



KVANTIFIKÁCIA NEROVNOSTI POVRCHU S VYUŽITÍM LASEROVÉHO PROFILOMETRA PRI PÍLENÍ NA HORIZONTÁLNEJ PÁSOVEJ PÍLE

Mikuláš Siklienka – Ján Šustek – Igor Hajník

Abstract

During wood processing the technological operation have leaved the unevenness on the top. Norma ISO 4278 is taking measure the pieces of the unevenness complex: shape, roughness and waviness. The measure of the top unevenness with horizontal band saw MEBOR has been realized by the help a laser profilometer LPM, which was developed to the KOD TU Zvolen in co-operation by the company KVANT s.r.o.. During the experiment was spotted parameter the unevenness of the primary top depending on indicated chip length, type of band saw and cutting height.

Key words: roughness, unevenness, waviness, laser profilometer, horizontal band saw

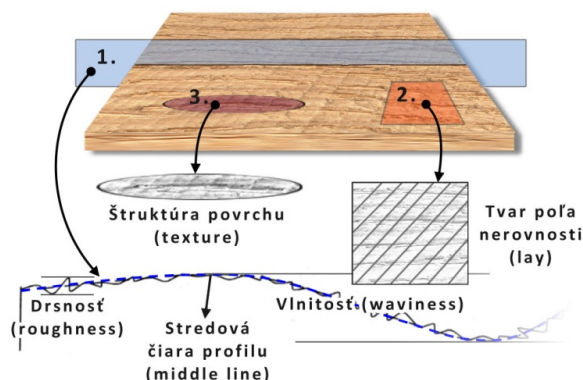
ÚVOD

Povrch je fyzická hranica ktorá ohraničuje teleso od iného telesa alebo okolia. Nominálny povrch je plánovaný (očakávaný) povrch. Tvar a rozmer nominálneho povrchu sú zvyčajne definované a dimenzované na konštrukčnom výkrese telesa. Nominálny povrch neobsahuje stanovenú drsnosť. Reálny povrch je aktuálna hranica objektu a okolia resp. hranica od iného telesa [1]. Rozdiel medzi nominálnym a reálnym povrchom vychádza rezného procesu, ktorý vytvoril povrch. Rozdiel taktiež závisí na vlastnostiach, kompozícii a štruktúre, materiálu z ktorého je objekt vyrobený. Meraný povrch reprezentuje reálny povrch získaný určitým meracím nástrojom a postupom. Toto rozlíšenie je nutné pretože žiadny súčasný merací prístroj neposkytne exaktný reálny obraz povrchu.

Norma ISO 4287 je v súčasnosti hlavnou platnou medzinárodnou normou, ktorá uvádza pojmy, definície a parametre povrchu. Tieto parametre odpovedajú rôznym častiam signálu, ktorý sa generuje pomocou meracích prístrojov [2]. Parametre sa označujú:

- P označuje primárny profil
- R označuje profil drsnosti
- W označuje profil vlnitosti

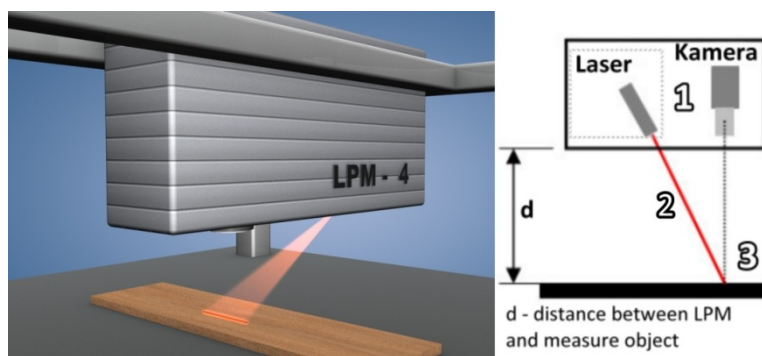
Zariadenie LPM 4 a LPM 120 pre meranie profilových charakteristík podľa ISO 4287 bolo zostavené na Katedre obrábania dreva TU Zvolen a v spolupráci vývojovou spoločnosťou Kvant s.r.o. Zostava pracoviska laserového profilometra je znázornená na obr. 2. Zostava pozostáva z laserového profilometra LPM 4 umiestneného na výškovo nastavovateľnej konzole a z vyhodnocovacej-zaznamovej jednotky s nainštalovaným softwarom LPM View (v našom prípade prenosný počítač Lenovo N1000 + Software LPM View V2.0).



