



## ANALÝZA ZRNITOSTI PILINY Z PROCESOV PÍLENIA SUCHÉHO SMREKOVÉHO A DUBOVÉHO DREVA

Martin Kučerka – Alena Očkajová

### Abstract

*This article deals with determining of the lower limit of particle size distribution of dry spruce and oak chip formed in the process of wood sawing on modern woodworking machines, determining of the share of the smallest particles in dry chip and quantifying of the share of isometric grains in dust fraction by sieve analysis and optical methods of image analysis. The next aim is the update information about the share of medium coarse and coarse fraction in dry chip from the process of wood sawing.*

*From the obtained information about chip size and shape of fine fraction it can be state that in sawing process does not form the respirable fraction with aerodynamic diameter below 10  $\mu\text{m}$ . On the base of this we can state that bulk wood material is not a source of dust fractions that participate on dustiness formation in atmosphere.*

**Key words:** sawing, chip, fraction, granular analysis, granularity

### ÚVOD

V procese pílenia dreva ako vedľajší produkt vzniká pilina – trieska, ktorej tvar, rozmery a množstvo je závislé tak od fyzikálno – mechanických vlastností píleného dreva, ako i od tvaru, rozmerov, ostrosti rezného nástroja a technicko – technologických podmienok realizácie procesu pílenia (Dukić – Gogliá, 2006; Lisičan, 1996; Dzurenda, 2007; Kopecký – Pernica, 2004).

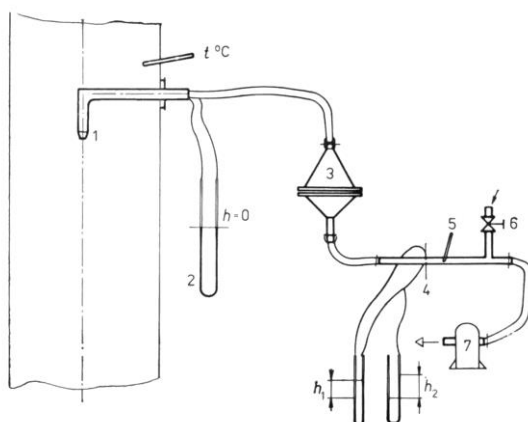
Využitie piliny ako druhotnej suroviny je rozmanité, pilina je jednou z východných surovín pre výrobu aglomerovaných trieskových materiálov, chemické spracovanie dreva, cennou surovinou pre energetické využitie priamym spaľovaním, resp. základnou surovinou pre výrobu rozmerovo a energeticky homogenizovaného paliva (brikiet a peliet).

Príspevok sa zaoberá veľkosťou jednotlivých frakcií triesok – piliny vznikajúcej v procese pozdĺžneho pílenia suchého fošnového reziva na rámovej pile CLASIC 150/200 a kotúčovej rozmietacej pile PWR 401.

### MATERIÁL A METODIKA

Odber vzoriek bol vykonávaný gravimetrickou aparátúrou typu MU 5 – OT fy: ORGREZ Brno (obrázok 1) v usporiadaní: izokinetická odberová sonda, filter s filtračnou

vložkou FILPAP Z 4, prietokomer pre evidenciu odsatého objemu vzorky plynu, regulačný ventil na prisávanie vzduchu do meracej súpravy MU 5 – OT pred zdrojom sania prostredníctvom ktorého sa riadi izokinetika odberu vzorky, zdroj sania (šesťstupňový odsávací agregát MU 5-V s prietokom  $V_{\max} = 30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ), dovybavený teplomeri na meranie teploty plynu v potrubí a meracej súprave, kvapalinovými U - manometrami na meranie efektívneho tlaku v potrubí a meracej súprave (kontrola izokinetiky odberu), Prandtlovou trubicou s kvapalinovým mikromanometrom MPR – 4 na meranie dynamického tlaku prúdu odsávaného plynu v jednotlivých bodoch rýchlostného profilu, elektrokapacitným snímačom vlhkosti vzduchu ALMEMO 2290-2 s konektorom FH A646.



Obrázok 1 Gravimetrická aparátúra pre izokinetický odber vzoriek piliny (1 – vstupná sacia hubica, 2 – diferenciálny manometer na meranie k nastaveniu izokinetiky, 3 – filter, 4 – snímač tlakov na clone, 5 – teplomer, 6 – regulačný ventil pre prisávanie vzduchu, 7 – zdroj sania)

Keďže, priemery odsávacích potrubí od rámových a kotúčových píl sú v rozpätí  $d = 125 \div 280 \text{ mm}$ , prierezová plocha kruhového potrubia vzduchotechnického systému odsávania od pásových a kotúčových píl je  $S \leq 0,09 \text{ m}^2$ , odber vzoriek piliny sa vykonáva podľa STN ISO 9096: v 1 odbernom bode v strede roviny odberného miesta.

