

## VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV ROTAČNÉHO HLADENIA NA KVALITU POVRCHU BUKOVÉHO DREVA

### INFLUENCE OF SELECTED ROTARY SMOOTHING FACTORS ON SURFACE QUALITY OF BEECH WOOD

Jozef Gáborík – Miloš Žitný

#### ABSTRAKT

Rotary smoothing is ranked among final modifications of wood surface. The substance of this method consists in creating of plastic deformations of surface unevenness by pressure and heat produced by friction of rotating smooth implement.

This paper deals with observation of two basic factors – smoothing speed and speed of feed in relation to roughness degradation – increase of beech wood surface smoothness by rotary smoothing. In the process of smoothing the surface quality is influenced by the secondary factors as are the moisture of wood and the number of surface smoothing, which were the part of observation.

From the reached results we can assert, that after the rotary smoothing can the roughness of beech wood be reduced about 50 %.

**Key words:** rotary smoothing, roughness degradation, smoothness, speed of smoothing, speed of feed.

#### ÚVOD

Pri tradičných spôsoboch obrábania dreva vznikajú väčšinou straty drevnej hmoty v podobe triesok a drevného prachu. Rovnako otupovanie nástrojov a ich údržba nepriaznivo ovplyvňuje ekonomiku obrábania, najmä pri obrábaní aglomerovaných materiálov. V súčasnosti je ostro sledovaným hľadiskom hygiena a ekológia pracovného prostredia, ktorá je pri tradičných spôsoboch obrábania často až nevyhovujúca.

Uvedené dôvody nás nútia hľadať nové technológie obrábania dreva a drevných materiálov. Jednou z možných alternatív je termohladenie povrchu dreva.

Poznáme niekoľko základných princípov termohladenia (RAATZ 2002):

- rotačné termohladenie,
- termohladenie valcovaním,
- fixné termohladenie,
- termohladenie ultrazvukom.

Charakteristika uvedených princípov hladenia sa nachádza v prácach viacerých autorov (GÁBORÍK, ŽITNÝ 2010, RAATZ 2002, WIELOCH 2009).

Pre našu prácu sme zvolil úpravu dreva rotačným termohladením, preto sa ostatným princípom termohladenia nebudeme venovať.

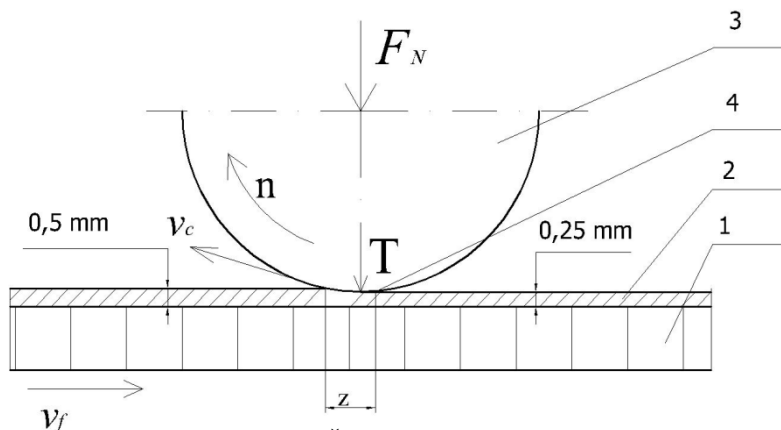
#### **Rotačné termohladenie**

Pri tomto procese je povrch dreva bezprostredne po ofrézovaní vyhladený rotujúcim hladiacim nástrojom s definovanou rýchlou. Teplota, ktorá je potrebná pre zlepšenie kvality

povrchu je zabezpečovaná trením hladiaceho nástroja a obrobku v dotykovej zóne (HILLE, RUB, 1988, SANDIG, 1994).

Teplotu medzi hladiacim nástrojom a obrobkom môžeme regulovať prostredníctvom otáčok vretena, t. j. hladiacou rýchlosťou, rýchlosťou posuvu, prívodom chladiaceho média a pod. Teplo môže byť aj dodávané napr. elektricky vyhrievaným nástrojom a reguluje sa termoelektrickým snímačom teploty.

