

# Dust from Thermowood Machining Processes

## Prach z procesov obrábania Thermowood

Martin Kučerka <sup>1,\*</sup>, Alena Očkajová <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Department of Technology, Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University, Banská Bystrica, Slovak Republic;  
[martin.kucerka@umb.sk](mailto:martin.kucerka@umb.sk), [alena.ockajova@umb.sk](mailto:alena.ockajova@umb.sk)

\* Corresponding author: [martin.kucerka@umb.sk](mailto:martin.kucerka@umb.sk)

*Original scientific paper*

*Received: October 18, 2019; Accepted: December 02, 2019; Published: December 31, 2019*

### Abstract

The aim of the present paper is the results of the granulometric composition of the creating chips and dust focusing on fine and dust fraction, from longitudinal milling and sanding of thermally modified oak and spruce wood in the dependence on treatment temperatures of 160, 180, 200 and 220 °C. When milling oak with increasing temperature of wood treatment, the share of these fractions increase, the share of dust fraction from 0.40% (natural sample) to 3.63% sample treated at 220 °C, for natural spruce, these particles were not recorded and for treatment temperature of 220 °C the dust content increased to 4,64%. The sanding showed the opposite trend, namely the decrease of the fraction of dust with increasing treatment temperature. For oak heat treated at 220 °C the decrease was 21.04% compared to natural wood and for spruce the decrease was 24.43%.

**Keywords:** Granularity, Milling, Oak, Sanding, Spruce, Thermowood

### 1 Introduction

Thermowood is nowadays material that is use in various areas in which it meets the conditions, especially physico-mechanical. Its advantages are absence of chemicals for its treatment, decreasing of moisture absorption, dimensional and biological stability and durability [11]. But Thermowood is known also by its disadvantages especially by changes of chemical, physical and mechanical properties [3, 5, 10, 11], that resulting in decrease in its mechanical properties, which results in more fragile wood as stated by [1, 2, 10, 11]. Based on these facts, [6, 10] state that during woodworking at higher temperatures fine fraction or sawdust can be produced.

The aim of the present paper is to compare the effect of machining technology of heat treated wood, spruce and oak

### 1 Úvod

Thermowood je v súčasnosti materiál, ktorý sa používa v rôznych oblastiach, v ktorých spĺňa podmienky, obzvlášť fyzikálno-mechanické. Medzi jeho výhody patrí absencia chemikálií pri jeho úprave, zníženie hygroskopicity, rozmerová a biologická stabilita a trvanlivosť [11]. Thermowood je známy aj svojimi nevýhodami, najmä zmenami chemických, fyzikálnych a mechanických vlastností [3, 5, 10, 11], ktoré vedú k zníženiu jeho vybraných mechanických vlastností, čo vedie k tomu že drevo je viac krehkejšie, ako je uvedené v [1, 2, 10, 11]. Na základe týchto skutočností [6, 10] sa uvádza, že pri obrábaní dreva upraveného pri vyšších teplotách sa môže vytvárať jemná a prachová frakcia.

Cieľom predloženého príspevku je porovnanie vplyvu technológie obrábania

(treatment temperatures 160 °C, 180 °C, 200 °C and 220 °C) by milling and sanding on the share of fine fraction particle size  $\leq 0.125$  mm and on dust, particle size  $\leq 0,08$  mm, which may present both a health and a safety hazard.

## 2 Material and Methods

### 2.1 Experimental samples

Sessile oak (*Quercus petraea*) and Norway spruce (*Picea abies*) were used for experiment. The precise method of samples preparation and thermal modification (temperature of 160, 180, 200 and 220 °C) methodology of samples is published in the paper of [7, 9].

### 2.2 Machinery

JET JSG-96 (JPW Tool AG, Fällanden, Switzerland), narrow belt sander, cutting speed of  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , HIOLIT XO P 80 grinding belt with a grain of 80.

