

**STUDIU PRIVIND NIVELUL DE PRAF
GENERAT DE PROCESELE DE GĂURIRE
A PANOURILOR PE BAZĂ DE LEMN**

**STUDY ON THE AIR DUST LEVEL
DURING DRILLING PROCESSES OF
WOOD BASED PANELS**

Holta ÇOTA

MSc. – Agricultural University of Tirana, Faculty of Forestry Sciences of Tirana
Adresa/Address: Street Koder-Kamez, 1029 Tirana, Albania
Tel.: + 355 42 372934
E-mail: h.cota@hotmail.com

Dritan AJDINAJ

Prof.as. – Agricultural University of Tirana, Faculty of Forestry Sciences of Tirana
Adresa/Address: Street Koder-Kamez, 1029 Tirana, Albania
Tel.: + 355 42 372934
E-mail: dritan.ajdinaj@gmail.com

Entela LATO*

Prof.as. – Agricultural University of Tirana, Faculty of Forestry Sciences of Tirana
Adresa/Address: Street Koder-Kamez, 1029 Tirana, Albania
Tel.: + 355 42 372934
E-mail: entela.lato@yahoo.com

Arben BEJTJA

Prof.as. – Agricultural University of Tirana, Faculty of Forestry Sciences of Tirana
Adresa/Address: Street Koder-Kamez, 1029 Tirana, Albania
Tel.: + 355 42 372934
E-mail: arbenbejtja@yahoo.fr

Doklea QUKU

Dr. – Agricultural University of Tirana, Faculty of Forestry Sciences of Tirana
Adresa/Address: Street Koder-Kamez, 1029 Tirana, Albania
Tel.: + 355 42 372934
E-mail: dokleaquku@yahoo.com

Rezumat:

Un studiu a fost realizat pentru a analiza producerea particulelor de praf de lemn în timpul proceselor de găurire cu burghie elicoidale dublu-spiralate, la diferite viteze de avans, în cazul plăcilor de MDF, plăcilor din aşchii de lemn și placajului multi-stratificat. Măsurarea particulelor de praf de lemn s-a efectuat cu un instrument de scanare care măsoară concentrația acestor particule (miligrame pe metru cub sau particule pe metru cub) prezente în aer. S-au efectuat un total de 46 de teste cu o medie de 8 teste repetate pentru fiecare material.

Rezultatele măsurărilor au arătat că materiale diferite produc diferite cantități de praf de lemn și repartiție dimensională a particulelor în timpul proceselor de găurire sub același regim de lucru. Cea mai mare cantitate de particule a fost produsă de placajul multi-stratificat, urmat de MDF și plăcile din aşchii de lemn. Timpul mediu în care cantitatea de praf din aer atinge starea inițială (de la începutul testelor) a fost scurt și aproximativ același pentru toate testele. Indiferent de tipul de material, numărul de particule crește cu scăderea vitezei de

Abstract:

A study was conducted to analyze the production of particles during drilling processes with dual-spiralled twist drills, at different feed speeds on MDF, particleboard and multi-ply plywood. The measurement of wood dust particles was carried out via a particle scan instrument which measures the concentration of wood dust particles [milligrams per cubic meter or particles/l] present in the air. A total of 46 tests were performed with an average number of 8 repetitions for each material.

The measurement results showed that different materials provide different amounts of total dust and size distribution during drilling processes under the same working regime.

The largest quantity of particles was produced by multi-ply, followed by MDF and particleboard. The average times, in which the quantity of particles reaches the initial state of the tests, were fast and homogenous. Regardless the type of material, the number of particles produced resulted in a greater emphasis on small feed speed. Most of the particles produced, were recorded for small sized classes ($\emptyset \leq$

* Autor corespondent / Author to whom all correspondence should be addressed

avans. Majoritatea particulelor produse s-au încadrat în clasa celor de mici dimensiuni ($\varnothing \leq 1\mu\text{m}$), cele mai multe fiind micro-particule fine cu diametrul între 0,3 și 0,5 μm .

Cuvinte cheie: găurire; plăci pe bază de lemn; viteză de avans; particule de praf de lemn.