Kvalita opracovania povrchu dreva pri rotačnom termohladení je závislá od vplyvu viacerých faktorov a to od veľkosti prítlačnej sily, vlhkosti obrobku, teploty nástroja, hladiacej rýchlosti a posuvnej rýchlosti. Na obrázku 1 je znázornený základný princíp rotačného hľadania povrchu dreva (RAATZ, 2002).



Obr. 1 Princíp rotačného termohľadania (ŽITNÝ, 2009). 1 – základný materiál, 2 – dyha, 3 – hladiaci valec, 4 – zóna vyvíjania tepla trením, z – dotyková zóna,  $F_N$  – prítlačná sila, T – teplo vyvíjané trením,  $n > 0$  – otáčky nástroja,  $v_c > 0$  – hladiaca rýchlosť,  $v_f > 0$  – rýchlosť posuvu.

Fig. 1 Principle of rotary thermosmoothing (ŽITNÝ, 2009). 1 – basic material, 2 – veneer, 3 – smoothing tool (cylinder), 4 – frictional heat zone, z – contact zone,  $F_N$  – pressure force, T – frictional heat,  $n > 0$  – operating speed of smoothing tool,  $v_c > 0$  – speed of smoothing,  $v_f > 0$  – speed of feed.

Cieľom práce je poukázať na vplyv vybraných faktorov rotačného hľadania na zmenu hladkosti – resp. zníženie drsnosti povrchu bukového dreva. Zamerali sme sa na sledovanie vplyvu hladiacej rýchlosti a rýchlosti posuvu, pri dvoch vlhkostiach dreva a troch opakovaní hľadania.

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Pre experimenty sme použili drevo buka (*Fagus sylvatica*). Skúšobné telesá sme klimatizovali na dve vlhkostné hladiny  $w_1 = 8 \pm 2 \%$  a  $w_2 = 14 \pm 2 \%$ . Rotačné hľadanie sme vykonali na tangenciálnych plochách prostredníctvom nevyhrievaného rotačného oceľového valca o priemere  $D = 120$  mm na spodnej jednovretenovej frézke. Na hľadanie sme použili dve skupiny skúšobných telies, ktoré sa odlišovali hlavným hodnotiacim kritériom. V prvej skupine bola hodnotiacim kritériom hladiaca rýchlosť a v druhej skupine bola hlavným kritériom rýchlosť posuvu.

Prvá skupina skúšobných telies o priemernej hustote  $\rho_0 = 676 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  bola hladená 6 hladiacimi rýchlosťami ( $v_{c1} = 9,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $v_{c2} = 14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $v_{c3} = 17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $v_{c4} = 21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $v_{c5} = 24,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $v_{c6} = 28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) pri jednej rýchlosti posuvu  $v_f = 6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Pri druhej skupine o priemernej hustote  $\rho_0 = 652 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  sme sledovali vplyv štyroch rýchlostí posuvu ( $v_{f1} = 2,5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $v_{f2} = 6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $v_{f3} = 10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $v_{f4} = 15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ) pri konštantnej hladiacej rýchlosti  $v_c = 28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Hladenie každej plochy sme vykonali v oboch skupinách 1až 3× a hĺbka zatlačania bola nastavená na  $h = 0,25$  mm. Každý experiment sme vykonali na šiestich tangenciálnych skúšobných plochách.

Popis konkrétne použitého zariadenia sa nachádza v práci (GÁBORÍK, ŽITNÝ 2010).