Základný granulometrický rozbor piliny bol vykonávaný sitovaním t. j. preosievaním piliny na sade sít s veľkosťami medzier v pletive: 2 mm, 1 mm, 0,50 mm, 0,250 mm, 0,125 mm, 0,080 mm, 0,063 mm, 0,032 mm a dno, na automatickom vibračnom sitovacom stroji AS 200 firmy RETSCH (obrázok 2). Sitovací stroj AS 200 je vhodný k preosievaniu sypkých disperzných produktov s veľkosťou max. do 25 mm za sucha i za mokra.

Na základe poznatkov a skúseností nadobudnutých pri granulometrických analýzach piliny za účelom stanovenia frakcie prachového podielu v piline pre environmentálne účely bol vypracovaný metodický postup IM-AS 200 s názvom: „Metodika pre stanovenie zrnitosti sypkej drevnej hmoty na sitovacom stroji AS 200“, vhodný i pre granulometrickú analýzu piliny. Sitová analýza sa vykonáva na vzorkách s hmotnosťou  $m = 50 \text{ g}$ , po dobu sitovania  $\tau = 15 \text{ min}$  na sade sít s veľkosťami medzier v pletive: 2 mm, 1 mm, 0,50 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, 0,080 mm, 0,063 mm, 0,032 mm a dno. V prípade sitovania suchej piliny sa na sítá s veľkosťami medzier v pletive: 0,125 mm, 0,080 mm, 0,063 mm, 0,032 mm vkladajú 3 až 4 teflónové guľičky, ktoré zabraňujú koagulácii prachových častíc a vytváraniu zhlukov prachových frakcií rôznej veľkosti do tvaru gule. Hmotnosti frakcií na sítach sú stanovované na laboratórnych váhach s presnosťou váženia 0,01 g.



Obrázok 2 Vibračný sitovací stroj RETSCH AS 200

Za účelom upresnenia informácií o rozmeroch a tvare najmenších častíc jemnej frakcie bola vykonaná mikroskopická analýza zŕn piliny s rozmermi pod hodnotou 125  $\mu\text{m}$ . Uvedená analýza bola vykonaná optickou metódou – rozborom obrazu získaného na mikroskope Nikon Optiphot - 2 s objektívom Nikon 4x v Biometrickom laboratóriu FLD MZLU Brno (obrázok 3). Program analýzy obrazu LUCIA-G umožňuje identifikovať jednotlivé častice sypkej drevnej hmoty, kvantitatívne stanoviť pre jednotlivé častice nachádzajúce sa v analyzovanom obraze základné informácie akými sú: dĺžka a šírka častíc, cirkularita t.j. kruhovitosť vyjadrujúca mieru odchýlky priemetu daného tvaru zrna od priemetu tvaru kruhu podľa vzťahu:

$$\psi = \frac{4 \cdot \pi \cdot S}{O^2} \quad [-]$$

kde: S – plocha častice [ $\text{m}^2$ ]  
O – obvod častice [m]



Obrázok 3 Pohľad na zariadenie pre analýzu obrazu častíc LUCIA-G 4.0

## VÝSLEDKY

Výsledky sitovej analýzy – granulometrického zloženia smrekovej a dubovej piliny, vzniknutej v procese pílenia suchého fošňového reziva na lamely na jemnorezúcej rámovej pile CLASIC 150/200 a kotúčovej rozmietačej pile PWR 401 uvádza tabuľka 1.