INTRODUCERE

În prezent, industria fabricării mobilei din Albania folosește plăci pe bază de lemn ca materie primă, fapt ce a redus considerabil consumul de lemn masiv (Ajdinaj 2006). Operațiile de bază în fabricarea mobilei sunt ferăstruirea, bordurarea, găurirea și asamblarea, dintre care ferăstruirea și găurirea produc aproape tot praful de lemn. Praful de lemn este o amenințare serioasă la adresa sănătății omului având în vedere și numărul mare de persoane expuse (Lebedys 2004). Studiile arată că expunerea la $1\text{mg}/\text{m}^3$ cauzează iritarea mucoasei nazale (Borm ș.a. 2002), în timp ce expunerea la peste $1,5\text{mg}/\text{m}^3$ cauzează deja deteriorarea acesteia (Black ș.a. 1974 și Wilhelmsson ș.a. 1984). În industria fabricării mobilei sunt cele mai mari valori de expunere care ating $2\text{mg}/\text{m}^3$ și chiar mai mult (Kauppinen ș.a. 2006). Simptomele care sunt legate de șubrezirea funcțiilor plămânului, cum ar fi astmul, bronșitele cronice, tusea și scăderea vederii, sunt comune printre tâmplari (Schlünssen 2011, Priha 2004).

Legătura dintre expunerea la praful de lemn și cancerul sino-nazal în cazul muncitorilor din industria de prelucrare a lemnului a fost indentificată în 1968 (Acheson ș.a. 1968), fapt reconfirmat de multe din studiile și rapoartele care au urmat (Demers ș.a. 1995). Cu toate acestea, acum nu este nici o îndoială că praful de lemn poate cauza chiar degradarea ADN (NTP 2000 și Lange 2008). Agenția Internațională de Cercetare a Cancerului (IARC) a clasificat particulele de praf de lemn ca fiind carcinogene pentru oameni (IARC 1995). Cantitatea de praf inhalată și depozitată pe căile respiratorii depinde de mărimea, forma, solubilitatea, proprietățile chimice și densitatea particulelor de praf, precum și de curentul de aer (turbulență și viteză) format în sistemul respirator (U.S. Environmental Protection Agency 2004). Particulele cu diametrul mai mare de $5\mu\text{m}$ (particule care pot fi inspirate) sunt depozitate aproape complet în nas, pe când cele cu diametrul de la $0,5\mu\text{m}$ la $5\mu\text{m}$ (particule de respirație) sunt depozitate în căile respiratorii inferioare (Raport asupra substanțelor carcinogene, Ediția a VII-a 2005) până în plămâni (particule fine) (Schlünssen ș.a. 2004). De fapt, încă nu se știe care este cantitatea exactă de praf care penetrează căile respiratorii inferioare, dar în baza unor măsurători, unii autori cred că aceasta reprezintă 10% din totalul de praf (Innocenti 2008).

Cantitatea totală de praf de lemn produsă și dimensiunile particulelor variază în funcție de tipul de

$1\mu\text{m}$), where most of them were occupied by micro fines particles with 0.3 to 0.5 μm diameter.

Key words: drilling process; wood based panels; feed speed; dust particles.

INTRODUCTION

Currently, the Albanian furniture manufacturing industry uses wood-based panels as raw material, which has considerably reduced the solid wood consumption (Ajdinaj 2006). The basic technological operations of furniture manufacturing are sawing, edging, drilling and assembly, from which sawing and drilling processes produce almost of the wood dust. Wood dust is a serious health concern, taking into account the number of people constantly exposed (Lebedys 2004) and the facts show that exposure to 1 mg per cubic meters causes irritation of mucous membrane (Borm *et al.* 2002), whereas an exposure to over 1.5 mg cubic meters causes damage to the clearance of the mucous membranes (Black *et al.* 1974 & Wilhelmsson *et al.* 1984). Furniture manufacturing industry represents the highest values of exposure that reaches the value of $2\text{mg}/\text{m}^3$ and more (Kauppinen *et al.* 2006). Symptoms that are related to the impairment of lung functions, such as asthma, chronic bronchitis, coughing, and eye discomfort are common among carpenters (Schlünssen 2001, Priha 2004).

The link between exposure to wood dust and sino-nasal cancer in wood processing industry workers was identified in 1968 (Acheson *et al.* 1968) and many later subsequent studies and reports have reconfirmed this fact (Demers *et al.* 1995). However, now there is no doubt that wood dust is also able to cause DNA damage (NTP 2000 and Lange 2008).