Zmenu kvality povrchu po rotačnom hladení sme hodnotili na základe merania drsnosti povrchu pred a 30 minút po hladení v pozdĺžnom smere vzhľadom na drevné vlákna. Pred hladením boli sledované plochy opracované frézovaním. Drsnosť sme zisťovali pomocou kontaktného profilometra POCKET SURF s polomerom snímača nerovnosti  $r = 0,005$  mm, na základnej dĺžke  $L = 5$  mm a na 5 miestach na každej sledovanej ploche. Zisťovali sme strednú aritmetickú odchýlku posudzovaného profilu  $R_a$  ( $\mu\text{m}$ ) na základe odfiltrovaní nerovností povrchu t.j. vlnitosti a hrubých nerovností tvaru. Stredná aritmetická odchýlka  $R_a$  je definovaná podľa STN EN ISO 4287 ako obojstranná nepravidelnosť drsnosti vzťahujúca sa k stredovej čiare vo vyhodnocovanej dĺžke ( $L$ ).

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Zistené hodnoty a základné štatistické ukazovatele pre vyhodnotenie drsnosti – strednej aritmetickej odchýlky ( $R_a$ ) posudzovaného profilu dreva po rotačnom hladení sú uvedené v tabuľkách 1až 4. Vstupná drsnosť povrchu (získaná frézovaním) sa pohybovala v rozmedzí  $R_a = 1,97 \div 3,05$   $\mu\text{m}$ . Z hodnôt drsnosti pred a po hladení sme vypočítali zníženie drsnosti, ktoré je uvedené v tabuľkách 1až 4 a znázornené na obrázkoch 2 až 5.

Z údajov v tabuľke 1 a 2 a obrázkov 2 a 3 (prezentujúce výsledky prvej sledovanej skupiny) vyplýva, že zvyšovaním hladiacej rýchlosti dochádza k zníženiu drsnosti povrchu dreva, pričom priebeh zníženia drsnosti môžeme považovať za lineárny.

Najmenší pokles drsnosti o 6,13%, sme dosiahli v tejto skupine telies po prvom hladení, pri rýchlosti hladenia  $9,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a vlhkosti 14 %. Najvýraznejšie zlepšenie povrchu až o 32,69 % po prvom hladení sme dosiahli pri najväčšej rýchlosti hladenia  $28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Po druhom hladení, pri uvedených podmienkach, sa zníženie drsnosti pohybovalo od 11,70 % do 45,38 % a po treťom hladení od 16,71 % do 49,87 % (tab. 2).

Z pohľadu posuvnej rýchlosti môžeme konštatovať, že v našich podmienkach sa najväčšie zlepšenie hladkosti takmer o 50 % dosiahlo pri hladiacej rýchlosti  $28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , po treťom hladení a vlhkosti dreva 14 %.

**Tab. 1** Vplyv hladiacej rýchlosti na drsnosť pri rotačnom hladení.

**Tab. 1** Influence of smoothing of speed on roughness by rotary smoothing.

Hladiaca rýchlosť $v_c$ [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	Priemerná drsnosť pred hladením <sup>1)</sup> $R_a$ [ $\mu\text{m}$ ]	Základné štatistické ukazovatele				Priemerné zníženie drsnosti <sup>2)</sup> [%]
		Priemer. drsnosť po hladení $R_a$ [ $\mu\text{m}$ ]	Rozptyl	Smerodaj. odchýlka	Variačný koeficient [%]	
9,5	2,52	2,28	0,211	0,459	20,46	11,11
14	3,05	2,67	0,673	0,820	30,73	12,46
17	2,90	2,44	0,649	0,805	32,98	15,86
21	2,30	1,83	0,106	0,326	17,78	20,43
24,5	2,52	1,91	0,269	0,519	27,07	24,40
28	2,99	2,01	0,311	0,557	20,56	32,78