Spindle milling machine ZDS-2 (Liptovské strojárne, Slovensko), with feeding equipment Frommia ZMD 252/137 (Maschinenfabrik Ferdinand Fromm, Fellbach, Nemecko). Tool – milling head FH 45 Staton SZT (Turany, Slovakia), with parameters: cutter body diameter - 125 mm, cutter body diameter with extended knife 130 mm, number of knives 2, rake angle  $\gamma = 25^\circ$ , cutting speed  $v_c = 40 \text{ m/s}$ , feed speed  $v_f = 15 \text{ m/min}$ , depth of cut = 1 mm.

### 2.3 Granular analysis

Samples for the granular wood dust analysis were taken isokinetically from the suction pipe of the machines in accordance with STN 9096 (83 4610).  $200 \div 220$  g sample was taken for each treatment.

Granularity was studied by sieving, with standard kit of several sieves ordered vertically, placed on the vibrating stand of the sieving machine (Retsch AS 200c), (Retsch GmbH, Haan, Germany), in accordance with STN 153105/STN ISO 3310 – 1. As much as 30 g heaps of material were analysed in each treatment. Each treatment was exposed to six sieving.

tepelne upraveného dreva, smreku a duba (teploty 160 °C, 180 °C, 200 °C a 220 °C) pri frézovaní a brúsení na podiel jemnej frakcie

s veľkosťou častíc  $\leq 0,125$  mm a prachovej frakcie s veľkosťou častíc  $\leq 0,08$  mm, čo môže predstavovať nebezpečenstvo pre zdravie aj bezpečnosť prevádzky.

## 2 Materiál a metódy

### 2.1 Experimentálne vzorky

Na experiment boli použité vzorky duba zimného (*Quercus petraea*) a smreka obyčajného (*Picea abies*). Presná metodika prípravy vzoriek a tepelná úprava (pri teplote 160, 180, 200 a 220 °C) vzoriek je publikovaná v príspevkoch [7, 9].

### 2.2 Strojné zariadenie

Úzkopásová brúska JET JSG-96 (JPW Tool AG, Fällanden, Švajčiarsko), rezná rýchlosť  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , brúsny pás HIOLIT XO P 80 so zrnitosťou 80.

Spodná vretenová frézka ZDS-2 (Liptovské strojárne, Slovensko). Podávanie bolo realizované pomocou podávacieho zariadenia Frommia ZMD 252/137 (Maschinenfabrik Ferdinand Fromm, Fellbach, Nemecko). Nástroj – frézovacia hlava FH 45 Staton SZT (Turany, Slovensko), s parametrami: priemer telesa frézy – 125 mm, priemer telesa frézy s vysunutým nožom 130 mm, hrúbka telesa frézy 45 mm, počet nožov 2, materiál noža – oceľ MAXIMUM SPECIAL 55: 1985/5, uhol čela  $\gamma = 25^\circ$ . Rezné podmienky – rezná rýchlosť  $v_c = 40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , posuvná rýchlosť  $v_f = 10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ , hĺbka úberu = 1 mm.

### 2.3 Granulometrická analýza

Vzorky pre granulometrickú analýzu boli odoberané izokineticky z odsávacieho potrubia v súlade s STN 9096 (83 4610). Pre každú tepelnú úpravu bolo odobraté  $200 \div 220$  g vzorky.

Granulometrické zloženie sa zisťovalo sitovaním, na ktoré sa použila špeciálna súprava nad sebou zoradených sít umiestnených na vibračnom stojane sitovacieho stroja (Retsch AS 200c), (Retsch GmbH, Haan, Germany), v súlade s STN 153105/STN ISO 3310 – 1. Pre každý variant

### 3 Results and Discussion

Analyses results are introduced in Tab. 1 and 2.

sa robili tri sitovania a výsledky sú dané ako ich priemerná hodnota.

### 3 Výsledky a diskusia

Výsledky analýz sú uvedené v Tab. 1 a 2.

