



## VÝSKUM VPLYVU MATERIÁLU REVERZIBILNÝCH NOŽOV STOPKOVÝCH NÁSTROJOV NA KVALITU OPRACOVANÉHO POVRCHU MDF

Mikuláš Siklienka – Eva Adamcová

### Abstract

*The main theme of this paper is to research the impact of material reversible knives milling tools for quality surface finish MDF with contra-rotating milling MDF. The paper has analyzed the roughness of the machined surface of the material in three different materials reversible knives milling tools. Research was carried out using CNC machining centers HOLZ-HER MULTI-MASTER type the 7113. Once selected the subsequent samples were measured for roughness to profilemeter LPM4. The surface quality was evaluated by a roughness parameter Ra. The achieved surface roughness from cutting MDF was compared with three classes of sintered carbide reversible knives TIGRA. Evaluation graphs, we concluded that the lowest surface roughness of the material was in T03SMG. Highest roughness was measured in material T04F and T10MG.*

**Key words:** *milling, surface roughness, medium density fibreboard (MDF), profilemeter LPM4*

### ÚVOD

Frézovacie stroje obrábajú drevo a drevné materiály otáčavým pohybom nástroja, ktorý je upnutý v mechanizme hlavného pracovného pohybu (hriadeľ, hlava, vreteno), tromi základnými technologickými spôsobmi, zabezpečujúcimi materiálu hladký povrch, požadovaný tvar a rozmer [1].

Kvalitou rezného procesu sa rozumie výsledok činnosti nástroja ako celku na celkovej kvalite produktu podmienenej tromi druhmi nepresnosti: tvarovej, rozmerovej a povrchovej (miere drsnosti).

Frézované plochy sú vo väčšine prípadov kvalitnejšie ako povrchy pílené, nie sú ideálne hladké, ale vždy do určitej miery drsné.

Drsnosť frézovaného povrchu je pôvodu technologického (prerezávanie ciev a ročných kruhov, vlhkosť a pravidelnosť vláknenia dreva), technického (vytrhávanie vlákien, nepravidelnosť šírky vlákien) a kinematického (cykloidálny tvar relatívneho pohybu reznej hrany noža v dreve)[2,4].

## METODIKA

### Charakteristika materiálu

Pri experimentálnych meraniach bola použitá LUHOPOL MDF doska typu Standard od dodávateľa DDL – Drevospracujúci družstvo o formáte 2750 x 1840 x 16 mm.

### Charakteristika nástroja

Na experiment bola použitá dvojnožová frézovacia hlava typu 301B1481004 (obr. 1) pozostávajúca z tela frézy z ocele a dvoch vymeniteľných rezných doštičiek od dodávateľa drevoobrábacích nástrojov BOTO Spol s r. o.



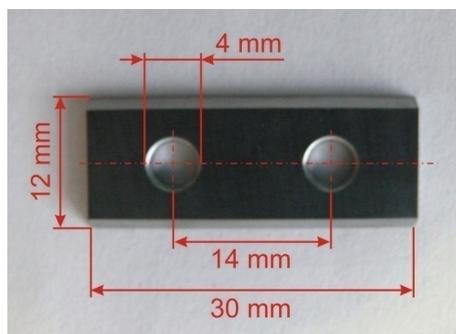
Obrázok 1 Frézovacia hlava

Tabuľka 1 Parametre frézovacej hlavy

Rozmery frézovacej hlavy	
celková dĺžka nástroja [mm]	80
priemer telesa frézy [mm]	50
priemer stopky [mm]	20
výška telesa frézy [mm]	30
počet nožov [ks]	2
max. otáčky [ot.min <sup>-1</sup> ]	12 000
rýchlosť posuvu [m.min <sup>-1</sup> ]	7,2
Geometria frézovacej hlavy	
$\alpha$ - uhol chrpta	35°
$\beta$ - uhol rezného klina	35°
$\gamma$ - uhol čela	20°

### Charakteristika reverzibilných nožov

Ako materiál na výrobu reverzibilných nožov boli použité triedy spekaných karbidov TIGRA (obr. 2). Testovaný materiál triedy T04F je univerzálny materiál, za štandardný materiál pri opracovaní tvrdého a mäkkého dreva sa považuje materiál T10MG a za štandardný materiál pri opracovaní HDF, MDF a DTD sa považuje T03SMG.



