

## VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA DRSNOSŤ POVRCHU DREVA UPRAVENÉHO VODOU RIEDITEĽNÝMI NÁTEROVÝMI LÁTKAMI

### AN INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON THE WOOD SURFACED ROUGHNESS TREATED WITH WATER BASED COATINGS

Gabriela Slabejová – Martin Móza

#### ABSTRACT

When evaluating the quality of surface treatment it is vital to get familiar with the wood geometry, namely its roughness. This article discusses the influence of selected factors on surface roughness of beech wood treated with water based coatings. Selected factors are: mechanically worked surface of the wood, wood fiber direction, type of water based coating and thickness of the paint coating film. In the experiment was evaluated arithmetic deviation of the profile – the Ra parameter for surfaces milled, grinded and pressed. These surfaces were modified with water based coatings.

The measurements have been carried out using a contact profilometer POCKET SURF with the sensor radius  $r = 0,005$  mm. The measured values have been analyzed by the software programme STATISTICA.

**Key words:** beech wood, mechanical working of the surface wood, surface finishing, surface roughness, water based coatings.

#### ÚVOD

Povrchová úprava je technologický proces, pri ktorom sa výrobok esteticky a kvalitatívne zhodnocuje. Na drevárske výrobky sa používa niekoľko druhov povrchových úprav: úprava morením a bielením, úprava náterovými látkami alebo úprava impregnovanými papiermi a fóliami.

Pre dosiahnutie kvalitnej povrchovej úpravy je potrebné vybrať čo najvhodnejšie náterové látky a zároveň pripraviť povrch výrobku tak, aby mal čo najnižšiu drsnosť. Drsnosť povrchu dreva, vlnitosť a odchýlka od celkového geometrického tvaru sú odchýlky geometrie povrchu. Geometriou povrchu označujeme nerovnosti, ktoré sú výsledkom makroskopických, mikroskopických a submikroskopických nerovností.

Drsnosť povrchu dreva je daná morfológiou povrchu dreva a spôsobom opracovania povrchu. Táto charakteristika má veľmi významný vplyv na voľbu, aplikáciu a životnosť povrchovej úpravy (DORNYAK 2003).

Problematikou povrchových vlastností bukového dreva pri rôznom spôsobe mechanického opracovania sa zaoberali autori KÚDELA *et al.* (2004), LIPTÁKOVÁ, KÚDELA (2000). Drsnosť povrchu bukového dreva a osikového dreva pri rôznych spôsoboch mechanického a termomechanického obrábania (rotačným hladením) analyzovali autori GÁBORÍK, ŽITNÝ (2007). Najčastejšie autori FUJIWARA *et al.* (2004), GURAU *et al.* (2005), HENDARTO *et al.* (2006), vo svojich prácach analyzujú z pohľadu drsnosti povrchy brúsené. Hodnotením povrchovo upraveného povrchu bukového a borovicového dreva z pohľadu drsnosti sa zaoberal autor

COELHO (2008). V práci prezentoval objektívne aj subjektívne hodnotenie povrchu dreva upraveného rozpúšťadlovou náterovou látkou a vodou riediteľnou náterovou látkou. Prác zaoberajúcich sa vplyvom termo-mechanického opracovania povrchu dreva na výslednú drsnosť povrchov upravených náterovými látkami je pomerne málo.

Cieľom nášho výskumu bolo sledovanie vplyvu rôznych náterových látok na vodnej báze na výslednú drsnosť povrchov opracovaných rôznymi spôsobmi mechanického a termo-mechanického opracovania. Vyhodnocovali sme vplyv rôzneho opracovania povrchu dreva a vplyv troch rôznych náterových filmov o troch rôznych hrúbkach na výslednú drsnosť povrchu.