Tabuľka 1 Granulometrické zloženie smrekovej a dubovej piliny z rámovej píly CLASIC 150/200, kotúčovej rozmietačej píly PWR 401 a kotúčovej rozmietačej píly PWR 401 SK-plátky

Rozmery oka sita [mm]	Označenie frakcie	Zastúpenie frakcií v suchej piline [%]		
		CLASIC 150/200 Smrek	PWR 401 Dub	PWR 401 SK-plátky Smrek
2,000	hrubá	4,3	2,1	10,9
1,000		4,9	6,3	18,3
0,500	stredne hrubá	41,5	29,5	39,8
0,250		29,5	25,5	16,9
0,125	jemná	16,2	19,6	7,9
0,080		3,6	9,3	3,3
0,063		0,00	3,9	1,8
dno		0,00	3,8	1,1

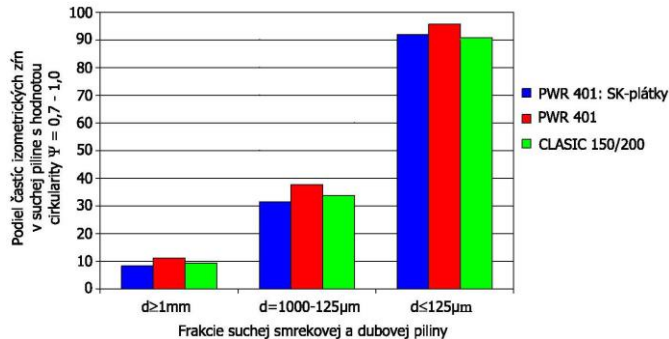
Rozmery najväčších triesok a najmenších častíc v jemných frakciách suchej piliny z procesu pozdĺžneho pílenia smrekového a dubového dreva na jednotlivých typoch píľ uvádza tabuľka 2.

Tabuľka 2 Rozmery najväčších častíc v hrubých frakciách suchej smrekovej a dubovej piliny a najmenších častíc v analyzovaných jemných frakciách

Typ píly	Rozmery maximálnych zŕn piliny [mm]	Plošné rozmery minimálnych častíc piliny [ $\mu$ m]
<b>CLASIC 150/200 Smrek</b>	1,5 x 1,8 x 27,8	88,38 x 81,17
	1,1 x 1,3 x 24,4	87,84 x 82,49
	1,6 x 2,0 x 15,4	86,68 x 82,31
<b>PWR 401 Dub</b>	1,1 x 1,5 x 4,8	34,10 x 35,23
	1,1 x 1,4 x 6,5	33,00 x 33,20
	1,3 x 1,7 x 5,9	34,85 x 36,50
<b>PWR 401 SK - plátky Smrek</b>	1,1 x 1,7 x 9,5	33,10 x 36,23
	1,2 x 1,9 x 11,2	33,28 x 33,56
	1,4 x 1,8 x 8,7	37,85 x 39,56

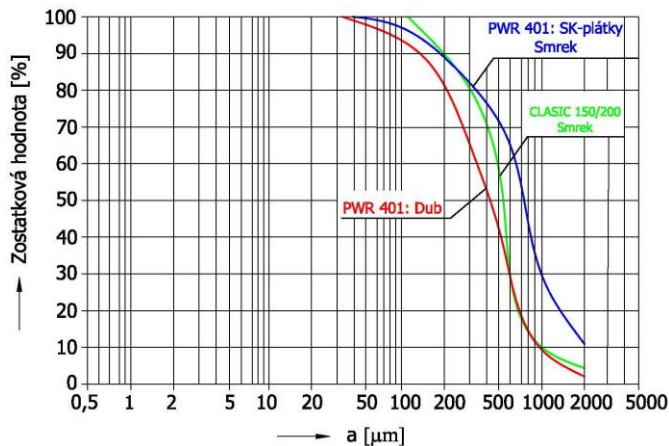
Obdobné granulometrické zloženie suchej smrekovej piliny s podielom stredne hrubej frakcie cca 70 % vytvorenej v procese pílenia fošňového reziva na rámových píľach typ: CLASIC 150/200 uvádzajú autori: Longauer – Dzurenda 2006.

Na základe výsledkov analýzy tvaru a rozmerov častíc smrekovej a dubovej piliny hrubých a stredne hrubých frakcií je možné konštatovať, že prevažná väčšina zŕn týchto frakcií patrí do skupiny polydisperzných vláknitých hmôt, tyčinkovitého tvaru s výrazným predĺžením v jednom rozmere. Mikroskopické analýzy rozmerov a tvaru častíc jemných frakcií prezrádzajú, že častice tejto frakcie svojim tvarom patria ku skupine izometrických častíc (obrázok 4).