#### Tab. 1 Milling

#### Tab. 1 Frézovanie

The share of fine particles (particle size  $\leq 0.125$  mm)/Podiel jemnej frakcie (veľkosť častíc  $\leq 0.125$  mm)

Oak natur/Dub prírodný	1.20 %	Spruce natur/Smrek prírodný	0.53 %
Oak/Dub 160 °C	4.94 %	Spruce/Smrek 160 °C	0.62 %
Oak/Dub 180 °C	6.13 %	Spruce /Smrek 180 °C	0.70 %
Oak/Dub 200 °C	6.11 %	Spruce/Smrek 200 °C	5.44 %
Oak/Dub 220 °C	13.18 %	Spruce /Smrek 220 °C	11.29 %

The share of dust (particle size  $\leq 0.08$  mm)/ Podiel prachovej frakcie (veľkosť častíc  $\leq 0.08$  mm)

Oak natur/Dub prírodný	0.40 %	Spruce natur/Smrek prírodný	0.00 %
Oak/Dub 160 °C	1.14 %	Spruce/Smrek 160 °C	0.00 %
Oak/Dub 180 °C	1.64 %	Spruce/Smrek 180 °C	0.00 %
Oak/Dub 200 °C	1.36 %	Spruce/Smrek 200 °C	1.36 %
Oak/Dub 220 °C	3.63 %	Spruce/Smrek 220 °C	4.64 %

#### Tab. 2 Sanding

#### Tab. 2 Brúsenie

The share of fine particles (particle size  $\leq 0.125$  mm)/Podiel jemnej frakcie (veľkosť častíc  $\leq 0.125$  mm)

Oak natur/Dub prírodný	99.20 %	Spruce natur/Smrek prírodný	99.36 %
Oak/Dub 160 °C	96.28 %	Spruce/Smrek 160 °C	99.77 %
Oak/Dub 180 °C	97.97 %	Spruce/Smrek 180 °C	96.35 %
Oak/Dub 200 °C	98.61 %	Spruce/Smrek 200 °C	97.68 %
Oak/Dub 220 °C	91.96 %	Spruce/Smrek 220 °C	95.98 %

The share of dust (particle size  $\leq 0.08$  mm)/ Podiel prachovej frakcie (veľkosť častíc  $\leq 0.08$  mm)

Oak natur/Dub prírodný	94.72 %	Spruce natur/Smrek prírodný	86.11 %
Oak/Dub 160 °C	92.10 %	Spruce/Smrek 160 °C	92.63 %
Oak/Dub 180 °C	94.53 %	Spruce/Smrek 180 °C	84.44 %
Oak/Dub 200 °C	93.17 %	Spruce/Smrek 200 °C	76.09 %
Oak/Dub 220 °C	73.68 %	Spruce/Smrek 220 °C	61.68 %

The obtained shares of fine fraction as well as of dust are different for milling and sanding, as these are very different woodworking technologies.

When milling oak and spruce, the share of fine fraction as well as dust fraction with treatment temperature rises and the highest values were recorded at treatment temperature of 220 °C, which corresponds to the authors claim to reduce selected strengths of heat treated wood [6, 10].

When sanding, most of the resulting particles fall within the fine and dust fractions. While the shares of fine fraction do not change very much, whether sanding oak or spruce, the shares of dust fraction decrease with increasing treatment temperature. This process is interesting, and we assume that the impact of density decreases of heat-treated wood has a greater impact than the decrease of mechanical properties in the wood sanding process. Similar results for sanding are given by [4, 8], based on their experiments, did not confirm an increase in the inhalable and respirable fraction with increasing wood treatment temperature, i.e. higher dust generation due to wood heat treatment.

#### 4 Conclusions

When milling the heat-treated wood with increasing temperature, the shares of fine fraction and dust increases due to the reduced mechanical properties of the heat-treated wood.

When sanding, the share of dust is reduced due to the reduced density of the heat-treated wood.

#### Acknowledgment

This work was supported by the grant agency KEGA under the project No. 009TUZ-4/2017.

Získané podiely jemnej frakcie a prachu sú rôzne pre frézovanie a brúsenie, pretože ide o veľmi odlišné technológie spracovania dreva.

Pri frézovaní duba a smreku sa podiel jemnej frakcie, ako aj prachovej frakcie so zvyšujúcou sa teplotou úpravy zvyšuje a najvyššie hodnoty sa zaznamenali pri teplote úpravy 220 °C, čo zodpovedá tvrdeniu autorov o znížení vybraných mechanických vlastností tepelne ošetreného dreva [6, 10].