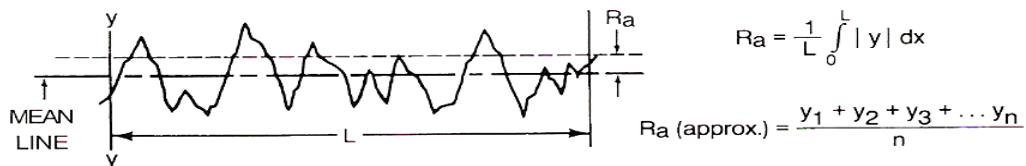
## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

V experimente boli použité skúšobné vzorky z buka lesného (*Fagus sylvatica* L.) s nasledovnými parametrami: rozmery – 100 mm × 150 mm × 20 mm, vlhkosť 8 % ± 2 % a priemerná hustota pri nulovej vlhkosti  $\rho_0 = 676 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Drsnosť bola hodnotená na tangenciálnych plochách v pozdĺžnom a v priečnom smere vzhľadom na drevné vlákna.

Drsnosť sa môže vyjadriť viacerými charakteristikami (napr.  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_p$ ,  $R_m$ ,  $R_y$ ). Podľa najnovšej normy STN EN ISO 4287 pre hodnotenie drsnosti sa považuje za jedno z hlavných hodnotiacich kritérií charakteristika  $R_a$ , ktorú je vhodné dopĺňať ďalšími už spomenutými parametrami.

V experimente bola meraná stredná aritmetická odchýlka posudzovaného profilu  $R_a$  [ $\mu\text{m}$ ] (podľa STN EN ISO 4287 je  $R_a$  stredná aritmetická odchýlka profilu – aritmetický priemerná výška obojstranných nepravidelností drsnosti vzťahujúcich sa k stredovej čiare vo vyhodnocovacej dĺžke (obr. 1)).



**Obr. 1** Stredná aritmetická odchýlka profilu  $R_a$ . ( $L$  - základná dĺžka v smere osi  $x$  (poloha osi  $x$  je totožná s polohou strednej čiar profilu v rozsahu základnej dĺžky),  $|y|$  - výška profilu v ľubovoľnej polohe  $x$ ).

**Fig. 1** Mean arithmetic deviation of a profile  $R_a$  (the surface roughness) in  $\mu\text{m}$ . ( $L$  - elementary length in the direction of the  $x$ -axis (position  $x$ -axis is identical to the position of the median line profile within the base length),  $|y|$  - height profile at any position  $x$ ).

Povrch skúšobných vzoriek bol opracovaný nasledovnými druhmi mechanického a termo-mechanického opracovania:

- Frézovaním (na zrovnávacej a hrúbkovacej fréžke).
- Brúsením (na pásovej brúske s brúsnym papierom so zrnitosťou číslo 60 a následne s brúsnym papierom so zrnitosťou číslo 120).
- Brúsením (na pásovej brúske s brúsnym papierom so zrnitosťou číslo 60 a následne s brúsnym papierom so zrnitosťou číslo 120 a číslo 180).
- Lisovaním (povrch vzoriek bol upravovaný v lise s jednou vyhrievanou platňou, stlačenie sa meralo meračom veľkosti stlačenia). Bukové vzorky sa lisovali v nasledovných štyroch režimoch (Tab. 1).

**Tab. 1 Lisovacie režimy****Tab. 1 Pressing regimes**

Lisovací režim	Teplota lisovania	Čas lisovania	Stlačenie [mm]
L1	140 °C	2 min.	0,70 ± 0,05
L2	140 °C	2 min.	0,50 ± 0,05
L3	100 °C	2 min.	0,70 ± 0,05
L4	100 °C	2 min.	0,50 ± 0,05