Obr.1 Hodnotenie povrchu: 1. Redukovaná rovina – hodnotenie primárneho profilu, profilu drsnosti a profilu nerovnosti, 2. Charakter povrchu – tvar a smer poľa nerovnosti, štruktúra a chyby povrchu.

1. CHARAKTERISTIKA LASEROVÉHO PROFILOMETRA

Kompaktný laserový profilometer LPM slúži na optické bezkontaktné meranie 2D profilu objektov pozdĺž definovaného rezu (redukovanej roviny). Pre tento účel využíva tzv. triangulačný princíp. Na meraný povrch je najprv premietaná laserová čiara, ktorá je následne snímaná digitálnou kamerou (Obr.2)[3]. Z každého zosnímaného obrazu je možné vyhodnotiť aktuálny 2D profil povrchu telesa. Nanesená laserová čiara vytvára virtuálny rez povrchom v mieste vopred vybranom pre hodnotenie povrchu. Tento princíp presne korešponduje s metodikou stanovenia profilových charakteristík podľa ISO 4287. Bezkontaktným meraním získavame primárny profil meraného povrchu, ktorý následne podrobíme rozboru vo vyhodnocovacom softwari LPM View. Jednotka laserového profilometra v súčasnosti pracuje s klasickým PC v ktorom je nainštalovaný vyhodnocovací software. Jednotka komunikuje prostredníctvom rozhrania IEEE1394 (FireWire) a na jeden počítač môže byť pripojených i viac jednotiek LPM. Jednotky LPM sa od seba odlišujú podľa hodnoty rozsahu nastavenej citlivosti (presnosti), pre ktorý sú určené (tab.1).



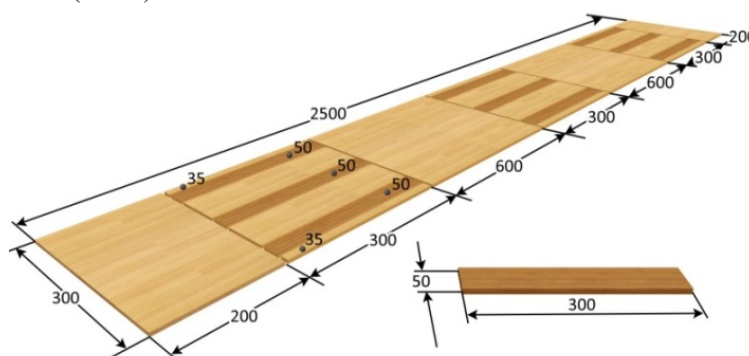
Obr. 2. : Zostava laserového profilometra a princíp jeho činnosti: 1. Jednotka laserového profilometra LPM 4 2. Laserový lúč nanášaný na povrch meraného objektu, 3. Meraná vzorka s nanosenou laserovou čiarou na povrchu

Tab. 1: Parametre jednotiek LPM :

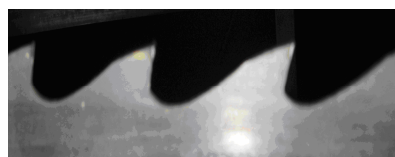
LPM	Vlnová dĺžka lasera	Výkon lasera	Pracovný rozsah	Sledovaná dĺžka	Trieda lesera
120	650 nm	10mW	200 μ m – 30 mm	120mm	2M
4	660 nm	40mW	10 μ m-1000 μ m	4mm	2M

