3,59	3,31	3,62	3,23	3,18		3,18	
1100 sousledně	Ra	0,27	0,31	0,25	0,31	0,25	0,22	0,13	0,43	0,49	0,15	0,28	0,28	0,28	
	Rz	1,66	1,88	1,44	1,99	2,13	2,14	2,16	2,33	2,07	2,27	2,01		2,01	
1350 nesousledně	Ra	0,81	0,81	0,65	0,82	0,95	1,09	1,03	0,96	0,96	1,20	0,93	0,93	0,93	
	Rz	3,95	3,79	3,07	4,05	3,16	3,61	3,66	3,53	3,83	3,60	3,63		3,63	
1350 sousledně	Ra	0,44	0,30	0,36	0,58	0,40	0,55	0,44	0,34	0,56	0,49	0,45	0,45	0,45	
	Rz	2,46	1,79	1,98	2,42	1,74	2,19	2,10	2,21	2,25	2,12	2,13		2,13	

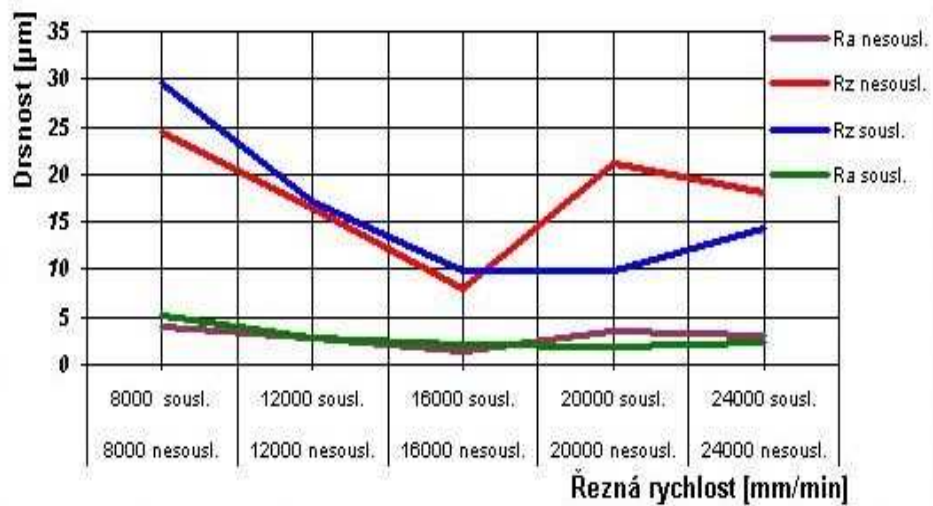
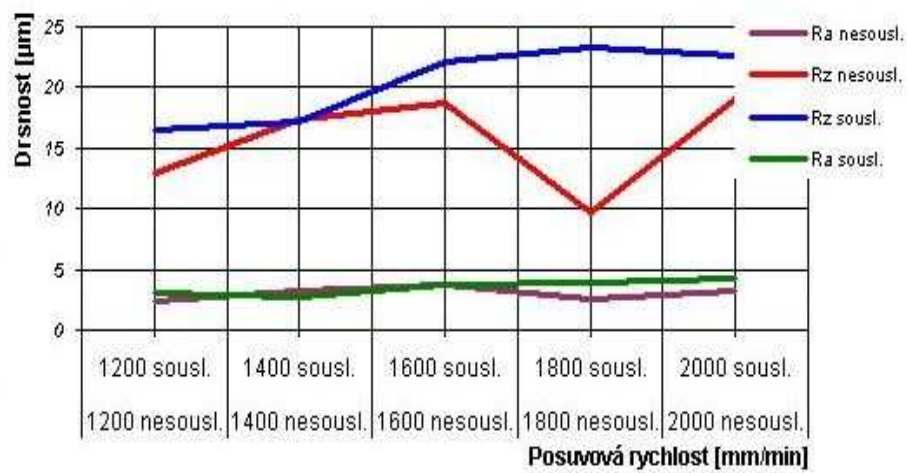
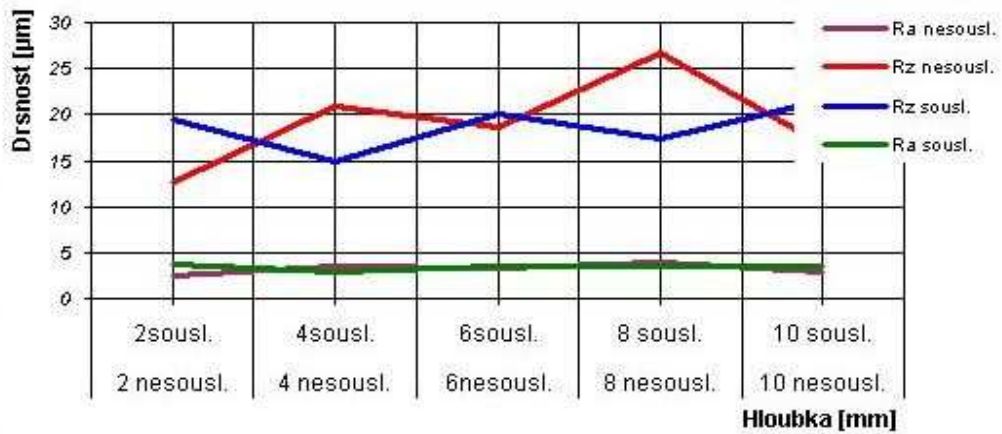


PET

PET hloubka záběru		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
2 nesousledné	Ra	2,34	2,33	2,30	2,31	2,27	2,36	2,22	2,42	2,17	2,13	2,29	2,29	
	Rz	12,63	11,98	11,95	12,18	11,98	11,94	11,96	11,87	12,14	12,18	12,08		12,08
2 sousledné	Ra	3,57	3,81	3,72	3,91	3,62	3,95	3,93	4,04	4,23	4,09	3,89	3,89	
	Rz	17,44	19,68	17,35	17,91	17,76	17,90	17,66	17,92	17,84	17,91	17,94		17,94
4 nesousledné	Ra	2,88	3,47	3,52	3,63	3,77	3,83	4,03	4,08	4,20	4,19	3,76	3,76	
	Rz	17,47	22,25	17,64	20,02	20,05	20,11	20,14	20,05	20,24	20,15	19,81		19,81
4 sousledné	Ra	2,85	2,75	2,93	2,97	3,16	3,08	3,02	2,93	2,87	3,07	2,96	2,96	
	Rz	15,17	14,78	15,35	14,88	15,43	15,23	15,15	15,29	15,17	15,23	15,17		15,17
6 nesousledné	Ra	3,40	2,97	2,90	2,91	2,85	3,03	2,77	3,12	3,16	3,12	3,02	3,02	
	Rz	19,36	17,44	19,48	19,11	19,58	19,26	19,51	19,57	19,53	19,44	19,23		19,23
6 sousledné	Ra	3,37	3,30	3,55	3,51	3,72	3,43	3,70	3,44	3,58	3,37	3,50	3,50	
	Rz	20,72	18,39	19,18	18,71	19,05	19,13	18,98	19,24	19,27	19,24	19,19		19,19
8 nesousledné	Ra	3,76	3,89	3,74	4,08	3,75	3,88	4,03	4,22	4,16	4,33	3,98	3,98	
	Rz	28,54	26,49	26,77	26,67	26,87	26,84	26,93	26,96	26,85	26,86	26,98		26,98
8 sousledné	Ra	3,31	3,33	3,42	3,32	3,42	3,29	3,49	3,66	3,42	3,38	3,40	3,40	
	Rz	17,03	17,24	17,05	17,26	17,29	17,45	17,57	17,61	17,62	17,80	17,39		17,39
10 nesousledné	Ra	2,69	3,07	2,67	2,95	2,72	2,63	2,80	2,83	2,86	2,86	2,81	2,81	
	Rz	15,85	17,04	17,17	17,05	17,09	16,97	17,01	17,13	17,23	17,18	16,97		16,97
10 sousledné	Ra	4,69	3,07	3,60	3,15	3,70	3,54	3,80	3,72	3,68	3,76	3,67	3,67	
	Rz	26,36	20,28	24,96	21,44	21,55	21,45	21,75	21,55	21,88	21,76	22,30		22,30

PET posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
1200 nesousledné	Ra	2,45	2,36	2,47	2,42	2,56	2,65	2,80	3,00	3,12	3,02	2,69	2,69	
	Rz	14,24	12,74	13,39	13,39	13,51	13,59	13,77	13,88	13,71	13,64	13,59		13,59
1200 sousledné	Ra	2,60	2,85	2,78	2,76	2,96	3,02	3,13	3,17	3,33	3,45	3,01	3,01	
	Rz	14,86	16,54	14,81	16,46	15,53	16,65	15,98	16,67	16,27	16,85	16,06		16,06
1400 nesousledné	Ra	3,21	3,25	3,19	3,23	3,31	3,44	3,49	3,65	3,40	3,82	3,40	3,40	
	Rz	16,58	17,82	17,17	17,66	17,63	17,62	17,61	17,61	17,64	17,52	17,49		17,49
1400 sousledné	Ra	2,89	2,73	2,91	2,75	2,75	2,85	3,04	3,06	3,07	3,02	2,91	2,91	
	Rz	16,66	17,22	16,95	17,41	16,89	16,93	16,93	16,97	16,94	17,15	17,00		17,00
1600 nesousledné	Ra	3,14	3,99	3,15	3,69	3,28	3,36	3,44	3,44	3,38	3,50	3,44	3,44	
	Rz	17,00	20,41	16,39	20,25	16,30	17,27	16,88	16,22	16,67	16,78	17,40		17,40
1600 sousledné	Ra	3,53	3,65	3,70	3,48	3,89	3,48	3,90	4,05	4,06	4,17	3,79	3,79	
	Rz	20,59	22,15	20,81	21,24	21,21	21,02	20,92	21,01	20,98	21,04	21,10		21,10
1800 nesousledné	Ra	3,29	2,56	3,14	3,32	3,21	3,13	3,52	3,15	3,55	3,24	3,21	3,21	
	Rz	18,25	6,21	17,13	7,57	6,73	9,73	7,56	8,49	9,48	7,86	9,90		9,90
1800 sousledné	Ra	4,57	3,68	4,53	3,61	3,95	4,43	4,23	4,12	4,03	4,42	4,16	4,16	
	Rz	23,16	21,80	24,41	23,33	24,12	23,29	23,89	24,25	23,20	24,31	23,58		23,58
2000 nesousledné	Ra	3,09	3,03	2,99	3,28	3,06	3,22	3,08	3,06	3,11	3,30	3,12	3,12	
	Rz	18,89	18,89	18,95	18,82	19,08	19,02	19,12	19,19	19,17	19,29	19,04		19,04
2000 sousledné	Ra	3,80	4,30	4,08	4,39	4,16	4,42	4,07	4,17	4,08	4,06	4,15	4,15	
	Rz	20,74	23,88	21,05	21,95	23,19	21,13	23,21	23,22	22,93	23,05	22,44		22,44

PET řezná rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr
8000 nesousledné	Ra	4,48	3,71	4,38	3,62	4,39	4,15	4,47	4,36	4,36	4,63	4,26	4,26	4,26	
	Rz	28,65	22,28	22,15	25,93	24,69	25,33	25,83	25,39	26,00	25,59	25,18		25,18	
8000 sousledné	Ra	5,88	4,95	4,62	4,55	4,90	4,49	4,42	5,04	4,60	4,70	4,82	4,82	4,82	
	Rz	33,41	28,17	29,03	29,71	29,28	28,96	29,43	29,46	29,04	29,28	29,58		29,58	
12000 nesousledné	Ra	3,16	2,57	3,13	2,93	3,18	3,31	3,29	3,49	3,54	3,46	3,21	3,21	3,21	
	Rz	17,06	15,02	16,63	15,44	16,20	16,21	16,33	16,15	16,35	16,48	16,19		16,19	
12000 sousledné	Ra	2,84	2,78	2,75	2,70	2,88	2,85	2,94	2,96	2,86	2,95	2,85	2,85	2,85	
	Rz	19,09	16,74	19,15	18,61	19,29	18,70	19,30	18,67	18,74	18,59	18,69		18,69	
16000 nesousledné	Ra	1,38	1,34	1,37	1,44	1,44	1,52	1,54	1,42	1,55	1,42	1,44	1,44	1,44	
	Rz	8,03	7,76	7,99	7,69	7,62	7,85	8,04	8,15	8,01	8,32	7,95		7,95	
16000 sousledné	Ra	1,77	1,71	1,84	2,02	1,90	2,13	1,91	1,98	2,12	2,28	1,97	1,97	1,97	
	Rz	9,79	9,63	9,87	9,86	9,78	9,77	9,73	9,94	10,10	10,22	9,87		9,87	
20000 nesousledné	Ra	3,97	3,46	3,41	3,45	3,35	3,41	3,53	3,63	3,51	3,70	3,54	3,54	3,54	
	Rz	23,03	19,57	19,86	19,66	19,86	19,75	19,82	19,77	19,96	19,91	20,12		20,12	
20000 sousledné	Ra	1,65	1,74	1,80	1,94	1,95	1,98	1,89	1,87	1,79	1,77	1,84	1,84	1,84	
	Rz	9,55	9,78	9,84	9,71	9,63	9,54	9,75	9,72	9,62	9,72	9,69		9,69	
24000 nesousledné	Ra	2,79	2,97	2,84	2,87	2,96	3,10	3,11	3,29	3,22	3,31	3,05	3,05	3,05	
	Rz	17,99	17,95	18,14	18,07	18,23	18,04	18,20	17,95	18,33	18,21	18,11		18,11	
24000 sousledné	Ra	2,72	2,37	2,82	2,60	3,02	2,82	2,78	2,70	2,77	2,62	2,72	2,72	2,72	
	Rz	15,68	13,29	14,37	13,65	13,92	13,58	13,67	13,65	13,75	13,73	13,93		13,93	

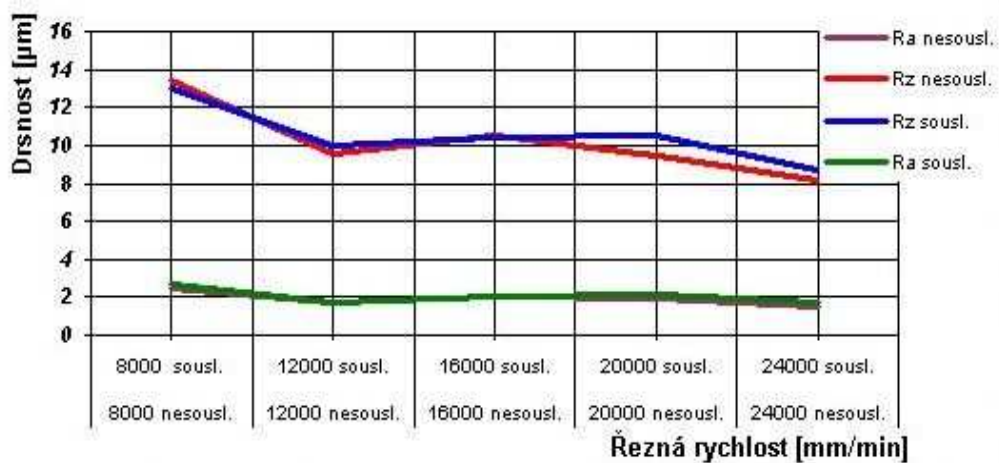
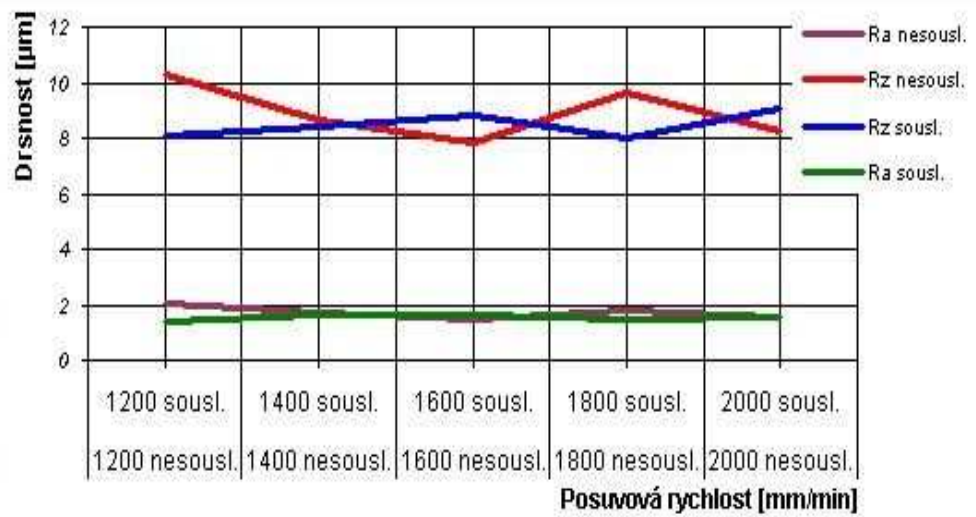
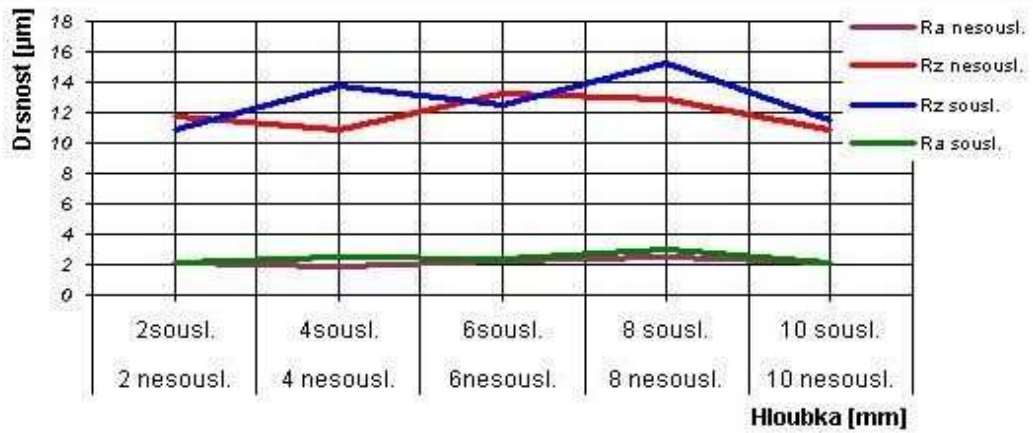


PVC

PVC hloubka záběru		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}			
2	nesousledné	Ra	2,22	2,10	2,09	2,10	2,08	2,17	2,21	2,23	2,35	2,30	2,19	2,19		
		Rz	11,60	11,08	11,84	12,39	11,35	12,11	12,07	12,36	11,73	11,82	11,84		11,84	
2	sousledné	Ra	1,91	1,83	1,77	2,26	2,12	1,80	1,96	1,96	1,85	1,86	1,93	1,93		
		Rz	10,19	10,81	10,37	11,97	11,12	10,49	10,71	10,74	11,43	11,26	10,91		10,91	
4	nesousledné	Ra	1,83	1,62	2,07	2,10	2,15	1,90	1,81	1,71	2,10	2,17	1,95	1,95		
		Rz	10,10	9,02	10,69	11,60	11,78	9,16	10,72	11,20	9,94	9,04	10,33		10,33	
4	sousledné	Ra	2,52	2,23	2,69	2,56	2,21	2,41	2,57	2,74	2,73	2,80	2,55	2,55		
		Rz	13,54	11,38	15,36	12,84	11,45	16,49	12,67	14,50	13,98	14,71	13,69		13,69	
6	nesousledné	Ra	1,89	2,15	2,55	2,04	2,40	2,07	1,96	2,01	2,43	2,49	2,20	2,20		
		Rz	12,70	11,73	14,26	13,16	14,59	14,11	13,46	12,00	11,91	14,37	13,23		13,23	
6	sousledné	Ra	2,32	2,26	2,06	1,93	2,53	2,41	2,72	1,98	2,49	2,08	2,28	2,28		
		Rz	13,37	12,23	12,11	11,47	12,67	12,56	11,66	11,71	12,12	13,23	12,31		12,31	
8	nesousledné	Ra	2,53	2,91	2,27	2,10	2,34	2,50	2,48	2,78	2,50	2,31	2,47	2,47		
		Rz	12,13	14,19	11,48	13,44	11,57	13,01	13,60	13,85	12,73	13,92	12,99		12,99	
8	sousledné	Ra	2,97	2,74	2,82	2,63	3,17	3,25	3,30	2,78	3,03	2,80	2,95	2,95		
		Rz	13,82	14,32	14,58	13,21	16,96	14,31	13,62	13,45	16,80	16,13	14,72		14,72	
10	nesousledné	Ra	1,72	1,94	2,17	2,09	2,20	2,30	1,78	2,30	1,72	2,06	2,03	2,03		
		Rz	8,90	10,84	10,31	10,83	12,34	10,84	9,72	10,11	10,97	11,61	10,65		10,65	
10	sousledné	Ra	1,94	2,00	2,05	2,22	1,83	1,88	2,09	2,31	2,29	1,99	2,06	2,06		
		Rz	11,67	11,60	11,66	12,23	9,88	11,31	10,64	10,54	11,27	12,38	11,32		11,32	