Obrázok 2 Reverzibilný nôž

### Experimentálna aparatúra

Praktické skúšky sa vykonávali vo firme STOKAT<sub>M</sub> na CNC obrábacom centre MULTI-MASTER typ 7113 od výrobcu HOLZHER (obr. 3). Meranie drsnosti sa robilo pomocou kompaktného profilometra LPM (obr. 4) umiestneného na KOD na TU vo Zvolene.



Obrázok 3 Strojné zariadenie – MULTI-MASTER typ 7113

Tabuľka 2 Nastavenie CNC obrábacieho centra

<b>Otáčky</b>	12 000 min <sup>-1</sup>
<b>Rýchlosť posuvu</b>	7,2 m.min <sup>-1</sup>
<b>Rezná rýchlosť</b>	31,4 m.s <sup>-1</sup>

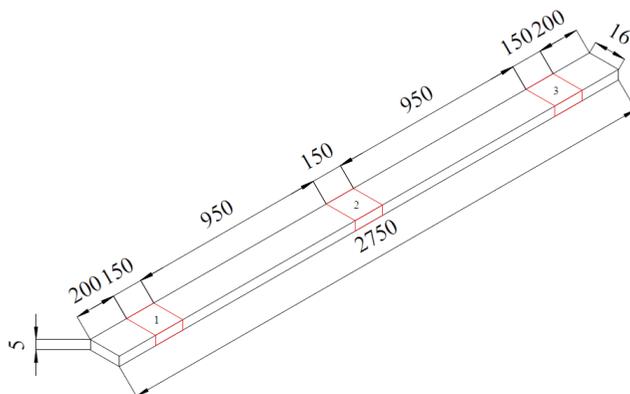
Na meranie drsnosti bolo použité zariadenie typu profilometer LPM4, na ktorom je možné merať nerovnosť povrchu. Uvedené meracie zariadenie pozostáva z triangulačného laseru, pracovného stola a vyhodnocovacieho zariadenia – PC (Obr. 4). Výsledkom sledovania je profil povrchu na stanovenej dĺžke opracovaného povrchu obrobku.



Obrázok 4 Profilometer LPM4

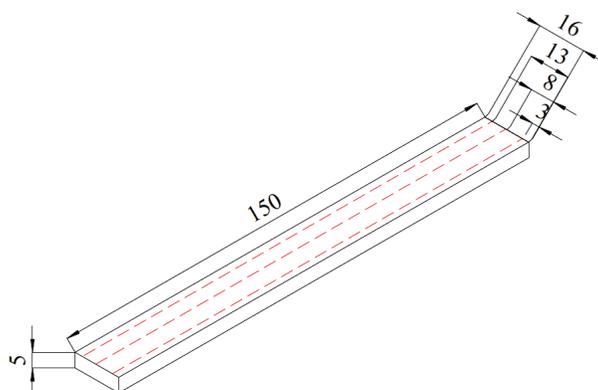
### Metodika vymanipulovania vzoriek

Ako vzorkový materiál boli použité MDF dosky o rozmeroch 2750 x 1840 x 16 mm. Na odfrézovanie boli použité 3 rôzne nástroje. Pri frézovaní bola vždy odobratá vzorka po 35 m až po odfrézovanie 1050 m, kde boli odobraté vzorky po každých 150 m pri jednotlivých nástrojoch. Vzorka bola získaná pomocou formátovacej píly, kde bola vždy odobratá 5 mm šírka.



