

## GRANULOMETRIA DREVNÉHO BRÚSNEHO PRACHU Z ÚZKO-PÁSOVEJ BRÚSKY

### GRANULARITY OF SAND WOOD DUST FROM NARROW BELT SANDING MACHINE

Alena Očkajová – Adrián Banski

#### ABSTRACT

The aim of this paper is the analysis of granular composition of sand wood dust, mainly – the share of dust particles < 100  $\mu\text{m}$  obtained from classic narrow belt sanding machine at sanding of native beech, pine and spruce wood samples in the dependence on wood species and grit size of sand mean. Granularity was determined by sieving. The share of particles < 100  $\mu\text{m}$  is for beech 91,95 % – grit size 80, for pine 85,07 % – grit size 80 and for spruce 95,01 % – grit size 120. The share of particles < 100  $\mu\text{m}$  is increasing with decreasing of grit size. In sanding process of various wood samples with the same graininess of sand mean the higher share of smaller particles was obtained for beech as a broadleaf sample than for pine as a coniferous sample.

**Keywords:** granularity, narrow belt sanding machine, sand wood dust.

#### ÚVOD

Drevný prach je hygroskopická, málo abrazívna, výbušná sypká hmota so zrnitosťou v intervale 1 až 500  $\mu\text{m}$ . Odsun drevného prachu z miesta jeho vzniku, v zmysle požiadaviek bezpečnosti práce a kvality pracovného prostredia je riešený odsávaním. Odľučovanie drevného prachu od dopravného vzduchu je realizované v látkových filtroch.

Drevný prach sa z drevárskych prevádzok nedá úplne vylúčiť, ale malo by byť snahou konštruktérov drevárskych strojov minimalizovať úniky drevného prachu z pracovného priestoru stroja. Je to možné len na základe poznania technicko-technologických parametrov procesu obrábania: model rezania, geometria rezného nástroja, rezná a posuvná rýchlosť, hrúbka triesky, opotrebenie rezného nástroja, vlastností spracovávanej suroviny: druh, štruktúra, fyzikálne a mechanické vlastnosti, ktoré ovplyvňujú veľkosť, tvar a množstvo vznikajúcich častíc (DZURENDA 2002, OČKAJOVÁ 2004, PORANKIEWICZ *et al.* 2010, KUČERKA 2010).

Mnohé výskumy sa v tejto oblasti venovali vplyvu geometrie nástroja na podiel častíc menších ako 100  $\mu\text{m}$  (HAMMILÁ *et al.* 2003, OČKAJOVÁ a KUČERKA 2009), hrúbke triesky, ktorá nepriamoúmerne ovplyvňuje podiel prachovej frakcie (PALMQVIST a GUSTAFSSON 1999, OČKAJOVÁ *et al.* 2006, KOPECKÝ a ROUSEK, 2006), reznej rýchlosti, ktorá naopak priamoúmerne zvyšuje podiel prachovej frakcie a posuvnej rýchlosti, kde nie sú jednoznačné závery o jej vplyve na podiel častíc < 100  $\mu\text{m}$  (BELJO-LUČIČ *et al.* 2006, 2007; FUJIMOTO a TAKANO 2003; VARGA *et al.* 2004). Veľkosť a tvar prachových častíc

skúmali KOPECKÝ a PERNICA (2004), FEHER *et al.* (2006) DZURENDA (2009a, b), DZURENDA *et al.* (2010), OČKAJOVÁ *et al.* (2010).

Cieľom príspevku je analyzovanie granulometrickej skladby frakcií drevného brúsneho prachu s rozmermi pod 100  $\mu\text{m}$  odobratého z procesu brúsenia dreva na úzko-pásovej brúske SAFO OZJA, v závislosti na drevine – buk (*Fagus sylvatica* L.), borovica (*Pinus sylvestris* L.), smrek (*Picea excelsa*) a zrnitosti brúsiaceho prostriedku (80, 120).

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

*Brúsený materiál:* buk – listnatá roztrúseno-pórovitá drevina, smrek – ihličnatá zrelo-drevná drevina, borovica – ihličnatá jadrová drevina, s rozmermi 20 × 100 × 1000 mm a s vlhkosťou 8÷10 %.

*Stroj:* úzko-pásová brúska SAFO OZJA (Poľsko), rýchlosť brúsenia 18 m·s<sup>-1</sup>.

*Nástroj:* nekonečný brúsny pás Antistatic BMA, zrnitosť 80 (buk, borovica) a zrnitosť 120 (smrek).