2. MATERIÁL A METODIKA

Pri experimentálnych skúškach boli použité výrezy z dreveniny - Buk lesný (*Fagus Sylvatica* L.), čerstvo zoťaté s nameranou vlhkosťou v rozmedzí 53 –56 %. Z výrezov boli narezané prizmy výšok 200, 300 a 400 mm. Prizmy boli rezané na horizontálnej kmeňovej pásovej pile typu HTŽ-1100 od firmy Mebor, ktorá sa nachádza vo vývojových dielňach a laboratóriách na TU vo Zvolene. Použité boli pílové pásy vyrobené zo švédskej ocele UHB 15 (Uddeholm, 1998) tvrdosti 38-44 HRc firmou Pilana. Pre meranie boli použité identické pílové pásy s rozdielnou úpravou reznej hrany – roztláčaním a stelitovaním s vlčím ozubením (obr. 4).



Obr. 3. : Výber a rozmery skúšobných vzoriek



a)



b)

Obr. 4 Použité pílové pásy: a) roztláčané, b) stelitované

Tabuľka: 2 Uhlová geometria a ostatné parametre pílového pásu

uhlová geometria		
uhol chrbta	α	15°
uhol rezného klina	β	50°
uhol čela	γ	25°
uhol rezu	δ	65°

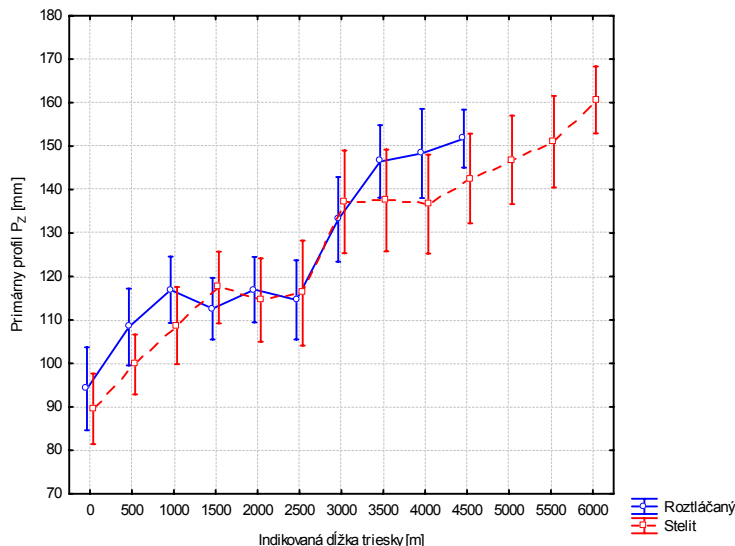
ostatné parametre		
šírka pílového pásu	\check{s}	100 mm
hrúbka pílového pásu	h	1,1 mm
výška zuba	h_z	10 mm
rozostup zuba	t_z	45 mm
rozvod na stranu	a (s')	0,6 mm

Postup pri príprave vzoriek: Po založení naostreného roztláčaného pilového pásu, upnutí prizmy (rezná výška 200 mm) sa uskutočnilo samotné rezanie. Boli vykonané dva rezy, pričom hrúbka zrezávanej vrstvy bola 3 mm. Po odpílení dvoch vzoriek (vzorka pre 1. meranie) bola prizma výšky 200 mm vymenená za prizmu výšky 300 mm. Aj na tejto prizme boli vykonané dva rezy (vzorka pre 2. meranie). Ten istý postup sme použili aj u prizmy výšky 400 mm (vzorka pre 3. meranie). Po týchto troch meraniach bola upnutá prizma výšky 300 mm, na ktorej sa rezali vzorky hrúbky 7 mm, až kým nebola dosiahnutá hodnota indikovanej dĺžky triesky (IDT) 500 m. Po dosiahnutí 500 m IDT, boli opäť upnuté jednotlivé prizmy rezných výšok 200, 300 a 400 mm a celý postup sa zopakoval. Pílenie bolo uskutočnené až do hodnoty 4500 m IDT.