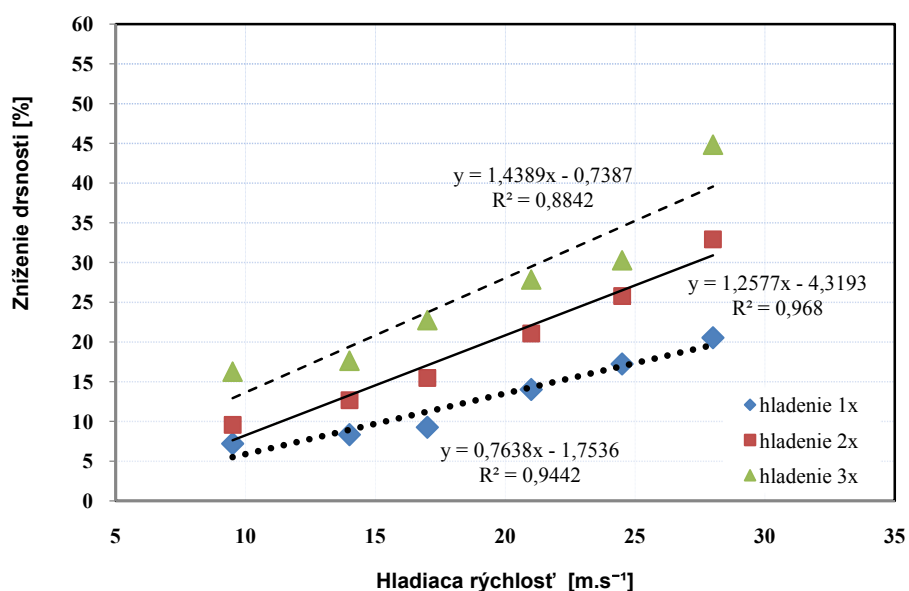
Poznámka: <sup>1)</sup> vlhkosťná hladina  $w = 8$  %; <sup>2)</sup> priemer z 1. ÷ 3. hladení

Na základe zistených údajov môžeme usudzovať, že povrch dreva sa zvyšovaním hladiacej rýchlosti viac zahrieva, čím sa stáva hladším a zároveň lesklejším. Tento jav si môžeme vysvetliť tavením lignínu, ktorý je vytláčaný na povrch, kde zalieva nerovnosti dreva.

Tab. 2 Vplyv hladiacej rýchlosti na zníženie drsnosti pri rotačnom hladení.  
 Tab. 2 Influence of smoothing of speed on decrease of roughness by rotary smoothing.

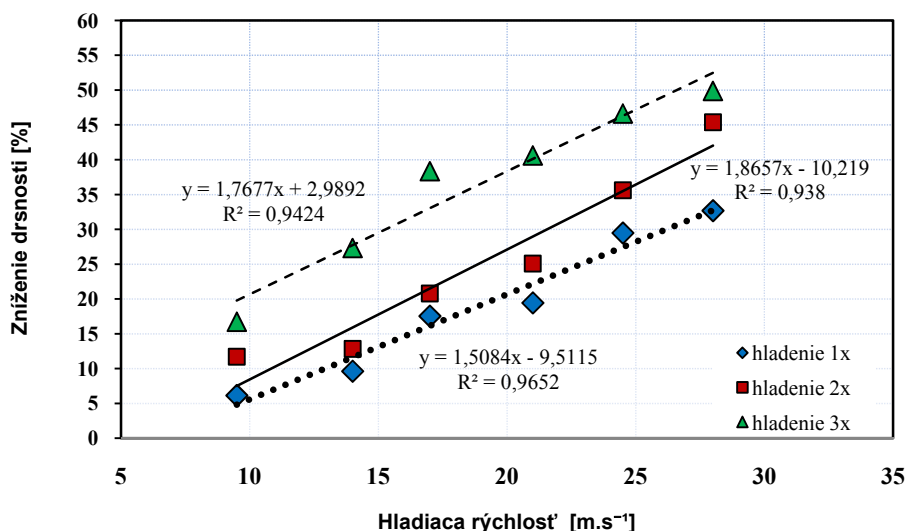
Vlhkosť dreva w [%]	Hladiaca rýchlosť $v_c$ [m·s <sup>-1</sup> ]	Zníženie drsnosti [%]		
		Minimálne <sup>1)</sup>	Maximálne <sup>2)</sup>	Priemerné <sup>3)</sup>
8	9,5	7,19	16,26	11,01
	14	8,33	17,64	12,88
	17	9,25	22,75	15,82
	21	14,02	27,86	20,98
	24,5	17,23	30,27	24,43
	28	20,53	44,82	32,75
14	9,5	6,13	16,71	11,52
	14	9,62	27,30	16,58
	17	17,54	38,34	25,55
	21	19,44	40,60	28,37
	24,5	29,48	46,63	37,23
	28	32,69	49,87	42,65

