

## GRANULOMETRICKÁ ANALÝZA SUCHEJ SMREKOVEJ PILINY ODSÁVANEJ OD RÁMOVEJ PÍLY CLASIC 150/200 A MOŽNOSTI JEJ EFEKTÍVNEJ SEPARÁCIE.

Jaroslav Longauer – Ladislav Dzurenda

### Abstract

The paper show results of the granulometric analyses of dry spruce sawdust created in the process of longitudinal sawing of wood on narrow-kerf frame sawing machine of type CLASIC 150/200.

The dry sawdust is a polydisperse bulk material with grain dimensions in an interval of values from 85,38  $\mu\text{m}$  up to 28,2 mm. From the point of view of the shape of grains, coarse and medium coarse fractions of dry sawdust are mostly created by fibrilar grains. The fine fraction is created by isometric grains – cube shape.

From analyses of separation conditions of dry spruce sawdust in separators and filters result that battery separators with elements T4/630 and filters are suitable for separation of sawdust from re-sawing operations of wood on narrow-kerf frame sawing machines type CLASIC 150/200. The finest fraction of dry spruce sawdust is on the limit boundary of separation of unicameral mechanical separators  $LS \approx 80 \mu\text{m}$ .

**Key words:** thin-cutting frame-saw, dry sawdust, granulometric analysis, separation, environment.

### 1. ÚVOD

V druhej polovici 20-teho storočia boli vyvinuté (skonštruované) jemnorežúce rámové píly pre efektívnu ekonomickú výrobu tenkých lamiel z vysušeného reziva s rozmermi do 220 x 250 mm, určených pre výrobu viacvrstvých konštrukčných dosiek, podľahovín, obalov na ovocie a zeleninu, ale i pre výrobu výrobkov stavebnostolárskej výroby, či športového náradia. V procese pílenia dreva na jemnorežúcich rámových pílach okrem výrobku – lamiel vzniká aj vedľajší produkt tieska – pilina. Tvar, rozmer a množstvo piliny v procese trieskového delenia dreva je závislé tak od fyzikálno – mechanických vlastností píleného materiálu, ako i od tvaru, rozmerov, ostrosti rezného nástroja a technicko - technologických podmienok realizácie procesu pílenia ( Prokeš 1978, Hejma 1981, Goglia 1994, Lisičan 1996, Wasielewski 1999, Rousek – Kopecký 2006 ).

V odbornej literatúre je pilina charakterizovaná ako polydisperzná sypká hmota pozostávajúca z hrubých a stredne hrubých frakcií (Hejma et al. 1981) t.j. sypký materiál

Táto práca bola vypracovaná v rámci riešenia projektu VEGA-SR č. 1/2402/05, ako výsledok práce autora a výraznej pomoci grantovej agentúry VEGA – SR.

s rozmermi zrn nad 0,5 mm, pričom nie je vylúčený ani podiel jemnejších frakcií s menšími rozmermi triesok. Podľa triediacich ukazovateľov sypkých hmôt uvádzaných v STN 26 0070 je pilina klasifikovaná ako B-45UX t.j. sypká hmota jemnej zrnitosti (0,5÷3,5 mm), hygroskopická, málo syná a abrazívna hmota s tendenciou zhľukovania. V práci: „Optimal

selection of the sawdust separation device for a narrow-kerf sawing machine PRW 15 M“. (Dzurenda-Orlowski-Wasielewski 2005) boli v borovicovej piline vytvorené v procese pílenia na tenkorežúcej rámovej píle PRW 15 M metódou mikroskopickej analýzy identifikované i častice s rozmermi pod 90 µm. Jednou z alternatív odsunu triesky z miesta jej vzniku na miesto ďalšieho spracovania či skladovania je vzduchotechnická doprava - odsávanie. Separácia piliny od dopravného vzduchu je realizovaná v jednokomorových odlučovačoch, v skupinových odlučovačoch, či filtroch. Optimálne technické riešenie vzduchotechnických sústav a podmienok separácie piliny od dopravného vzduchu je podmienené poznaním objektívnych informácií o fyzikálnych vlastnostiach, zrnitosti a geometrických tvaroch triesok odsávanej sypkej hmoty.