**Tab. 2 Použité náterové látky****Tab. 2 Paint coatings used for surface finishing**

Ozn.	Náterová látka	Hrúbka	Hrúbka náteru pri nanášaní	
			1. vrstva	2. vrstva
S1	Aqua Primer thix (sušina 33,3 %) + Aquakristall plus CFB (sušina 31,4 %)	H1	100 µm základný lak	100 µm vrchný lak
		H2	150 µm základný lak	150 µm vrchný lak
		H3	200 µm základný lak	200 µm vrchný lak
S2	2x Aquasorf CFB jednokomponentný (sušina 29,7 %)	H1	100 µm laku	100 µm laku
		H2	150 µm laku	150 µm laku
		H3	200 µm laku	200 µm laku
S3	2x Aquastep Professional jednokomponentný (sušina 29,2 %)	H1	100 µm laku	100 µm laku
		H2	150 µm laku	150 µm laku
		H3	200 µm laku	200 µm laku

Skúšobné vzorky boli jednostranne povrchovo upravené nasledovnými vodou riediteľnými náterovými látkami:

- **Aqua Primer thix** – je vodou riediteľný tixotropný jednozložkový základný lak na drevo na báze samozosieťovacích polyakrylátových disperzií,
- **Aquakristall plus CFB** – je vodou riediteľný priehľadný lak na báze polymerizujúcich polyuratánovo-akrylátových disperzií,
- **Aquasoft CFB** – je priehľadný vodou riediteľný lak na drevo na báze polyuretánových akrylátových kopolymérnych disperzií,
- **Aquastep Professional** – je vodou riediteľný lak na polyuretánovo-akrylátkopolymérovej disperznej báze.

Náterové látky boli nanášané pneumatickým striekaním na tangenciálne plochy skúšobných telies v troch rôznych hrúbkach náterového filmu.

Prvú skupinu tvorili vzorky, ktoré boli povrchovo upravené systémom S1. Tento systém je tvorený z prvého náteru (základný lak) a z druhého náteru (vrchný lak).

Druhú skupinu tvorili vzorky, ktoré boli povrchovo upravené jednou náterovou látkou, ktorá bola použitá na základný aj vrchný náter. Skupina je označená ako S2.

Tretiu skupinu tvorili vzorky, ktoré boli tiež povrchovo upravené len jednou náterovou látkou, ktorá bola použitá na základný aj vrchný náter. Skupina je označená ako S3.

Presné obchodné názvy náterových látok, ako ich uvádza výrobca (firma Adler) a hrúbky náterov hneď po nanosení, sú uvedené v tab. 2.

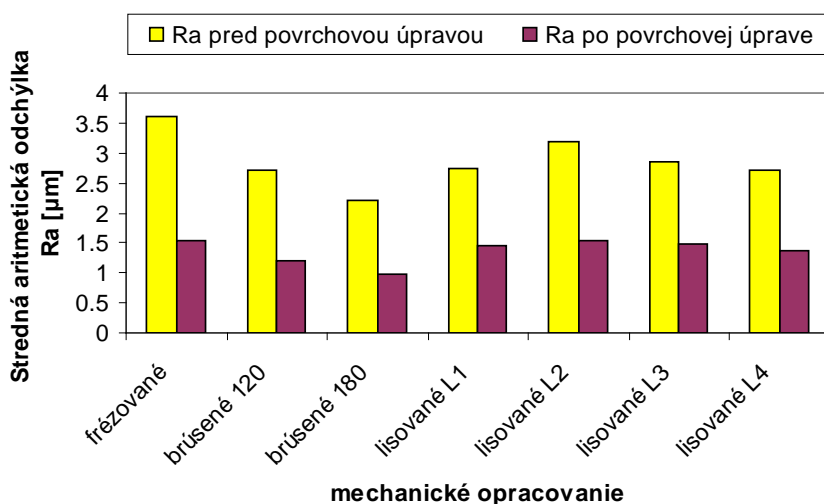
Drsnosť povrchu pred povrchovou úpravou (24 hod. po mechanickom opracovaní) a po vytvorení náterového filmu sa merala pomocou kontaktného profilometra POCKET SURF s polomerom snímača nerovnosti  $r = 0,005$  mm. Bola meraná stredná aritmetická odchýlka posudzovaného profilu  $Ra$  [ $\mu\text{m}$ ].