### *Metodika merania*

Vzorky pre granulometrickú analýzu drevného prachu boli odoberané izokineticky z odsávacieho potrubia úzko-pásovej brúsky SAFO OZJA v súlade s STN 9096 (83 4610): „Manuálne stanovenie hmotnostnej koncentrácie tuhých znečisťujúcich látok“, počas brúsenia masívneho bukového, borovicového a smrekového dreva.

Granulometrické zloženie drevného brúsneho prachu bolo zisťované sitovaním. Na tento účel bola použitá špeciálna súprava nad sebou zoradených sít (2 mm; 1mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,125 mm; 0,080 mm; 0,063 mm; 0,032 mm a dno), umiestnených na vibračnom stojane sitovacie stroja (Retsch AS 200c), s nastaviteľnou frekvenciou prerušenia sitovania (20 sekúnd), amplitúdou vychýlenia sít (2mm·g<sup>-1</sup>) a časom sitovania  $\tau = 20$  minút, v súlade s STN 153105/ STN ISO 3310 – 1.

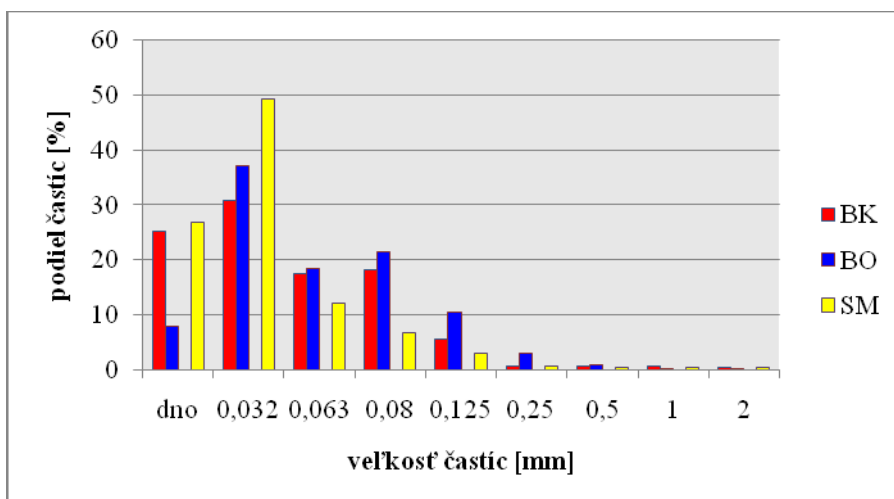
Granulometrické zloženie bolo získané zvážením podielov zostávajúcich na sitách po sitovaní na elektronickej laboratórnej váhe Radwag WPS 510/C/2, s kapacitou 510 g a presnosťou váženia 0,001g.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Podiel častíc pod 100  $\mu\text{m}$  je pri všetkých vzorkách vysoký pohybujúci sa okolo hodnoty 90 %. Pre jednotlivé dreviny sú podiely častíc < 100  $\mu\text{m}$  nasledovné:

- buk 91,95 % (zrnitosť 80),
- borovica 85,07 % (zrnitosť 80),
- smrek 95,01 % (zrnitosť 120).

Výsledky experimentálnych meraní percentuálneho podielu jednotlivých frakcií sú dané v obrázku 1.



**Obr. 1 Granulometrické zloženie brúsneho prachu z úzko-pásovej brúsky SAFO OZJA.**  
**Fig. 1 Granular analysis of sand dust from narrow belt sanding machine SAFO OZJA.**

*Vplyv dreviny na podiel častíc pod 100 µm (buk, borovica pri zrnitosti brúsiaceho prostriedku 80)*