Poznámka: <sup>1)</sup> po prvom hladení; <sup>2)</sup> po treťom hladení; <sup>3)</sup> priemer z 1. ÷ 3. hladení



Obr. 2 Zníženie drsnosti bukového dreva pozdĺž vlákien v závislosti od hladiacej rýchlosti, pri posuvnej rýchlosti 6 m·min<sup>-1</sup> a vlhkosti 8 %.

Fig. 2 Decrease of roughness beech wood in the direction along the fibers in dependence on speed of smoothing by the speed of feed 6 m·min<sup>-1</sup> and 8 % m. c.



Obr. 3 Zníženie drsnosti pozdĺž vlákien v závislosti od hladiacej rýchlosti pri posuvnej rýchlosti  $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  a vlhkosti bukového dreva 14 %.

Fig. 3 Decrease of roughness beech wood in the direction along the fibers in dependence on speed of smoothing by the speed of feed  $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  and 14 % m. c.

Pri rotačnom hladení druhej skupiny skúšobných telies sme sledovali vplyv zmeny posuvnej rýchlosti na zníženie drsnosti povrchu, pri konštantnej hladiacej rýchlosti  $v_c = 28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Z nameraných hodnôt drsnosti vyplýva, že zníženie drsnosti s rastúcou posuvnou rýchlosťou klesá, t. j. čím je posuvná rýchlosť menšia tým je hladkosť povrchu lepšia (tab. 3 a 4; obr. 4 a 5). Aj v tomto prípade sa dosiahli o niečo lepšie výsledky pri 14 % vlhkosti dreva.

Tab. 3 Vplyv posuvnej rýchlosti na drsnosť pri rotačnom hladení.

Tab. 3 Influence of speed of feed on roughness by rotary smoothing.

Posuvná rýchlosť $v_f$ [m·min <sup>-1</sup> ]	Priemerná drsnosť pred hladením <sup>1)</sup> $R_a$ [μm]	Základné štatistické ukazovatele				Priemerné zníženie drsnosti <sup>2)</sup> [%]
		Priemer. drsnosť po hladení $R_a$ [μm]	Rozptyl	Smerodajná odchýlka	Variačný koeficient [%]	
15	2,54	2,10	0,448	0,670	32	17,32
10	2,47	1,90	0,476	0,690	37	23,08
6	2,33	1,72	0,617	0,785	45	26,18
2,5	1,97	1,36	0,362	0,602	44	33,65

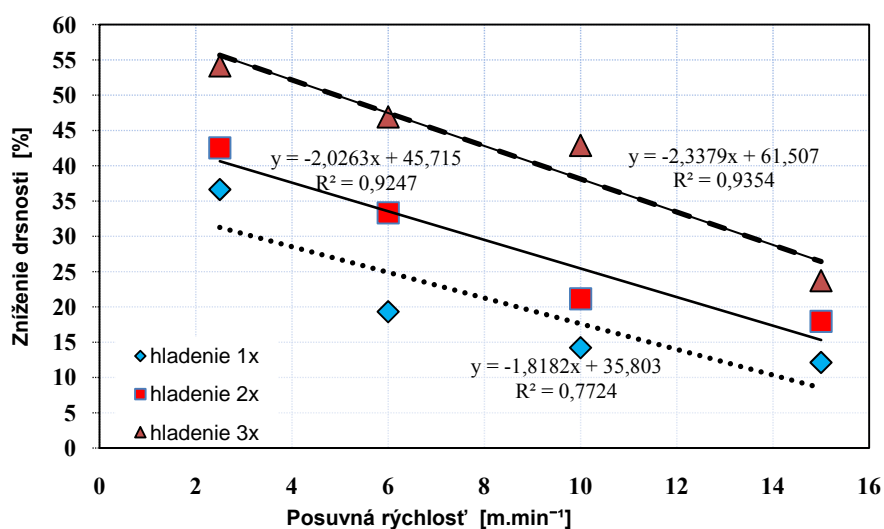
Poznámka: <sup>1)</sup> vlhkosťná hladina  $w = 8 \%$ ; <sup>2)</sup> priemer z 1. ÷ 3. hladení

Tab. 4 Vplyv posuvnej rýchlosti na zníženie drsnosti pri rotačnom hladení.  
 Tab.4 Influence of speed of feed on decrease of roughness by rotary smoothing.