Obrázok 5 Vymanipulovanie častí vzoriek

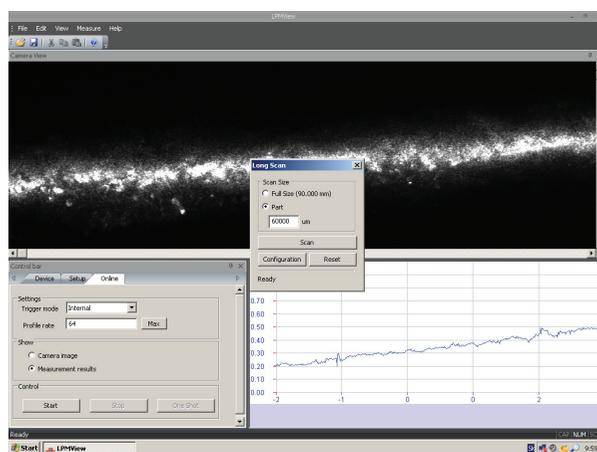
Vzorka na meranie drsnosti mala nasledujúce rozmery: dĺžka 2750 mm, šírka 5 mm a hrúbka 16 mm. Z jednej vzorky boli potom vymanipulované 3 vzorky s dĺžkou 150 mm (obr. 5). Pri prvých dvoch nástrojoch bolo k dispozícii po 153 vzoriek a pri treťom nástroji 135. Vzhľadom na počet nástrojov, drsnosť bola v súčte meraná na 441 vzorkách. Na vzorke bola drsnosť meraná v troch výškových hladinách (3 mm, 8 mm a 13 mm) (obr. 6), t.j. na jednej vzorke sa uskutočnili 3 merania. To celkovo predstavuje 1323 nameraných údajov, čo je dostačujúce odvolávajúc sa na nasledovné normy: STN EN ISO 4287 – 1999 a STN 49 0231.



Obrázok 6 Výškové hladiny vzorky

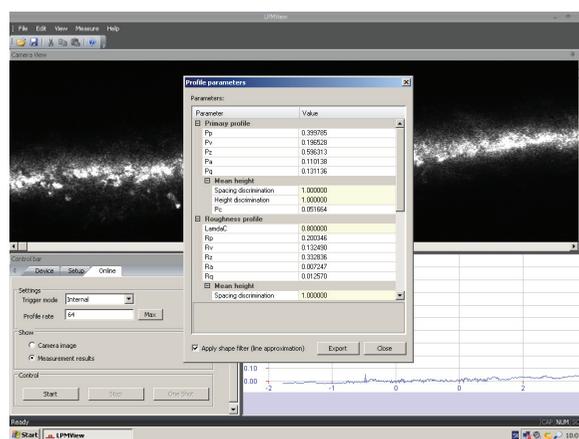
### Metodika vyhodnocovania drsnosti

Skúmaný materiál bol upnutý na pracovnom stole, pomocou vodováhy bola zabezpečená vodorovnosť meranej hrany. Drsnomer bolo potrebné pred samotným meraním nakalibrovat' pomocou výrobcom dodanej kalibračnej platničky so známou drsnosťou. Drsnosť sa merala v pozdĺžnom smere v troch pásoch po hrane vzorky.



Obrázok 7 Analýza nerovnosti povrchu v programe LPMView [4,5]

Ako vyhodnocovaná veličina sa merala hodnota  $R_a$ , čiže stredná aritmetická odchýlka profilu (stredná hodnota drsnosti), aritmeticky priemerná výška obojstranných nepravidelností drsnosti vzťahujúcich sa ku stredovej čiare na vyhodnocovanej čiare L (obr. 8) [4,5,6].

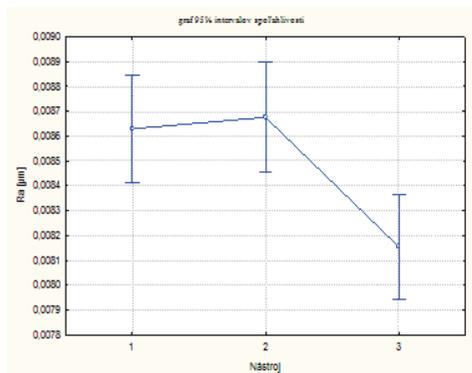


Obrázok 8 Analýza vyhodnocovania nerovnosti povrchu [4,5]