Pri brúsení väčšina výsledných častíc spadá do jemných a prachových frakcií. Zatiaľ čo podiely jemnej frakcie sa veľmi nemenia, či už ide o brúsený dub alebo smrek, podiely prachovej frakcie sa so zvyšujúcou teplotou úpravy znižujú. Tento proces je zaujímavý a predpokladáme, že vplyv zníženia hustoty tepelne upraveného dreva má väčší vplyv ako pokles mechanických vlastností pri brúsení dreva. Podobné výsledky z procesu brúsenia sú uvedené v [4, 8], kde na základe experimentov sa nepotvrdil zvýšený podiel inhalovateľnej a respirabilnej frakcie so zvyšujúcou sa teplotou úpravy dreva, t. j. vyššou tvorbou prachu v dôsledku spracovania tepelného upraveného dreva.

#### 4 Záver

Pri frézovaní tepelne upraveného dreva so zvyšujúcou sa teplotou sa podiel jemnej frakcie a prachu zvyšuje v dôsledku znížených mechanických vlastností tepelne upraveného dreva.

Pri brúsení sa zníži podiel prachu v dôsledku zníženej hustoty tepelne upraveného dreva.

#### PodĎakovanie

Tento výskum bol realizovaný s podporou grantovej agentúry KEGA pod číslom 009TUZ-4/2017.

## References / Literatúra

- [1] Bengtsson, C., Jermer, J., Clang, A., and Ek-Olausson, B.: 'Investigation of Some Technical Properties of Heat-Treated Wood', (IRG/WP 02-40242), The International Research Group on Wood Preservation, Stockholm (2003), Sweden.
- [2] Bekhta, P., Niemz, P.: 'Effect of high temperature on the changes in colour, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood', *Holzforschung* 2003, 57, (5), pp. 539-546. DOI: 10.1515/HF.2003.080
- [3] Čabalová, I., Kačík, F., Zachar, M., Dúbravský, R.: 'Chemical changes of hardwoods at thermal loading by radiant heating', in *Acta Facultatis Xylogologiae*, Zvolen, 2016, 58(1), pp. 43-50.
- [4] Hlásková, L., Kopecký, Z., Rousek, M., et al.: 'Dust emissions during sanding of thermally modified beech wood', *Chip and Chipless Woodworking Processes*, 2018, 11 (1), pp 51-57.
- [5] Kačíková, D., Kačík, F.: 'Chemical and Mechanical Changes During Thermal Treatment of Wood', Technical University in Zvolen, 2011, Zvolen, Slovakia.
- [6] Král, P., Hrázský, J.: 'Use of new ThermoWood material. Materials for construction 1/2005', PROKOM R&S s.r.o. (<http://www.prokom.cz/thermowood-tepelne-upravene-drevo/vyuziti-noveho-materialu-tepelne-upravene-drevo-thermowood.pdf>), Accessed 4 April 2019.
- [7] Kučerka, M., Očkajová, A.: 'Thermowood and granularity of abrasive wood dust', *Acta Facultatis Xylogologiae*, 2018, 60 (2), pp. 43-52. DOI: 10.17423/afx.2018.60.2.04
- [8] Mikušová, L., Očkajová, A., Dado, M., et al.: 'Thermal Treatment's Effect on Dust Emission During Sanding of Meranti Wood. In *BioResources*, 2019, 14 (3), pp. 5316-5326.
- [9] Očkajová, A., Kučerka, M., Krišťák, Ľ., Igaz, R.: 'Granulometric analysis of sanding dust from selected wood species', *BioResources*, 2018, 13 (4), pp. 7481-7495. DOI: 10.15376/biores.13.4.7481-7495
- [10] Reinprecht, L., Vidholdová, Z.: 'ThermoWood - preparing, properties and applications', *Thermodrevo - príprava, vlastnosti a aplikácie*. Zvolen, 2008, ISBN 978-80-228-1920-6.
- [11] ThermoWood Handbuch [online] [cit. 2010-04-10]. Dostupné z: [https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.thermowood.palvelee.fi/downloads/ThermoWood\\_Handbuch.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.thermowood.palvelee.fi/downloads/ThermoWood_Handbuch.pdf) [accessed May 2019]