PVC posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}			
1200	nesousledné	Ra	1,98	1,97	1,99	1,90	2,09	2,06	1,92	2,05	2,01	2,14	2,01	2,01		
		Rz	9,41	10,05	9,88	9,96	11,00	10,66	9,74	9,60	10,98	11,07	10,24		10,24	
1200	sousledné	Ra	1,56	1,50	1,40	1,34	1,40	1,20	1,60	1,37	1,41	1,62	1,44	1,44		
		Rz	8,58	8,43	8,29	8,21	8,89	7,01	8,99	7,36	8,59	8,57	8,29		8,29	
1400	nesousledné	Ra	1,83	1,64	1,71	1,80	1,77	1,62	1,67	1,82	1,63	1,72	1,72	1,72		
		Rz	9,40	8,92	8,42	8,84	8,44	8,03	9,30	8,29	8,58	8,83	8,71		8,71	
1400	sousledné	Ra	1,63	1,86	1,44	1,76	1,57	1,35	1,93	1,98	1,66	1,68	1,69	1,69		
		Rz	8,67	9,49	7,73	9,02	8,76	7,43	9,21	7,56	9,07	8,18	8,51		8,51	
1600	nesousledné	Ra	1,52	1,50	1,52	1,35	1,40	1,35	1,47	1,49	1,41	1,52	1,45	1,45		
		Rz	7,83	8,08	8,68	7,31	7,25	7,20	7,67	8,82	7,67	8,23	7,87		7,87	
1600	sousledné	Ra	1,64	1,70	1,71	1,50	1,65	1,66	1,53	1,50	1,78	1,74	1,64	1,64		
		Rz	9,20	9,50	8,94	8,03	8,74	8,05	9,16	8,90	8,25	8,96	8,77		8,77	
1800	nesousledné	Ra	1,76	1,85	1,82	1,78	1,73	1,60	1,76	1,90	1,65	1,73	1,76	1,76		
		Rz	10,78	10,31	10,79	9,98	8,96	8,11	10,40	9,56	8,62	8,17	9,57		9,57	
1800	sousledné	Ra	1,41	1,37	1,41	1,57	1,52	1,46	1,39	1,67	1,41	1,61	1,48	1,48		
		Rz	7,95	7,74	7,31	8,81	8,17	8,12	7,36	8,64	7,63	8,59	8,03		8,03	
2000	nesousledné	Ra	1,41	1,40	1,40	1,52	1,51	1,65	1,56	1,73	1,59	1,72	1,55	1,55		
		Rz	7,88	7,80	7,67	8,54	8,39	8,69	8,45	7,86	8,36	8,41	8,21		8,21	
2000	sousledné	Ra	1,68	1,61	1,61	1,62	1,65	1,61	1,55	1,55	1,37	1,48	1,57	1,57		
		Rz	9,19	9,92	8,48	9,68	9,32	8,33	8,43	9,08	9,04	9,77	9,12		9,12	

PVC řezná rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr	
8000	nesousledné	Ra	2,39	2,23	2,68	2,45	2,14	2,62	2,64	2,34	2,26	2,72	2,45	2,45		
		Rz	12,90	11,67	16,20	11,97	17,78	17,22	16,41	13,22	14,43	17,73	14,95		14,95	
8000	sousledné	Ra	2,38	2,81	2,54	3,03	2,41	2,79	3,07	2,99	3,14	2,56	2,77	2,77		
		Rz	12,45	12,48	13,64	13,88	12,16	13,86	13,03	12,92	13,94	13,63	13,20		13,20	
12000	nesousledné	Ra	1,74	1,84	1,62	1,79	1,63	1,97	1,81	1,95	1,64	1,84	1,78	1,78		
		Rz	9,22	10,17	9,81	9,90	9,00	9,98	9,78	9,40	10,29	10,17	9,77		9,77	
12000	sousledné	Ra	1,88	1,91	1,95	1,90	1,48	1,51	1,49	1,53	1,92	1,49	1,71	1,71		
		Rz	11,11	9,98	10,12	10,41	8,22	10,54	9,52	11,23	9,90	8,61	9,96		9,96	
16000	nesousledné	Ra	1,94	1,70	1,96	2,13	1,79	2,28	2,17	1,90	1,75	1,74	1,94	1,94		
		Rz	9,85	9,94	11,51	11,69	10,04	10,34	9,92	10,84	11,21	10,22	10,56		10,56	
16000	sousledné	Ra	2,17	2,18	2,02	2,13	1,78	2,07	2,06	1,70	1,85	1,74	1,97	1,97		
		Rz	11,26	10,66	10,70	9,69	9,27	9,49	11,18	11,27	9,85	10,19	10,36		10,36	
20000	nesousledné	Ra	1,91	1,99	1,78	1,82	1,92	2,13	1,83	1,90	1,98	1,93	1,92	1,92		
		Rz	9,11	9,66	8,86	9,74	9,04	9,33	9,44	9,60	9,31	9,12	9,32		9,32	
20000	sousledné	Ra	2,11	2,27	2,06	2,16	1,80	2,24	2,11	2,20	2,12	2,09	2,12	2,12		
		Rz	10,51	10,88	11,01	11,36	9,37	11,41	10,89	9,51	10,57	10,08	10,56		10,56	
24000	nesousledné	Ra	1,42	1,54	1,49	1,64	1,39	1,52	1,62	1,48	1,66	1,35	1,51	1,51		
		Rz	7,08	8,86	9,16	9,05	7,54	8,07	7,02	7,57	8,17	9,33	8,19		8,19	
24000	sousledné	Ra	1,60	1,70	1,64	1,66	1,76	1,70	1,64	1,70	1,63	1,73	1,68	1,68		
		Rz	8,82	9,03	8,41	8,22	8,70	8,73	8,34	9,20	8,92	8,29	8,67		8,67	

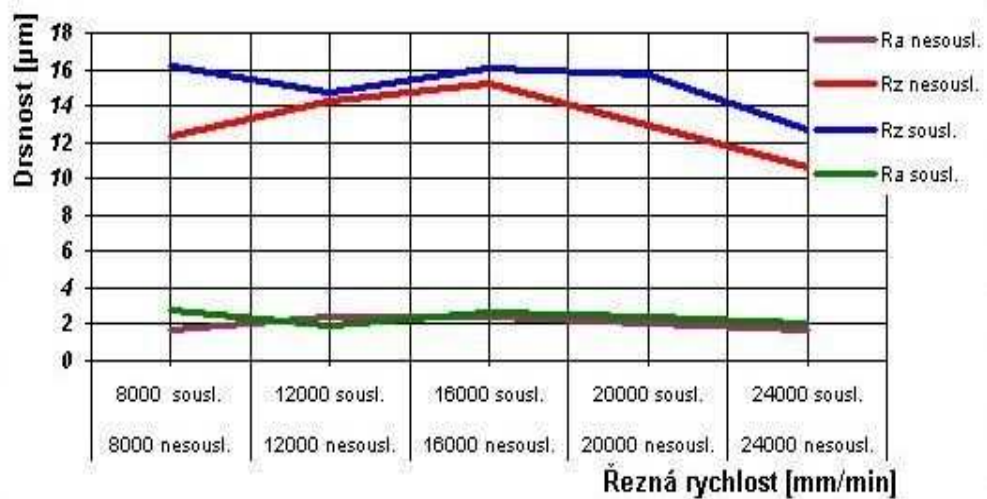
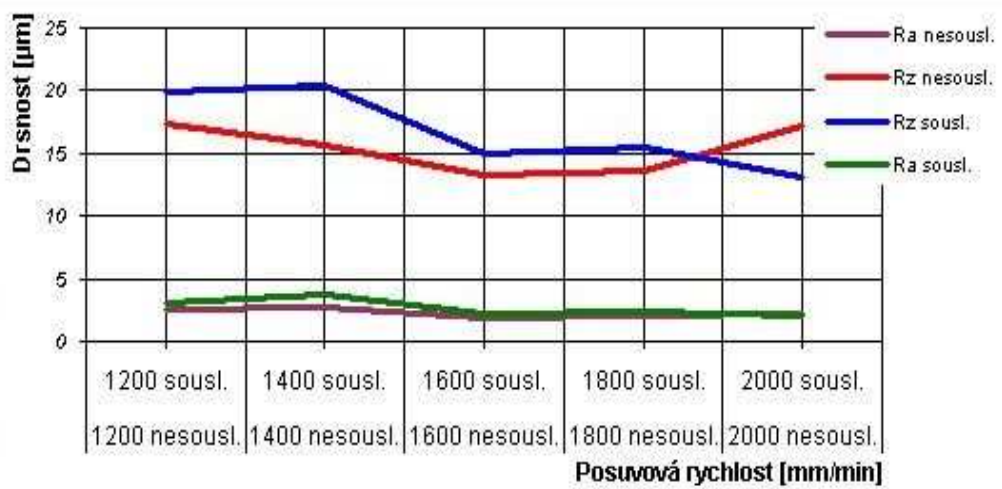


PA6

PA6 hloubka záběru		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
2 nesousledné	Ra		2,22	2,11	2,28	2,04	2,30	2,11	2,11	2,41	2,29	2,53	2,24	2,24
	Rz		18,59	14,68	15,37	17,21	14,19	15,84	15,01	15,44	16,56	14,37	15,73	15,73
2 sousledné	Ra		1,90	2,00	2,08	2,08	1,78	2,13	2,19	2,30	2,30	1,90	2,07	2,07
	Rz		11,40	12,17	12,27	12,21	11,42	11,75	11,82	11,87	11,80	11,58	11,83	11,83
4 nesousledné	Ra		2,84	2,69	2,83	2,52	2,91	3,06	3,02	3,20	3,10	3,20	2,94	2,94
	Rz		17,42	15,78	18,98	16,82	16,95	17,66	16,15	18,16	16,29	16,28	17,05	17,05
4 sousledné	Ra		3,08	2,85	2,89	3,59	2,97	3,06	3,39	3,53	3,20	3,61	3,22	3,22
	Rz		21,51	15,38	16,21	22,77	19,17	16,38	20,61	19,82	21,29	17,51	19,07	19,07
6 nesousledné	Ra		2,41	2,13	2,31	2,37	2,55	2,50	2,63	2,64	2,61	2,53	2,47	2,47
	Rz		16,93	15,71	16,78	15,29	17,40	16,47	16,73	16,67	16,79	16,98	16,58	16,58
6 sousledné	Ra		2,66	2,37	2,76	1,90	2,83	2,36	1,92	2,09	2,85	2,57	2,43	2,43
	Rz		16,28	13,13	17,60	11,86	13,33	14,80	14,87	15,93	15,06	14,15	14,70	14,70
8 nesousledné	Ra		2,85	4,32	4,11	3,67	3,42	3,11	4,27	3,18	3,95	3,41	3,63	3,63
	Rz		18,97	25,81	27,21	25,80	22,37	21,71	25,59	23,08	22,60	25,19	23,83	23,83
8 sousledné	Ra		3,03	3,36	3,21	3,55	3,12	3,51	3,54	3,31	3,36	3,35	3,33	3,33
	Rz		17,79	24,49	19,41	20,20	18,44	24,62	22,02	19,96	23,97	24,31	21,52	21,52
10 nesousledné	Ra		2,76	3,18	3,15	3,35	3,22	3,42	3,28	3,16	3,19	3,51	3,22	3,22
	Rz		33,50	18,93	19,03	21,27	31,83	24,60	19,69	23,05	29,20	23,28	24,44	24,44
10 sousledné	Ra		5,21	3,65	4,35	5,50	5,60	4,15	5,23	5,28	5,49	5,39	4,99	4,99
	Rz		20,05	24,14	30,38	33,72	33,69	22,93	27,04	26,22	30,56	30,12	27,89	27,89

PA6 posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
1200 nesousledné	Ra		2,39	2,28	2,69	2,66	2,56	2,37	2,54	2,38	2,45	2,56	2,49	2,49
	Rz		15,97	19,97	16,02	17,06	15,72	18,86	17,93	19,93	19,76	19,86	18,11	18,11
1200 sousledné	Ra		3,26	2,65	3,24	3,15	3,55	2,88	3,43	3,59	2,79	3,67	3,22	3,22
	Rz		19,90	19,71	19,42	18,30	21,00	19,58	20,71	18,79	18,94	18,98	19,53	19,53
1400 nesousledné	Ra		2,76	2,49	3,19	2,46	2,02	2,78	2,39	2,29	2,04	2,09	2,45	2,45
	Rz		16,92	14,39	17,08	17,67	13,74	17,45	15,65	14,72	17,68	14,67	16,00	16,00
1400 sousledné	Ra		2,72	4,61	3,54	3,17	3,18	2,78	3,85	3,41	2,75	3,65	3,37	3,37
	Rz		17,04	24,16	23,57	19,06	19,03	19,17	20,60	21,59	20,84	20,21	20,53	20,53
1600 nesousledné	Ra		1,94	2,00	1,58	1,90	1,82	1,95	1,64	1,65	1,74	1,87	1,81	1,81
	Rz		12,10	15,72	10,87	13,33	11,86	14,51	12,14	11,22	13,07	11,73	12,66	12,66
1600 sousledné	Ra		2,04	2,20	2,38	1,93	1,94	2,00	2,07	2,36	2,50	2,24	2,17	2,17
	Rz		14,32	14,09	15,28	13,49	19,02	15,88	13,65	17,20	17,43	14,26	15,46	15,46
1800 nesousledné	Ra		2,03	2,13	2,20	1,95	2,21	2,26	2,21	2,02	2,13	2,09	2,12	2,12
	Rz		13,90	13,86	14,88	12,44	13,76	13,55	14,82	12,76	12,56	13,10	13,56	13,56
1800 sousledné	Ra		2,23	2,47	2,32	2,21	2,50	2,56	2,65	2,48	2,52	2,50	2,44	2,44
	Rz		13,93	16,09	13,54	13,62	16,78	15,55	14,78	14,94	15,36	16,72	15,13	15,13
2000 nesousledné	Ra		1,72	2,59	2,06	2,23	2,34	2,39	2,00	1,81	2,60	2,49	2,22	2,22
	Rz		12,84	21,03	14,31	14,61	13,99	14,09	13,16	14,57	13,12	13,39	14,51	14,51
2000 sousledné	Ra		1,83	1,93	2,15	1,94	1,95	2,26	2,12	2,29	1,97	2,11	2,06	2,06
	Rz		12,64	11,66	14,05	13,35	11,71	13,48	11,72	13,60	12,57	12,05	12,68	12,68

PA6 řezná rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr
8000 nesousledné	Ra		1,69	1,71	1,83	1,71	1,78	1,65	1,65	1,90	1,81	1,75	1,75	1,75	12,55
	Rz		11,64	13,28	12,79	13,07	12,80	12,72	13,44	12,17	11,61	12,02	12,55	12,55	12,55
8000 sousledné	Ra		2,82	2,60	2,84	2,96	2,83	2,70	2,92	2,99	2,65	2,95	2,81	2,81	16,18
	Rz		16,02	16,18	16,36	16,26	16,33	16,29	16,21	16,15	16,09	15,94	16,18	16,18	16,18
12000 nesousledné	Ra		2,47	2,47	2,50	2,47	2,42	2,47	2,37	2,42	2,53	2,44	2,46	2,46	14,78
	Rz		15,54	13,23	15,39	13,72	15,20	14,45	14,51	14,90	15,25	15,59	14,78	14,78	14,78
12000 sousledné	Ra		1,99	1,95	2,00	1,96	1,91	2,09	2,06	2,06	2,02	2,06	2,01	2,01	15,00
	Rz		14,15	15,40	13,98	14,72	15,82	15,80	14,05	15,62	15,63	14,84	15,00	15,00	15,00
16000 nesousledné	Ra		2,50	2,33	2,46	2,24	2,28	2,70	2,67	2,61	2,44	2,50	2,47	2,47	15,17
	Rz		14,71	15,68	14,76	15,41	14,79	15,16	15,61	15,49	15,39	14,70	15,17	15,17	15,17
16000 sousledné	Ra		2,50	2,76	2,57	2,90	2,48	2,71	2,63	2,80	2,51	2,93	2,68	2,68	15,99
	Rz		14,61	18,38	16,34	18,35	17,84	14,53	14,93	15,16	14,83	14,97	15,39	15,39	15,39
20000 nesousledné	Ra		1,99	2,01	1,99	1,96	2,17	2,17	2,21	2,09	2,02	2,11	2,07	2,07	12,97
	Rz		12,25	13,57	13,64	13,04	12,30	13,73	12,37	13,68	12,62	12,47	12,97	12,97	12,97
20000 sousledné	Ra		2,02	2,55	1,97	2,18	2,65	2,73	2,43	2,13	2,18	2,57	2,34	2,34	15,78
	Rz		14,71	16,97	16,72	15,48	15,98	15,03	16,63	15,80	15,22	15,23	15,78	15,78	15,78
24000 nesousledné	Ra		1,62	1,38	1,63	1,69	1,29	1,72	1,29	1,42	1,62	1,88	1,53	1,53	10,67
	Rz		10,86	10,33	10,84	10,57	10,82	10,65	10,27	10,92	10,75	10,67	10,67	10,67	10,67
24000 sousledné	Ra		2,02	2,07	1,99	2,05	1,96	2,23	2,06	2,28	2,02	2,12	2,08	2,08	12,77
	Rz		14,30	14,76	11,09	11,31	11,86	14,02	11,66	12,30	12,18	14,17	12,77	12,77	12,77

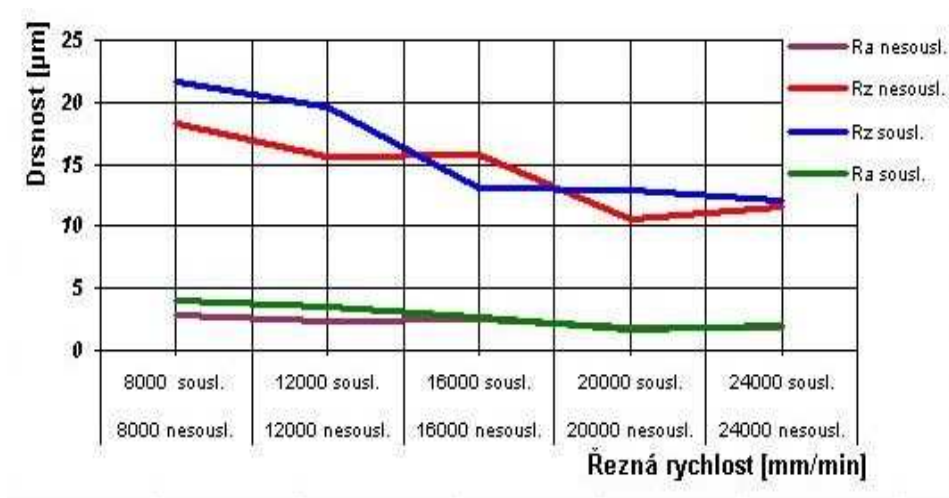
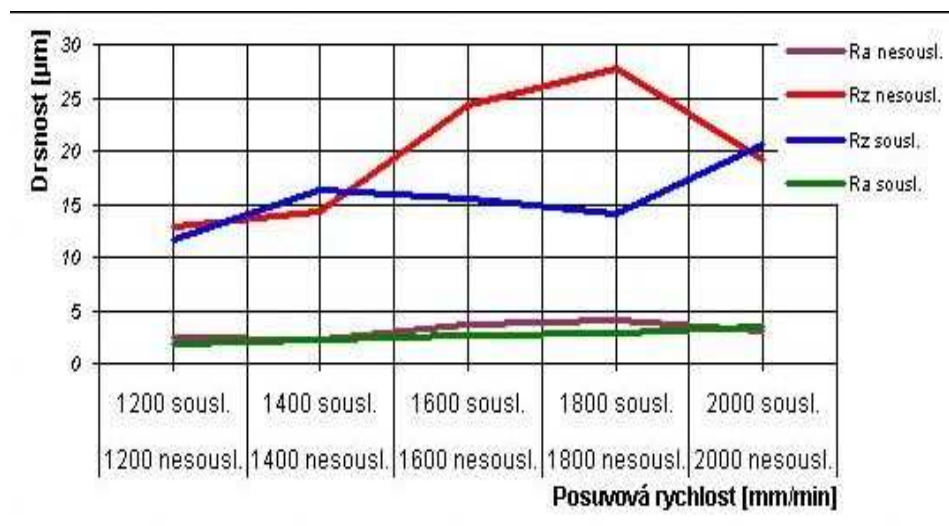
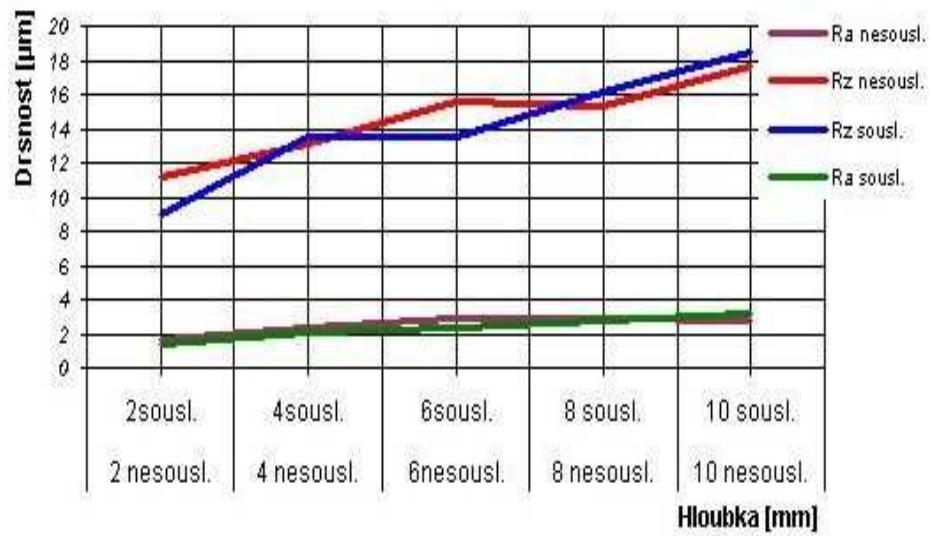