Z hľadiska použitej rovnakej zrnitosti brúsiaceho prostriedku možno skonštatovať, že vyšší podiel častíc pod 100 µm sa získal pre buk, nižší pre borovicu. Celkový rozdiel v percentuálnych podieloch častíc pod 100 µm je 6,88 %. Najväčší rozdiel možno sledovať v percentuálnom podiele najmenších prachových častíc, zachytených na dne sitovacieho stroja, kde pre buk je podiel týchto častíc o 17,23 % viac ako pre borovicu. Podiely ostatných frakcií sa navzájom líšia veľmi málo. Tieto rozdiely možno pripísať na vrub brúsenej dreviny, jej chemickému zloženiu (u borovici je vysoký podiel živice, ktorá spôsobuje zhlukovanie prachových častíc ako aj zanášanie brúsiaceho prostriedku) a tiež fyzikálno-mechanickým vlastnostiam brúsených drevín (buk – listnatá roztrúseno-pórovitá drevina, borovica – ihličnatá jadrová drevina s výrazným rozdielom v hustote a tvrdosti jarného a letného dreva). Vyšší podiel jemnejších častíc môžeme pozorovať u vzoriek buka ako dreviny s dobrými mechanicko-pevnostnými vlastnosťami, ktoré lepšie odolávajú voči vnikaniu rezného nástroja do dreva a odoberaniu triesky. Možno konštatovať, že pevnostné vlastnosti dreva podstatnou mierou ovplyvňujú interakciu suroviny s brusivom, čo sa prejavilo aj v granulometrickom zložení drevného brúsneho prachu.

Získané výsledky pre buk sú obdobné s predchádzajúcimi výsledkami, kde bola sledovaná granulometrická skladba drevného brúsneho prachu získaného z ručnej pásovej brúsky Bosch GBS 100 AE (OČKAJOVÁ a BELJAKOVÁ 2008). Podiel častíc s rozmermi pod 100 µm bol pre buk 93,34 %. Pre borovicu obdobné výsledky uvádza DZURENDA a OČKAJOVÁ (2003), kde podiel jemnej a veľmi jemnej frakcie (častice zachytené na site s rozmermi 0,050 mm a menšie) bol 96,1 %.

*Vplyv zrnitosti brúsiaceho prostriedku na podiel častíc pod 100 µm (zrnitosť 80 – buk, borovica, zrnitosť 120 – smrek)*

Z granulometrického rozboru smrekového brúsneho prachu vyplýva, že bol získaný najvyšší podiel častíc pod 100 µm zo skúmaných troch drevín – 95,01 %, čo je dané predovšetkým použitým brúsiacim prostriedkom so zrnitosťou 120, kedy je na povrchu brúsiaceho prostriedku väčší podiel menších brúsnych zrn ako pri zrnitosti 80, ktoré vyprodukujú aj vyšší podiel jemných drevných častíc. So zväčšovaním sa brúsiacich zrn sa zväčšuje aj rozmer vznikajúcej triesky, pretože väčšie zrná penetrujú hlbšie do dreva a vyrývajú väčšie častice ako malé zrná (MATSUMOTO a MURASE 1999). Tieto výsledky korešpondujú s výsledkami autorov (RONČKA a OČKAJOVÁ 2007), z hľadiska podielu

častíc < 100 µm, v závislosti od zrnitosti (od 6,43 % pre zrnitosť 40, po 86,47 % pre zrnitosť 120) ale pre bukový brúsny prach zo širokopásovej brúsky.

Získaný podiel smrekových prachových častíc < 100 µm z úzko-pásovej brúsky SAFO OZJA je vysoký (95,01 %) v porovnaní s predchádzajúcimi experimentálnymi výsledkami pre ručnú pásovú brúsku Bosch GBS 100 AE, kde podiel týchto častíc bol 56,01% pri brúsení pozdĺž vlákien a 76,94 % pri brúsení kolmo na vlákna (OČKAJOVÁ *et al.* 2008), prípadne 17,2 % pri brúsení pozdĺž vlákien (podiel častíc ≤ 0,05 mm) (DZURENDA a OČKAJOVÁ 2003).

Domnievame sa, že vysoký podiel prachových častíc < 100 µm možno odôvodniť okrem rozdielnej zrnitosti pre smrek nasledovne:

Smrek sa zo skúmaných brúsených drevín vyznačuje najnižšou hustotou a najnižšími pevnostnými vlastnosťami. Ako uvádza LISIČAN (1988), pevnosť v šmyku u listnatých drevín je približne 1,5-krát vyššia ako u ihličnatých drevín, takže u ihličnatých drevín sa trieska v pozdĺžnom smere oddeľuje ľahšie ako u listnatých drevín.

Oscilácia brúsiaceho prostriedku pri úzko-pásovej brúske SAFO OZJA spôsobuje, že brúsne zrná sa nepohybujú len v jednej línii v pozdĺžnom smere, kde vyrývajú dlhšie vláknité častice, ale ich dráhy sa menia a prerezávajú bunkové elementy naprieč vlákien a vzniká väčší podiel menších prachových častíc, čomu odpovedá aj rozdielna hodnota prachových častíc < 100 µm pri brúsení pozdĺž vlákien a kolmo na vlákna pri ručnej pásovej brúske Bosch GBS 100 AE.