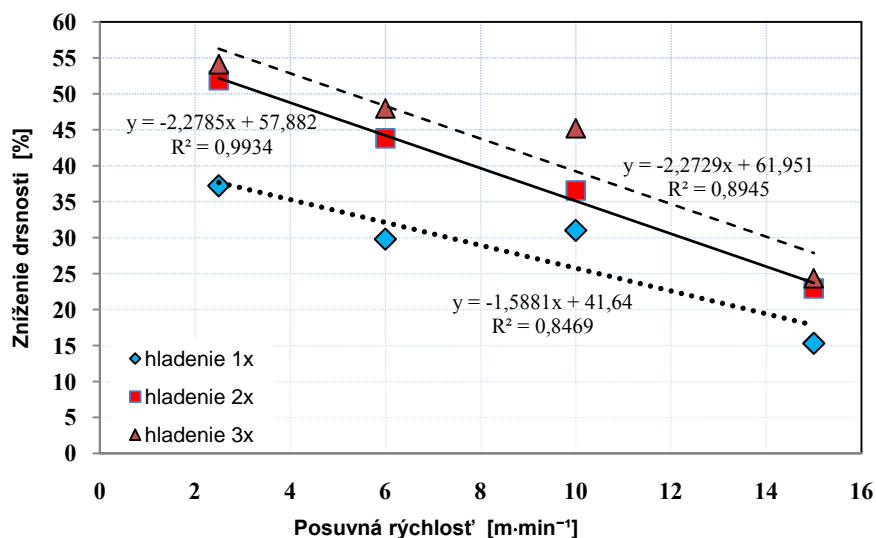
Vlhkosť dreva w [%]	Rýchlosť posuvu $v_f$ [m·min <sup>-1</sup> ]	Zníženie drsnosti [%]		
		Minimálne <sup>1)</sup>	Maximálne <sup>2)</sup>	Priemerné <sup>3)</sup>
8	15	12,13	23,73	17,32
	10	14,22	42,9	23,08
	6	19,32	46,93	26,18
	2,5	36,63	54,15	33,65
14	15	15,31	24,36	20,87
	10	31,02	45,21	37,60
	6	29,80	47,97	40,53
	2,5	37,23	54,12	47,75

Poznámka: <sup>1)</sup> po prvom hladení ; <sup>2)</sup> po tretom hladení; <sup>3)</sup> priemer z 1. ÷ 3. hladenia

Maximálne zníženie drsnosti hladeného povrchu o 54 % sme dosiahli pri oboch vlhkostiach, pri najnižšej podávacej rýchlosti 2,5 m·min<sup>-1</sup> (tab. 4; obr. 4 a 5).



Obr. 4 Zníženie drsnosti pozdĺž vlákien v závislosti od posuvnej rýchlosti, pri hladiacej rýchlosti 28 m·s<sup>-1</sup> a vlhkosti bukového dreva 8 %.  
 Fig. 4 Decrease of roughness beech wood in the direction along the fibers in dependence on speed of feed by the smoothing of speed 28 m·s<sup>-1</sup> and 8 % m. c.



Obr. 5 Zníženie drsnosti pozdĺž vlákien v závislosti od posuvnej rýchlosti, pri hladiacej rýchlosti  $28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a vlhkosti bukového dreva 14 %.

Fig. 5 Decrease of roughness beech wood in the direction along the fibers in dependence on speed of feed by the smoothing of speed  $28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  and 14 % m. c.