POM

POM hloubka záběru		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}		
2 nesousledné	Ra	1,71	1,46	1,94	1,64	1,76	1,82	1,69	1,78	1,79	1,84	1,74	1,74		
	Rz	10,18	9,04	12,65	11,02	11,05	12,78	12,85	11,04	12,26	11,46	11,43		11,43	
2 sousledné	Ra	1,50	1,43	1,36	1,39	1,42	1,46	1,47	1,58	1,63	1,67	1,49	1,49		8,91
	Rz	8,65	9,12	8,16	9,02	8,64	9,08	9,07	9,13	9,05	9,17	8,91		8,91	
4 nesousledné	Ra	1,99	2,24	2,18	2,28	2,30	2,18	2,29	2,31	2,25	2,28	2,23	2,23		
	Rz	12,03	13,50	12,78	12,86	13,29	13,18	12,78	13,37	12,80	13,01	12,96		12,96	
4 sousledné	Ra	1,97	1,97	2,01	1,92	1,87	2,20	2,18	2,28	2,20	2,25	2,09	2,09		13,26
	Rz	13,05	14,05	12,63	13,32	13,89	13,05	12,99	13,30	13,34	12,98	13,26		13,26	
6 nesousledné	Ra	2,69	2,53	2,98	3,16	2,43	2,41	3,22	2,35	3,06	2,65	2,75	2,75		16,48
	Rz	16,78	14,53	18,11	14,48	18,06	15,27	16,46	17,38	16,45	17,29	16,48		16,48	
6 sousledné	Ra	2,51	2,00	2,02	2,58	2,16	2,02	2,29	2,37	2,38	2,32	2,26	2,26		13,46
	Rz	14,31	14,67	12,35	14,40	14,36	12,26	13,01	13,28	12,50	13,42	13,46		13,46	
8 nesousledné	Ra	2,74	2,50	2,62	2,79	2,92	2,97	3,08	3,18	3,24	3,30	2,93	2,93		14,65
	Rz	15,40	13,91	15,22	14,55	14,69	14,58	14,55	14,49	14,47	14,64	14,65		14,65	
8 sousledné	Ra	2,92	2,80	2,23	2,59	2,94	3,11	2,62	2,78	3,15	2,94	2,81	2,81		14,46
	Rz	18,72	15,43	13,50	13,42	13,78	13,72	13,96	13,96	14,04	14,08	14,46		14,46	
10 nesousledné	Ra	3,07	3,06	2,61	2,85	2,72	2,52	3,02	2,90	3,17	3,11	2,90	2,90		17,87
	Rz	18,09	19,41	16,34	18,44	18,12	17,15	17,71	17,77	17,81	17,88	17,87		17,87	
10 sousledné	Ra	3,14	3,19	3,08	3,10	3,33	3,50	3,49	3,30	3,46	3,34	3,29	3,29		18,10
	Rz	18,89	17,78	17,87	18,62	17,70	18,18	18,00	17,91	17,88	18,16	18,10		18,10	

POM posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}		
1200 nesousledné	Ra	2,16	2,08	2,54	2,46	2,71	2,66	2,89	2,59	3,00	2,58	2,57	2,57		11,56
	Rz	10,97	10,22	14,38	10,23	10,85	13,54	10,54	11,44	11,97	11,45	11,56		11,56	
1200 sousledné	Ra	2,29	1,06	2,02	1,79	1,19	1,38	1,65	1,55	1,46	1,55	1,59	1,59		12,39
	Rz	14,52	11,62	11,07	13,21	12,14	11,85	12,67	12,08	12,27	12,48	12,39		12,39	
1400 nesousledné	Ra	2,20	2,54	2,11	2,36	2,44	2,08	2,39	2,68	2,32	2,65	2,37	2,37		14,93
	Rz	20,51	17,95	8,49	17,72	11,30	10,91	17,58	16,36	12,77	15,69	14,93		14,93	
1400 sousledné	Ra	1,87	3,46	2,10	3,40	3,49	3,15	3,23	3,63	3,11	3,13	3,06	3,06		14,64
	Rz	10,67	19,16	13,93	11,19	15,99	15,76	13,90	15,23	15,20	15,36	14,64		14,64	
1600 nesousledné	Ra	3,34	3,44	3,45	3,53	3,63	3,64	3,83	3,81	4,02	3,85	3,65	3,65		24,94
	Rz	20,58	22,29	26,64	25,49	25,11	26,54	25,11	25,64	26,51	25,51	24,94		24,94	
1600 sousledné	Ra	2,31	2,69	2,49	2,48	2,65	2,38	2,85	2,45	2,29	2,83	2,54	2,54		16,60
	Rz	12,86	17,56	14,03	17,69	17,59	16,65	17,33	17,72	17,37	17,23	16,60		16,60	
1800 nesousledné	Ra	5,18	3,03	4,40	4,14	3,80	4,19	3,86	4,17	3,95	4,31	4,10	4,10		29,66
	Rz	32,35	26,81	27,14	30,83	29,54	27,85	31,01	30,95	28,92	31,16	29,66		29,66	
1800 sousledné	Ra	2,72	2,62	2,72	2,62	2,71	2,73	2,54	2,89	2,93	2,86	2,73	2,73		14,61
	Rz	14,87	13,74	14,51	14,96	14,75	14,64	14,84	14,56	14,65	14,55	14,61		14,61	
2000 nesousledné	Ra	2,42	3,01	3,49	2,39	2,75	2,70	2,57	2,59	2,89	2,85	2,77	2,77		19,93
	Rz	17,76	20,12	19,71	19,61	20,23	20,01	20,34	20,39	20,48	20,68	19,93		19,93	
2000 sousledné	Ra	3,57	3,26	3,10	3,35	3,08	3,36	3,33	3,45	3,33	3,29	3,31	3,31		21,96
	Rz	23,47	19,72	21,37	22,51	21,58	22,20	22,13	22,20	22,30	22,10	21,96		21,96	

POM řezná rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr
8000 nesousledné	Ra	2,72	2,60	2,97	2,84	2,98	3,11	3,06	3,08	3,24	3,28	2,99	2,99	2,99	18,14
	Rz	15,91	20,11	19,68	17,34	17,88	18,29	18,10	17,90	18,25	17,91	18,14		18,14	
8000 sousledné	Ra	4,50	3,30	4,28	4,48	4,44	4,64	4,52	4,49	4,58	4,66	4,39	4,39	4,39	22,73
	Rz	25,78	20,00	21,21	23,43	22,84	22,28	23,60	22,67	22,24	23,23	22,73		22,73	
12000 nesousledné	Ra	2,23	2,64	1,90	2,63	2,31	2,27	2,67	2,65	2,39	2,31	2,40	2,40		16,42
	Rz	13,24	19,84	11,82	19,11	15,95	15,81	18,74	16,12	15,99	17,61	16,42		16,42	
12000 sousledné	Ra	3,81	3,46	3,70	3,71	3,60	3,87	4,04	3,99	3,98	4,05	3,82	3,82		19,70
	Rz	20,70	18,62	19,38	20,74	19,17	19,48	20,04	19,45	19,70	19,73	19,70		19,70	
16000 nesousledné	Ra	2,50	2,17	2,56	2,28	2,68	2,80	2,88	2,74	2,97	2,71	2,63	2,63		16,20
	Rz	16,99	13,83	17,37	16,65	15,79	16,13	16,27	16,16	16,40	16,40	16,20		16,20	
16000 sousledné	Ra	2,19	2,80	2,14	2,12	2,96	2,88	2,65	2,94	3,01	2,64	2,63	2,63		13,02
	Rz	13,12	14,07	12,32	13,38	13,46	12,56	12,52	12,96	12,87	12,92	13,02		13,02	
20000 nesousledné	Ra	1,50	1,73	1,81	1,76	1,84	1,91	1,95	2,01	1,88	1,98	1,84	1,84		10,40
	Rz	10,08	10,25	10,90	10,09	10,60	10,53	10,17	10,57	10,23	10,54	10,40		10,40	
20000 sousledné	Ra	1,27	1,44	2,25	1,24	1,16	2,05	1,55	1,15	1,17	1,46	1,47	1,47		12,92
	Rz	6,79	9,97	17,52	9,79	11,70	15,63	12,63	14,98	15,31	14,85	12,92		12,92	
24000 nesousledné	Ra	1,85	2,14	1,66	1,90	1,82	2,09	2,23	1,74	2,34	2,31	2,01	2,01		12,02
	Rz	10,82	14,94	10,22	12,85	13,95	11,10	11,91	11,01	11,94	11,45	12,02		12,02	
24000 sousledné	Ra	1,54	1,92	1,99	1,76	1,90	2,08	1,84	1,75	1,68	2,01	1,85	1,85		11,91
	Rz	9,79	12,57	11,17	12,36	11,63	12,55	12,06	12,50	12,07	12,40	11,91		11,91	

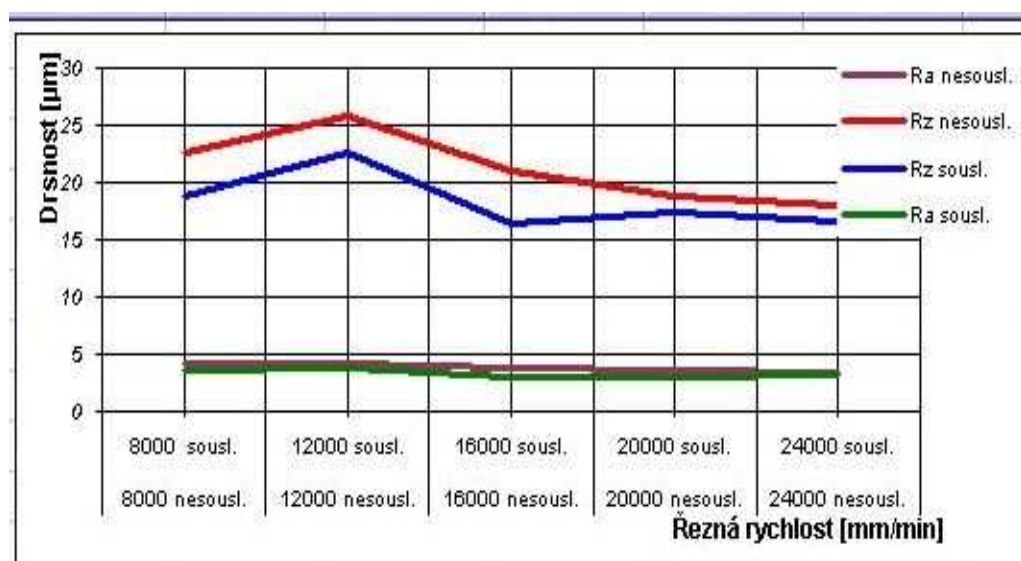
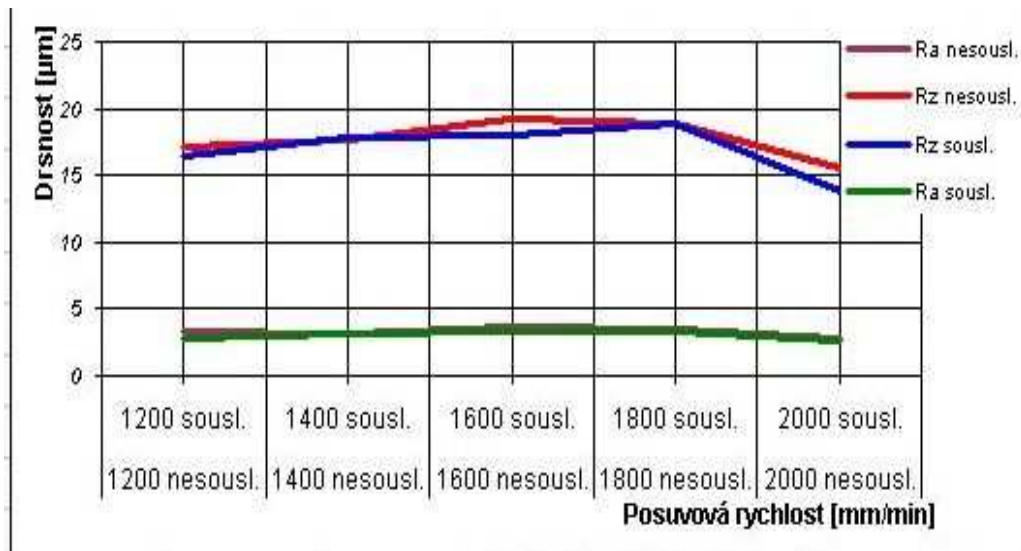
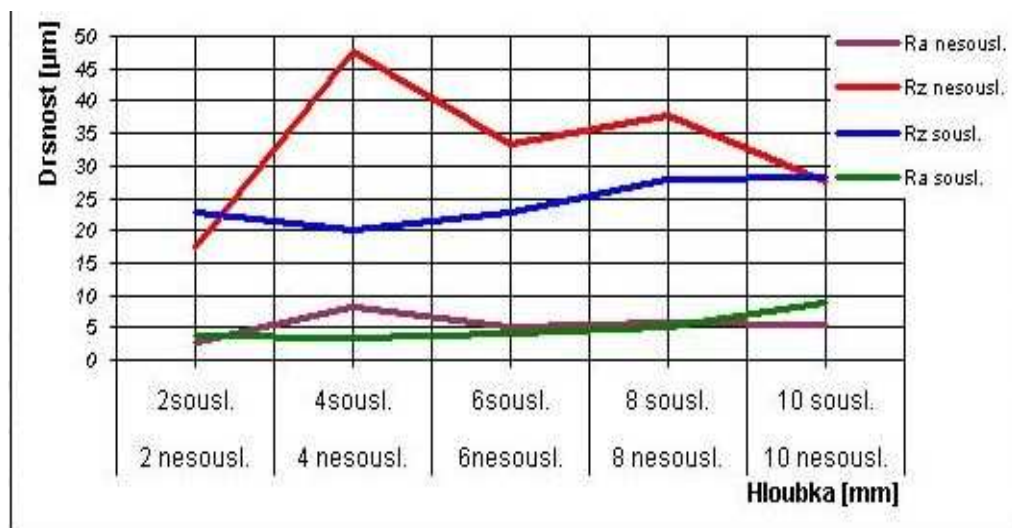


PC

PC hloubka záběru		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}			
2 nesousledné	Ra	2,63	2,10	2,84	3,46	2,59	2,67	2,68	2,47	2,52	2,63	2,66	2,66	2,66		
	Rz	14,70	15,10	17,69	18,98	17,78	17,01	20,95	18,13	18,78	14,70	17,38	17,38	17,38		17,38
2 sousledné	Ra	4,13	5,95	3,98	3,12	3,24	3,91	3,22	3,18	3,86	4,03	3,86	3,86	3,86		
	Rz	23,14	34,22	24,53	24,01	19,16	21,06	19,50	19,87	20,14	23,17	22,88	22,88	22,88		22,88
4 nesousledné	Ra	7,24	5,65	11,11	7,99	10,68	6,55	8,09	8,12	7,78	7,13	8,03	8,03	8,03		
	Rz	43,62	39,15	60,26	41,81	59,64	36,34	52,12	53,16	48,02	41,12	47,52	47,52	47,52		47,52
4 sousledné	Ra	3,30	3,24	3,57	3,72	4,48	3,85	3,17	3,12	3,29	3,09	3,48	3,48	3,48		
	Rz	18,04	18,44	20,59	20,94	19,18	21,61	19,98	20,17	19,87	21,09	19,99	19,99	19,99		19,99
6 nesousledné	Ra	4,03	7,89	4,71	6,74	5,90	4,18	4,73	4,02	4,12	4,08	5,04	5,04	5,04		
	Rz	27,94	44,51	28,24	42,19	41,66	42,15	39,12	24,07	21,72	23,16	33,48	33,48	33,48		33,48
6 sousledné	Ra	4,01	4,06	3,95	4,25	3,92	4,21	4,19	4,02	4,03	4,12	4,08	4,08	4,08		
	Rz	23,60	24,69	23,30	23,14	20,14	22,14	25,30	19,87	21,78	23,14	22,71	22,71	22,71		22,71
8 nesousledné	Ra	5,71	6,74	6,57	6,69	5,87	6,14	5,42	4,49	5,49	5,13	5,83	5,83	5,83		
	Rz	36,59	38,90	40,03	40,11	32,07	39,49	34,12	28,78	43,20	42,78	37,61	37,61	37,61		37,61
8 sousledné	Ra	4,20	6,03	5,65	4,46	4,15	5,13	5,02	5,78	4,48	4,78	4,97	4,97	4,97		
	Rz	24,02	39,20	29,69	25,48	23,95	24,12	23,13	39,20	23,80	25,73	27,83	27,83	27,83		27,83
10 nesousledné	Ra	5,22	6,32	4,44	5,04	4,52	5,42	5,13	6,02	4,92	5,72	5,28	5,28	5,28		
	Rz	27,62	35,99	25,79	29,98	21,13	28,12	29,12	32,78	23,78	21,78	27,61	27,61	27,61		27,61
10 sousledné	Ra	4,52	4,66	5,95	5,79	5,67	5,96	5,02	42,30	4,12	4,78	8,88	8,88	8,88		
	Rz	26,07	28,89	32,99	31,32	31,31	29,10	27,02	23,12	24,12	27,02	28,10	28,10	28,10		28,10

PC posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}			
1200 nesousledné	Ra	3,26	3,02	3,25	3,56	3,26	3,02	3,26	3,27	3,26	3,25	3,24	3,24	3,24		
	Rz	17,73	16,35	16,85	18,66	17,31	16,10	16,68	17,02	17,14	16,96	17,08	17,08	17,08		17,08
1200 sousledné	Ra	2,95	2,78	2,80	2,85	2,99	2,72	2,80	2,85	2,80	2,90	2,84	2,84	2,84		
	Rz	15,55	17,61	16,04	16,75	16,06	16,14	17,48	16,01	17,60	15,95	16,52	16,52	16,52		16,52
1400 nesousledné	Ra	3,10	3,31	3,35	3,30	3,09	3,18	3,11	3,12	3,10	3,23	3,19	3,19	3,19		
	Rz	18,27	17,73	17,81	17,11	16,82	17,89	17,73	17,84	17,82	17,72	17,67	17,67	17,67		17,67
1400 sousledné	Ra	2,90	3,12	2,88	3,29	3,21	3,22	3,35	3,53	3,18	3,28	3,20	3,20	3,20		
	Rz	17,29	16,80	17,29	17,79	18,56	20,15	17,20	17,92	17,16	17,72	17,79	17,79	17,79		17,79
1600 nesousledné	Ra	3,44	3,49	3,55	3,59	3,65	3,34	3,87	4,20	3,80	3,65	3,66	3,66	3,66		
	Rz	18,99	18,51	18,29	17,88	20,25	18,43	19,42	21,34	18,77	19,85	19,17	19,17	19,17		19,17
1600 sousledné	Ra	3,20	3,25	3,23	3,33	3,43	3,42	3,12	3,21	3,49	3,02	3,27	3,27	3,27		
	Rz	17,96	18,99	16,56	18,90	18,53	19,06	18,89	16,39	18,55	16,95	18,08	18,08	18,08		18,08
1800 nesousledné	Ra	3,31	3,59	3,40	3,42	3,48	3,43	3,59	3,69	3,79	3,92	3,56	3,56	3,56		
	Rz	17,99	18,70	18,05	19,63	18,53	19,53	18,87	18,83	19,37	19,19	18,87	18,87	18,87		18,87
1800 sousledné	Ra	3,44	3,19	3,30	3,41	3,37	3,38	3,43	3,81	3,23	3,19	3,38	3,38	3,38		
	Rz	20,10	19,03	17,80	20,65	17,94	19,43	18,47	16,57	19,73	18,62	18,83	18,83	18,83		18,83
2000 nesousledné	Ra	2,89	2,99	2,71	2,96	3,10	3,03	2,92	2,75	2,75	2,30	2,84	2,84	2,84		
	Rz	14,58	18,40	14,80	15,24	17,91	13,44	15,32	14,39	15,70	16,52	15,63	15,63	15,63		15,63
2000 sousledné	Ra	2,39	2,12	2,55	2,62	2,75	2,74	2,94	2,50	2,95	2,94	2,65	2,65	2,65		
	Rz	11,94	11,84	11,91	13,64	14,64	14,97	14,99	12,49	15,13	16,52	13,81	13,81	13,81		13,81