The IARC (International Agency for Research on Cancer) has classified wood dust particles as carcinogenic to humans (IARC 1995).

The amount of dust inhaled and deposited throughout the respiratory ways depends on the size, shape, solubility, chemical properties of surface, and density of dust particles, as well as from the strength (turbulence and velocity) of the air flow in the respiratory system (U.S. Environmental Protection Agency 2004). Particles with diameter greater than $5\mu\text{m}$ ("inspirable" particles) are deposited almost completely in the nose, whereas those with diameter from $0,5\mu\text{m}$ to $5\mu\text{m}$ ("respirable" particles) are deposited in the lower respiratory ways (Report on carcinogens, Eleventh Edition 2005) up to the lungs (fine particles) (Schlünssen *et al.* 2004). In fact, it is still unknown what the exact amount of dust that penetrates into the lower respiratory ways is, but based on some measurements, some authors think that is about 10% of the total dust (Innocenti 2008).

The total amount of wood dust produced and its particle size varies, depending on the type of machine and its operation (Thorpe & Brown 1995).

mașină și operație (Thorpe & Brown 1995). Există câteva elemente care țin de operația tehnologică, cum ar fi tipul și geometria sculei tăietoare, viteza de avans și adâncimea de așchiere. În prezent, literatura de specialitate nu oferă prea multe informații despre impactului acestor elemente asupra cantității de praf de lemn și mărimea particulelor.

Acest studiu prezintă analiza cantitativă (evaluarea totală) și repartiția dimensională (clasificarea în funcție de diametru) a prafului de lemn emis în aer în timpul proceselor de găurire în condiții de fabricație. Găurirea este una dintre operațiile tehnologice importante în fabricarea mobilei, în care este semnificativă alegerea sculei tăietoare cu diferiți parametri tehnologici pentru aceeași mașină. Obiectivul acestui studiu este de a determina parametrii optimi ai procesului de găurire în cazul plăcilor pe bază de lemn pentru un nivel scăzut al emisiei de praf de lemn. Analiza este efectuată în funcție de viteza de avans (sunt aplicate două viteze de avans) și materialul de prelucrat (diferite plăci pe bază de lemn). Din considerente tehnice, studiul s-a concentrat asupra particulelor cu diametrul între 0,3 și 30μm, clasificate în 6 categorii, iar trei dintre acestea se află sub categoria particulelor ultra fine cu diametrul <1μm.

MATERIAL ȘI METODĂ

Materiale și echipamente

Acest studiu s-a efectuat pe materialele prezentate în Tabelul 1, folosite de obicei ca materie primă în industria de prelucrare a lemnului. Înainte de testare au fost efectuate măsurători de umiditate și densitate pentru toate materialele.

There are some elements included in machine operation, such as the type of cutting tool and cutting-tool geometry, feed speed and its cutting rate and depth of elaboration. Currently, the literature does not provide much information on the impact of these elements in the wood dust amount and its size.

This study presents the quantitative analysis (total assessment) and the size distribution (classification according to the diameter) of wood dust emitted into the air during drilling processes in a manufacturing environment. Drilling is one of the main technological operations of furniture manufacturing, where options to use cutting instruments (bits) with different technological parameters by the same machine are significant. The aim of the study is determination of optimal parameters of drilling process referring to wood based panels and a lower level of wood dust emission. The analysis is carried out as function of the feed speed (two feed speeds are applied) and the material that is processed (various wood based panels). For technical reasons, the study focused on particles with a diameter between 0.3 and 30μm, classified into 6 size categories, three of which fall under the ultra fine particle category with a diameter <1μm.

MATERIAL AND METHODS

Materials and equipments

This study was carried out on the selected materials listed in Table 1, which are all commonly used as raw materials in the wood processing industry. Measurements of moisture and density for all materials were taken just prior to testing.

Tabelul 1 / Table 1

Caracteristicile materialelor în studiu / Characteristics of materials studied

Materials / Materiale	Densitatea/Density (kg m ⁻³)	Umiditatea / Moisture Content (%)
Poplar multy-ply / Placaj de plop Particleboard / Plăci din așchii de lemn	442	10.3
MDF	745	10.4

Testele s-au desfășurat pe o mașină de găurit (BORING SYSTEM 23, Maggi Engineering Company, Italy) (Fig. 1). Această mașină poate prelucra diferite materiale cu diferite tipuri de burghie la diferite avansuri. Găurile au fost realizate cu burghie elicoidale dublu-spiralate având lungimea de 70mm și diametrul de 8mm (Fig. 2).