Cieľom tohto príspevku je analýza tvaru, rozmerov a granulometrickej skladby piliny vznikajúcej v procese pozdĺžného pílenia suchého smrekového reziva na jemnorežúcich rámových pílach typu: CLASIC 150/200 vyrábaných firmou NEVA s.r.o. Kardašova Řečice. Prostredníctvom charakteristík frakčnej odlúčivosti mechanických odlučovačov a látkových filtrov je analyzovaná efektívnosť odlučovania suchej smrekovej piliny v uvedených separačných zariadeniach.

## 2. MATERIÁL A METODIKA

Vzorky pre granulometrickú analýzu suchej borovicovej a suchej smrekovej piliny boli odoberané izokineticky z odsávacieho potrubia píly CLASIC 150/200 v súlade s STN ISO 9096: „Manuálne stanovenie hmotnostnej koncentrácie tuhých znečistujúcich látok“ počas pílenia fošnového reziva hrúbky  $h = 100$  mm pri rýchlosti posuvu materiálu do rezu:  $v = 0,5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . Vlhkosť smrekovej piliny  $w = 8,0\%$  bola stanovená váhovou metódou. Technicko-technologické podmienky pílenia reziva na rámovej píle uvádzajú tabuľka č. 1.

Tabuľka č.1 Technicko-technologické podmienky procesu pílenia počas odberu vzoriek.

Jemnorežúca rámová píla CLASIC 150/200		
	Zdĺž pilového rámu	mm
	Počet pilových listov	-
	Rezná špára	mm
	Max. výška píleného materiálu	mm
	Max. šírka píleného materiálu	mm
	Počet otáčok	ot.min <sup>-1</sup>
	Rýchlosť posuvu	m.min <sup>-1</sup>

Základný granulometrický rozbor bol vykonaný sitovaním t.j. preosievaním suchej piliny na sade sít s veľkosťami medzier v pletive: 2 mm, 1 mm, 0,50 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, 0,090 mm po dobu  $\tau = 15$  min na automatickom vibračnom sitovacom stroji AS 200

firmy RETSCH. Hmotnosti frakcií na sitách boli stanovené na laboratórnych váhach EP 200 firmy BOSCH s presnosťou váženia 0,001 g.

Za účelom spresnenia informácií o rozmeroch a tvaru zrn jednotlivých frakcií suchej piliny bola vykonaná mikroskopická analýza zrn smrekovej piliny jednotlivých frakcií s rozmermi pod 1 mm. Uvedená analýza suchej smrekovej piliny bola vykonaná optickou metódou - analýzou obrazu získaného na mikroskope Nikon Optiphot-2 s objektívom Nikon 4x v Biometrickom laboratóriu FLD MZLU Brno. Zrná piliny boli snímané 3 čipovou televíznou CCD kamerou HITACHI HV-C20 (RGB 752 x 582 pixel), horizontálnym rozlíšením 700 TV riadkov a vyhodnocovaná softverovým programom LUCIA-G 4.0 (Laboratory Universal Computer Image Analysis), nainštalovanom na PC s procesorom Pentium 90 (RAM 32 MB) s grafickou kartou VGA Matrox Magic pod operačným systémom Windows NT 4.0 Workstation. 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 častic, cirkularita t.j. kruhovitosť vyjadrujúca mieru odchýlky priemetu daného tvaru zrna od priemetu tvaru kruhu podľa vzťahu:

$$\psi = \frac{4 * \pi * S}{O^2}$$

kde: S – plocha častice [ $m^2$ ]

O – obvod častice [m]

### 3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky sitovej analýzy – granulometrického zloženia suchej smrekovej piliny, vzniknutej v procese pílenia na rámovej píle typu: CLASIC 150/200 pri rýchlosti posuvu materiálu do rezu  $v = 0,5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  uvádza tabuľka č.2.