PC řezná rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr	
8000 nesousledné	Ra	4,21	3,86	4,58	4,50	4,82	4,00	4,05	4,35	3,66	4,35	4,22	4,22	4,22		
	Rz	23,36	19,12	22,72	23,55	24,13	21,29	21,56	25,34	18,98	25,34	22,53	22,53	22,53		22,53
8000 sousledné	Ra	3,49	3,54	3,40	3,49	3,61	3,63	3,84	3,47	3,39	3,47	3,53	3,53	3,53		
	Rz	20,37	18,24	18,19	19,55	19,89	19,11	19,95	17,55	18,41	17,55	18,88	18,88	18,88		18,88
12000 nesousledné	Ra	3,90	3,91	6,03	3,11	3,32	4,15	4,03	4,04	4,99	4,50	4,20	4,20	4,20		
	Rz	25,64	23,17	32,46	18,40	21,90	24,36	25,75	28,97	28,80	28,14	25,76	25,76	25,76		25,76
12000 sousledné	Ra	3,57	3,81	4,34	5,43	3,06	3,38	4,05	3,59	3,79	3,24	3,83	3,83	3,83		
	Rz	21,74	21,74	29,01	29,19	17,69	19,30	23,18	20,12	23,43	20,24	22,56	22,56	22,56		22,56
16000 nesousledné	Ra	3,51	4,08	4,61	3,95	3,58	4,49	3,77	3,47	3,40	3,77	3,86	3,86	3,86		
	Rz	20,01	21,57	21,95	22,09	20,89	24,76	21,25	16,79	19,09	21,18	20,96	20,96	20,96		20,96
16000 sousledné	Ra	3,05	2,79	3,19	2,94	3,02	3,13	2,78	2,83	3,08	3,29	3,01	3,01	3,01		
	Rz	16,12	15,10	17,14	16,30	15,36	18,26	16,43	14,33	16,10	17,94	16,31	16,31	16,31		16,31
20000 nesousledné	Ra	3,33	3,40	3,32	4,26	3,42	3,31	3,68	4,49	3,59	3,17	3,60	3,60	3,60		
	Rz	16,71	19,36	18,11	25,75	17,15	17,68	18,90	17,56	19,15	18,50	18,89	18,89	18,89		18,89
20000 sousledné	Ra	2,97	3,17	3,15	2,75	3,14	3,26	2,94	3,02	3,32	2,77	3,05	3,05	3,05		
	Rz	16,31	17,26	17,13	17,14	16,26	20,53	15,79	16,48	20,27	16,56	17,37	17,37	17,37		17,37
24000 nesousledné	Ra	3,33	3,53	3,60	3,27	3,34	3,63	2,95	3,07	3,24	3,42	3,34	3,34	3,34		
	Rz	19,89	18,49	18,37	16,98	16,76	18,61	16,43	18,59	17,78	19,07	18,10	18,10	18,10		18,10
24000 sousledné	Ra	3,36	2,77	2,98	3,40	3,40	3,06	3,14	2,86	2,93	3,15	3,11	3,11	3,11		
	Rz	18,26	15,12	17,66	17,78	16,89	13,36	15,76	17,02	18,06	16,80	16,67	16,67	16,67		16,67

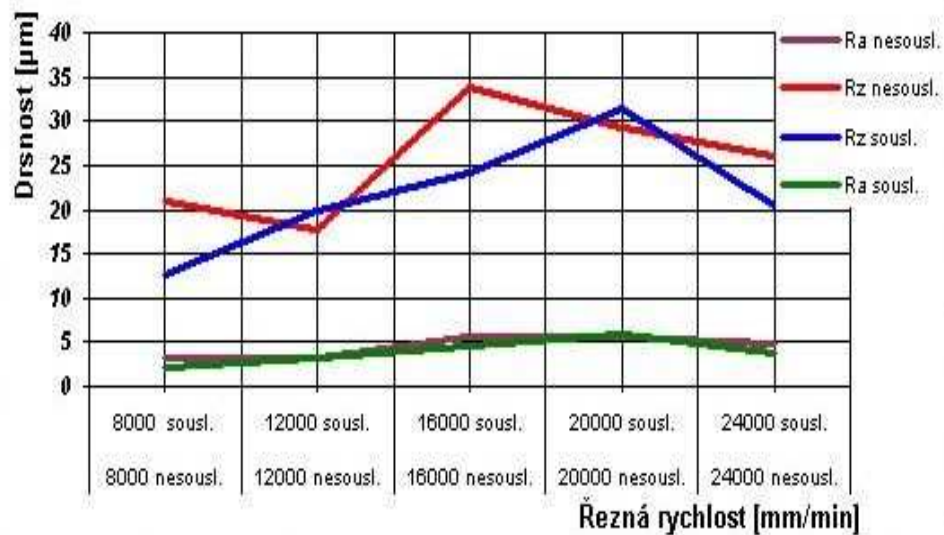
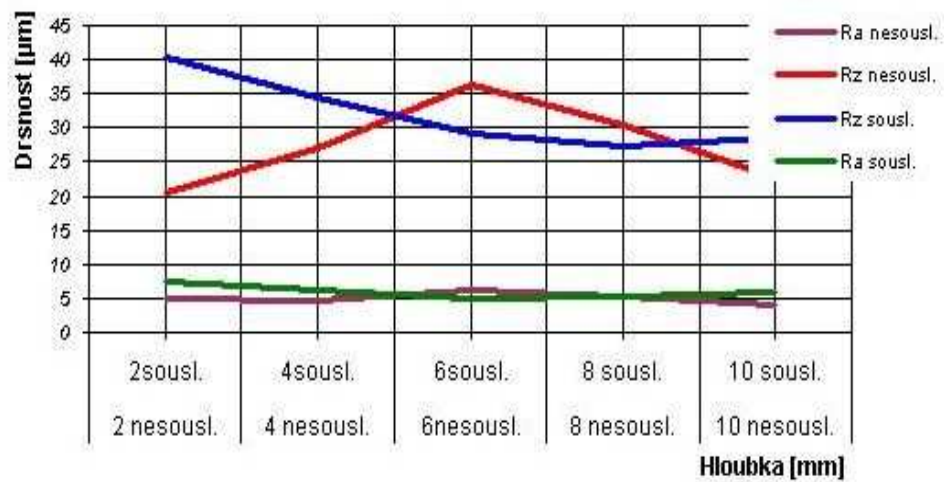


PP

PP hloubka záběru		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
2 nesousledné	Ra		4,40	2,15	5,85	5,84	4,84	5,37	5,86	5,16	5,94	5,72	5,11	5,11
	Rz		24,67	13,35	32,86	19,23	22,86	20,08	20,30	22,47	22,03	22,30	22,02	22,02
2 sousledné	Ra		8,86	7,21	7,39	8,60	8,55	8,11	8,62	8,76	8,47	8,91	8,35	8,35
	Rz		46,88	37,24	36,45	40,25	36,59	36,60	39,39	38,36	38,03	39,08	38,89	38,89
4 nesousledné	Ra		3,86	4,61	4,82	3,96	4,81	4,13	4,47	4,72	4,18	4,66	4,42	4,42
	Rz		26,88	26,47	26,31	26,34	26,27	26,37	26,55	26,44	26,56	26,64	26,48	26,48
4 sousledné	Ra		6,69	5,87	6,65	6,19	6,75	6,29	6,28	6,77	6,48	6,43	6,44	6,44
	Rz		36,48	31,68	38,05	35,58	33,51	35,47	33,69	34,00	34,62	33,80	34,69	34,69
6 nesousledné	Ra		5,15	5,29	6,34	5,09	5,13	5,41	5,34	5,49	5,38	5,33	5,40	5,40
	Rz		31,06	31,26	38,85	33,75	34,69	36,80	35,63	35,94	36,53	35,81	35,03	35,03
6 sousledné	Ra		4,21	4,82	4,80	4,91	4,73	4,99	4,87	5,06	5,06	4,88	4,83	4,83
	Rz		23,14	30,96	27,01	26,67	27,71	26,57	27,82	27,79	27,76	27,88	27,31	27,31
8 nesousledné	Ra		5,46	5,50	5,24	5,58	5,77	5,21	5,28	5,86	5,42	5,70	5,50	5,50
	Rz		32,47	30,76	28,08	31,15	30,16	31,05	30,34	30,88	30,66	30,53	30,61	30,61
8 sousledné	Ra		5,45	4,61	4,54	5,44	5,04	5,37	5,04	5,09	5,20	5,15	5,09	5,09
	Rz		28,44	23,84	24,87	24,95	24,35	24,61	24,36	24,54	24,35	24,40	24,87	24,87
10 nesousledné	Ra		4,07	3,10	4,01	3,83	3,31	3,30	3,22	3,45	3,17	3,64	3,51	3,51
	Rz		28,13	18,50	23,81	18,47	23,71	20,59	20,21	21,34	21,01	20,58	21,64	21,64
10 sousledné	Ra		4,84	4,85	6,40	6,41	4,96	5,28	6,58	6,00	6,67	6,67	5,87	5,87
	Rz		25,43	26,24	32,44	26,40	30,44	28,68	26,72	28,78	27,08	27,21	27,94	27,94

PP posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
1200 nesousledné	Ra		5,05	4,27	4,17	4,18	4,28	4,17	4,46	4,63	4,48	4,54	4,42	4,42
	Rz		25,54	22,61	24,65	22,92	23,99	23,47	24,19	23,84	24,26	24,23	23,97	23,97
1200 sousledné	Ra		7,05	7,05	7,09	7,08	7,19	7,04	7,16	7,14	7,36	7,07	7,12	7,12
	Rz		39,42	40,82	39,47	39,81	39,91	39,92	39,84	40,09	40,23	40,02	39,95	39,95
1400 nesousledné	Ra		4,61	3,91	4,68	4,54	4,60	4,58	4,68	4,86	4,62	5,06	4,61	4,61
	Rz		24,02	21,48	21,81	21,91	22,09	21,87	21,89	21,79	21,99	21,87	22,07	22,07
1400 sousledné	Ra		6,09	3,71	4,74	4,59	4,82	5,01	4,94	4,91	4,83	4,88	4,85	4,85
	Rz		29,96	21,27	26,65	26,73	26,65	26,74	26,85	26,87	27,04	27,05	26,58	26,58
1600 nesousledné	Ra		6,49	3,49	3,98	3,44	3,72	3,78	3,63	3,73	3,68	3,62	3,96	3,96
	Rz		32,42	19,60	32,52	26,98	29,92	28,84	29,08	28,80	28,89	28,86	28,59	28,59
1600 sousledné	Ra		3,11	4,04	3,59	3,85	3,91	4,07	4,25	4,24	4,24	4,38	3,97	3,97
	Rz		17,21	24,92	18,64	19,40	19,37	19,37	19,36	19,43	19,48	19,48	19,67	19,67
1800 nesousledné	Ra		6,50	5,64	6,66	5,78	6,54	6,08	6,12	6,26	6,07	6,04	6,17	6,17
	Rz		37,40	32,74	34,50	34,64	34,65	34,59	34,67	34,58	34,79	34,80	34,74	34,74
1800 sousledné	Ra		4,99	4,69	4,99	4,82	4,80	4,93	5,11	5,24	5,03	5,43	5,00	5,00
	Rz		26,21	27,40	26,50	26,57	26,52	26,76	26,95	27,15	27,01	27,15	26,82	26,82
2000 nesousledné	Ra		7,27	5,92	6,84	6,00	6,46	6,60	6,67	6,66	6,84	6,79	6,61	6,61
	Rz		36,96	32,64	35,49	34,55	34,84	34,70	34,73	34,82	34,82	34,81	34,84	34,84
2000 sousledné	Ra		4,17	4,68	4,86	5,02	4,81	4,74	4,74	4,69	4,75	4,66	4,71	4,71
	Rz		23,53	29,20	28,04	29,19	29,03	29,13	29,17	29,32	29,38	29,46	28,55	28,55

PP řezná rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr
8000 nesousledné	Ra		3,12	3,05	3,27	3,43	3,42	3,43	3,51	3,56	3,72	3,54	3,41	3,41	20,40
	Rz		21,73	19,40	20,21	19,98	20,36	20,03	20,50	20,67	20,53	20,57	20,40	20,40	20,40
8000 sousledné	Ra		2,00	1,96	1,95	2,09	2,23	2,24	2,32	2,42	2,24	2,35	2,18	2,18	11,97
	Rz		11,57	12,62	11,91	12,07	11,94	11,88	11,91	11,90	11,98	11,93	11,97	11,97	11,97
12000 nesousledné	Ra		2,66	3,03	3,13	3,23	3,07	3,17	3,02	3,25	3,44	3,48	3,15	3,15	16,78
	Rz		15,02	17,93	16,35	17,00	16,60	17,01	16,93	17,16	16,87	16,89	16,78	16,78	16,78
12000 sousledné	Ra		2,97	2,65	3,07	2,88	2,90	2,74	2,84	2,72	2,75	2,89	2,82	2,82	19,76
	Rz		19,81	19,60	19,69	19,84	19,77	19,82	19,69	19,75	19,77	19,85	19,76	19,76	19,76
16000 nesousledné	Ra		6,23	5,19	6,08	6,13	6,26	6,16	6,45	6,26	6,29	6,30	6,14	6,14	30,66
	Rz		38,11	26,15	35,36	28,48	29,79	29,71	29,77	29,72	29,72	29,81	30,66	30,66	30,66
16000 sousledné	Ra		4,09	4,39	4,10	4,28	4,03	4,43	4,13	4,43	4,03	4,24	4,22	4,22	24,59
	Rz		21,48	25,64	24,87	24,81	24,93	24,78	24,82	24,86	24,78	24,92	24,59	24,59	24,59
20000 nesousledné	Ra		5,69	5,10	5,34	5,32	5,35	5,28	5,43	5,51	5,67	5,87	5,46	5,46	28,49
	Rz		30,23	27,56	29,04	28,33	28,25	28,21	28,20	28,29	28,42	28,38	28,49	28,49	28,49
20000 sousledné	Ra		5,58	6,18	5,67	5,81	5,88	5,92	5,80	6,06	5,96	5,86	5,87	5,87	30,21
	Rz		29,58	31,21	30,07	30,00	30,11	30,01	30,24	30,24	30,42	30,19	30,21	30,21	30,21
24000 nesousledné	Ra		4,92	4,63	5,09	5,25	5,26	5,45	5,47	5,67	5,65	5,68	5,31	5,31	26,07
	Rz		27,24	25,38	25,90	25,82	25,76	25,87	25,98	26,15	26,32	26,29	26,07	26,07	26,07
24000 sousledné	Ra		3,71	3,46	3,44	3,35	3,38	3,29	3,50	3,54	3,48	3,46	3,46	3,46	19,98
	Rz		22,17	19,48	19,83	19,68	19,61	19,68	19,84	19,72	20,02	19,93	19,98	19,98	19,98

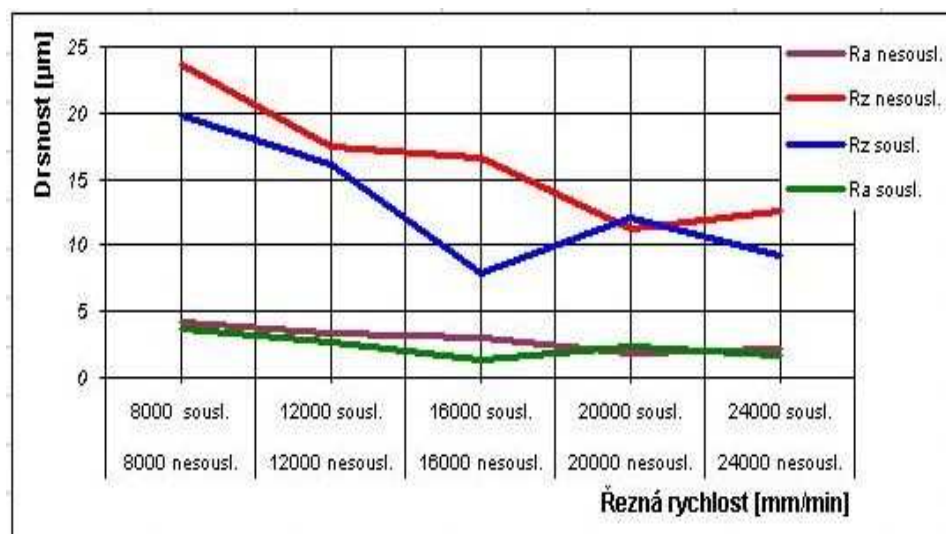
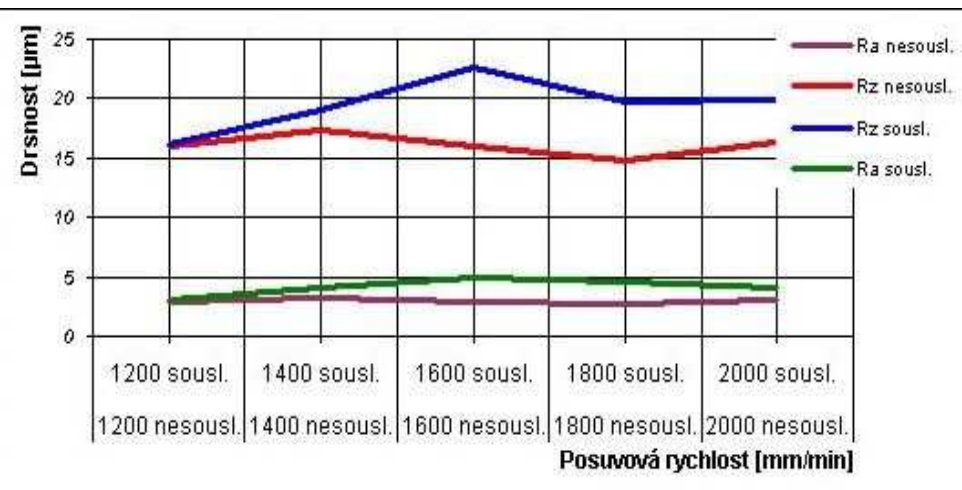


PE

PE hloubka záběru		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
2 nesousledné	Ra	1,91	1,91	1,78	2,06	2,40	1,32	2,08	2,00	1,98	1,73	1,92	1,92	
	Rz	0,88	10,13	9,73	10,13	11,61	7,93	10,15	10,08	9,89	9,73	9,03		9,03
2 sousledné	Ra	1,95	2,19	3,16	2,89	2,73	3,23	3,34	2,71	2,84	3,08	2,81	2,81	
	Rz	10,13	11,21	15,19	11,14	12,97	15,51	15,93	13,04	13,12	15,10	13,33		13,33
4 nesousledné	Ra	4,10	4,37	4,59	4,77	5,42	4,93	4,72	4,18	4,39	4,05	4,55	4,55	
	Rz	22,12	20,95	22,41	23,41	25,31	28,62	22,40	22,41	21,38	22,13	23,11		23,11
4 sousledné	Ra	3,91	3,49	3,14	3,27	3,40	3,12	3,07	2,95	3,08	3,12	3,25	3,25	
	Rz	18,51	17,84	16,83	17,49	16,16	13,73	13,86	13,98	13,92	16,80	15,91		15,91
6 nesousledné	Ra	5,32	4,57	4,41	4,02	3,65	5,04	4,13	4,49	4,13	4,53	4,43	4,43	
	Rz	29,38	25,59	27,06	23,41	18,45	26,06	23,68	28,12	23,59	27,32	25,27		25,27
6 sousledné	Ra	2,47	2,33	2,30	2,40	2,27	2,58	2,31	2,96	2,31	2,41	2,43	2,43	
	Rz	13,35	12,69	12,38	12,47	12,86	14,20	13,12	15,33	12,62	12,40	13,14		13,14
8 nesousledné	Ra	7,73	6,83	6,87	6,77	5,28	6,88	6,34	6,72	7,04	6,41	6,65	6,65	
	Rz	34,63	32,98	33,39	34,98	24,76	39,88	33,26	35,49	38,12	36,72	34,42		34,42
8 sousledné	Ra	5,08	6,19	6,01	8,06	7,73	4,10	6,25	7,14	5,93	6,21	6,27	6,27	
	Rz	28,29	30,39	37,04	42,26	34,77	22,76	32,74	38,16	29,56	37,64	33,36		33,36
10 nesousledné	Ra	5,77	6,57	4,46	7,88	5,13	4,86	5,62	6,37	5,18	7,45	5,93	5,93	
	Rz	31,48	34,31	28,85	41,28	27,60	26,51	34,53	36,84	32,83	34,67	32,89		32,89
10 sousledné	Ra	6,02	5,86	5,13	7,32	7,84	6,35	6,52	7,11	6,59	5,76	6,45	6,45	
	Rz	32,80	33,98	31,51	38,85	38,17	35,12	36,53	32,78	34,62	33,26	34,76		34,76