Na každej vzorke bolo urobených 5 meraní v smere pozdĺž drevných vlákien a 5 v smere naprieč drevných vlákien v stanovených bodoch, na meracej dĺžke 1 mm a 5 mm. Namerané hodnoty boli automaticky zaznamenávané do počítača za pomoci softvéru DRSNOSŤ. Následne boli podrobené matematicko-štatistickej analýze v softvérovom programe STATISTICA.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Namerané hodnoty strednej aritmetickej odchýlky  $Ra$  boli vyhodnotené 4-faktorovou analýzou rozptylu v softvérovom programe STATISTICA. Sledoval sa vplyv nasledovných faktorov (opracovanie povrchu dreva, náterová látka, hrúbka náterového filmu, smer drevných vlákien a vzájomné interakcie týchto faktorov) na výslednú drsnosť povrchu.

Vplyv mechanického a termo-mechanického opracovania na drsnosť povrchu pred, ako aj po povrchovej úprave je graficky znázornený na obr. 2.



Obr. 2 Stredná aritmetická odchýlka  $Ra$  (meraná pred povrchovou úpravou a po povrchovej úprave) pri rôznom mechanickom opracovaní povrchu dreva.

Fig. 2 Mean arithmetic deviation of the profile  $Ra$  (measured before finishing treatment and after finishing treatment), by different mechanical surface treatment of wood.

Tento vplyv je štatisticky veľmi významný. Z grafu na obr. 2 vidíme, že najnižšie hodnoty charakteristiky  $Ra$  pred povrchovou úpravou boli namerané na plochách brúsených brúsnym papierom so zrnitosťou 180. Náš predpoklad, že plošne lisované povrchy budú dosahovať najnižšie hodnoty  $Ra$  z porovnávaných povrchov sa nepotvrdil. Hodnoty  $Ra$  lisovaných vzoriek (L1 a L4) pred povrchovou úpravou boli v rovnakom intervale ako hodnoty brúsených vzoriek (so zrnitosťou 120). Hodnoty  $Ra$  lisovaných vzoriek L3 boli v priemere o  $0,2$   $\mu\text{m}$  vyššie a hodnoty vzoriek L2 boli v priemere vyššie o  $0,5$   $\mu\text{m}$  ako hodnoty brúsených vzoriek (so zrnitosťou 120). Drsnosť lisovaných vzoriek povrchovo upravených vybranými vodou riediteľnými náterovými látkami sa blížila k drsnosti frézovaných vzoriek upravených rovnakými náterovými látkami (Obr. 2). Vyššie hodnoty charakteristiky  $Ra$  po povrchovej úprave na lisovaných povrchoch sú dôsledkom toho, že pri plošnom lisovaní sa na drevných

vláknach uskutočnili elastické deformácie v čase, o ktorých vieme, že po ukončení pôsobenia tlaku a tepla sú vratné. Vyššie hodnoty charakteristiky  $Ra$  na povrchovo upravených lisovaných vzorkách ako na povrchovo upravených vzorkách brúsených (so zrnitosťou 120), mohli spôsobiť práve vodou riediteľné náterové látky, ktoré majú tendenciu zvýšiť povrchovú vlhkosť dreva a tým dochádza k dvíhaniu drevných vlákien.

Faktor „smer vlákien“ má štatisticky veľmi významný vplyv. Je všeobecne známe, že drevo práve z dôvodu svojej štruktúry nadobúda vyššie hodnoty drsnosti v smere kolmom na drevné vlákna ako v smere rovnobežnom s vláknami.

Aj vzájomná interakcia faktorov „smer vlákien“ a „mechanické opracovanie“ má štatisticky veľký význam. Každým typom opracovania povrchu dreva, dosiahneme z pohľadu drsnosti kvalitatívne iný výsledný povrch v smere drevných vlákien a iný v smere kolmom na drevné vlákna.