Tabuľka č.2 Granulometrické zloženie suchej smrekovej piliny odsatej od tenorežúcej rámocej píly CLASIC 150/200.

Rozmery oka sita [mm]	Označenie frakcie	Zastúpenie frakcií v suchej smrekovej piline [%]			
		Vzorka č.1	Vzorka č.2	Vzorka č. 3	Priemer
2,000	hrubá	4,2	4,16	4,37	4,27
1,000		4,77	5,74	4,47	4,99
0,500	stredne hrubá	38,98	43,88	41,58	41,48
0,250		31,52	27,28	29,73	29,51
0,125	jemná	16,27	15,99	16,13	16,13
0,090		3,80	2,60	3,35	3,25
>0,090		0,39	0,35	0,37	0,37

V rámci identifikácie veľkosti častic boli zmerané základné rozmery zrn hrubej frakcie suchej smrekovej piliny s rozmermi nad 1 mm a rozmery zrn jemnej frakcie s veľkosťou pod 0,090 mm. Rozmery najväčších častic hrubej frakcie, resp. najmenších častic jemnej frakcie suchej smrekovej piliny uvádza tabuľka č. 3.

Tabuľka č. 3: Rozmery najväčších častíc v suchej smrekovej piline a najmenších častíc v analyzovaných jemných frakciách suchej smrekovej piline.

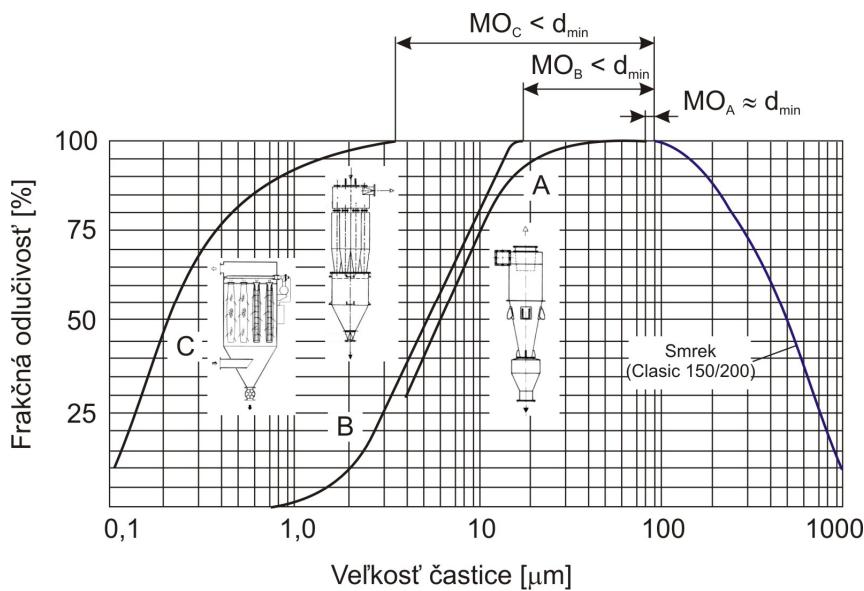
Suchá smreková pilina	Rozmery maximálnych zín piliny [mm]	Plošné rozmery minimálnych častíc piliny [ $\mu\text{m}$ ]
Vzorka č. 1	1,1 x 1,8 x 28,2	87,88 x 87,37
	1,0 x 1,3 x 25,4	87,64 x 84,49
	0,9 x 3,2 x 10,8	85,38 x 78,31
Vzorka č. 2	1,5 x 1,8 x 27,8	88,38 x 81,17
	1,1 x 1,3 x 24,4	87,84 x 82,49
	1,6 x 2,0 x 15,4	86,68 x 82,31
Vzorka č. 3	1,3 x 1,8 x 27,8	88,85 x 87,85
	1,1 x 1,2 x 22,4	87,82 x 81,19
	0,9 x 2,6 x 22,1	86,28 x 83,87