PE posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	
1200 nesousledné	Ra	3,07	2,86	2,96	3,12	2,66	2,90	2,78	2,14	2,92	2,78	2,82	2,82	
	Rz	15,25	15,94	15,98	15,39	13,55	15,22	15,73	24,95	13,03	15,06	16,01		16,01
1200 sousledné	Ra	3,94	2,67	3,20	2,48	2,43	2,43	2,63	3,01	3,19	3,92	2,99	2,99	
	Rz	20,01	12,87	17,86	17,32	13,63	13,42	12,13	17,02	17,81	20,06	16,21		16,21
1400 nesousledné	Ra	3,39	3,12	3,22	3,19	3,30	3,29	3,39	3,10	3,19	3,29	3,25	3,25	
	Rz	17,29	16,81	16,46	17,75	17,39	18,48	17,58	16,80	16,89	17,23	17,27		17,27
1400 sousledné	Ra	4,28	3,82	4,21	4,56	3,67	4,17	4,18	4,29	4,12	4,23	4,15	4,15	
	Rz	17,75	19,23	21,70	21,39	18,32	20,38	19,01	17,89	17,06	17,80	19,03		19,03
1600 nesousledné	Ra	3,27	2,91	2,79	2,85	2,89	2,80	2,76	2,89	2,76	3,06	2,90	2,90	
	Rz	16,00	17,32	16,42	16,93	15,80	14,75	14,09	17,23	16,45	15,58	16,06		16,06
1600 sousledné	Ra	7,69	4,95	4,31	5,03	4,60	4,34	4,96	4,78	4,89	4,28	4,98	4,98	
	Rz	37,57	24,66	20,02	24,54	10,09	20,26	24,28	22,16	23,33	20,10	22,70		22,70
1800 nesousledné	Ra	2,86	2,70	2,71	2,70	2,87	2,87	2,92	2,66	2,69	2,74	2,77	2,77	
	Rz	16,54	15,54	13,89	14,50	13,81	14,55	15,47	13,66	14,28	15,74	14,80		14,80
1800 sousledné	Ra	4,05	4,82	4,68	4,65	4,59	4,45	4,93	4,38	4,53	4,07	4,52	4,52	
	Rz	19,02	19,98	20,97	19,34	19,24	20,96	20,49	19,07	19,72	18,08	19,69		19,69
2000 nesousledné	Ra	2,70	3,06	2,86	3,07	3,17	3,12	3,06	3,02	2,84	3,06	3,00	3,00	
	Rz	15,90	15,77	15,74	16,81	17,12	17,13	16,80	16,20	15,72	16,80	16,40		16,40
2000 sousledné	Ra	2,78	4,20	4,07	3,84	5,67	4,04	3,50	4,02	4,10	3,86	4,01	4,01	
	Rz	15,91	22,46	19,34	19,29	29,14	19,59	15,80	18,96	19,02	19,32	19,88		19,88

PE řezná rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr
8000 nesousledné	Ra	4,48	4,28	4,09	3,80	4,25	3,79	4,28	4,32	4,12	4,01	4,14	4,14		
	Rz	29,04	23,36	21,57	24,46	24,41	19,94	23,98	27,14	22,13	21,18	23,72			23,72
8000 sousledné	Ra	5,37	3,75	2,89	3,25	3,12	3,63	3,98	4,02	3,68	3,72	3,74	3,74		
	Rz	23,51	19,27	16,79	21,17	17,98	18,17	18,13	21,14	21,14	20,45	19,78			19,78
12000 nesousledné	Ra	3,28	3,48	3,13	3,27	3,55	3,24	3,06	3,13	3,21	3,52	3,29	3,29		
	Rz	17,78	17,89	16,65	21,39	18,62	17,28	16,78	14,13	17,28	17,32	17,51			17,51
12000 sousledné	Ra	2,77	2,44	2,90	2,32	2,43	3,45	2,50	2,48	2,68	3,48	2,75	2,75		
	Rz	15,58	13,28	17,33	15,02	15,86	18,69	13,90	14,17	17,12	19,38	16,03			16,03
16000 nesousledné	Ra	2,04	2,31	3,29	3,21	3,30	3,14	3,16	3,06	3,12	3,08	2,97	2,97		
	Rz	14,84	13,25	17,45	20,33	17,69	13,91	17,09	16,68	17,08	17,68	16,60			16,60
16000 sousledné	Ra	1,38	1,44	1,41	1,80	1,36	1,28	1,40	1,38	1,29	1,46	1,42	1,42		
	Rz	7,78	7,56	8,26	9,87	7,55	7,32	8,23	7,78	7,03	7,12	7,85			7,85
20000 nesousledné	Ra	2,33	2,06	1,65	1,61	1,96	1,78	1,97	2,02	1,69	1,79	1,89	1,89		
	Rz	12,77	11,13	9,23	10,39	12,08	11,39	11,73	11,14	10,48	11,40	11,17			11,17
20000 sousledné	Ra	2,73	2,50	2,47	2,36	2,01	2,72	2,42	1,98	2,29	2,33	2,38	2,38		
	Rz	12,63	12,93	13,01	12,23	10,59	12,42	12,13	10,57	12,07	11,72	12,03			12,03
24000 nesousledné	Ra	1,99	2,27	2,12	1,97	2,61	2,24	2,12	2,06	2,47	2,13	2,20	2,20		
	Rz	9,96	10,78	12,80	10,69	13,67	12,33	19,82	10,06	12,37	12,95	12,54			12,54
24000 sousledné	Ra	2,99	1,55	1,47	1,54	1,29	1,24	1,49	1,78	1,60	1,58	1,65	1,65		
	Rz	12,31	9,11	9,09	9,24	7,80	6,99	9,03	10,82	9,28	9,24	9,29			9,29

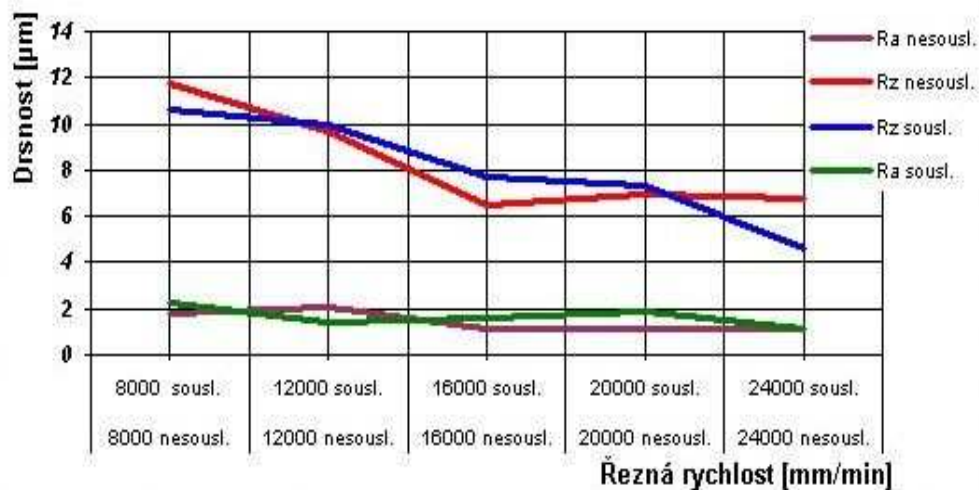
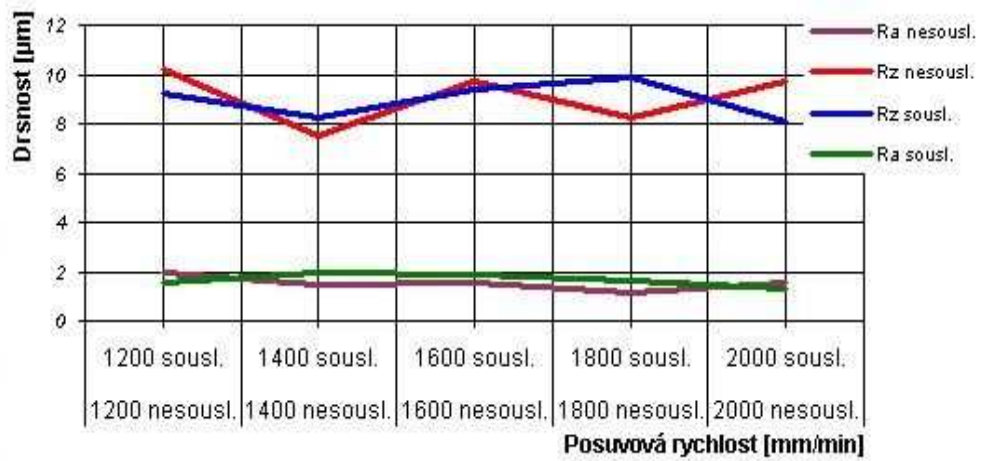
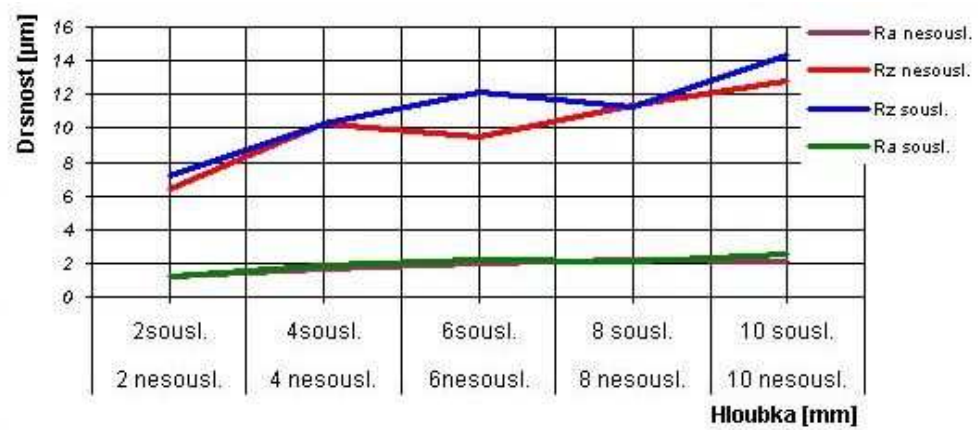


PTFE

PTFE hloubka záběru		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}			
2	nesousledné	Ra	1,09	1,05	1,02	1,05	1,24	1,27	1,42	1,35	1,51	1,70	1,27		1,27	
		Rz	7,04	6,56	6,08	6,15	6,35	6,17	6,26	6,14	6,44	6,53	6,37		6,37	
2	sousledné	Ra	1,04	1,14	1,06	1,13	0,96	0,90	1,18	1,02	1,27	0,98	1,07		1,07	
		Rz	6,86	7,05	6,97	7,22	7,01	7,31	6,99	7,17	7,28	6,93	7,08		7,08	
4	nesousledné	Ra	1,92	1,59	1,64	1,97	1,90	1,56	1,70	1,72	1,89	1,85	1,77		1,77	
		Rz	10,70	9,93	9,19	9,99	9,60	9,52	10,12	10,29	9,50	10,03	9,89		9,89	
4	sousledné	Ra	1,85	1,59	1,81	1,55	1,64	1,90	1,60	1,93	1,54	1,57	1,70		1,70	
		Rz	10,67	9,07	10,18	10,22	9,19	9,13	9,07	9,23	9,41	9,45	9,56		9,56	
6	nesousledné	Ra	1,75	1,81	1,82	1,67	1,81	1,72	1,62	1,78	1,75	1,77	1,75		1,75	
		Rz	9,39	9,74	9,00	9,85	8,97	9,34	9,16	9,04	9,44	9,41	9,33		9,33	
6	sousledné	Ra	2,14	2,37	2,20	2,20	2,34	2,11	2,20	2,23	2,13	2,24	2,22		2,22	
		Rz	10,83	12,96	11,46	11,70	12,55	11,74	12,23	12,07	12,31	12,39	12,02		12,02	
8	nesousledné	Ra	2,20	2,00	1,99	2,00	1,93	1,94	2,20	2,34	1,98	1,93	2,05		2,05	
		Rz	11,17	11,09	11,35	11,10	11,37	11,37	11,02	11,56	11,66	10,99	11,27		11,27	
8	sousledné	Ra	1,87	2,09	1,96	2,00	1,88	1,89	2,18	2,25	1,95	2,10	2,02		2,02	
		Rz	11,67	11,47	10,94	11,49	11,53	11,43	11,42	11,69	11,34	11,32	11,43		11,43	
10	nesousledné	Ra	2,11	2,10	2,00	2,17	2,36	2,35	2,25	2,25	2,43	2,56	2,26		2,26	
		Rz	13,45	12,98	12,49	13,51	13,22	13,41	13,64	13,34	13,57	13,57	13,32		13,32	
10	sousledné	Ra	2,47	2,24	2,52	2,33	2,18	2,60	2,79	2,94	2,89	3,05	2,60		2,60	
		Rz	13,59	13,40	14,73	13,55	14,34	13,91	13,69	14,17	14,33	14,11	13,98		13,98	

PTFE posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}			
1200	nesousledné	Ra	1,76	1,64	1,64	1,80	1,91	2,02	1,99	2,03	1,93	2,10	1,88		1,88	
		Rz	10,54	9,25	10,60	10,27	10,63	10,54	10,49	10,44	10,40	10,49	10,37		10,37	
1200	sousledné	Ra	1,42	1,39	1,57	1,57	1,69	1,61	1,84	1,64	1,89	1,95	1,66		1,66	
		Rz	9,15	9,12	9,27	9,19	9,28	9,19	9,24	9,09	9,33	9,06	9,19		9,19	
1400	nesousledné	Ra	1,40	1,20	1,13	1,07	1,13	1,20	1,22	1,11	1,04	1,17	1,17		1,17	
		Rz	7,29	7,51	7,35	7,53	7,46	7,61	7,52	7,55	7,74	7,82	7,54		7,54	
1400	sousledné	Ra	1,75	1,82	1,66	1,72	1,90	1,72	1,73	1,78	1,64	1,69	1,74		1,74	
		Rz	7,98	8,32	8,41	8,29	8,40	8,35	8,44	8,31	8,46	8,42	8,34		8,34	
1600	nesousledné	Ra	1,63	1,52	1,43	1,48	1,49	1,60	1,77	1,92	1,89	1,84	1,67		1,67	
		Rz	10,05	9,10	9,18	9,27	9,22	9,42	9,17	9,19	9,19	9,29	9,31		9,31	
1600	sousledné	Ra	1,65	1,54	1,80	1,88	2,07	1,83	2,10	2,07	2,02	2,21	1,92		1,92	
		Rz	9,75	9,32	9,63	9,61	9,59	9,71	9,79	9,71	9,76	9,73	9,66		9,66	
1800	nesousledné	Ra	1,49	1,11	1,14	1,29	1,48	1,31	1,48	1,57	1,60	1,73	1,42		1,42	
		Rz	8,91	7,71	8,37	8,34	8,56	8,36	8,55	8,74	8,45	8,44	8,44		8,44	
1800	sousledné	Ra	1,70	1,52	1,87	1,55	1,76	1,50	1,88	1,90	1,97	1,89	1,75		1,75	
		Rz	9,97	8,68	8,59	8,82	8,98	9,11	9,09	9,14	9,02	9,28	9,07		9,07	
2000	nesousledné	Ra	1,62	1,52	1,78	1,82	1,86	1,92	1,93	1,95	2,13	2,09	1,86		1,86	
		Rz	9,05	9,62	9,54	9,47	9,68	9,69	9,71	9,81	9,66	9,77	9,60		9,60	
2000	sousledné	Ra	1,21	1,40	1,20	1,26	1,36	1,36	1,39	1,56	1,61	1,76	1,41		1,41	
		Rz	6,41	8,79	7,13	7,91	8,09	8,07	8,21	8,37	8,49	8,41	7,99		7,99	

PTFE řezná rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	Ra průměr	Rz průměr	
8000	nesousledné	Ra	2,16	1,82	1,59	1,94	1,88	1,61	1,81	1,95	1,53	1,80	1,81		1,81	
		Rz	13,50	10,29	9,21	12,79	10,53	12,13	11,33	10,69	11,46	10,74	11,27			11,27
8000	sousledné	Ra	2,18	2,15	2,17	2,23	2,20	2,40	2,21	2,43	2,24	2,19	2,24		2,24	
		Rz	10,97	10,10	10,31	10,59	10,53	10,56	10,73	10,64	10,85	11,02	10,63			10,63
12000	nesousledné	Ra	1,63	2,05	1,90	2,01	1,92	1,85	1,85	2,00	2,20	2,03	1,94		1,94	
		Rz	8,97	10,52	9,14	9,62	10,51	9,89	9,56	10,31	10,19	9,97	9,87			9,87
12000	sousledné	Ra	1,78	1,19	1,74	1,41	1,13	1,87	1,85	1,09	1,89	1,84	1,58		1,58	
		Rz	9,97	10,75	9,68	10,44	10,38	10,59	10,35	10,51	10,77	10,42	10,39			10,39
16000	nesousledné	Ra	1,08	1,06	0,99	0,98	0,93	0,83	1,10	0,85	1,22	1,16	1,02		1,02	
		Rz	6,42	5,83	6,13	5,89	6,20	6,12	5,87	6,17	6,32	6,18	6,11			6,11
16000	sousledné	Ra	1,46	1,33	1,28	1,52	1,66	1,30	1,55	1,22	1,57	1,49	1,44		1,44	
		Rz	7,57	7,52	7,62	7,61	7,80	7,95	7,78	7,95	8,06	7,96	7,78			7,78
20000	nesousledné	Ra	1,16	1,11	1,12	1,06	0,96	1,00	1,01	0,92	1,07	0,91	1,03		1,03	
		Rz	6,84	6,84	6,89	7,06	7,04	7,23	7,02	7,41	7,39	7,61	7,13			7,13
20000	sousledné	Ra	1,78	1,58	1,51	1,86	2,05	1,73	1,86	1,85	1,68	1,81	1,77		1,77	
		Rz	6,69	8,06	7,30	6,99	6,97	6,93	7,02	6,95	7,20	7,23	7,13			7,13
24000	nesousledné	Ra	1,17	1,09	1,03	1,22	1,30	1,46	1,43	1,57	1,69	1,36	1,33		1,33	
		Rz	7,48	6,90	6,31	6,58	6,24	6,41	6,70	6,62	6,65	6,76	6,67			6,67
24000	sousledné	Ra	1,05	1,12	1,11	0,99	1,01	1,19	1,05	1,36	1,07	1,22	1,12		1,12	
		Rz	0,70	6,84	6,89	6,08	6,64	7,00	6,96	6,85	6,99	7,07	6,20			6,20