Po založení pilového pásu so stelitovými návarkami bola zopakovaná celá uvedená metodika merania s tým rozdielom, že sa pokračovalo v pílení až do hodnoty 6000 m IDT. Pripravené skúšobné vzorky boli rozmanipulované podľa schémy na obr. č. 3 za účelom získania experimentálnych telies vhodných pre hodnotenie kvality opracovaného povrchu. Hodnotenie obrobeného povrchu bolo uskutočnené pomocou LPM 4 zariadenia pracujúceho profilovou metódou podľa ISO 4287. Výsledky boli exportované do programu MS Excel a následne do vyhodnocovacieho softwaru Statistica 7. V programe Statistica 7 bol k vyhodnoteniu použitý modul ANOVA pre viac faktorovú analýzu rozptylu.

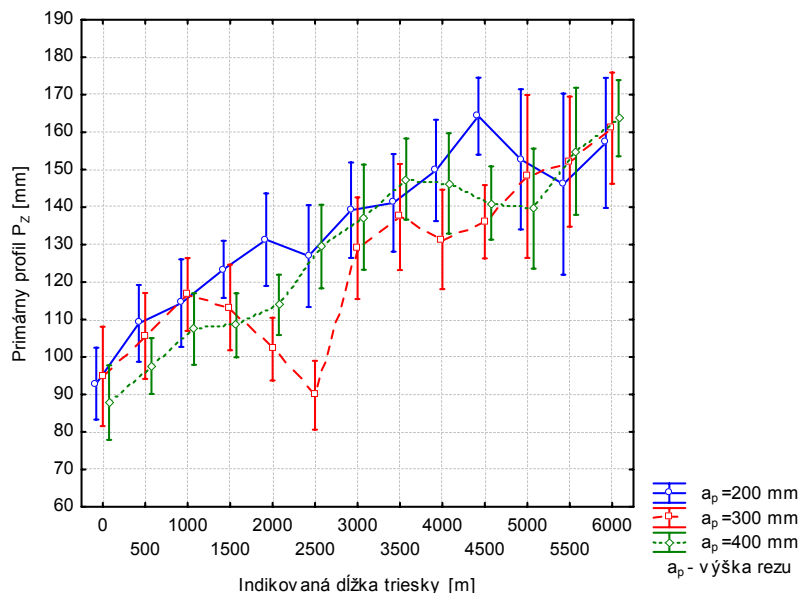
3. VÝSLEDKY MERANIA

Výsledky meraní experimentu pomocou LPM 4 a vyhodnotenia v Statistica 7 predstavujú grafy na obr. č. 5 a 6. Graf na obr. č.5 zobrazuje závislosť hodnoty primárneho profilu pri vrastajúcej hodnote IDT pričom zobrazenie je rozdelené podľa úpravy pilového pásu. Môžeme konštatovať, že hodnota nerovnosti povrchu hodnotená pomocou primárneho profilu so zvyšujúcou sa hodnotou IDT narastá. Počiatočná aj konečná priemerná hodnota pilového pásu upraveného roztláčaním je vyššia ako pri pilovom páse so stelitovými návarkami.



Obr. 5: Graf 95% intervalov spoľahlivosti hodnôt primárneho profilu v závislosti na hodnote indikovanej dĺžky triesky IDT rozdelený podľa úpravy pilového pásu

Graf na obr. č.6 predstavuje závislosť hodnôt primárneho profilu na IDT rozdelenej podľa faktora výšky rezu (výška prizmy). Môžeme taktiež konštatovať že hodnoty primárneho profilu so vzrastom hodnoty IDT narastali pri výške rezu 200 a 400 mm. Výnimku tvorili hodnoty meraní pri výške rezu 300 mm a IDT 2500 m ktoré mohli byť ovplyvnené jej rozdielnymi fyzikálno-mechanickými vlastnosťami.