Z analýzy obrazu tvaru a rozmerov častíc smrekovej piliny hrubých a stredne hrubých frakcií vyplýva, že prevažná väčšina zín piliny týchto frakcií vytvorená v procese pozdĺžneho pílenia suchého smrekového dreva patrí do skupiny polydisperzných vláknitých hmôt, tyčinkovitého tvaru s výrazným predĺžením v jednom rozmere. Mikroskopická analýza rozmerov a tvaru častíc jemnej frakcie suchej smrekovej piliny prezrádza, že častice tejto frakcie svojim tvarom patria ku skupine izometrických častíc t.j. častice s rovnakými rozmermi vo všetkých troch rozmeroch. Kvantitatívne zastúpenie vláknitých triesok s hodnotou cirkularity  $\Psi \leq 0,7$  v jednotlivých frakciách suchej smrekovej piliny a izometrických triesok s hodnotou cirkularity v intervale  $\Psi = 0,7-1,0$  uvádzajú tabuľka č. 4.

Tabuľka č. 4 Zastúpenie vláknitých a izometrických častíc v suchej smrekovej piline.

Tvar častíc v jednotlivých frakciách suchej smrekovej piliny	Frakcie suchej smrekovej piliny		
	$d \geq 1 \text{ mm}$	$d = 1000 \div 125 \mu\text{m}$	$d \geq 125 \mu\text{m}$
Zastúpenie triesok vláknitého tvaru $\Psi \leq 0,7$ .	95 %	62 %	12 %
Zastúpenie triesok izometrického tvaru $\Psi = 0,7 - 1,0$ .	5 %	38 %	88 %

Na obr. č. 1 je vykonané posúdenie odlúčivosti suchej smrekovej piliny vzniknutej v procese pílenia na tenkorežúcej rámovej píle CLASIC 150/120 v mechanických odlučovačoch a látkových filtroch prostredníctvom integrálnych kriviek zvyškov  $Z_a$  smrekovej piliny a charakteristik frakčnej odlúčivosti jednokomorových mechanických odlučovačov, skupinových mechanických odlučovačov s článkami T4/630 a filtra REX-pulse s filtračnou látkou PE 504 (Stallherm 1973, Hajzok 1986, Horák 1996, Dolný 1999).



Obr. 1. Analýza odlúčivosti suchej smrekovej piliny z procesu pílenia na tenkorežúcich rámových pílach typ: CLASIC 150/200 v jednotlivých typoch separačnej techniky: A - jednokomorové mechanické odlučovače, B - skupinové odlučovače s článkami T4/630 a C – filter REX-pulse s filtračnou látkou PE 504.

Z porovnania charakteristiky suchej smrekovej piliny  $Z_a$  a krvkami frakčnej odlúčivosti jednokomorových mechanických odlučovačov, skupinových odlučovačov s článkami T4/630 a filtrov plynie, že najjemnejšia frakcia zrnosti suchej smrekovej je na hranici medze odlúčivosti jednokomorových mechanických odlučovačov ( $MO \approx 80 \mu\text{m}$ ). Skupinové odlučovače s článkami T4/630 a látkové filtre sú vhodné na odlučovanie odsávanej piliny od tenkorežúcich rámových píl typ: CLASIC 150/200. Izometrické zrná najmenších rozmerov suchej smrekovej piliny sú značne vzdialé od medze odlúčivosti, ako skupinových mechanických odlučovačov s článkami T3/630 s medzou odlúčivosti  $MO = 18 \mu\text{m}$ , tak i látkových filtrov REX-pulse s filtračnou látkou PE 504, ktorej medza odlučovania je  $MO = 3,5 \mu\text{m}$ .