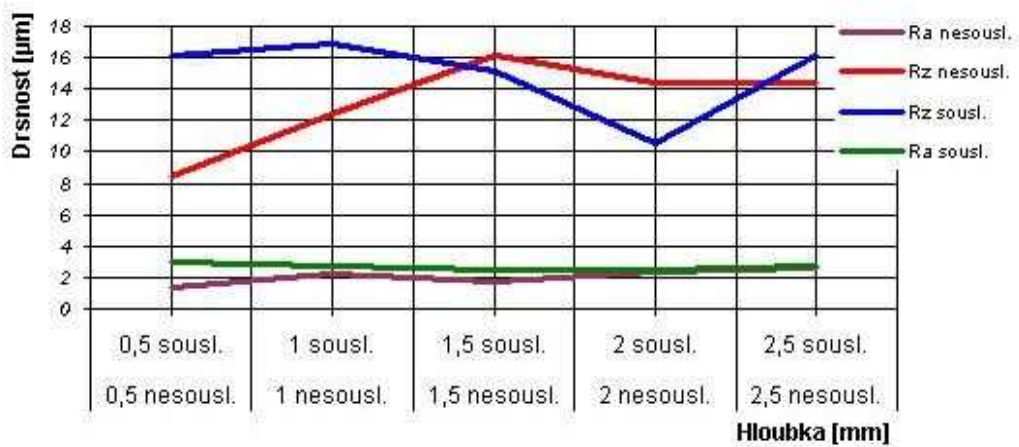
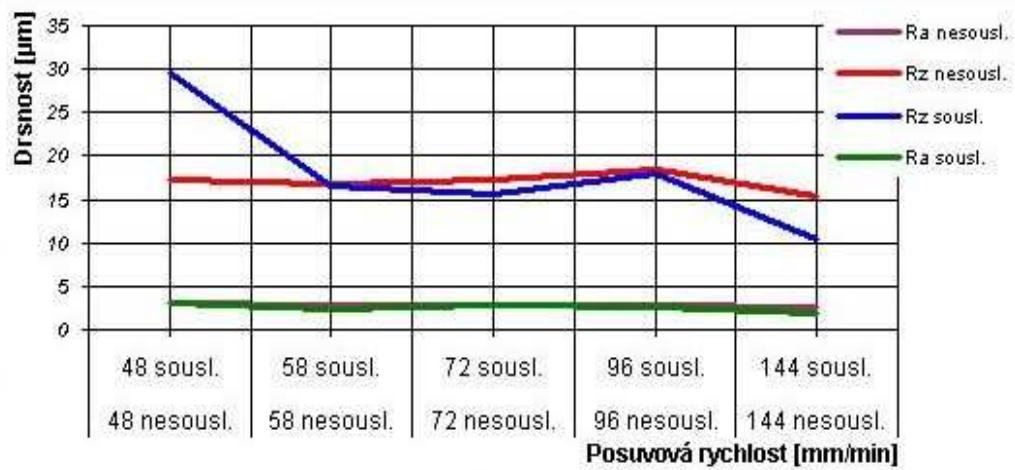
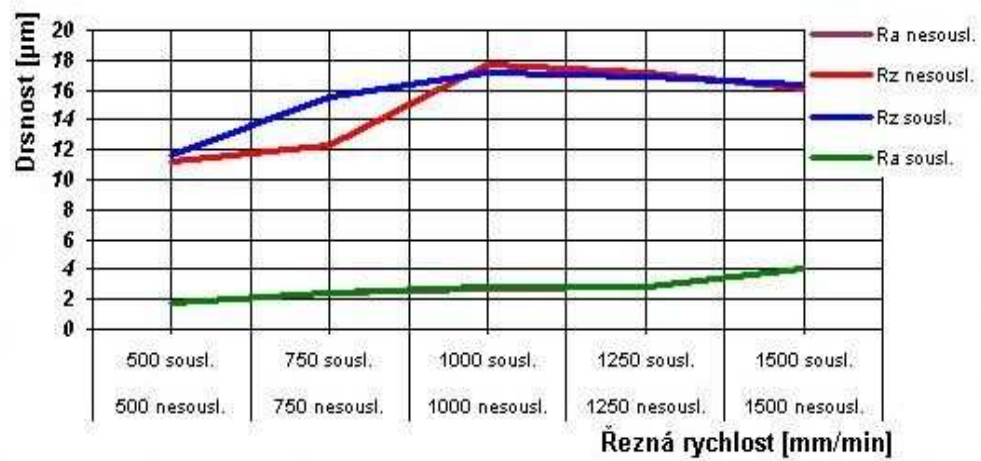


PŘÍLOHA P II: FRÉZOVÁNÍ SK- PP

PP řezná rychlost														Ra	Rz
	č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}		průměr	průměr
500	Ra	1,84	1,65	1,66	1,80	1,88	2,01	1,89	1,83	1,77	2,00	1,81		1,81	
	Rz	11,09	11,11	11,13	11,27	11,05	11,41	11,25	11,04	11,35	11,37	11,21			11,21
500 sousledné	Ra	1,72	1,73	1,72	1,73	1,65	1,74	1,55	1,61	1,80	1,85	1,71		1,71	
	Rz	11,24	11,34	11,22	11,40	11,29	11,15	11,06	11,10	11,03	11,11	11,19			11,19
750	Ra	2,19	2,18	2,17	2,30	2,23	2,18	2,37	2,27	2,24	2,37	2,25		2,25	
	Rz	12,08	12,06	12,04	12,15	12,23	12,18	12,13	12,35	12,32	12,35	12,19			12,19
750 sousledné	Ra	2,31	2,31	2,33	2,30	2,42	2,55	2,48	2,66	2,61	2,48	2,45		2,45	
	Rz	15,12	15,11	15,23	15,32	15,02	15,29	15,15	15,14	15,13	15,22	15,17			15,17
1000	Ra	2,50	2,51	2,51	2,69	2,84	2,75	2,92	2,79	3,01	2,91	2,74		2,74	
	Rz	17,53	17,61	17,61	17,46	17,71	17,88	17,50	17,75	17,48	17,88	17,62			17,62
1000 sousledné	Ra	2,67	2,66	2,68	2,73	2,71	2,59	2,53	2,64	2,44	2,76	2,64		2,64	
	Rz	17,11	17,09	17,17	17,05	17,35	17,14	16,96	16,89	17,08	17,26	17,11			17,11
1250	Ra	2,70	2,73	2,71	2,71	2,92	2,70	2,74	2,65	2,74	2,84	2,74		2,74	
	Rz	17,00	17,20	17,03	17,07	17,05	17,25	17,08	17,30	17,16	17,03	17,12			17,12
1250 sousledné	Ra	2,84	2,85	2,87	2,83	3,05	2,84	2,93	2,97	2,87	3,04	2,91		2,91	
	Rz	16,86	16,87	16,86	16,78	16,94	16,73	16,92	16,97	16,83	17,02	16,88			16,88
1500	Ra	3,86	3,90	3,87	4,10	4,11	4,00	4,02	4,02	4,16	4,03	4,01		4,01	
	Rz	16,03	16,04	16,06	16,15	16,09	16,04	16,23	16,09	15,99	16,25	16,10			16,10
1500 sousledné	Ra	3,90	4,01	4,20	4,07	4,30	4,48	4,08	4,12	4,67	4,03	4,19		4,19	
	Rz	16,25	16,27	16,33	16,38	16,22	16,18	16,18	16,09	16,19	16,09	16,22			16,22

PP posuvová rychlost															
	č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}			
48	Ra	2,47	2,46	2,42	2,64	2,75	2,36	2,71	2,61	2,60	2,73	3,15		3,15	
	Rz	15,25	15,18	14,98	15,22	15,21	14,97	14,95	15,25	15,17	14,93	17,57			17,57
48 sousledné	Ra	1,75	1,73	1,77	1,84	1,99	1,92	1,97	2,04	1,95	2,17	3,15		3,15	
	Rz	10,45	10,38	10,59	10,35	10,38	10,68	10,85	10,72	10,65	10,61	29,47			29,47
58	Ra	2,63	2,62	2,65	2,70	2,60	2,63	2,73	2,87	2,93	2,82	2,84		2,84	
	Rz	18,31	18,12	18,87	18,36	18,17	18,55	18,42	18,29	18,54	18,66	16,59			16,59
58 sousledné	Ra	2,52	2,53	2,53	2,61	2,75	2,60	2,91	2,60	2,62	2,81	2,54		2,54	
	Rz	17,85	18,02	18,02	18,15	17,98	18,04	18,34	18,28	18,02	18,36	16,43			16,43
72	Ra	2,7	2,74	2,7	2,67	2,90	2,73	2,81	2,79	2,91	2,97	2,79		2,79	
	Rz	17,12	17,34	17,12	17,36	17,48	17,45	17,40	17,58	17,61	17,49	17,40			17,40
72 sousledné	Ra	2,63	2,63	2,67	2,73	2,55	2,75	2,95	2,91	2,98	2,82	2,76		2,76	
	Rz	15,63	15,63	15,67	15,65	15,61	15,81	15,67	15,66	15,96	15,56	15,69			15,69
96	Ra	2,83	2,84	2,82	2,83	2,91	2,74	2,75	2,89	2,91	2,86	2,72		2,72	
	Rz	16,8	17,01	16,2	16,63	16,93	16,30	16,43	16,54	16,57	16,47	18,43			18,43
96 sousledné	Ra	2,8	2,87	2,13	2,76	2,89	2,13	2,89	2,08	2,69	2,17	2,65		2,65	
	Rz	16,13	16,55	16,15	16,52	16,60	16,77	16,48	16,38	16,28	16,40	18,11			18,11
144	Ra	3,02	3,07	3,05	2,92	3,23	3,37	3,08	3,04	3,56	3,11	2,58		2,58	
	Rz	17,4	17,14	17,03	17,57	17,61	17,68	17,74	17,51	17,92	18,09	15,11			15,11
144 sousledné	Ra	3,06	3,07	3,05	3,01	2,92	3,10	3,20	3,26	3,46	3,35	1,91		1,91	
	Rz	29,41	29,53	29,37	29,27	29,57	29,73	29,26	29,29	29,61	29,67	10,57			10,57

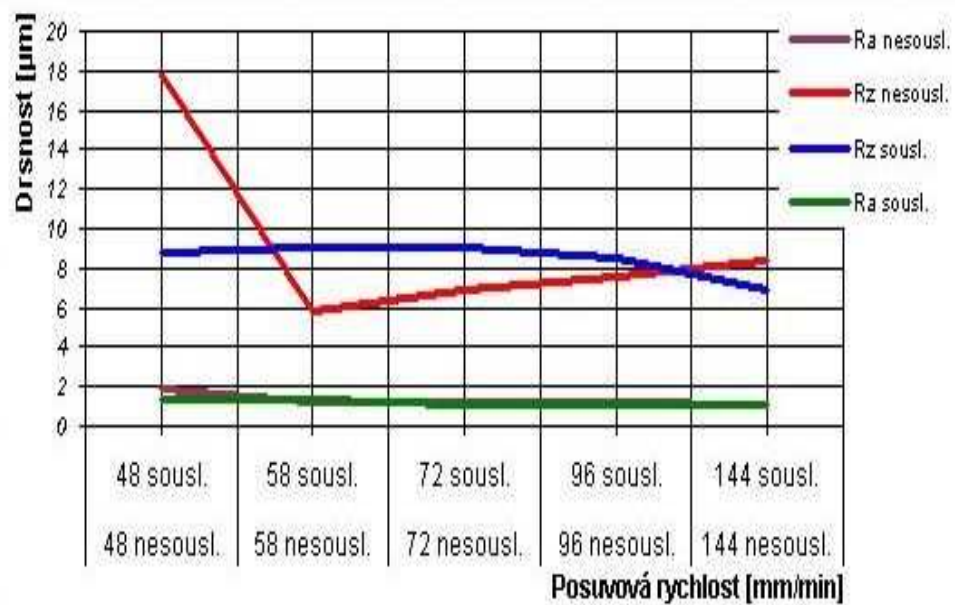
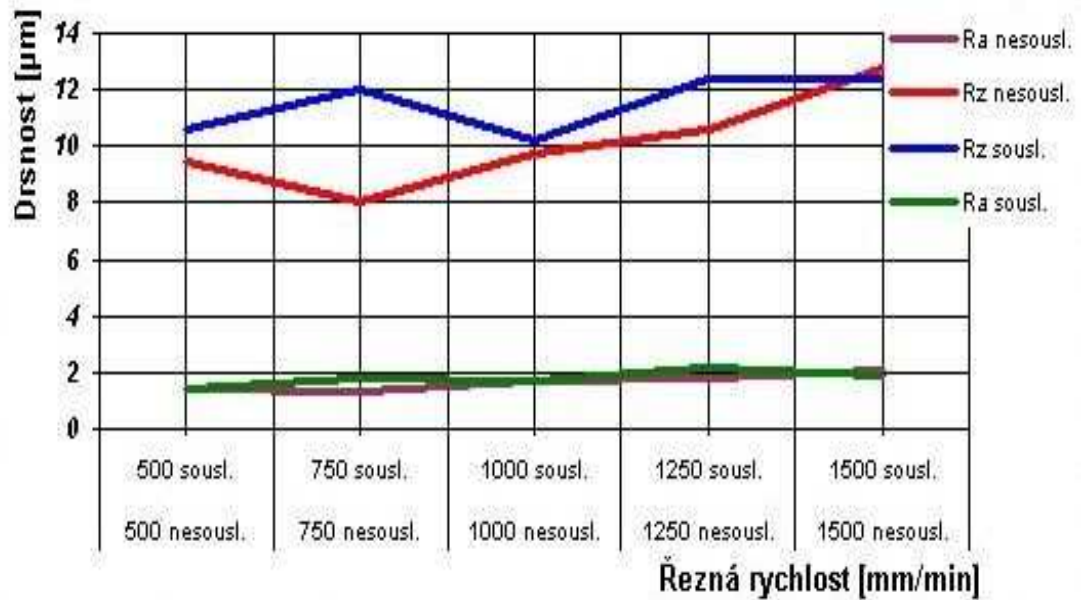
PP hloubka záběru															
	č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}			
0,5	Ra	1,26	1,27	1,27	1,46	1,23	1,43	1,44	1,39	1,55	1,68	1,40		1,40	
	Rz	8,15	8,17	8,17	8,26	8,43	8,11	8,54	8,64	8,53	8,60	8,36			8,36
0,5 sousledné	Ra	2,7	2,9	2,73	2,95	3,07	2,97	2,96	3,01	2,99	3,06	2,93		2,93	
	Rz	15,6	16,2	15,87	15,78	16,17	15,76	15,93	16,34	16,25	16,13	16,00			16,00
1 nesousledné	Ra	2,1	2,13	2,22	2,14	2,30	2,36	2,43	2,47	2,42	2,37	2,29		2,29	
	Rz	12,33	12,38	12,41	12,29	12,57	12,49	12,30	12,32	12,42	12,41	12,39			12,39
1 sousledné	Ra	2,71	2,73	2,7	2,74	2,75	2,66	2,63	2,76	2,85	2,81	2,73		2,73	
	Rz	16,92	17,12	16,59	17,13	16,52	17,21	17,10	16,61	17,35	16,67	16,32			16,32
1,5	Ra	1,73	1,74	1,75	1,74	1,95	1,82	1,98	1,79	1,86	2,03	1,84		1,84	
	Rz	16,08	16,11	16,13	16,27	16,09	16,10	16,16	16,12	16,14	16,17	16,14			16,14
1,5 sousledné	Ra	2,38	2,41	2,37	2,55	2,38	2,28	2,46	2,58	2,57	2,39	2,44		2,44	
	Rz	14,97	15,13	14,87	15,26	15,21	15,13	15,40	15,39	15,52	15,66	15,25			15,25
2 nesousledné	Ra	2,31	2,31	2,3	2,39	2,59	2,73	2,83	2,70	2,79	2,89	2,56		2,56	
	Rz	14,35	14,35	14,27	14,29	14,54	14,37	14,37	14,36	14,38	14,51	14,38			14,38
2 sousledné	Ra	2,49	2,47	2,5	2,49	2,43	2,63	2,66	2,72	2,86	3,05	2,63		2,63	
	Rz	15,03	14,49	15,12	11,21	9,64	10,20	9,86	10,38	10,21	10,21	10,64			10,64
2,5	Ra	2,5	2,54	2,51	2,66	2,74	2,81	2,88	2,78	2,99	3,10	2,75		2,75	
	Rz	14,3	14,47	14,39	14,26	14,47	14,16	14,51	14,14	14,49	14,40	14,36			14,36
2,5 sousledné	Ra	2,53	2,5	2,54	2,66	2,63	2,61	2,61	2,79	2,60	2,59	2,61		2,61	
	Rz	16,14	16,03	16,17	16,20	16,24	16,32	16,37	16,33	16,51	16,66	16,30			16,30



PA

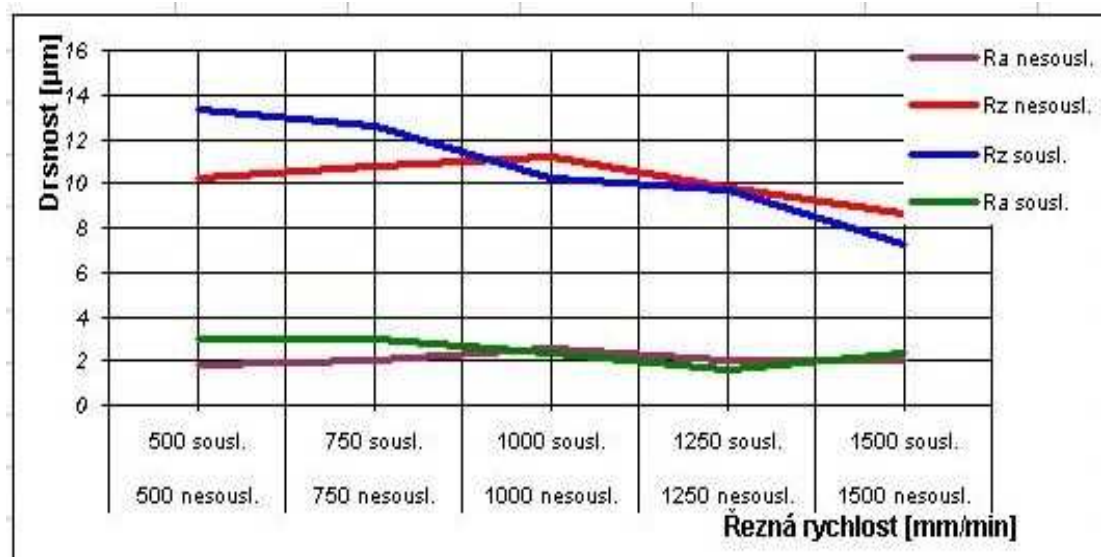
PA řezná rychlost												Ra	Rz	
	č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	průměr	průměr
500	Ra	1,37	1,36	1,37	1,46	1,58	1,52	1,49	1,67	1,80	1,81	1,54	1,54	
	Rz	9,23	9,18	9,24	9,35	9,13	9,39	9,54	9,58	9,35	9,38	9,34		9,34
500	Ra	1,36	1,35	1,35	1,50	1,60	1,56	1,49	1,68	1,50	1,52	1,49	1,49	
	Rz	10,52	10,50	10,51	10,62	10,76	10,59	10,85	10,60	10,84	10,85	10,66		10,66
750	Ra	1,10	1,20	1,11	1,18	1,05	1,38	1,54	1,63	1,58	1,57	1,33	1,33	
	Rz	7,97	7,99	7,98	7,98	7,92	8,17	8,01	8,32	8,37	7,93	8,06		8,06
750	Ra	1,74	1,76	1,75	1,88	2,08	2,01	1,98	1,90	2,20	1,95	1,93	1,93	
	Rz	11,67	11,72	11,69	11,59	11,56	11,76	11,82	11,54	11,90	11,46	11,67		11,67
1000	Ra	1,52	1,53	1,53	1,43	1,47	1,37	1,42	1,55	1,29	1,23	1,43	1,43	
	Rz	9,79	9,80	9,82	9,81	9,76	10,02	9,70	9,74	9,64	9,55	9,76		9,76
1000	Ra	1,58	1,57	1,59	1,76	1,91	1,88	1,91	1,85	2,08	2,24	1,82	1,82	
	Rz	10,08	10,00	10,12	10,22	9,99	10,35	9,90	10,26	9,83	9,94	10,07		10,07
1250	Ra	1,63	1,64	1,63	1,82	1,92	1,67	2,09	2,27	2,21	2,00	1,89	1,89	
	Rz	10,57	10,60	10,57	10,54	10,76	10,89	10,73	10,85	10,93	10,90	10,73		10,73
1250	Ra	2,02	2,02	2,03	1,95	2,02	2,16	2,07	2,10	2,27	2,35	2,10	2,10	
	Rz	12,38	12,38	12,40	12,46	12,29	12,46	12,40	12,66	12,49	12,76	12,47		12,47
1500	Ra	1,99	2,02	1,98	2,22	1,95	1,87	1,87	2,12	2,05	2,31	2,04	2,04	
	Rz	12,60	12,69	12,57	12,78	12,52	12,70	12,66	12,89	12,81	12,63	12,69		12,69
1500	Ra	1,80	1,87	1,79	1,79	2,04	1,77	1,95	1,96	1,83	1,84	1,86	1,86	
	Rz	12,43	12,52	12,38	12,54	12,58	12,61	12,48	12,69	12,63	12,46	12,53		12,53