Vplyv mechanického a termo-mechanického opracovania dreva na drsnosť povrchu je štatisticky významný aj po povrchovej úprave vybranými vodou riediteľnými náterovými látkami.

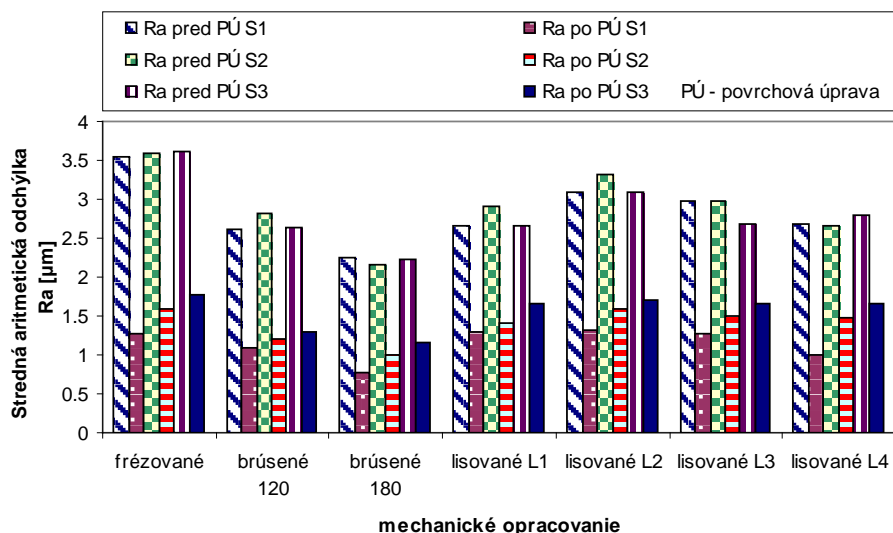
Na obr. 2 sú graficky znázornené charakteristiky  $Ra$  pre jednotlivé spôsoby opracovania povrchu dreva, a to pred ako aj po povrchovej úprave. Môžeme vidieť, že najvyššie hodnoty drsnosti, či už bez povrchovej úpravy alebo s povrchovou úpravou, zaznamenal frézovaný povrch. Predpokladáme, že je to spôsobené vlnitosťou tohto typu povrchu, ktorá je spôsobená daným typom mechanického opracovania.

Na obr. 4 vidíme grafické zobrazenie charakteristiky  $Ra$  pri rôznom mechanickom a termo-mechanickom opracovaní povrchu dreva pre jednotlivé náterové látky a jednotlivé hrúbky náterového filmu. Z grafických zobrazení na obr. 3 a obr. 4 je zrejmé, že pri všetkých experimentálne sledovaných náterových látkach dochádza ku kopírovaniu povrchu rôzne mechanicky a termo-mechanicky opracovaného dreva. K eliminovaniu drsnosti povrchu dochádza s rastúcou hrúbkou náterového filmu, ale k štatisticky významnému eliminovaniu rozdielov v drsnosti medzi jednotlivými plochami s rôznym opracovaním nedochádza. Štatistické vyhodnotenie nameranej charakteristiky  $Ra$  4-faktorovou analýzou rozptylu potvrdilo tvrdenia autorov GÁBORÍK, ŽITNÝ (2007), JOURDAIN *et al.* (1999), KÚDELA *et al.* (2004), LIPTÁKOVÁ, KÚDELA (2000), MÓZA (2007), že anatomický smer má na povrchové vlastnosti dreva (t. j. aj drsnosť povrchu) veľmi významný vplyv. Potvrdilo aj tvrdenie autorov LIPTÁKOVÁ, KÚDELA (2000), ktorí analyzovali povrchy frézované, brúsené, ale aj upravované mikrotomom a hydronožom, že rozdielne mechanické opracovanie povrchu dreva má veľmi významný vplyv na drsnosť povrchu. My sme na rozdiel od autorov LIPTÁKOVÁ, KÚDELA (2000) analyzovali povrchy frézované, brúsené a lisované.

