



## GRANULOMETRICKÁ ANALÝZA DREVNÉHO BRÚSNEHO PRACHU SITOVANÍM

Ján Rončka - Alena Očkajová

### Abstract

*The aim of this paper is to determine the method of the granulometric analysis of sand wood dust by sieving. There were followed: testing time of sieving (10, 15, 20, 25 and 30 minutes), interval of sieving interruption (10, 15, 20, 25 and 30 seconds) and amplitude 1 and 2 mm/g. Experiments were realized by sieving of sand wood dust that was obtained in sanding process of pine wood on hand belt sander GBS AE made by firm Bosch and by sieving machine Retsch as 200 – c, with set of sieves: 2 mm, 1mm, 500  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , 80  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$ , 32  $\mu\text{m}$  and bottom. From performed tests were selected those values which increasing did not lead to significant changes in experiment measurements. The results are: time of sieving 25 minutes, interval of sieving interruption 20 s and amplitude 2 mm/(g).*

**Key words:** *sieving, time of sieving, interval of sieving interruption, amplitude*

### 1 ÚVOD

Súčasný trendy a celosvetová politická a hospodárska situácia si vynútili zaoberať sa ekologizáciou všetkých odvetví národného hospodárstva.

V mnohých prípadoch sú rôzne procesy (napr. mletie, manipulácia, separácia, triedenie, chemické reakcie) s látkami obsahujúcimi častice rôznych veľkostí ovplyvňované práve veľkostným zložením týchto častíc. V procese brúsenia dreva vzniká trieska, ktorej tvar, rozmery a množstvo je závislé tak od fyzikálno-mechanických vlastností brúseného dreva, ako i od brúsneho materiálu a technicko-technologických podmienok realizácie procesu brúsenia (Očkajová a Dzurenda, 2002). V drevárskom priemysle patrí produkcia drevného prachu pri výrobe k významnému podielu zastúpených drevných odpadov. V nábytkárskom priemysle zaberá 30 % operácií práve brúsenie, pričom je produkované veľké množstvo prachových častíc.

Doteraz získané výsledky o zastúpení produkcie podielov frakcií z jednotlivých brúsiacich zariadení nie sú postačujúce. Cieľom príspevku je vytvorenie optimálneho postupu pre získanie údajov zrnitostného zloženia drevného prachu získaného z procesu brúsenia pre stále vyšší dôraz na projektovanie technologických zariadení v drevospracujúcom priemysle, ktorý je zameraný nielen na otázky zvyšovania efektívnosti výroby a produktivity práce ale aj na otázky zvyšovania bezpečnosti prevádzok a znižovania rizík havárie. Z tohto dôvodu je dôležité poznať nielen interval veľkostí častíc, ale aj distribúciu rozmerov častíc, t. j. zastúpenie častíc určitej veľkosti vzhľadom

k všetkým časticiam nachádzajúcim sa v sústave (Hejma et al., 1981). Toto zastúpenie častíc v sústave môže byť počítané podľa počtu, hmotnosti, objemu, povrchu a pod. Na meranie rozmerov častíc, resp. distribúcie rozmerov častíc sa v súčasnosti používa niekoľko desiatok metód založených na rôznych fyzikálnych princípoch. Pri voľbe vhodnej metódy merania distribúcie rozmerov častíc sa musia uvažovať viaceré hľadiská. Zvolená metóda musí umožniť čo najobjektívnejšie odmerať distribúciu rozmerov častíc, z čoho vyplýva, že musí byť zvolená taká metóda a prístroj, ktorý má vhodný merací rozsah rozmerov častíc, zodpovedajúci rozmerom častíc v meranej vzorke.

Tuhé látky, bez ohľadu na to, či ide o umelé produkty alebo prírodné látky, sa veľmi často vyskytujú v podobe zŕn a častíc rôznej veľkosti. Pre túto formu sa zaužíval termín partikulárne látky (z anglického particle – častica). Existuje veľké množstvo oblastí, v ktorých požiadavky na zrnitostné zloženie partikulárnych látok sú jasne definované a často sú aj veľmi vysoké.