The tests were performed by means of a drilling machine (BORING SYSTEM 23, Maggi Engineering Company, Italy) (Fig. 1). This machine can process different wood materials with different types of drills and different feeding rates. The holes were drilled via twist drills with dual-spirals, with a length of 70mm and a diameter of 8mm (Fig. 2).



Fig. 1.
Mașina de găurit / Drilling machine.



Fig. 2.
Burghie elicoidale dublu-spiralate / Twist drills with dual-spirals.

Măsurarea particulelor de praf de lemn s-a efectuat cu un dispozitiv numit ParticleScanPro (IQAir Group, Switzerland), care măsoară concentrația de particule în suspensie prezente în aer în $[mg/m^3]$. Acest dispozitiv poate număra particulele de la $0,3-30\mu m$ și le clasifică în 6 categorii de diametre.

Metodologia de desfășurare a testelor

Înainte de a începe testarea, mașina a fost poziționată iar compresorul reîncărcat la 7,5 bar. Pentru a avea aceeași presiune în cazul fiecărei măsurători, presiunea a fost controlată după fiecare găurire. (Mașina lucrează de la 6 la 8 bar). Au fost realizate găuri fără penetrare completă prin aplicarea a două viteze de avans $V_1=1m/min$ and $V_2=2m/min$. Adâncimea acestora până la 18mm a fost controlată cu un șubler. Datele din analiza particulelor rezultate din aceste teste au fost definite pentru a compara procesele de găurire și acei parametri esențiali care afectează formarea particulelor de praf de lemn.

The measurement of sawdust particles was carried out through a device named ParticleScanPro (IQAir Group, Switzerland), which measures the concentration of airborne particles, present in the air in $[mg/m^3]$. This device is able to count the particles from $0.3-30\mu m$ and divide them into 6 categories of diameter ($\varnothing = m10^{-6}$).

Method of tests performing

The machine was leveled and the compressor was recharged to 7.5 bars, before the work started. This pressure was controlled after each boring in order to be the same pressure for each measurement. (The machine works from 6-8 bars). Non-through-holes were drilled applying two feeding rates $V_1=1m/min$ and $V_2=2m/min$. A calliper controlled the depth of the holes to 18mm.

The particle analysis data from these tests were defined to compare the drilling processes and the essential parameters that affect sawdust particle formation.

Tabelul 2 / Table 2

Date inițiale / Tests data		
Variabilele / Variables	Descriere / Description	Abreviere / Abbreviation
Avans / Feed Rate	Viteza de avans / Feed speed $1m\ min^{-1}$	V_1
	Viteza de avans / Feed speed $2m\ min^{-1}$	V_2
Tipul de burghiu elicoidal / Twist drill bits' type	Diametru / Diameter: 8mm, Lungime / Length: 70mm 2 burghie / 2bits	2_b
Materiale / Materials	Plăci din fibre de lemn cu densitate medie / Medium Density Fiberboard	MDF
	Plăci din așchii de lemn / Particleboards	PAL/Particleboard
	Placaj din plop / Poplar plywood	Placaj / Plywood
Constante / Constant variables		
Adâncimea găurilor / Holes depth		18mm
Turația burghiului / Rotation speed of twist drill		2800 RPM
Mașina de găurit / Drilling machine		Boring 23

Dispozitivul de scanare, în faza experimentală, a fost poziționat în locul desemnat de obicei operatorului. În acest mod, a putut fi investigată cantitatea de particule care ajung până la acesta. Cu toate acestea, datele obținute au fost neomogene și nu s-au repetat, din cauza efectelor condițiilor de microclimat (curenți ascendenți de aer, mișcarea operatorului etc.).