Obr. 6: Graf 95% intervalov spoľahlivosti hodnôt primárneho profilu v závislosti na hodnote indikovanej dĺžky triesky IDT rozdelený podľa výšky rezu

4. ZÁVER

Cieľom článku bolo hodnotenie kvality obrobeného povrchu pri pílení na horizontálnej pásovej pile MEBOR HŤZ 1100 pomocou laserového profilometra LPM. Zostava LPM bola použitá pri hľadaní závislosti nerovnosti povrchu a meniacim sa parametrom indikovanej dĺžky triesky a rozdielnou úpravou pilového pásu. Výsledkom experimentu je konštatovanie, že so stúpajúcou hodnotou indikovanej dĺžky triesky rastie nerovnosť obrobeného povrchu. Vyššie hodnoty nerovnosti boli namerané pri úprave pilového pásu roztlačaním nižšie pri stelitových návarkoch. Klasické dotykové prístroje kvality povrchu zvyčajne sledujú len profil drsnosti. Pri sledovaní vplyvu technicko – technologických parametrov procesu na povrchovú nerovnosť dreva a drevných materiálov je, ale dôležitejším parametrom profil vlnitosti ako profil drsnosti. Profil drsnosti je daný skôr makroskopickou štruktúrou povrchu materiálu obrobeného povrchu. Svetelno-optické prístroje akým je i LPM prinášajú možnosť nasadenia i vo výrobných prevádzkach kde môžu slúžiť na kontrolu kvality resp. pri identifikácii chýb spôsobených technologickým procesom. Výhodou zariadenia je i možnosť umiestniť meraciu jednotku do väčšej vzdialenosti od vyhodnocovaco-záznamovej jednotky. Výhodou je možnosť pripojiť viacero meracích jednotiek a sledovať tak napríklad tvar obrobku (geometriu) a súčasne sledovať profilové charakteristiky povrchu. Oproti klasickým dotykovým prístrojom

poskytuje tento prístroj väčší informačný rozsah merania a umožňuje tak komplexnejšie hodnotenie obrobeného povrchu. Nevýhodou optických metód hodnotenia povrchu je i bude rozptyl dopadajúceho svetla na meraný povrch. Preto sa tieto prístroje nehodia na všetky druhy materiálov a povrchov. Sledovanie vplyvov technicko-technologických parametrov na povrchovú nerovnosť prináša možnosť ďalšej optimalizácie v procese spracovania dreva. Norma ISO 4287 hodnotí viacero parametrov, ktoré môžu mať pre danú optimalizáciu rôzny význam. Sledovanie povrchu komplexným meracím prístrojom preto umožní definovať najvhodnejší parameter vzhľadom na cieľ optimalizácie.

LITERATÚRA

1. SIKLIENKA, M.: Vplyv spôsobu rozvádzania zubov pilových pásov na ich presnosť. In: Zborník referátov Kvalita a spoľahlivosť strojov. 4. Medzinárodné vedecké sympóziium. Máj 26.-27. 1999, Nitra. Vyd. SPU Nitra. S. 158-161.
2. ROUSEK, M., NOVÁK V. : Computer methods of determinig the quality of the machined surface of beech wood. In.: In: Woodworking technique 2007/2. ISBN 953-6307-94
3. SIKLIENKA, M., ŠUSTEK, J.: Problems of quantification of roughness at woodworking of natural woods. In: Obrobka drewna 2001 n.1. ISBN 83-907754-5-X
4. StatSoft, Inc. 2004: STATISTICA data analysis software system, version 7. www.statsoft.com.
5. STN EN ISO 4287- 1997 : Charakter povrchu – profilová metóda
6. STN ISO 468 : Parametre drsnosti, ich hodnoty a všeobecné pravidlá stanovenia špecifikácií
7. STN ISO 1879 : Prístroje na meranie drsnosti povrchu profilovou metódou
8. UDDEHOLM. 1998. Manuál firmy.
9. MEBOR. 2006. Manuál firmy.
10. LPM View. Manuál zariadenia LPM.

Článok vznikol v rámci grantovej úlohy s názvom „Výskum fyzikálnych a mechanických javov v špecifických podmienkach prvotného a druhotného spracovania dreva a drevných materiálov. S číslom 1/4387/07, VEGA SR.