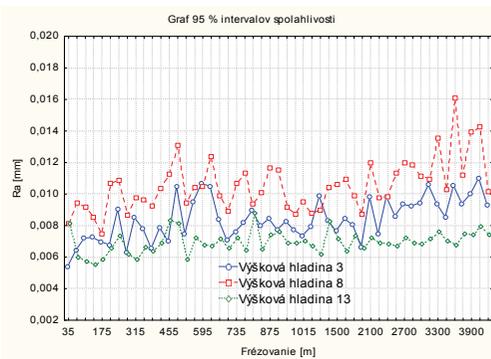
Všetky namerané hodnoty boli zhromažďované v programe Microsoft Excel, odkiaľ boli prenesené pre následné štatistické vyhodnotenie do programu STATISTICA 7. Vyhodnocovaná bola štatistická významnosť vplyvajúceho parametra spolu s grafickým znázornením vplyvu jednotlivého parametra na drsnosť obrobenej plochy.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky experimentov sú znázornené graficky na obr. 9 až obr. 15, čoho dôkazom sú grafy 95 % intervalov spoľahlivosti pre drsnosť v závislosti od zmeny nástroja.



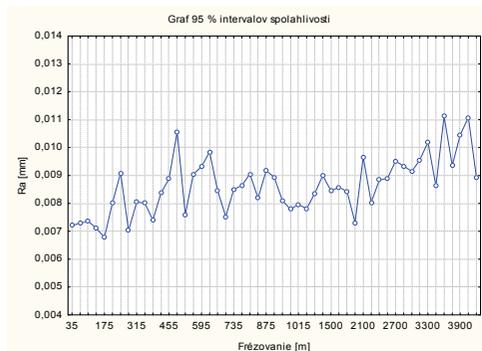
Obrázok 9 Vplyv nástroja na drsnosť



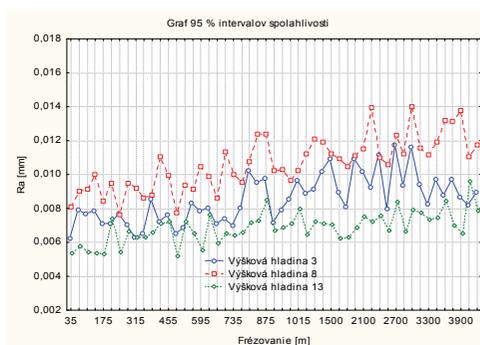
Obrázok 10 Vplyv ofrèzovaného materiálu v závislosti od výškovej hladiny merania drsnosti MDF pri T04F

Na obr. 9 je graf, ktorý znázorňuje najmenšiu drsnosť pri opracovaní MDF nástrojom číslo 3 (T03SMG). Nôž T03SMG je vyrábaný na frézovanie MDF, DTD a HDF. Veľkosť drsnosti pri nástroji číslo 1 (T04F) a nástroji číslo 2 (T10MG) je približne rovnaká. Rozptyl drsností pri jednotlivých nástrojov je približne rovnaký.

Na obr. 10 je graficky znázornený vplyv ofrèzovaného materiálu v závislosti od výškovej hladiny merania drsnosti MDF pri nástroji T04F. Z grafu je zjavné, že najnižšia hodnota  $R_a$  bola nameraná vo výškovej hladine 13 mm. Naopak najvyššia hodnota bola nameraná vo výškovej hladine 8 mm, pri ktorej mal rozptyl hodnôt drsnosti  $R_a$  najväčšie odchýlky.



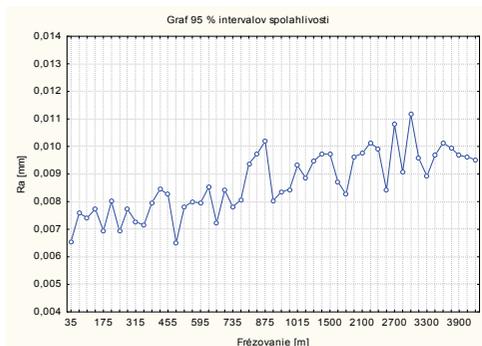
Obrázok 11 Priemerné hodnoty drsnosti  $R_a$  počas frézovacieho procesu pri T04F