#### 4. ZÁVER

Výsledky granulometrického zloženia piliny vzniknutej pozdĺžnym pílením suchého smrekového reziva na tenkorežúcich rámových pílach typu: CLASIC 150/200 charakterizujú suchú smrekovú pilinu, ako polydisperznú sypkú hmotu s veľkosťou zŕn v intervale hodnôt od  $85,38 \mu\text{m}$  po  $28,2 \text{ mm}$ .

Najpočetnejšie zastúpenie v suchej smrekovej piline majú frakcie s rozmermi zŕn ležiacich v intervale hodnôt  $d = 125 - 1000 \mu\text{m}$ , ktoré tvoria  $86,77 - 87,15 \%$  odsávanej piliny od jemnorežúcich rámových píl.

Z hľadiska tvaru zŕn, hrubé a stredne hrubé frakcie suchej smrekovej piliny sú v prevažnej miere tvorené fibrilárnymi zrnamí – tyčinkovitého tvaru. Jemná frakcia je na  $88 \%$  tvorená izometrickými zrnamí – tvaru kocky.

Z porovnania charakteristiky suchej smrekovej piliny  $Z_a$  s krivkami frakčnej odlúčivosti jednokomorových mechanických odlučovačov, skupinových odlučovačov s článkami T4/630 a filtrov plynne, že skupinové odlučovače s článkami T4/630 a látkové filtre REX-pulse s filtračnou látkou PE 504 sú vhodné na odlučovanie odsávanej piliny od jemnorežúcich rámových píl typu CLASIC 150/200, pretože najmenšie izometrické zrná sú značne vzdialé od medze odlúčivosti týchto separačných zariadení. ( $d_{min} > MO$ ). Najjemnejšia frakcia suchej smrekovej piliny je na hranici medze odlúčivosti jednokomorových mechanických odlučovačov  $MO \approx 80 \mu\text{m}$ .

## LITERATÚRA

- [1]. Dolny, S. (1999): Transport pneumatyczny i odpływanie w przemyśle drzewnym. Poznan, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu. 245 s.
- [2]. Dzurenda,L. – Orłowski, K.- Wasielewski, R (2005): Optimal selection of the sawdust separation device for a narrow-kerf sawing machine PRW 15 M. In: Annals of Warsaw Agricultural Univesity – SGGW, Forest and Wood Technology No 56/2005, ISSN 0208-5704, s.224 – 229.
- [3]. Goglia,V.(1994): Strojevi i alati za obradu drva I. Zagreb, GRAFA, 235 s.
- [4]. Hajzok, L. (1986): Vzduchotechnické zariadenia drevopriemyslu. Bratislava, Alfa, 180 s.
- [5]. Hejma et al. (1981): Vzduchotechnika v dřevospracujícím průmyslu. Praha, SNTL, 398 s.
- [6]. Horák, M. (1996): Technika ochrany ovzdušia I. Bratislava, Vydavateľstvo STU v Bratislave, 171 s.
- [7]. Lisičan, J. et al. (1996): Teória a technika spracovania dreva. Zvolen, Matcentrum, 626 s.
- [8]. Prokeš, S. (1978): Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva. Praha, SNTL, 583 s.
- [9]. Rousek, M.- Kopecký, Z. (2006): High-speed machining and surface quality. In: Manufacturing engineering in time of information society. Gdańsk, Zaklad Poligrafi Politechniki Gdańskiej, 335-340.s.
- [10]. Stallherm, H. (1973): Sicherheitstechnik fur Absaugung, Enstaubung und Bunkerung. Die Holzbearbeitung 3, s. 41 – 44.
- [11]. Wasielewski, R. (1999).: Pilarki ramowe z eliptyczna trajektorią prowadzenia pil i hybrydowym wyrównoważonym układem napredu głownego. Gdańsk, Wydawnictwo Polytechniki Gdańskiej. 162 s.
- [12]. \*\*\* <http://www.neva.cz>