PA posuvová rychlost														
	č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}		
48	Ra	1,02	1,03	1,02	1,23	1,23	1,18	1,25	1,14	1,30	1,47	1,19	1,19	
	Rz	8,23	8,24	8,22	8,24	8,23	8,16	8,24	8,21	8,23	8,24	8,22		8,22
48	Ra	0,98	0,99	0,98	1,01	1,09	0,90	1,05	1,25	1,38	1,10	1,07	1,07	
	Rz	6,78	6,81	6,77	6,76	6,75	6,76	6,73	6,93	7,05	7,12	6,85		6,85
58	Ra	1,00	1,01	1,10	1,26	1,46	1,18	1,35	1,11	1,07	1,04	1,16	1,16	
	Rz	7,47	7,49	7,51	7,39	7,30	7,29	7,21	7,38	7,20	7,35	7,36		7,36
58	Ra	1,03	1,04	1,04	1,14	1,30	1,21	1,27	1,20	1,39	1,45	1,21	1,21	
	Rz	8,46	8,48	8,48	8,60	8,77	8,66	8,96	8,95	8,70	8,93	8,70		8,70
72	Ra	1,05	1,06	1,06	0,99	1,15	1,29	1,26	1,31	1,25	1,33	1,18	1,18	
	Rz	6,73	6,82	6,81	6,98	6,87	7,17	7,10	7,06	7,01	7,14	6,97		6,97
72	Ra	1,04	1,03	1,04	1,14	1,12	1,09	1,24	1,03	1,42	1,29	1,14	1,14	
	Rz	8,95	8,87	8,95	9,12	8,91	9,10	9,22	9,34	9,38	9,22	9,11		9,11
96	Ra	1,14	1,15	1,15	1,22	1,08	1,19	1,00	1,10	1,30	0,93	1,13	1,13	
	Rz	5,69	5,61	5,61	5,72	5,80	5,92	5,77	5,85	5,72	5,65	5,73		5,73
96	Ra	1,39	1,38	1,40	1,56	1,61	1,78	1,87	1,75	1,71	2,06	1,65	1,65	
	Rz	9,03	9,01	9,04	9,15	9,17	9,25	9,18	9,17	9,13	9,19	9,13		9,13
144	Ra	1,88	1,89	1,88	1,92	1,91	1,82	2,05	2,02	1,93	2,09	1,94	1,94	
	Rz	10,24	10,26	10,24	10,38	12,44	15,83	13,28	12,60	14,42	13,99	14,07		14,07
144	Ra	1,19	1,20	1,21	1,22	1,22	1,36	1,53	1,49	1,42	1,58	1,34	1,34	
	Rz	8,68	8,69	8,70	8,74	8,93	8,84	8,76	8,97	9,04	8,92	8,83		8,83



PC

PC řezná rychlost													Ra	Rz
	č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}	průměr	průměr
500	Ra	1,68	1,67	1,68	1,74	1,83	1,94	1,92	2,13	1,83	1,79	1,82	1,82	
	Rz	10,13	10,12	10,14	10,03	10,27	10,47	9,95	10,10	10,35	10,05	10,16		10,16
500	Ra	2,81	2,82	2,80	2,85	2,74	3,01	2,89	2,91	2,65	2,76	2,80	2,80	
	Rz	13,10	13,40	13,00	13,39	13,10	13,57	13,67	13,30	13,83	13,33	13,37		13,37
750	Ra	2,05	2,07	2,06	2,06	2,01	2,11	2,23	2,30	2,15	2,30	2,13	2,13	
	Rz	10,82	10,86	10,76	10,82	10,80	10,99	10,94	11,00	10,87	10,94	10,88		10,88
750	Ra	2,63	2,60	2,65	2,55	2,50	2,58	2,53	2,55	2,64	2,73	2,60	2,60	
	Rz	12,36	12,26	12,47	12,26	12,38	12,46	12,43	12,49	12,64	12,78	12,45		12,45
1000	Ra	2,55	2,55	2,57	2,47	2,67	2,80	2,47	2,99	3,17	2,53	2,68	2,68	
	Rz	11,13	11,13	11,17	11,14	11,24	11,30	11,18	11,45	11,52	11,12	11,24		11,24
1000	Ra	2,26	2,24	2,27	2,40	2,23	2,28	2,27	2,43	2,53	2,50	2,34	2,34	
	Rz	10,19	10,13	10,21	10,30	10,29	10,35	10,52	10,40	10,28	10,21	10,29		10,29
1250	Ra	1,94	1,96	1,95	2,04	2,13	2,31	2,16	2,36	2,07	2,05	2,10	2,10	
	Rz	9,70	9,81	9,76	9,95	10,02	9,73	10,19	10,34	10,00	10,27	9,98		9,98
1250	Ra	1,71	1,73	1,71	1,67	1,82	1,57	1,88	1,83	1,65	1,62	1,72	1,72	
	Rz	9,55	9,62	9,56	9,50	9,58	9,63	9,55	9,80	9,48	9,62	9,59		9,59
1500	Ra	2,10	2,08	2,11	2,03	2,24	2,40	1,99	2,04	2,56	2,15	2,17	2,17	
	Rz	8,55	8,67	8,58	8,82	8,98	8,51	9,09	8,96	8,61	8,53	8,73		8,73
1500	Ra	2,14	2,15	2,14	2,15	2,09	2,27	2,12	2,02	2,10	2,21	2,14	2,14	
	Rz	7,68	7,00	6,96	7,57	7,66	7,39	7,39	7,64	7,50	7,49	7,43		7,43

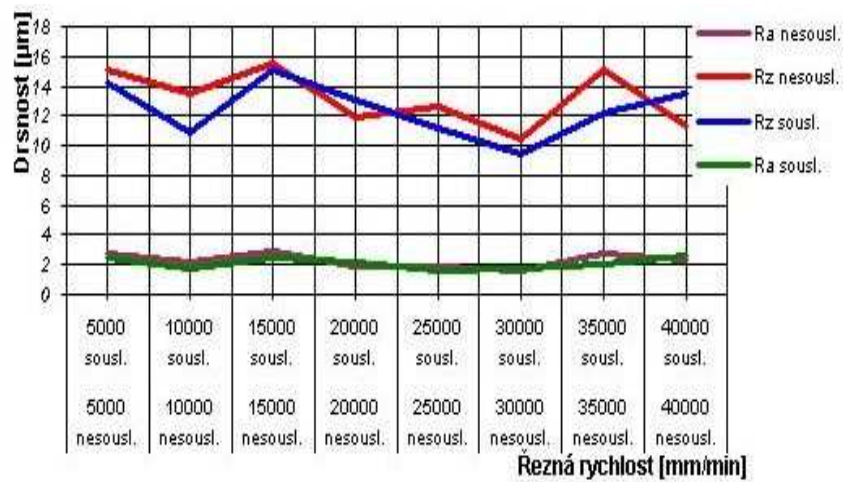
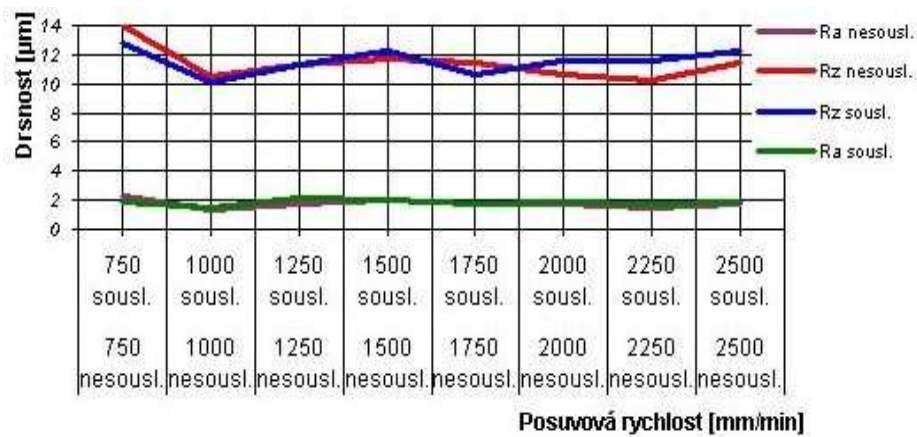
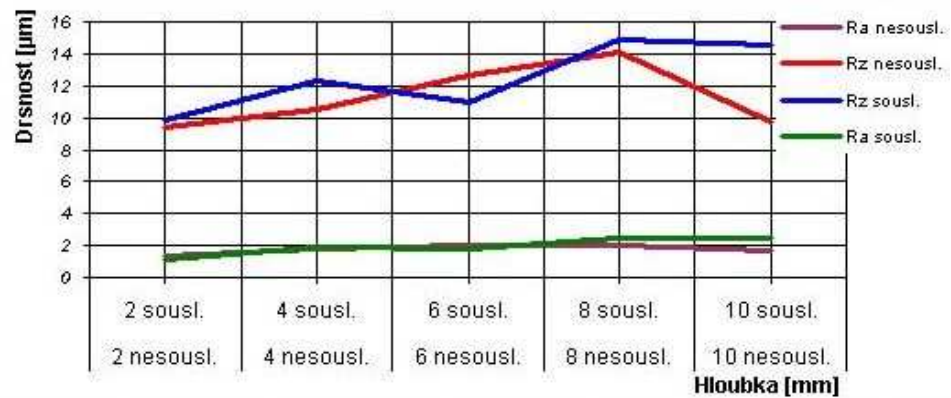


PŘÍLOHA PIII: FRÉZOVÁNÍ PL.- PA66GF30

PA66GF30 hloubka		č.měřen												
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.			
2	Ra	0,97	1,52	0,90	1,08	1,24	1,41	1,49	1,60	1,72	1,82	1,38	1,38	
	Rz	7,94	10,84	8,25	10,97	9,69	9,75	9,69	9,92	9,73	9,66	9,64	9,64	9,64
2	Ra	0,24	1,06	0,54	1,24	1,04	1,43	1,48	1,45	1,40	1,40	1,13	1,13	
	Rz	9,52	9,69	9,80	9,64	9,57	9,75	9,56	9,69	9,46	9,52	9,62	9,62	9,62
4	Ra	1,57	1,57	1,55	1,73	1,76	1,71	1,61	1,67	1,72	1,89	1,68	1,68	
	Rz	9,82	11,57	10,69	11,21	11,11	11,09	11,03	11,24	10,99	11,16	10,99	10,99	10,99
4	Ra	1,53	1,78	1,83	1,75	1,96	1,96	2,13	2,09	2,20	2,00	1,92	1,92	
	Rz	10,20	12,48	10,46	11,35	10,43	10,46	10,41	10,66	10,57	10,59	10,76	10,76	10,76
6	Ra	2,02	1,65	2,04	1,88	1,92	2,03	2,22	2,30	2,19	2,19	2,04	2,04	
	Rz	13,12	11,48	12,53	12,36	12,51	12,47	12,41	12,43	12,45	12,65	12,44	12,44	12,44
6	Ra	1,60	1,77	1,86	2,02	2,13	2,16	2,14	2,22	2,39	2,47	2,08	2,08	
	Rz	10,59	11,22	10,62	11,08	10,84	11,26	11,30	11,50	11,65	11,56	11,16	11,16	11,16
8	Ra	1,91	2,12	2,17	2,33	2,46	2,43	2,57	2,67	2,48	2,46	2,36	2,36	
	Rz	12,82	14,79	13,16	14,33	13,46	13,60	13,49	13,53	13,40	13,60	13,62	13,62	13,62
8	Ra	2,44	2,49	2,47	2,37	2,65	2,52	2,67	2,57	2,49	2,54	2,52	2,52	
	Rz	15,28	14,83	15,28	14,96	15,44	15,36	15,53	15,44	15,69	15,83	15,36	15,36	15,36
10	Ra	1,51	1,39	1,51	1,65	1,52	1,73	1,74	1,71	1,77	1,67	1,62	1,62	
	Rz	9,72	9,91	9,73	9,64	9,78	9,56	9,49	9,53	9,42	9,62	9,64	9,64	9,64
10	Ra	2,01	2,52	2,04	2,71	2,40	2,78	2,95	2,69	2,88	2,87	2,59	2,59	
	Rz	11,82	14,91	14,27	14,65	14,19	14,30	14,18	14,23	14,18	14,27	14,10	14,10	14,10

PA66GF30 ořez:		č.měřen											Ra	Rz
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	průměr	průměr	průměr
5000	Ra	2,68	2,81	2,81	2,83	2,99	3,03	2,98	3,05	3,05	3,01	2,92	2,92	
	Rz	14,56	14,48	15,74	15,26	15,87	15,28	15,88	15,23	16,03	15,31	15,96	15,96	15,96
5000	Ra	2,51	2,10	2,68	2,76	2,87	2,97	2,82	2,96	3,11	2,88	2,76	2,76	
	Rz	16,38	13,45	14,76	13,99	13,58	14,62	13,76	14,14	14,54	14,69	14,39	14,39	14,39
10000	Ra	2,10	1,97	2,14	2,08	1,89	2,09	1,83	2,26	2,28	1,79	2,04	2,04	
	Rz	14,23	13,15	13,87	13,78	13,31	13,64	13,31	13,60	13,41	13,29	13,52	13,52	13,52
10000	Ra	1,89	1,71	1,62	1,88	2,05	2,20	2,11	2,18	2,28	2,14	1,88	1,88	
	Rz	11,01	10,63	10,60	10,92	10,89	10,81	11,05	11,23	10,92	11,16	10,92	10,92	10,92
15000	Ra	4,50	2,16	2,37	3,23	3,28	3,43	3,38	3,41	3,58	3,73	3,51	3,51	
	Rz	16,23	13,30	15,81	15,64	15,21	15,13	15,66	15,10	15,60	15,71	15,34	15,34	15,34
15000	Ra	2,18	2,49	2,50	2,42	2,58	2,41	2,46	2,39	2,56	2,76	2,48	2,48	
	Rz	14,26	15,80	14,82	15,07	14,91	15,18	15,27	15,36	15,30	15,38	15,14	15,14	15,14
20000	Ra	2,03	1,81	1,83	1,76	1,89	1,97	1,81	1,90	1,74	1,80	1,85	1,85	
	Rz	13,48	11,47	11,79	11,69	11,59	11,86	11,94	11,80	11,95	11,81	11,94	11,94	11,94
20000	Ra	2,00	2,03	2,14	2,15	2,23	2,35	2,14	2,23	2,27	2,33	2,19	2,19	
	Rz	13,89	15,05	12,47	13,71	14,84	13,23	13,37	13,85	13,42	13,79	13,76	13,76	13,76
25000	Ra	1,85	1,83	1,73	1,88	1,86	2,08	2,12	2,32	2,25	2,36	2,03	2,03	
	Rz	11,22	12,67	12,55	12,78	12,60	12,61	12,45	12,64	12,41	12,66	12,44	12,44	12,44
25000	Ra	1,49	1,46	1,46	1,63	1,61	1,62	1,62	1,71	1,87	2,06	1,64	1,64	
	Rz	11,13	10,88	11,16	10,92	11,27	11,16	11,18	11,29	11,29	11,27	11,17	11,17	11,17
30000	Ra	1,85	1,43	1,75	1,35	1,66	1,64	1,84	1,45	1,88	1,66	1,57	1,57	
	Rz	10,23	10,86	10,85	10,60	10,76	10,77	10,81	10,97	10,77	10,91	10,65	10,65	10,65
30000	Ra	1,44	1,46	1,59	1,74	1,85	1,80	1,74	1,93	2,04	2,19	1,72	1,72	
	Rz	10,69	9,19	10,33	10,18	10,30	10,30	10,49	10,36	10,61	10,60	10,31	10,31	10,31
35000	Ra	2,33	2,65	2,75	2,67	2,60	2,57	2,54	2,66	2,78	2,88	2,65	2,65	
	Rz	14,18	15,77	14,37	14,91	14,79	14,83	14,74	14,65	14,69	14,63	14,76	14,76	14,76
35000	Ra	1,77	1,83	1,85	1,96	1,82	1,75	2,01	2,11	2,22	2,40	1,97	1,97	
	Rz	12,89	11,84	12,09	12,07	12,27	12,37	12,32	12,37	12,25	12,53	12,30	12,30	12,30
40000	Ra	2,25	2,32	2,52	2,66	2,61	2,72	2,85	3,00	3,09	3,12	2,72	2,72	
	Rz	11,14	11,24	11,16	11,30	11,22	11,25	11,24	11,28	11,22	11,27	11,23	11,23	11,23
40000	Ra	2,34	2,44	2,87	2,74	2,79	2,70	2,69	2,73	2,65	2,63	2,63	2,63	
	Rz	13,20	13,35	13,27	13,23	13,33	13,31	13,37	13,35	13,39	13,57	13,34	13,34	13,34

PA66GF30 poluv		č.měřen												
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.			
750	Ra	1,78	2,22	1,66	2,36	1,65	2,08	2,31	2,37	2,25	2,19	2,09	2,09	
	Rz	13,39	14,86	13,05	14,33	14,80	14,09	14,76	14,61	14,69	14,87	14,35	14,35	14,35
750	Ra	1,63	1,85	1,93	1,70	1,98	2,13	1,92	2,19	2,30	1,98	1,98	1,98	
	Rz	12,88	12,01	13,24	13,07	13,04	13,27	13,29	13,07	13,46	13,05	13,01	13,01	13,01
1000	Ra	1,44	1,42	1,48	1,63	1,34	1,74	1,85	1,89	1,94	1,86	1,63	1,63	
	Rz	10,14	9,99	10,73	10,39	10,49	10,77	10,30	10,36	10,45	10,53	10,42	10,42	10,42
1000	Ra	1,51	1,50	1,35	1,39	1,62	1,65	1,45	1,38	1,28	1,24	1,44	1,44	
	Rz	10,96	10,75	9,84	10,72	10,37	10,65	10,80	10,79	10,99	10,70	10,66	10,66	10,66
1250	Ra	1,63	1,49	1,70	1,45	1,54	1,52	1,58	1,69	1,72	1,55	1,59	1,59	
	Rz	11,14	10,48	11,85	11,93	11,92	11,90	12,07	12,19	11,81	12,14	11,74	11,74	11,74
1250	Ra	2,05	1,87	1,69	1,94	1,61	1,95	2,10	1,64	2,19	1,63	1,83	1,83	
	Rz	13,02	11,92	10,35	12,02	10,82	11,51	11,98	11,89	11,95	11,96	11,71	11,71	11,71
1500	Ra	1,83	1,72	1,78	1,67	1,73	1,72	1,77	1,96	2,01	1,74	1,79	1,79	
	Rz	11,79	11,38	11,51	11,77	11,68	11,64	11,90	11,79	11,80	11,88	11,71	11,71	11,71
1500	Ra	2,08	1,88	1,70	2,19	2,17	2,23	2,20	2,25	2,27	2,40	2,14	2,14	
	Rz	13,22	11,73	11,94	11,96	11,64	12,16	12,18	12,14	12,32	12,39	12,17	12,17	12,17
1750	Ra	1,52	1,61	1,60	1,67	1,63	1,61	1,73	1,88	1,84	2,05	1,71	1,71	
	Rz	10,44	11,27	11,78	10,45	10,40	11,89	10,53	11,54	11,39	11,20	11,06	11,06	11,06
1750	Ra	1,59	1,59	1,64	1,84	1,56	1,87	1,84	1,83	2,05	2,09	1,79</		

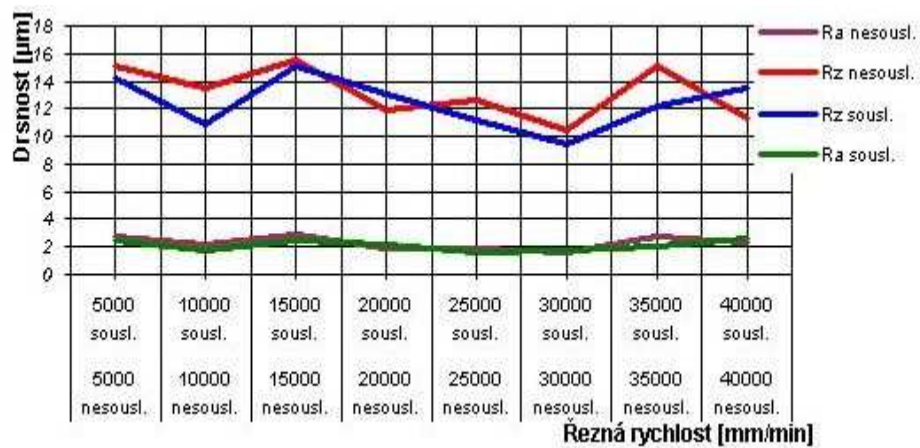
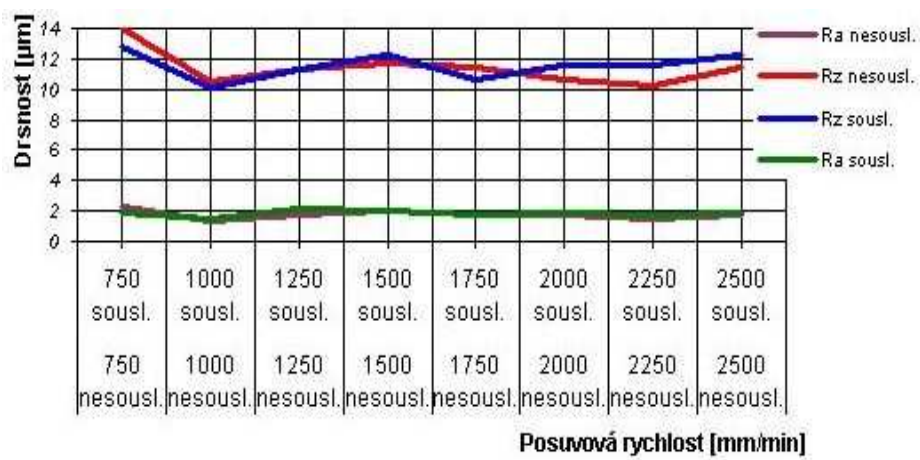
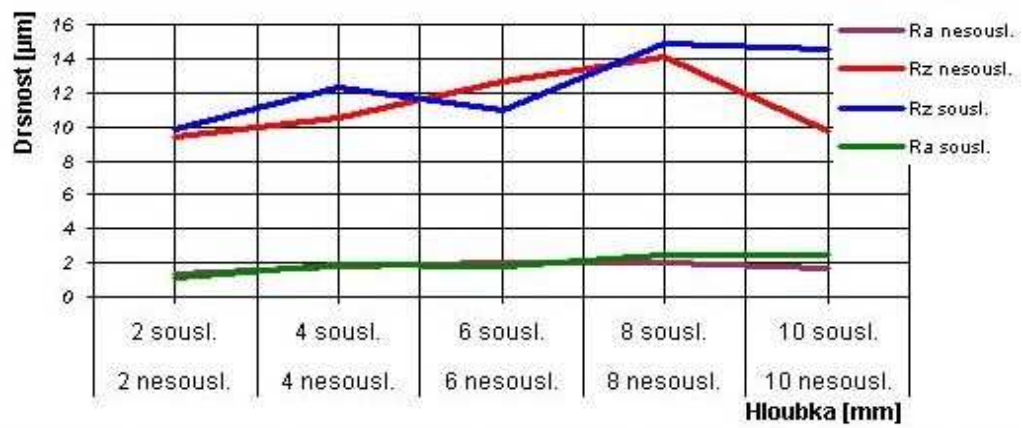