Z výsledkov štatistického vyhodnotenia nám vyplýva, že na výslednú drsnosť povrchov upravených vodou riediteľnými náterovými látkami má veľmi štatisticky významný vplyv:

- interakcia medzi mechanickým opracovaním a smerom drevných vlákien,
- interakcia medzi mechanickým opracovaním, druhom povrchovej úpravy a hrúbkou náterového filmu,
- interakcia medzi mechanickým opracovaním povrchu dreva, náterovou látkou, hrúbkou náterového filmu a smerom drevných vlákien.

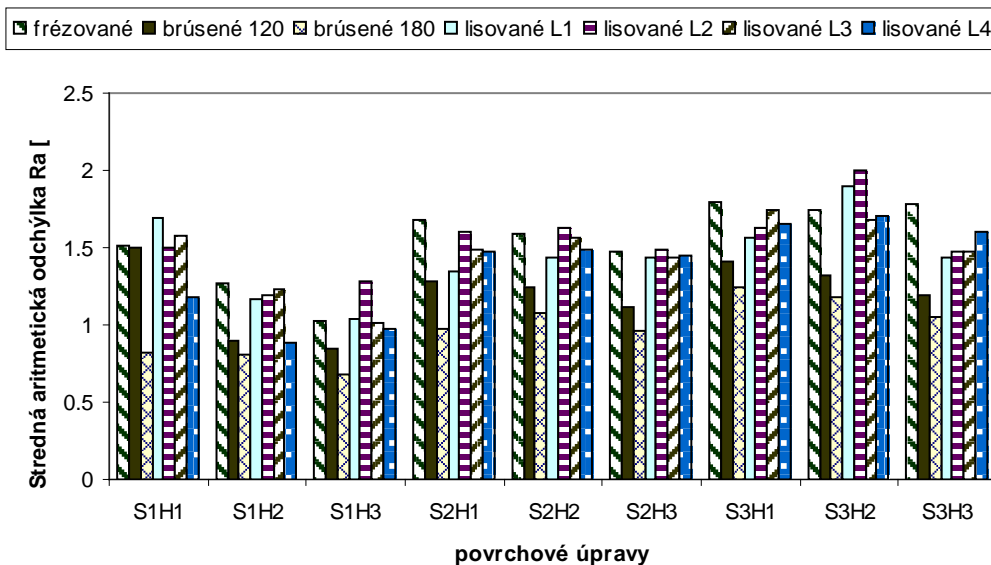
Drsnosť charakterizovanú strednou aritmetickou odchýlkou  $Ra$  sme definovali ako jeden z faktorov hodnotenia kvality povrchovej úpravy. Kvalita povrchovej úpravy sa hodnotí pomocou mnohých vlastností: vzhľadových, fyzikálnych, mechanických, chemických a odolnostných. Na základe súhrnného zhodnotenia týchto vlastností, výrobca môže charakterizovať náterové látky a dávať odporúčania na ich konkrétne použitie v daných podmienkach.



Obr. 3 Stredná aritmetická odchýlka  $Ra$  (meraná pred povrchovou úpravou a po povrchovej úprave) pri rôznom mechanickom opracovaní povrchu dreva pre vybrané náterové látky.

Fig. 3 Mean arithmetic deviation of the profile  $Ra$  (measured before finishing treatment and after finishing treatment), by different mechanical surface treatment of wood for selected types of coating materials.

Z výsledkov meraní drsnosti vyplýva, že povrchy s náterovým systémom S1 mali v prípade hrúbky náterového filmu H2 a H3 výrazne nižšiu drsnosť ako povrchy S2 a S3. Nižšia drsnosť povrchov S1, ako drsnosť povrchov S2 a S3 sa dosiahla prvým náterom, na ktorý bola použitá náterová látka Aqua Primer thix, ktorá má dobrú plnivosť.