Dosiahnutý výsledok mohol byť pri úzko-pásovej brúske SAFO OZJA ovplyvnený aj hodnotou individuálneho prítlaku brúsiacej pätky na povrch dielca, na rozdiel od konštantného prítlaku pri ručnej pásovej brúske Bosch GBS 100 AE.

Použitá iná sada sít, čas sitovania ako aj iná zrnitosť brúsiaceho prostriedku (Dzurenda a Očkajová, 2003) môžu byť faktory, ktoré spôsobili rozdiel vo výsledkoch granulometrickej skladby smrekového brúsneho prachu.

## ZÁVER

Na základe uskutočnených experimentov možno konštatovať, že:

- percentuálne podiely častíc < 100 µm z procesu brúsenia bukového, borovicového a smrekového dreva úzko-pásovou brúskou SAFO OZJA vysoké, dosahujúcich hodnotu 90 %,
- podiel častíc < 100 µm je ovplyvnený samotnou drevinou ako aj zrnitosťou brúsiaceho prostriedku a hodnoty sú nasledovné – buk 91,95 % pri zrnitosti 80, borovica 85,07 % pri zrnitosti 80 a smrek 95,01% pri zrnitosti 120,
- percentuálne podiely častíc < 100 µm z úzko-pásovej brúsky SAFO OZJA sú porovnateľné s výsledkami prác analyzujúcimi granulometrickú skladbu drevného prachu z procesu brúsenia ručnou pásovou brúskou Bosch GBS 100 AE – laboratórny výskum.

## LITERATÚRA

- BELJAKOVÁ, A., OČKAJOVÁ, A. 2008. Vplyv druhu dreviny na tvar a rozmery častíc drevného brúsneho prachu. In. Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2008. Zvolen: TU vo Zvolene, 2008, s.63–68.
- BELJO-LUČIČ, R., ČAVLOVIČ, A., DUKIČ, I., IVANČAN, Ž. 2006. Influence of feed speed on emission of fine sawdust during circular sawing. In. Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2006. Zvolen : TU vo Zvolene, 2006, p. 49–55.
- BELJO LUČIČ, R., ČAVLOVIČ, A., IŠTVANIČ, J., DUKIČ, I., KOVAČEVIČ, D. 2007. Granulometric analysis of chips generated from planing of different species of wood. In Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ISC – Woodworking technique, Zalesina. Zagreb : Faculty of Forestry, 2007, p. 207–213.