Obrázok 4 Zastúpenie častíc izometrických zŕn v suchej smrekovej a dubovej piline

Z porovnania kriviek zvyškov (obrázok 5) suchej smrekovej piliny vytvorenej v procese pílenia smrekových fošní na lamely na jemnorežúcich rámových pilách CLASIC 150/200 a rozmietať fošňového reziva na kotúčovej rozmietačej pile PWR 401 je možné konštatovať, že suchá smreková pilina z procesu pílenia na pile CLASIC 150/200 s intervalom zrnitosti a  $<81,17 \mu\text{m} \div 27,8 \text{ mm}>$  je hrubozrnnejšia než suchá smreková či dubová pilina z procesu pílenia na kotúčových pilách s intervalom zrnitosti a  $<33,20 \mu\text{m} \div 11,2 \text{ mm}>$ .



Obrázok 5 Krivky zvyškov suchej smrekovej a dubovej piliny vzniknutej pílením na rámovej pile CLASIC 150/200, kotúčovej rozmietačej pile PWR 401 a kotúčovej rozmietačej pile PWR 401 s SK - plátkami

## ZÁVER

Na základe vykonaných analýz rozmerov, tvaru a granulometrického zloženia sypkej drevnej hmoty z procesu pílenia suchého dreva bola stanovená dolná medza zrnitosti,  $a_{\min} = 33 \mu\text{m}$  a aktualizované informácie o zrnitosti, stredne hrubých a hrubých frakcií piliny. Z mikroskopickej analýzy obrazu tvaru triesok jemnej frakcie analyzovaných súborov vzoriek pilín vyplýva, že častice jemnej frakcie sú z  $82 \div 95 \%$  izometrického tvaru. Triesky stredne hrubej a hrubej frakcie piliny sú tyčinkovitého tvaru a patria do skupiny vláknitých sypkých hmôt.

Zo získaných informácií o rozmeroch a tvare triesok jemnej frakcie je možné konštatovať, že v procesoch pílenia sa netvorí jemná respirabilná frakcia ani hrubá respirabilná frakcia s aerodynamickým priemerom pod  $10 \mu\text{m}$ . Toto zistenie nás oprávňuje konštatovať, že sypká drevná hmota z procesov pílenia nie je zdrojom prachových frakcií, ktoré sa podieľajú na tvorbe prašnosti v atmosfére.

## LITERATÚRA

1. KUČERKA, M. 2013: Metódy merania zrnitosti sypkých drevných materiálov = Methods of measuring particle size of grain wood materials. In Acta Universitatis Matthiae Belii: séria: Technická výchova / zost. Lýdia Čellárová. No. 13 [elektronický zdroj]. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, 2013. ISBN 978-80-557-0624-5. s. 39-43.
2. LONGAUER, J., DZURENDA, L. 2006: Granulometrická analýza suchej smrekovej piliny odsávanej od rámovej píly CLASIC 150/200 a možnosti jej efektívnej separácie. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2006. Zvolen: TU, 185-190.
3. OČKAJOVÁ, A., KUČERKA, M. 2012: Granulometric analysis of particles from the machining process MDF. In: Chip and chipless woodworking processes 2012 : proceedings of Meeting Abstracts, The 8th international science conference, Zvolen, 6-8 september 2012 / ed. Ladislav Dzurenda, Adrián Banski ; rec. Nencho Delijiski ... [et al.]. Zvolen : Technická univerzita, 2012, s. 40. ISBN 978-80-228-2386-9.
4. OČKAJOVÁ, A., KUČERKA, M. 2011: Granularity of dust particles obtained in the process of sanding and milling of particleboard. In Woodworking Techniques : proceedings of the 4th International Science Conference, Prague September 7. - 10. 2011 / rec. Štefan Barcík ... [et al.]. - Prague : Czech University of Life Sciences, 2011. 211-217. ISBN 978-80-213-2182-3.
5. KOPECKÝ, Z., PERNICA, J. 2004: Effects of the dimensional specification of dust on the quality of fair. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2004. Zvolen: TU, 125-130
6. DUKIČ, I., GOGLIA, V. 2006: Comparison of gross energy standards of framesaws and bandsaws. In : Drvna Industrija, 4/2006, Vol. 57. s. 179-182. ISSN 0012-6772.
7. DZURENDA, L. 2007: Sypká drevná hmota, vzduchotechnická doprava a odlučovanie. Zvolen : Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2007, 182s., ISBN 978-80-228-1765-3.
8. LISIČAN, J. 1996: Teória a technika spracovania dreva. Zvolen : Matcentrum, 1996. 626 s. ISBN 80-967315-6-4.
9. STN ISO 9096 (83 4610): Ochrana ovzdušia. Stacionárne zdroje znečisťovania. Manuálne stanovenie hmotnostnej koncentrácie tuhých znečisťujúcich látok, 2004.