Partikulárne látky sa v zrnitostnom zložení môžu veľmi líšiť. Pri niektorých látkach je rozdiel medzi najmenšími a najväčšími časticami malý, napríklad v rámci jedného poriadku. Veľmi malý rozptyl je typický najmä pre umelé a vysokosofistikované produkty. Naopak veľkosť častíc prírodných materiálov (v našom prípade drevný prach) sa môže pohybovať v obrovskom intervale (Jesenák, 2006).

## 2 TEORETICKÝ ROZBOR

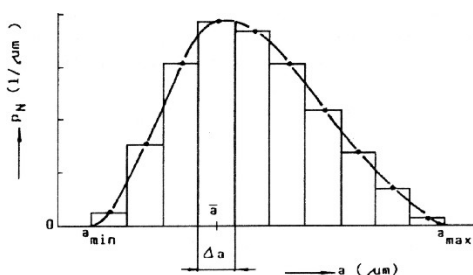
Sitovanie - metóda granulometrickej analýzy založená na rozdelení zmesi preosievaním cez sito. Na tento účel sa používa špeciálna súprava nad sebou zoradených sít umiestnených na vibračnom stojane sitovacie prístroja s nastaviteľnou frekvenciou a amplitúdou kmitov (Retsch as 200 – c). Tieto analytické sítá majú presne normovanú veľkosť otvorov a sú zoradené zhora nadol v smere zmenšujúcich sa otvorov (STN 153105/ STN ISO 3310 – 1). Zrnitostné zloženie sa zisťuje zvážením podielu zostávajúceho na site po sitovaní. Táto metóda je jedna z mála metód, ktoré sa zakladajú na fyzickom oddelení jednotlivých frakcií. Metóda je použiteľná pre látky s veľkosťou zŕn od 5  $\mu\text{m}$  do 60 mm.

Doba sitovania vzorky je závislá na fyzikálno-mechanických vlastnostiach sypkej hmoty, zrnitosti a v neposlednom rade na veľkosti medzier v pletive. V tabuľke 1 sú uvedené orientačné hodnoty doby sitovania v závislosti na veľkosti medzier v pletive (Dzurenda, 2002).

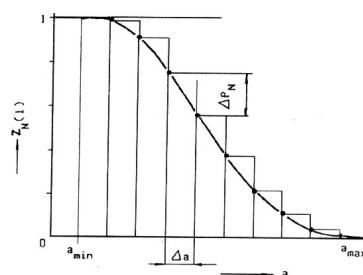
Tabuľka 1 Doba sitovania

| Veľkosť medzier v pletive | Doba sitovania |
|---------------------------|----------------|
| [ $\mu\text{m}$ ]         | [ min ]        |
| 40 – 63                   | 20 až 30       |
| 71 – 160                  | 10 až 20       |
| Vyššie 160                | 5 až 10        |

Obvyklým spôsobom vyjadrenia zrnitostného zloženia látok je krivka podielu podľa počtu tzv. histogram, obrázok 1, ktorý vyjadruje percentuálne zastúpenie častíc podľa ich stúpajúcej veľkosti. Z grafu možno zistiť, ktoré častice sa v látke vyskytujú najčastejšie, aká je priemerná veľkosť častice, aké sú najmenšie a najväčšie častice a podobné presné informácie. Jeden ostrý vrchol v grafe znamená, že látka obsahuje prevažne častice podobnej veľkosti, dva vrcholy reprezentujú látku skladajúcu sa z dvoch typov častíc a podobne.



Obrázok 1 Krivka podielu podľa počtu



Obrázok 2 Krivka zvyškov

Tento spôsob vyjadrenia rozdelenia veľkosti častíc pomocou histogramu je však iba určitou aproximáciou skutočnosti – kontinuálneho rozdelenia, lebo hladká distribučná krivka nemôže byť iba na základe týchto dát presne vynesená. To platí hlavne, ak je počet intervalov malý. Z týchto dôvodov sa zavádzajú tzv. kumulatívne (integrálne) krivky zrnitosti – krivky prepádov alebo krivky zvyškov (Longauer a Sujová, 2000), obrázok 2.