Z pohľadu vplyvu počtu hladení na zníženie drsnosti povrchu dreva po rotačnom hladení, môžeme konštatovať, že opakovaným hladením sa drsnosť povrchu znižuje. Pri maximálnej použitej hladiacej rýchlosti  $28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  sme dosiahli zníženie drsnosti povrchu dreva po prvom hladení o 20,53 až 32,69 %, opakovaným hladením o 32,90 až 45,38 % a tretím hladením sme znížili o 44,82 až 49,87 % oproti frézovanému povrchu.

Z pohľadu sledovaných hladín vlhkosti 6 % a 14 % môžeme predikovať, že vplyv vlhkosti pri rotačnom hladení sa na zníženie drsnosti vo výraznejšej miere neprejavil (obr. 2, 3, 4 a 5). Pri vyššej vlhkosti  $w = 14 \%$  sme dosiahli o niečo lepšie výsledky.

Najväčšie zníženie drsnosti takmer o 50 % pri prvej sledovanej skupine telies sme dosiahli pri rýchlosti posuvu  $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ , po troch hladeniach, hladiacej rýchlosti  $28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a 14 % vlhkosti dreva.

Pri druhej sledovanej skupine telies sme dosiahli najväčšie zníženie drsnosti o 54,15 % pri rýchlosti posuvu  $2,5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ , po troch hladeniach a hladiacej rýchlosti  $28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Na vyššej hladkosti plôch sa v tomto prípade prejavil vplyv nižšej posuvnej rýchlosti.

Porovnaním nami zistených priemerných hodnôt drsnosti (tab. 1 a 3) s hodnotami iných autorov sme dospeli k nasledovným záverom:

- po opracovaní skúšobných telies frézovaním namerali LIPTÁKOVÁ, KÚDELA (2000) drsnosť  $Ra = 0,62 \mu\text{m}$ , túto odlišnosť hodnôt môžeme pripísať rozdielnemu spôsobu merania drsnosti a použitej technike. Drsnosť merali dotykovým profilometrom s polomerom snímača  $0,002 \text{ mm}$  a vyhodnocovacou dĺžkou bola  $L = 0,008 \text{ mm}$ .
- opracovaním skúšobných telies termohladením valcováním dosiahol WIELOCH (2001) drsnosť povrchu  $Ra = 2,3 \mu\text{m}$ . Na vyhodnocovanie drsnosti bol použitý dotykový profilometer s polomerom snímača  $0,001 \text{ mm}$  a vyhodnocovacou dĺžkou  $L = 10 \text{ mm}$ .
- pri lisovanom bukovom dreve dosiahla KAMENSKÁ (2009) drsnosť  $Ra = 1,57 \mu\text{m}$
- rotačným hladením osikového dreva dosiahol KIŠŠÁK (2009) drsnosť  $Ra = 1,52 \text{ mm}$ . KAMENSKÁ (2009) a KIŠŠÁK (2009) použili na meranie drsnosti kontaktný profilometer POCKET SURF s polomerom snímača nerovnosti  $r = 0,005 \text{ mm}$  a vyhodnocovacou dĺžkou  $L = 5 \text{ mm}$ .

Z uvedených výsledkov môžeme konštatovať, že naše výsledky sa najviac zhodujú z výsledkami WIELOCHA (2001).

## ZÁVER

Neustále rastúce konkurenčné prostredie v každej priemyselnej oblasti vyvíja stále silnejší tlak na výrobcov vo vzťahu k zdokonaľovaniu čiastkových procesov výroby ako aj celku, v hľadaní nových trendov, metód a spôsobov využitia a spracovania dreva a drevárskych výrobkov.

Najpoužívanejším procesom úpravy povrchu dreva pred finálnou povrchovou úpravou náterovými látkami je stále proces brúsenia a v menšej miere proces frézovania. Brúsenie však najmä z hľadiska kvality a hygieny pracovného prostredia a niektorých ďalších nedostatkov nie vždy ako finálna úprava povrchu pred nanosom náterovej látky vyhovuje. Termohladenie povrchu dreva si kladie za cieľ túto operáciu nahradiť.