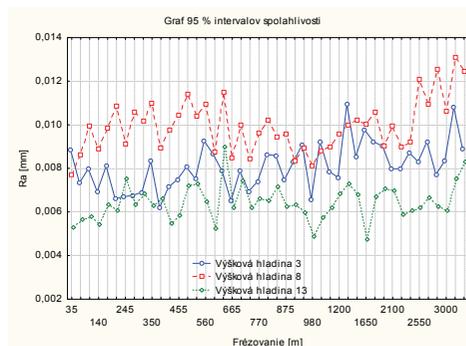
Obrázok 12 Vplyv ofrèzovaného materiálu v závislosti od výškovej hladiny merania drsnosti MDF pri T10MG

Na obr. 11 sú graficky znázornené priemerné hodnoty drsnosti  $R_a$  počas frézovacieho procesu pri T04F. Rozptyl drsnosti je približne od hodnoty 0,007 mm až po hodnotu približne 0,011 mm. Z grafu je zrejmé, že čím viac bolo nástrojom frézované, tým narastala priemerná drsnosť. Táto drsnosť bola spôsobená miernym vyštiepením noža.

Na obr. 12 je graficky znázornený vplyv ofrézovaného materiálu v závislosti od výškovej hladiny merania drsnosti MDF pri T10MG. Tento materiál je štandardom pri opracovávaní tvrdého a mäkkého dreva. Minimálna hodnota drsnosti  $R_a$  bola nameraná vo výškovej hladine 13 mm. Maximálne hodnoty drsnosti  $R_a$  boli namerané vo výškovej hladine 8 mm.



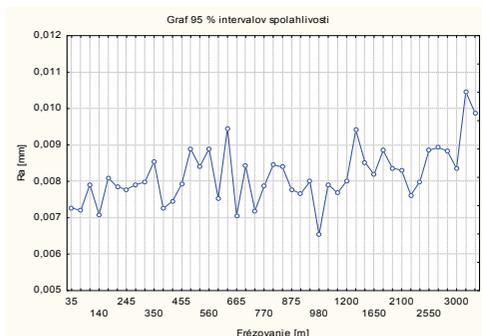
Obrázok 13 Priemerné hodnoty drsnosti  $R_a$  počas frézovacieho procesu pri T10MG



Obrázok 14 Vplyv ofrézovaného materiálu v závislosti od výškovej hladiny merania drsnosti MDF pri T03SMG

Na obr. 13 sú znázornené priemerné hodnoty drsnosti  $R_a$  počas celého procesu frézovania na T10MG. Z grafu je zrejmé, že so zväčšujúcimi sa odfrézovanými metrami, nám narastala priemerná drsnosť. Na tomto noži bolo zistené minimálne vyštiepenie materiálu noža, drsnosť nám mala narastať minimálne, ale vzhľadom k rôznorodosti materiálu sa nám rozptyl drsnosti pohyboval od hodnoty 0,0065 mm až po hodnotu približne 0,011 mm.

Na obr. 14 je graficky znázornený vplyv ofrézovaného materiálu v závislosti od výškovej hladiny merania drsnosti MDF pri nástroji T03SMG. Pri nástroji mala drsnosť  $R_a$  najnižšie hodnoty vo výškovej hladine 13 mm. Najvyššie namerané hodnoty boli vo výškovej hladine 8 mm.



Obrázok 15 Priemerné hodnoty drsnosti  $R_a$  počas frézovacieho procesu pri T03SMG



Obrázok 16 Chyba frézovania

Na obr. 15 sú znázornené priemerné hodnoty drsnosti  $R_a$  počas celého procesu frézovania pri nástroji T03SMG. Opracovaná plocha MDF nespĺňala kvalitatívne požiadavky už po odfrézovaní 3300 m na jednej hrane reverzibilného noža. Na obr. 16 môžeme vidieť vyčnievajúce drážky na materiály, spôsobené nadmerným vyštípením reznej hrany nástroja. Z tohto dôvodu sa s nástrojom ďalej nepracovalo.

## ZÁVER

Cieľom tohto príspevku bolo porovnanie materiálov reverzibilných nožov na kvalitu obrobeneho povrchu pri protibežnom frézovaní MDF dosky. Kvalita povrchu bola vyhodnocovaná prostredníctvom jedného parametra drsnosti, a to konkrétne  $R_a$ . Dosiahnutá drsnosť povrchu opracovanej MDF bola porovnávaná pri troch triedach spekaných karbidov TIGRA reverzibilných nožov.