### 3 MATERIÁL A METODIKA

Vzorky pre stanovenie metodiky pre granulometrickú analýzu drevného prachu boli odoberané izokineticky z odsávacieho potrubia ručnej pásovej brúsky BOSCH GBS 100 AE v súlade s STN 9096 (83 4610): „Manuálne stanovenie hmotnostnej koncentrácie tuhých znečisťujúcich látok“, počas brúsenia masívneho borovicového dreva s hustotou  $0,551 \text{ g.cm}^{-3}$ , v tvare kocky so stranou 5 cm v pozdĺžnom smere. Vzorka bola naklimatizovaná na vlhkosť 12 %.

#### 3.1 Parametre brúsiaceho zariadenia

- Pásová brúska Bosch GBS 100 AE:
- rýchlostný stupeň 5
  - rezná rýchlosť -  $7,8 \text{ m.s}^{-1}$
  - menovitý výkon 1200 W
  - merný špecifický tlak  $0,6 \text{ N.cm}^{-2}$

#### 3.2 Parametre sitovacieho zariadenia

- Sitovací stroj Retsch as 200 – c:
- čas sitovania  $T = 1 - 99$  minút
  - amplitúda  $A = 0,2 - 3 \text{ mm/(g)}$
  - časový interval pri prerušovanom sitovaní  $t_{in} = 1-99$  sekúnd
  - maximálna hmotnosť analyzovanej vzorky 3 kg .

#### 3.3 Postup sitovania

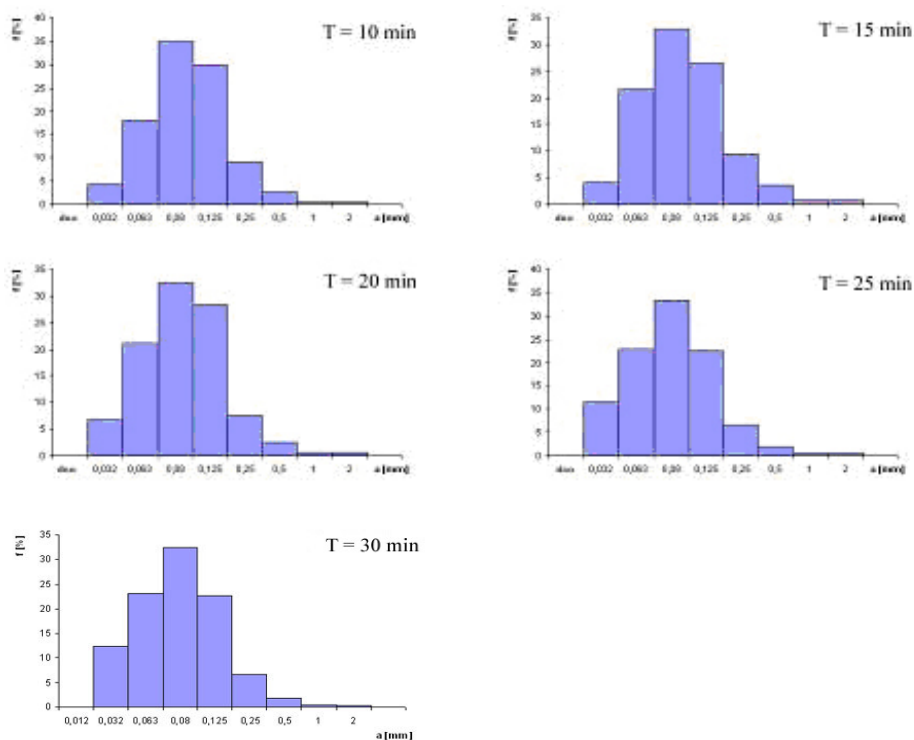
1. Samotné sítá musia byť pred sitovaním dôkladne očistené a musí byť stanovená ich hmotnosť .
2. Sada sít sa zloží do zostavy. Kontrolné sítá pre analýzu sa používajú v sade 2mm, 1mm, 500  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , 80  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$ , 32  $\mu\text{m}$  a dno.