Na základe zistených výsledkov pri rotačnom hladení môžeme konštatovať, že zvyšovaním hľadacej rýchlosti znižujeme drsnosť povrchu bukového dreva. Taktiež so zvyšovaním počtu hladení sa drsnosť povrchu znižuje. Z pohľadu rýchlosti posuvu môžeme predikovať, že jej znižovaním sa drsnosť povrchu dreva znižuje. Najväčší pokles drsnosti o 54 % sme dosiahli pri rýchlosti posuvu  $2,5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ , po troch hladeniach a hľadacej rýchlosti  $28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Vplyv sledovaných dvoch hladín vlhkosti sa pri rotačnom hladení výraznejšie neprejavil, ale o niečo sú lepšie výsledky pri vyššej vlhkosti.

## LITERATÚRA

- GÁBORÍK, J., DUDAS, J. 2008. Thermo-mechanical Smoothing of Wood. In. *Annals of Warsaw University of Life Sciences –SGGW, Forestry and Wood Technology* No. 65, Warszawa, s. 49–54. ISSN 1898-5912.
- GÁBORÍK, J., ŽITNÝ, M. 2010. Zmena kvality povrchu osikového a bukového dreva po hladení rotujúcim nástrojom. In. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 52(1): 41–46.
- GAFF, M. 2009. Analysis of the Behavior of Tension in Wood During Embossing In. 3rd International Scientific Conference Woodworking Technique. Faculty of Forestry, Zagreb, Croatia, 159–168. ISBN 978-953-292-009-3.
- GAFF, M. 2010. Kvalita povrchu dreva upraveného reliéfovaním. In. *Parametre kvality dreva určujúce jeho finálne použitie*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, s. 195–223, ISBN 978-80-228-2095-0.
- HILLE, H., RUB, W. 1988. Über das Thermoglätten furnierter Möbelbauteile. *Holztechnologie*, 1988, 4: 178–181.
- KAMENSKÁ, K. 2009. Vplyv rôznych druhov mechanického opracovania bukového dreva na vybrané vlastnosti povrchovej úpravy. Diplomová práca, Zvolen: TU vo Zvolene, 65 s.
- LIPTÁKOVÁ, E., KÚDELA, J. 2000. Vlastnosti povrchu bukového dreva pri rôznom spôsobe mechanického opracovania. In.: *Procesy trieskového a beztrieskového obrábania dreva*, 2000, s. 107–115.
- RAATZ, CH. 2002: Thermoglätten als Alternative zum Schleifen. *Holz – Zentralblatt*, 2002, 71: 867.
- SANDING, C. 1994: Thermoriegglätten mi rotierenden wergzeugen. *HK – international*, 1994, 29(1): 62–65.
- WIELOCH, G. a kol. 2001. Wygladzanie powierzchni drewna i materialów drewnopochodnych. In. *Technologia drewna*. Poznan: Wydawnictwo akademi rolniczej, 199 s.
- ŽITNÝ, M. 2009. Termohladenie povrchu dreva. Písomná práca k dizertačnej práci, Zvolen: TU vo Zvolene, 44 s.
- STN EN ISO 4287 Geometrická špecifikácia vybraných charakteristík povrchu: profil materiálu a termíny, definovanie a parametre povrchu, 1999.
- ZEMJAR, J., MAKOVÍNY, I., PALKO, M., GAŠPARÍK, M. 2009: Temperature and moisture profiles at microwave heating of wood. In. *Annals of Warsaw University of Life Sciences –SGGW, Forestry and Wood Technology* No. 67, Warszawa, s. 283–288. ISSN 1898-5912.



**Podakovanie**

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV–0282–06 a je aj časťou výskumnej úlohy číslo 1/0329/09 grantového projektu VEGA.

**Adresa autorov**

Ing. Jozef Gáborík, PhD.  
Ing. Miloš Žitný  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
Katedra nábytku a drevárskych výrobkov  
Masarykova 24  
960 01 Zvolen