Vyhodnocovaním grafov sme dospeli k záveru, že najnižšia drsnosť povrchu materiálu bola pri T03SMG. Ale opracovaná plocha MDF nespĺňala kvalitatívne požiadavky, pretože na materiály ostávali vyčnievajúce drážky, spôsobené nadmerným vyštípením nástroja. Z tohto dôvodu sa po odfrézovaní 3300 m s nástrojom ďalej nepracovalo. Chemické zloženie reverzibilných nožov (veľkosť zrna) a drsnosti rezných klinov vo veľkej miere ovplyvňujú kvalitu opracovaného povrchu. Ale napriek tejto skutočnosti mal T03SMG najlepšiu kvalitu opracovaného povrchu a rozptyl drsností sa pohyboval od 0,007 mm až po 0,010 mm.

Najvyššia drsnosť materiálu bola nameraná pri T04F a T10MG. Na T10MG bolo zistené minimálne vyštípenie materiálu reverzibilných nožov, drsnosť nám mala narastať minimálne, ale vzhľadom k rôznorodosti materiálu sa nám rozptyl drsnosti pohyboval od hodnoty 0,0065 mm až po hodnotu približne 0,011 mm. Pri T04F bol rozptyl drsnosti od hodnoty 0,007 mm až po 0,011 mm. Táto drsnosť bola spôsobená miernym vyštípením noža.

## LITERATÚRA

- [1]. BARCÍK, Š. – PIVOLUSKOVÁ, E. – KMINIAK, R. – WIELOCH, G. 2008: Vplyv rezných podmienok na kvalitu pri rovinnom frézovaní topoľového dreva, In: Acta facultatis xylogiae, TU Zvolen, roč. 50, č.2 (2008), s. 5-12. ISSN 1336-3824.
- [2]. BARCÍK, Š. – PIVOLUSKOVÁ, E. – KMINIAK, R. – WIELOCH, G. 2009: The influence of cutting speed and feed on surface quality at plane milling of poplar wood. In: Wood research, Bratislava, Vol. 54, No. 2 (2009), s. 109-115. ISSN 1336-4561.
- [3]. BARCÍK, Š. – KMINIAK, R. – ŘEHÁK, T. – KVIETKOVÁ, M. 2010: The influence of selected factors on energy requirements for plain milling of beech wood. In: Journal of Forest Science, Vol. 56, No.5 (2010), s. 243-250. ISSN 1212-4834.
- [4]. JAVOREK, L. – PAULÍNÝ, D. – HRIC, J. 2010: The influence of the tool design to cutting force. In: Annals of Warsaw university of life sciences. Forestry and Wood Technology – Warszawa: Warsaw University of Life Sciences Press (2010), s. 323-327. ISSN 1898-5912.
- [5]. SIKLIENKA, M. – ŠUSTEK, J. 2007: Problems of quantification of roughness at woodworking of natural woods - VEGA 1/4387/07. In: Obrábka drewna – Wood -

Machine - Tool - Workpiece : drewno - obrabiarka - narzędzie - środowisko pracy. - Poznan : [s.n.], (2007), s. 65-66. ISBN 83-907754-5-X.

- [6]. ŠUSTEK, J. 2010: Laserový profilometer LPM s horizontálnym posunom pri sledovaní nerovnosti povrchu - VEGA 1/0196/08. In: Chip and chipless woodworking processes 2010 : VII. MVK : 9.-11. september 2010, Terchová: zborník prednášok. - Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, (2010), s. 187-192 ISBN 978-80-228-2143-8.
- [7]. SANDAK, J. – NEGRI, M. 2005. Wood surface roughness – what is it? In: Proceedings of the 17th International wood machining Seminar, Rosenheim. 29 – 30 September 2005, Volume 1, s. 242 – 250. [cit. 13-1-2006]
- [8]. SIKLIENKA, M 2011: Súhrn prednášok z drevorezných nástrojov
- [9]. ŠUSTEK, J. 2010. Manuál ku kompaktnému profilometru LPM
- [10]. STN EN ISO 4287 - 1999. Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Charakter povrchu. Profilová metóda – Termíny, definície a parametre charakteru povrchu.