3. Sadu umiestníme na vibračný sitovací stroj Retsch as 200 - c.
  4. Na laboratórnych váhach odvážeme potrebné množstvo vzorky (40g)\* a premiestnime ju na horné sito sitovacieho stroja.
  5. Sadu uzatvoríme skleneným vekom, ktoré dôkladne priskrutkujeme rovnomerne oboma rukami a necháme sitovať pri zvolených parametroch : celkový čas sitovania (10, 15, 20, 25 a 30 minút), amplitúda (1 a 2 mm/(g) ), časový interval pri prerušovanom sitovaní (10, 15, 20, 25 a 30 sekúnd).
  6. Po ukončení sitovania sa jednotlivé zvyšky spolu so sitami odvážia a hodnoty zapíšu do tabuľky.
  7. Každé marenie opakujeme aspoň 3-krát.
- Vypočítajú sa hmotnostné podiely jednotlivých frakcií v %, zaznamenajú sa tabuľkovou formou a graficky vyhodnotia.

\* Hmotnosť sitovanej vzorky je ovplyvnená konštrukciou sita. Sito by však malo byť naplnené najviac do 2/3 jeho výšky. V našom prípade ide o stanovenie analytické, teda malo by to byť čo najmenšie množstvo, pretože s predlžovaním času sitovania sa mení aj granulometrické zloženie látok v dôsledku oteru. Z predbežných meraní sme zistili, že toto množstvo je maximálne 40g.

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSIA

### 4.1 Čas sitovania



Obrázok 3 Výsledky sitovej analýzy pri rôznych časoch sitovania

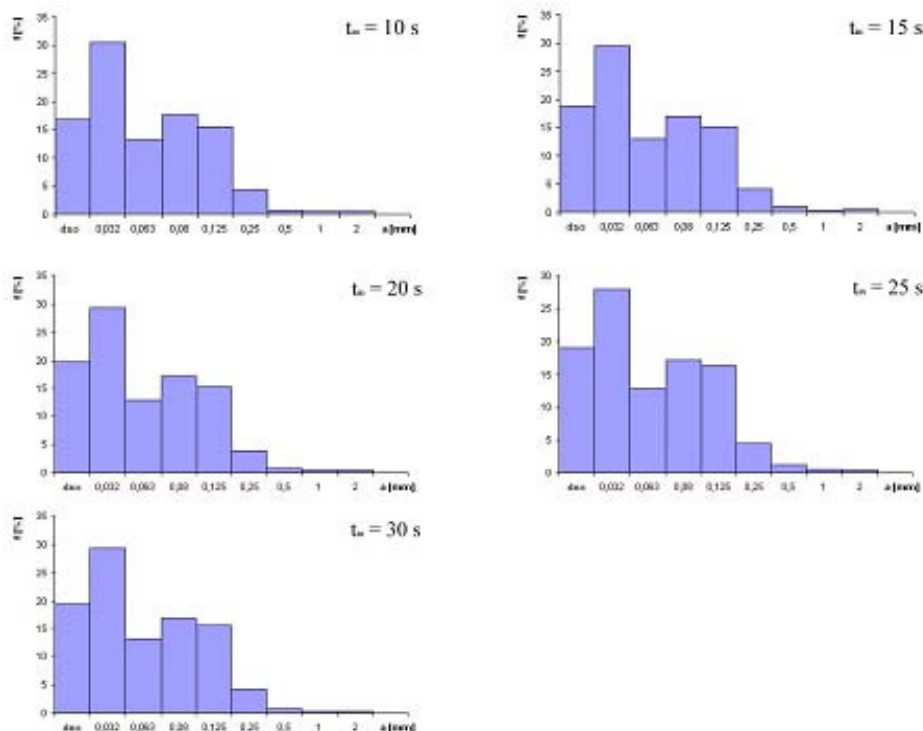
Vzorka dreveného brúsneho prachu sa sitovala pri časoch 10, 15, 20, 25 a 30 minút, obrázok 3.

S dĺžkou sitovania stúpala hodnota zvyškov na spodných sitách a prepadu na dne. Výsledky sitovej analýzy pri časoch 25 a 30 boli porovnateľné a preto sme čas sitovania 25 minút zvolili za postačujúci na daný materiál – drevný brúsny prach.

#### 4.2 Dĺžka intervalu prerušenia sitovania

Pre kvalitu sitovania sme pozorovali ako ďalší parameter vplyv dĺžky intervalov 10, 15, 20, 25 a 30 sekúnd (nespojité priebeh celkového času sitovania obsahuje súbor n-časových intervalov rovnakej dĺžky) na rozloženie jednotlivých frakcií, obrázok 4.