Obr. 4 Stredná aritmetická odchýlka  $Ra$  (meraná po povrchovej úprave) pri rôznom mechanickom opracovaní povrchu dreva pre vybrané náterové látky a jednotlivé hrúbky náterového filmu.

Fig. 4 Mean arithmetic deviation of the profile  $Ra$  (measured after finishing treatment), by different mechanical surface treatment of wood for selected types of coating materials and for selected paint film thickness.

Táto náterová látka je vhodná práve na základný a zároveň vyrovnávací náter. Spolu s náterovou látkou Aquakristall plus CFB, ktorá bola použitá na vrchný náter, vytvorili z pohľadu drsnosti povrchu systém, ktorý medzi testovanými náterovými látkami dosahoval najnižšie hodnoty charakteristiky  $Ra$ . Náterové látky, ktoré boli použité na povrchovú úpravu S2 a S3, výrobca zaraďuje medzi kvalitnejšie náterové látky na nábytok. Napriek tomu, z pohľadu drsnosti dosiahli horšie výsledky ako systém S1.

## ZÁVER

Cieľom práce bolo štúdium vplyvu vybraných vodou riediteľných náterových látok na konečnú drsnosť povrchu bukového dreva. Analyzovali sa zmeny drsnosti povrchu bukového dreva na tangenciálnych plochách v závislosti na: druhu mechanického a termo-mechanického opracovania, náterovej látke a rôznych hrúbkach náterového filmu. Na základe zvolených experimentov a štatistického vyhodnotenia nameraných hodnôt, sme dospeli k nasledovným záverom:

- zo zvolených spôsobov mechanického a termo-mechanického opracovania povrchu bukového dreva, najnižšie hodnoty charakteristiky  $Ra$  pred, a aj po povrchovej úprave dosahovali povrchy brúsené brúsnym papierom so zrnitosťou 180,
- najnižšie hodnoty charakteristiky  $Ra$  po povrchovej úprave boli namerané na povrchovej úprave S1 s hrúbkou náterového filmu H3. Povrchová úprava S1 bola vytvorená náterovým systémom dvoch vodou riediteľných náterových látok na rozdiel od povrchových úprav S2 a S3, ktoré boli vytvorené len jednou náterovou látkou,
- s narastajúcou hrúbkou náterového filmu, hodnoty charakteristiky  $Ra$  klesali pri všetkých náterových hrúbkach. Pomer medzi narastajúcou hrúbkou náterového filmu a klesajúcou drsnosťou, nie je možné zovšeobecniť pre všetky druhy povrchových úprav,
- štatisticky významné rozdiely v drsnosti povrchu medzi rôzne opracovanými plochami dreva neeliminujú povrchové úpravy vytvorené vybranými vodou riediteľnými náterovými látkami s hrúbkou náterového filmu do 400  $\mu\text{m}$ .

## LITERATÚRA

- COELHO, C. L., CARVALHO, L. M. H., MARTINS, J. M., COSTA, C. A. V., MASSON, D., MÉAUSOONE, P. J. 2008. Method for evaluating the influence of wood machining conditions on the objective characterization and subjective perception of a finished surface. *Wood Science and Technology* [online]. 42(3): 181–195. Dostupné na internete: <http://springerlink.metapress.com/link.asp?id=102511>.
- DORNYAK, O. R. 2003. Modeling of the rheological behavior of wood in compression processes. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics* [online]. 76(3): 648–654. Dostupné na internete: <http://www.itmo.by/jepeter/762003e/conte76.html>.
- FUJIWARA, Y., FUJII, Y., OKUMURA, S. 2005. Relationship between roughness parameters based on material ratio curve and tactile roughness for sanded surface of two hardwoods. *J. Wood Sci.* [online]. 51(3): 274–277. Dostupné na internete: <http://springerlink.metapress.com/link.asp?id=110257>.
- FUJIWARA, Y., FUJII, Y., SAWADA, Y., OKUMURA, S. 2004. Assessment of wood surface roughness: comparison of tactile roughness and three-dimensional parameters derived using a robust Gaussian regression filter. *J. Wood Sci.* [online]. 50(1): 35–40. Dostupné na internete: <http://springerlink.metapress.com/link.asp?id=110257>.
- GÁBORÍK, J., ŽITNÝ, M. 2007. The influence of rotary smoothing on the quality of wood surface. In *Annals of Warsaw Agricultural University. Forestry and Wood Technology*, 61: 230–232. ISSN 0208-5704.
- GURAU, L., MANSFIELD – WILLIAMS, H., IRLE, M. 2005. Processing roughness of sanded wood surfaces. *Holz Roh- Werkst* [online]. 63(1): 43–52. Dostupné na internete: <http://springerlink.metapress.com/link.asp?id=102503>.
- GURAU, L., MANSFIELD – WILLIAMS, H., IRLE, M. 2006. Filtering the roughness of a sanded wood surface. *Holz Roh- Werkst* [online]. 64(5): 363–371. Dostupné na internete: <http://springerlink.metapress.com/link.asp?id=102503>.