- DZURENDA, L. 2002. Vzduchotechnická doprava a separácia dezintegrovannej drevnej hmoty. Zvolen : TU vo Zvolene, 2002.
- DZURENDA, L. 2009a. Štruktúra zrnitosti a podiel izometrických triesok v mokrej piline z procesov pílenia dreva na hlavných piliarskych strojov. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 51(1): 55–56, 2009.
- DZURENDA, L. 2009b. The influence of construction of sawing machines on the granularity of sawdust from the process of wood sawing. In: *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> ISC – Woodworking technique*, Zalesina. Zagreb : Faculty of Forestry 2009, p. 129–141.
- DZURENDA, L., OČKAJOVÁ, A. 2003. Rozmerová analýza drevného prachu smreka, borovice a duba z procesu rovinného brúsenia. *Obrábanie a spájanie dreva*. Zvolen: TU vo Zvolene, 2003, s. 53–57.
- DZURENDA, L., ORLOWSKI, K., GRZESKIEWICZ, M. 2010: Effect of thermal modification of oak wood on sawdust granularity. *Drvna industrija*, 2010, 61(2): 89–94.
- FEHÉR, S., VARGA, M., MAGOSS, E. 2006. Morphological characteristics of hardwood particles in the respirable range. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2006*. Zvolen : TU vo Zvolene , 2006, p. 113–118.
- FUJIMOTO, K., TAKANO, T. 2003. Mass concentration and particle size distribution of suspended dust during circular sawing. In: *Proceedings of the 16<sup>th</sup> IWMS*. Matsue-Japan, 2003, p. 724–731.
- HAMMILÄ, P., GOTTLÖBER, CH., WELLING, I. 2003. Effect of cutting parameters to dust and noise in wood cutting, laboratory and industrial tests. In: *Proceedings of the 16<sup>th</sup> IWMS*. Matsue-Japan, 2003, p. 375–384.
- KOPECKÝ, Z., PERNICA, J. 2004. Effects of the dimensional specification of dust on the quality of air. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2004*. Zvolen : TU vo Zvolene, 2004, p. 125–130.
- KOPECKÝ, Z., ROUSEK, M. 2006: Simulation possibilities of dust emission in high-speed milling. In: *1<sup>st</sup> Jubilee Scientific Conference Manufacturing Engineering in Time of Information Society*. Gdansk : Gdansk University of Technology, 2006, p. 191–196
- KUČERKA, M. 2010. Vplyv technicko-technologických faktorov na tvorbu triesky pri brúsení dreva na ručnej pásovej brúske. In: *Acta Universitatis Matthiae Belii, séria Technická výchova No. 10*. Banská Bystrica: FPV UMB, 2010, s. 15–29.
- LISIČAN, J. 1988. *Obrábanie a delenie drevných materiálov*. Zvolen : VŠLD, 1988.
- MATSUMOTO, H., MURASE, Y. 1999. The effects of sanding pressure and grit size on both AE and sanding performance in disc sanding process. In: *Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Wood Machining Seminar*. Volume 2. Enstib Epinal, 1999, p. 653–662.
- OČKAJOVÁ, A. 2004. Prach – faktor pracovného prostredia s prevažne špecifickými účinkami. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2004*. Zvolen : TU vo Zvolene, 2004, s. 169–174.
- OČKAJOVÁ, A., BELJAKOVÁ, A. 2008. Vlastnosti prachu z procesu brúsenia dreva. In: *Dzurenda, L. a kol.: Vplyv techniky na kvalitu deleného a obrábaného dreva*. Zvolen: TU, 2008, p. 115–140.
- OČKAJOVÁ, A., BELJAKOVÁ, A., LUPTÁKOVÁ, J. 2008. Selected properties of spruce dust generated from sanding operations. 2008, *Drvna industrija*, 59(1): 3–10. ISSN 0012-6772.
- OČKAJOVÁ, A., BELJAKOVÁ, A., SIKLIENKA, M. 2010. Morphology of dust particles from the sanding process of the chosen tree species. 2010, *Wood research*, 53(2): 89–98.
- OČKAJOVÁ, A., BELJO-LUČIČ, R., ČAVLOVIČ, A., TEREŠOVÁ, J. 2006: Reduction of dustiness at sawing wood by universal circular saw. *Drvna industrija*, 2006, 57(3): 119–126.
- OČKAJOVÁ, A., KUČERKA, M. 2009. Granular analysis of dust particles from profiling and sanding process of MDF. In: *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> ISC – Woodworking technique*, Zalesina. Zagreb : Faculty of Forestry, 2009, p. 187–192.
- PALMQVIST, J., GUSTAFSSON, S.I. 1999. Emission of dust in planing and milling of wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 1999, 57: 164–170.
- PORANKIEWICZ, B., BANSKI, A., WIELOCH, G. 2010. Specific resistance and specific intensity of belt sanding of wood. *BioResources*, 5(3), 2010, ISSN 1930–2126.
- RONČKA, J., OČKAJOVÁ, A. 2007. The influence of sanding machine type and grit size on granularity of sanding wood dust. In: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ISC – Woodworking techniques*. Zagreb : Faculty of Forestry, 2007, s. 289–294.
- STN 1531 05/ STN ISO 3310-1: 2000. Súbor sít na laboratórne účely.
- STN 9096 (83 4610): 2003. Metódy zisťovania odberu vzoriek emisií, gravimetrická izokinetická metóda.
- VARGA, M., CSANADY, E., NEMETH, G., NEMETH, S. 2004. Analysis of exhausted and remaining dust at workplaces applying CNC processing machinery. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2004*. Zvolen : TU vo Zvolene, 2004, p. 263–273.

## **Pod'akovanie**

Tento výskum bol realizovaný s podporou Grantovej komisie KEGA MŠVVŠ SR pod číslom 005 UMB-4/2011 KEGA.

## **Adresa autora**

Doc. Ing. Alena Očkajová, PhD.  
Katedra techniky a technológií  
Fakulta prírodných vied  
Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici  
Tajovského 40  
97401 Banská Bystrica  
Slovenská republika  
Alena.Ockajová@umb.sk

Ing. Adrián Banski, PhD.  
Katedra obrábania dreva  
Drevárska fakulta  
Technická univerzita vo Zvolene  
Masaryka 24  
96053 Zvolen  
Slovenská republika  
banski@tuzvo.sk