PC

PC1000 hloubka		č.měřen												
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.			
2	Ra	3,07	2,98	2,77	3,26	3,28	3,17	3,14	3,41	3,53	3,57	3,22	3,22	
	Rz	22,29	20,15	19,44	21,46	21,66	21,65	21,74	21,65	21,56	21,59	21,32		21,32
2	Ra	2,34	2,75	2,64	2,85	2,91	2,91	3,05	3,00	2,97	3,13	2,86	2,86	
	Rz	16,30	16,54	14,79	15,20	16,42	14,81	15,26	14,83	15,34	15,17	15,47		15,47
4	Ra	3,98	3,92	4,33	3,93	4,37	4,33	4,22	4,25	4,44	4,14	4,19	4,19	
	Rz	23,63	23,72	25,90	24,08	25,10	24,74	24,91	24,69	24,67	25,02	24,65		24,65
4	Ra	4,48	4,21	4,07	4,34	4,47	4,43	4,56	4,66	4,67	4,56	4,45	4,45	
	Rz	29,58	25,98	24,88	28,48	27,21	25,11	28,43	25,97	27,43	28,07	27,11		27,11
6	Ra	3,81	5,04	4,35	4,34	4,71	4,90	4,52	4,45	4,93	4,73	4,58	4,58	
	Rz	24,96	25,31	24,50	24,92	24,84	25,05	24,75	25,05	24,71	24,71	24,88		24,88
6	Ra	4,21	3,49	3,08	3,46	3,28	3,29	3,44	3,59	3,49	3,41	3,47	3,47	
	Rz	27,35	22,99	18,70	20,12	21,26	18,61	19,69	20,83	20,69	20,17	21,04		21,04
8	Ra	4,07	4,04	3,86	3,95	4,15	4,31	3,88	3,99	4,11	4,16	4,05	4,05	
	Rz	22,62	22,82	24,53	23,38	23,61	24,59	23,64	24,70	23,61	24,18	23,77		23,77
8	Ra	6,24	4,45	5,14	5,35	5,14	5,21	5,18	5,15	5,28	5,12	5,23	5,23	
	Rz	30,92	22,40	25,83	25,03	22,93	23,62	25,05	24,88	24,40	24,94	25,00		25,00
10	Ra	3,59	4,51	4,29	3,90	4,42	4,11	4,30	4,21	4,15	4,31	4,18	4,18	
	Rz	27,47	25,61	25,61	26,24	26,13	25,66	26,05	26,32	26,09	26,02	26,12		26,12
10	Ra	3,20	4,15	4,28	3,71	3,75	4,44	4,37	3,91	4,08	4,52	4,04	4,04	
	Rz	20,04	24,23	24,43	20,69	22,27	24,44	23,08	23,45	24,53	23,05	23,02		23,02

PA66G F30 odtáčky		č.měřen										průměr	Ra průměr	Rz průměr
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.			
5000	Ra	2,88	2,81	2,81	2,83	2,99	3,03	2,98	3,05	3,05	3,01		2,92	
	Rz	14,85	14,48	15,74	15,26	15,87	15,28	15,88	16,23	16,03	15,91		15,34	
5000	Ra	2,81	2,10	2,85	2,76	2,87	2,97	2,82	2,85	3,11	2,88		2,76	
	Rz	16,38	13,45	14,76	13,89	13,98	14,62	13,76	14,14	14,54	14,69		14,59	
10000	Ra	2,10	1,97	2,14	2,08	1,89	2,09	1,83	2,28	2,28	1,79		2,04	
	Rz	14,23	13,15	13,67	13,78	13,31	13,64	13,31	13,60	13,41	13,29		13,52	
10000	Ra	1,89	1,71	1,62	1,88	2,08	2,20	2,11	2,18	2,28	2,14		1,98	
	Rz	11,01	10,63	10,60	10,92	10,89	10,81	11,05	11,23	10,92	11,16		10,92	
15000	Ra	4,80	2,16	2,37	3,23	3,28	3,43	3,38	3,41	3,88	3,73		3,51	
	Rz	16,23	13,30	15,81	15,64	15,21	15,13	15,66	15,10	15,60	15,71		15,34	
15000	Ra	2,18	2,49	2,60	2,42	2,88	2,41	2,46	2,39	2,56	2,76		2,48	
	Rz	14,26	15,80	14,82	15,07	14,91	15,18	15,27	15,36	15,30	15,38		15,14	
20000	Ra	2,03	1,81	1,83	1,76	1,89	1,97	1,81	1,90	1,74	1,80		1,85	
	Rz	13,48	11,47	11,79	11,69	11,89	11,85	11,94	11,80	11,95	11,81		11,94	
20000	Ra	2,00	2,03	2,14	2,15	2,23	2,35	2,14	2,23	2,27	2,33		2,19	
	Rz	13,89	15,05	12,47	13,71	14,84	13,23	13,37	13,85	13,42	13,79		13,76	
25000	Ra	1,85	1,83	1,73	1,88	1,86	2,08	2,12	2,32	2,25	2,36		2,03	
	Rz	11,22	12,67	12,55	12,78	12,60	12,51	12,45	12,64	12,41	12,66		12,44	
25000	Ra	1,49	1,46	1,46	1,63	1,61	1,62	1,62	1,71	1,87	2,06		1,64	
	Rz	11,13	10,58	11,16	10,92	11,27	11,16	11,18	11,29	11,29	11,27		11,17	
30000	Ra	1,85	1,43	1,75	1,36	1,68	1,54	1,54	1,45	1,58	1,95		1,57	
	Rz	10,23	10,56	10,85	10,76	10,76	10,77	10,81	10,87	10,77	10,91		10,69	
30000	Ra	1,44	1,46	1,59	1,74	1,58	1,80	1,74	1,93	2,04	2,19		1,72	
	Rz	10,69	9,19	10,33	10,18	10,30	10,30	10,49	10,36	10,61	10,60		10,31	
35000	Ra	2,39	2,65	2,75	2,67	2,60	2,57	2,54	2,66	2,78	2,88		2,65	
	Rz	14,18	15,77	14,37	14,91	14,79	14,83	14,74	14,65	14,69	14,63		14,76	
35000	Ra	1,77	1,83	1,88	1,96	1,82	1,75	2,01	2,11	2,22	2,40		1,97	
	Rz	12,89	11,84	12,09	12,07	12,27	12,37	12,32	12,37	12,26	12,63		12,30	
40000	Ra	2,26	2,32	2,52	2,66	2,61	2,72	2,86	3,00	3,09	3,12		2,72	
	Rz	11,14	11,24	11,16	11,30	11,22	11,25	11,24	11,28	11,22	11,27		11,23	
40000	Ra	2,34	2,44	2,57	2,74	2,79	2,70	2,69	2,73	2,66	2,63		2,63	
	Rz	13,20	13,36	13,27	13,23	13,33	13,31	13,37	13,35	13,39	13,67		13,34	

PA66G F30 potův		č.měřen												
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.			
750	Ra	1,78	2,22	1,66	2,36	1,65	2,08	2,31	2,37	2,25	2,19		2,09	
	Rz	13,39	14,86	13,06	14,33	14,80	14,09	14,76	14,61	14,69	14,87		14,55	
750	Ra	1,63	1,85	1,93	1,70	1,96	2,13	2,13	1,92	2,19	2,30		1,98	
	Rz	12,88	12,01	13,24	13,07	13,04	13,27	13,29	13,07	13,45	13,06		13,01	
1000	Ra	1,44	1,42	1,45	1,63	1,34	1,74	1,85	1,89	1,94	1,85		1,63	
	Rz	10,14	9,99	10,73	10,39	10,49	10,77	10,30	10,36	10,45	10,53		10,42	
1000	Ra	1,51	1,50	1,36	1,39	1,62	1,66	1,46	1,38	1,28	1,24		1,44	
	Rz	10,96	10,75	9,84	10,72	10,37	10,65	10,80	10,79	10,99	10,70		10,66	
1250	Ra	1,63	1,49	1,70	1,45	1,54	1,62	1,88	1,69	1,72	1,65		1,59	
	Rz	11,14	10,48	11,86	11,93	11,92	11,90	12,07	12,19	11,81	12,14		11,74	
1250	Ra	2,06	1,87	1,69	1,94	1,61	1,95	2,10	1,64	2,19	1,63		1,83	
	Rz	13,02	11,92	10,35	12,02	10,82	11,51	11,98	11,59	11,96	11,96		11,71	
1500	Ra	1,83	1,72	1,78	1,67	1,73	1,72	1,77	1,95	2,01	1,74		1,78	
	Rz	11,79	11,38	11,51	11,77	11,68	11,64	11,90	11,79	11,80	11,85		11,71	
1500	Ra	2,08	1,88	1,70	2,19	2,17	2,23	2,20	2,26	2,27	2,40		2,14	
	Rz	13,22	11,73	11,94	11,96	11,64	12,16	12,18	12,14	12,32	12,39		12,17	
1750	Ra	1,52	1,61	1,60	1,67	1,63	1,61	1,73	1,88	1,84	2,05		1,71	
	Rz	10,44	11,27	11,78	10,45	10,40	11,69	10,53	11,54	11,39	11,20		11,06	
1750	Ra	1,59	1,59	1,64	1,84	1,56	1,87	1,84	1,83	2,06	2,09		1,79	
	Rz	10,09	9,99	10,75	10,82	10,57	10,95	10,68	10,61	10,72	10,71		10,59	
2000	Ra	1,48	1,49	1,58	1,56	1,74	1,86	1,68	1,65	2,01	2,13		1,72	
	Rz	11,00	11,08	10,04	10,88	10,77	10,02	10,88	10,37	10,21	10,85		10,59	
2000	Ra	1,58	1,69	1,63	1,83	1,83	1,78	2,00	1,82	2,10	1,91		1,82	
	Rz	10,44	11,71	11,19	10,55	11,26	10,70	10,98	11,41	11,11	11,36		11,07	
2250	Ra	1,62	1,65	1,00	1,84	0,99	1,00	2,00	1,91	1,65	2,07		1,57	
	Rz	12,88	12,06	8,08	9,16	11,69	8,02	11,45	9,20	9,31	9,84			



PA66

PA66 hloubka		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.			
2	Ra		3,25	4,12	4,19	4,43	4,56	4,38	4,35	4,65	4,40	4,73	4,31	4,31	
	Rz		28,36	29,57	29,12	29,68	29,41	29,70	29,63	29,62	29,87	30,11	29,51	29,51	
2	Ra		5,26	6,58	5,83	6,02	6,31	6,25	6,30	6,65	6,22	6,92	6,23	6,23	
	Rz		26,54	23,86	25,66	24,95	25,31	24,95	25,36	25,18	25,40	25,17	25,24	25,24	
4	Ra		6,37	3,60	6,61	5,15	6,51	6,30	6,44	6,37	6,74	6,33	6,04	6,04	
	Rz		34,77	21,43	26,79	22,56	23,99	24,29	24,05	24,62	24,68	24,88	25,21	25,21	
4	Ra		4,09	5,83	5,53	5,85	5,52	5,64	5,64	5,88	6,05	6,37	5,64	5,64	
	Rz		27,65	30,65	30,66	30,62	30,57	30,55	30,82	30,74	31,05	30,67	30,40	30,40	
6	Ra		5,03	4,52	4,82	5,14	4,95	4,94	5,21	5,24	5,40	5,25	5,05	5,05	
	Rz		27,19	25,18	27,11	27,13	27,21	27,37	27,40	27,50	27,75	27,56	27,14	27,14	
6	Ra		6,42	6,01	6,25	6,28	6,52	6,47	6,44	6,42	6,63	6,83	6,43	6,43	
	Rz		38,22	33,35	35,90	34,08	34,06	34,30	34,63	34,74	34,96	35,18	34,94	34,94	
8	Ra		4,91	5,90	4,95	5,70	5,41	5,56	5,69	5,71	5,82	5,81	5,55	5,55	
	Rz		28,66	30,68	28,62	29,85	29,96	30,26	29,91	30,20	30,23	30,26	29,86	29,86	
8	Ra		7,01	7,33	7,32	7,30	7,45	7,20	7,79	7,90	8,11	7,92	7,53	7,53	
	Rz		38,07	41,03	41,21	41,13	41,18	41,51	41,40	41,55	41,48	41,41	41,00	41,00	
10	Ra		5,51	4,62	4,54	4,95	4,96	4,89	4,92	5,21	5,24	5,18	5,00	5,00	
	Rz		30,24	25,26	30,23	26,37	27,89	27,13	27,22	27,14	27,36	27,13	27,60	27,60	
10	Ra		7,01	8,94	8,45	8,97	8,58	9,00	8,85	8,92	9,23	9,33	8,73	8,73	
	Rz		39,06	48,93	39,61	43,94	41,87	42,89	42,11	42,03	42,32	42,58	42,53	42,53	

Pásek potuv		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.			
750	Ra		2,29	2,77	2,88	3,17	2,96	3,41	3,12	3,66	3,15	3,62	3,10	3,10	
	Rz		15,96	19,00	16,95	17,05	17,27	17,60	17,43	17,56	17,58	17,93	17,39	17,39	
750	Ra		2,30	2,12	2,58	2,82	3,01	3,19	2,93	2,52	3,01	2,93	2,72	2,72	
	Rz		14,61	12,99	13,62	13,28	13,70	13,35	13,96	14,04	14,30	14,44	13,83	13,83	
1000	Ra		4,97	3,61	3,73	3,77	3,65	4,02	4,21	4,27	4,39	4,19	4,06	4,06	
	Rz		33,91	23,01	30,68	29,87	29,83	29,79	29,70	29,67	29,74	29,96	28,62	28,62	
1000	Ra		2,04	2,39	2,12	2,04	2,23	2,29	2,28	2,48	2,66	2,65	2,32	2,32	
	Rz		14,42	15,26	15,12	15,53	15,32	15,28	15,66	15,97	16,05	16,23	15,49	15,49	
1250	Ra		4,09	4,54	4,48	4,38	4,74	5,09	5,18	5,08	5,23	5,48	4,83	4,83	
	Rz		23,14	24,09	24,42	24,28	24,43	24,45	24,39	24,58	24,65	24,67	24,30	24,30	
1250	Ra		3,08	5,43	4,18	4,66	4,51	4,88	4,80	4,95	5,05	4,94	4,68	4,68	
	Rz		20,39	34,00	28,69	31,26	30,34	31,27	31,16	31,16	31,35	31,16	30,08	30,08	
1500	Ra		4,41	4,16	4,22	4,45	4,43	4,70	4,47	4,51	4,45	4,81	4,46	4,46	
	Rz		25,76	25,61	25,92	25,73	25,81	25,08	25,10	25,07	25,14	25,97	25,92	25,92	
1500	Ra		4,77	5,57	5,05	5,69	5,05	5,38	5,67	5,37	5,33	5,41	5,33	5,33	
	Rz		27,97	30,86	29,99	30,76	30,26	30,51	30,32	30,54	30,87	30,72	30,28	30,28	
1750	Ra		3,58	3,28	3,22	3,44	3,75	3,43	3,64	3,60	3,92	3,90	3,58	3,58	
	Rz		23,12	20,66	22,19	22,38	22,27	22,27	22,25	22,44	22,31	22,60	22,25	22,25	
1750	Ra		5,58	6,22	5,85	5,94	6,12	6,37	6,40	6,55	6,51	6,45	6,20	6,20	
	Rz		31,30	31,94	31,67	31,98	31,84	31,83	31,99	32,16	31,98	31,97	31,57	31,57	
2000	Ra		3,58	3,94	3,76	4,14	4,01	4,32	4,33	4,35	4,57	4,57	4,16	4,16	
	Rz		22,46	26,00	22,94	25,32	24,72	24,90	24,92	25,02	25,11	25,14	24,65	24,65	
2000	Ra		4,40	4,29	4,62	4,68	5,02	4,71	4,95	5,03	5,32	4,99	4,75	4,75	
	Rz		22,37	23,18	23,19	23,42	23,42	23,71	23,69	23,79	23,78	23,91	23,45	23,45	
2250	Ra		3,65	3,86	4,19	4,20	4,50	4,47	4,75	5,00	5,16	5,16	4,49	4,49	
	Rz		18,29	18,19	18,28	18,42	18,51	18,52	18,43	18,76	18,91	18,97	18,53	18,53	
2250	Ra		4,13	4,18	4,35	4,53	4,55	4,72	4,93	4,93	4,84	5,15	4,63	4,63	
	Rz		21,47	21,68	21,91	22,16	22,15	22,29	22,33	22,50	22,45	22,44	22,14	22,14	
2500	Ra		5,08	5,32	5,23	5,22	5,25	5,39	5,61	5,80	6,14	6,39	5,54	5,54	
	Rz		31,58	31,48	31,39	31,60	31,81	31,78	32,12	32,05	32,11	32,21	31,81	31,81	
2500	Ra		2,76	2,89	2,84	2,95	3,15	3,20	3,25	3,40	3,48	3,50	3,14	3,14	
	Rz		24,60	24,53	24,55	24,53	24,57	24,55	25,10	25,03	25,23	25,42	24,57	24,57	

PC posuvová rychlost		č.měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	\bar{x}		
1200	Ra		3,26	3,02	3,25	3,56	3,26	3,02	3,26	3,27	3,26	3,25	3,24	3,24	
	Rz		17,73	16,35	16,85	18,66	17,31	18,10	16,68	17,02	17,14	16,96	17,08	17,08	
1200	Ra		2,95	2,78	2,80	2,85	2,99	2,72	2,80	2,85	2,80	2,90	2,84	2,84	
	Rz		15,55	17,61	16,04	16,75	16,06	16,14	17,48	16,01	17,60	15,95	16,52	16,52	
1400	Ra		3,10	3,31	3,35	3,30	3,09	3,18	3,11	3,12	3,10	3,23	3,19	3,19	
	Rz		18,27	17,73	17,81	17,11	16,82	17,89	17,73	17,84	17,82	17,72	17,67	17,67	
1400	Ra		2,90	3,12	2,88	3,29	3,21	3,22	3,35	3,53	3,18	3,28	3,20	3,20	
	Rz		17,29	16,80	17,29	17,79	18,56	20,15	17,20	17,92	17,16	17,72	17,79	17,79	
1600	Ra		3,44	3,49	3,55	3,59	3,85	3,34	3,87	4,20	3,80	3,65	3,66	3,66	
	Rz		18,99	18,51	18,29	17,88	20,25	18,43	19,42	21,34	18,77	19,85	19,17	19,17	
1600	Ra		3,20	3,25	3,23	3,33	3,43	3,42	3,12	3,21	3,49	3,02	3,27	3,27	
	Rz		17,96	18,99	16,56	18,90	18,53	19,06	18,89	16,39	18,55	16,95	18,08	18,08	
1800	Ra		3,31	3,59	3,40	3,42	3,48	3,43	3,59	3,69	3,79	3,92	3,56	3,56	
	Rz		17,99	18,70	18,05	19,63	18,53	19,53	18,87	18,83	19,37	19,19	18,87	18,87	
1800	Ra		3,44	3,19	3,30	3,41	3,37	3,38	3,43	3,81	3,23	3,19	3,38	3,38	
	Rz		20,10	19,03	17,80	20,65	17,94	19,43	18,47	16,57	19,73	18,62	18,83	18,83	
2000	Ra		2,89	2,99	2,71	2,96	3,10	3,03	2,92	2,75	2,75	2,30	2,84	2,84	
	Rz		14,58	18,40	14,80	15,24	17,91	13,44	15,32	14,39	15,70	16,52	15,63	15,63	
2000	Ra		2,39	2,12	2,55	2,62	2,75	2,74	2,94	2,50	2,95	2,94	2,65	2,65	
	Rz		11,94	11,84	11,91	13,64	14,64	14,97	14,99	12,49	15,13	16,52	13,81	13,81	