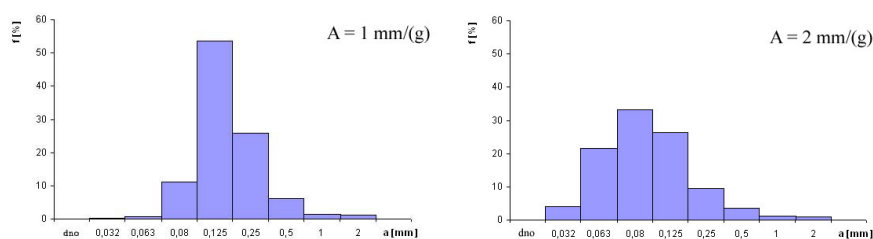
Najväčší podiel frakcie na dne bol dosiahnutý pri intervale 20 sekúnd, pri väčších intervaloch sa výrazne nemenil. Z toho dôvodu sme zvolili pre ďalšie merania 20 sekundový časový interval.



Obrázok 4 Výsledky sitovej analýzy pri rôznych časových intervaloch prerušovaného sitovania

#### 4.3 Amplitúda vychýlenia sita

Ďalší parameter pri sitovaní – amplitúda, je vyjadrenie veľkosti vychýlenia sit z pôvodného stavu. Dá sa predpokladať, že so zvyšovaním amplitúty stúpa aj intenzita sitovania. Teda pri amplitúde 3 mm/(g) bude najväčšia intenzita sitovania. Na základe výsledkov sme sa rozhodli pre použitie hodnoty 2 mm/(g). Na obrázku 5 sú výsledky sitovej analýzy pri amplitúde 1 a 2 mm/(g).



Obrázok 5 Výsledky sitovej analýzy pri rôznych amplitúdach sitovania

## 5 ZÁVER

Na základe týchto realizovaných meraní sme spresnili postup sitovania drevného brúsneho prachu. Optimálne hodnoty parametrov pre sitovanie drevného prachu sú: celkový čas sitovania  $T = 25$  min, amplitúda  $A = 2$  mm/(g) a dĺžka časového intervalu pri prerušovanom sitovaní  $t_{in} = 20$  sekúnd.

Pri technologických procesoch, skladovaní, doprave a manipulácii má frakčné zloženie hmoty významný vplyv na fyzikálno-chemické vlastnosti materiálu. Ovplyvňuje sorbčné, filtračné, reakčné, tepelno-technické vlastnosti partikulárnych látok. Patrí medzi základné charakteristiky partikulárnej látky ktoré treba poznať pri jej štúdiu. Partikulárne látky obsahujú v kubickom centimetri stovky až milióny častíc a preto zistenie zastúpenia jednotlivých typov zrn podľa veľkosti nie je jednoduché. Jedným zo spôsobov analýzy častíc je práve sitová analýza, ktorá nás informuje o distribúcii (rozložení) veľkosti častíc v danej partikulárnej látke.

Zvlášť vysoké sú nároky na rýchlosť získania týchto údajov o medziproduktoch, pretože na ich základe možno okamžite vykonať korekcie parametrov technologických postupov.

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.

## LITERATÚRA

- DZURENDA, L. 2002: Vzduchotechnická doprava a separácia dezintegrovannej drevnej hmoty, Zvolen, Vydavateľstvo TU vo Zvolene, s. 20, ISBN 80-228-1212-9
- HEJMA, J. a kol. 1981: Vzduchotechnika v dřevozpracovávajícím průmyslu, Praha, SNTL – Nakladatelství technické literatury, s. 34, 40, 385, ISBN 04-829-81
- JESENÁK, K. 2006: Moderné metódy pre Popolušku, Quark, 2006, č.5. s. 18 - 19
- LONGAUER, J., SUJOVÁ, E. 2000: Vybrané vlastnosti tuhých častíc. Vedecké štúdie, TU vo Zvolene, s. 10-11, 14, 15-18, ISBN 80-228-1022-3
- OČKAJOVÁ, A., DZURENDA, L. 2002: Granulometrická analýza drevného prachu z procesu rovinného brúsenia dreva borovice lesnej. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva '02. Zborník prednášok z III.MVK. Starý Smokovec – Tatry, 17.-19.10.2002. s.165, ISBN 80-228-1190-4
- 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.