- HENDARTO, B., SHAYAN, E., OZARSKA, B., CARR, R. 2006. Analysis of roughness of a sanded wood surface. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* [online]. 28(7–8): 775–780. Dostupné na internete: <http://springerlink.metapress.com/link.asp?id=102823>.
- HOWARTH, G. A., MANOCK, H. L. 1997. Water-borne Polyurethane Dispersions and their Use in Functional Coatings. In *Surface Coatings International* [online]. 80(7): 324–328. Dostupné na internete: <http://www.springerlink.com/content/3g02175m1/18t273/>.
- JAIC, M., ZIVANOVIC, R. 1997. The influence of the ratio of the polyurethane coating components on the quality of finished wood surface. *Holz als Roh- und Werkstoff* [online]. 55(5): 319–322. Dostupné na internete: <http://springerlink.metapress.com/link.asp?id=102503>.
- JOURDAIN, CH., DWYER, J., KERSELL, K., MALL, D., MCCLELLAND, K., SPRINGATE, R., WILLIAMS, S. 1999. Changing nature of wood products – what does it mean for coatings and finish performance. In *Journal of Coatings Technology* [online]. 71(3): 61–66. Dostupné na internete: <http://www.highbeam.com/doc/1G1-54546330.html>.
- KÚDELA, J., LIPTÁKOVÁ, E., GINDL, M. 2004. On the Wetting Behaviour of Different Treated Beech Wood Surfaces. In *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium on Wood Machining*, s. 467–473. ISBN 3-9501315-2-3.
- LIPTÁKOVÁ, E., KÚDELA, J. 2000. Vlastnosti povrchu bukoveho dreva pri rôznom spôsobe mechanického opracovania. In *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2000*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s. 107–116. ISBN 80-228-0952-7.
- MÓZA, M. 2007. Štúdium povrchu dreva a kvality povrchovej úpravy po aplikácii vybraných náterových látok. Diplomová práca, Zvolen: TU vo Zvolene, 97 s.
- RAPP, A., TOMAŽIČ, M., WELZBACHER, CH., GÉRARDIN, P. 2007. Wettability of waterborne coatings on chemically and thermally modified pine wood. *Journal of Coatings Technology and Research* [online]. 4(2): 203–206. Dostupné na internete: <http://www.springerlink.com/content/120544/>.
- WU, R. 1998. Microstructural study of sanded and polished wood by replication. *Wood Science and Technology* [online]. 32(4): 247–260. Dostupné na internete: <http://springerlink.metapress.com/link.asp?id=102511>.

#### **PodĎakovanie**

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore Slovenskej grantovej agentúry VEGA (Grant č. 1/0329/09, Grant č. 1/4368/07).

#### **Adresa autorov**

Gabriela Slabejová  
Martin Móz  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovenská republika  
slabejova@vsld.tuzvo.sk  
moza@vsld.tuzvo.sk