Pentru a face mediul mai puțin influent în testele executate, s-a decis ca instrumentul să fie plasat aproape de sursa particulelor. În acest caz, datele obținute au fost mult mai omogene și repetitive, ele au oferit posibilitatea comparării cu ușurință a diferitelor scule de găurire, materialelor și parametrilor de prelucrare, fiind însă ne semnificative ca număr de particule ajunse la operator. Dispozitivul de scanare a particulelor a fost poziționat la mijlocul distanței dintre cele patru burghie elicoidale ale mașinii de găurit (Fig. 3)

The ParticleScan device, in an experimental stage, was positioned in the area where the operator usually stayed. In this manner, the amount of particles that reached up to him could be investigated. However, the obtained data appeared not homogeneous and not repetitive, because of microclimatic conditions effects (ascending air currents, operator's movements etc.).

To make the environment less influential in the executed tests, it was decided that the instrument should be placed closer to the source of particles. In this case, the data obtained, were much more homogeneous and repetitive, although not representing the numbers of particles that reach the operator, it offered the possibility to freely compare the different drilling instruments, materials and parameters of the processing. The ParticleScan's probe was positioned in the centre of the four twist drills, of the drilling machine (Fig. 3).



Fig. 3.

Poziționarea instrumentului de măsurare a particulelor aproape de sursa acestora, prin evitarea impactului cu mediul / Placement of the particle measuring instrument closer to the source of the particles, avoiding the environmental impacts.

Au fost efectuate 46 de teste, cu o medie de 8 teste repetate pentru fiecare material.

Forty-six tests were carried out with an average of 8 repetitions for each material (Table 3).

Tabelul 3 / Table 3

Numărul testelor pentru fiecare material / Number of tests made for each material

V ₁		V ₂	
Materiale / Material	Nr. tests	Materiale / Material	Nr. tests
MDF	8	MDF	7
PAL / Particleboard	8	PAL / Particleboard	8
Placaj / Multi-ply	8	Placaj / Multi-ply	7

Datele obținute din măsurători au fost prelucrate în Excel iar graficele au fost întocmite după fracțiunile de particule. Aceste grafice oferă date asupra reprezentării cantităților de particule împărțite în fracțiuni de la începutul testelor până la momentul când nivelul particulelor din aer a atins starea inițială.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele testelor (valori medii și abaterea medie pătratică) se prezintă în Tabelele 4, 5 și 6 de mai jos.

Cu toate că au fost prelucrate la aceeași mașină și cu același regim de lucru, materialele studiate au produs diferite cantități de praf de lemn, atât ca număr cât și ca mărime. Aceasta corespunde datelor din literatură (Thorpe & Brown 1995).

The data obtained from the measurements were processed in an Excel spreadsheet and the graphs were built according to the fractions of particles. These graphs provide data on the performance of the quantities of particles divided by fractions from the beginning of the tests up to the moment that the level of particles in the air reaches the initial state.

RESULTS AND DISCUSSION

The test results (mean values and standard deviation) are presented in Tables 4, 5 and 6.

The materials studied, even though were processed with the same machine and the same work regime, produced different amounts of dust, both in total as well as in size. This was confirmed from literature data (Thorpe & Brown 1995).

Tabelul 4 / Table 4

Date obținute pentru MDF / MDF Data					
Distribuția dimensională / Size distribution	Regim de găurire / Drilling regime				
	V ₁			V ₂	
	%	Dev.st.		%	Dev.st.
0.3 – 0.5	76.3	264082		79.6	56520
0.5 – 0.7	10.3	47993		13.3	8960
0.7 – 1	3.8	12721		2.5	880
1.0 – 2.0	1.4	997		1.0	448
2.0 – 5.0	1.1	2765		0.8	471
> 5	7.1	10914		2.6	972
Total particule / Total of particles	1581435		110173		

Tabelul 5 / Table 5

Date obținute pentru plăci din aşchii de lemn / Particleboard Data					
Distribuția dimensională / Size distribution	Regim de găurire / Drilling regime				
	V ₁			V ₂	
	%	Dev.st.		%	Dev.st.
0.3 – 0.5	27.3	212541		41.2	25584
0.5 – 0.7	17.9	105274		23.7	13243
0.7 – 1	20.1	93142		12.6	6346
1.0 – 2.0	9.9	32750		5.0	2386
2.0 – 5.0	6.9	23290		4.1	1491
> 5	17.9	51015		13.4	5232
Total particule / Total of particles	1455172		86534		

Tabelul 6 / Table 6

Distribuția dimensională / Size distribution	Regim de găurire / Drilling regime			
	V ₁		V ₂	
	%	Dev.st.	%	Dev.st.
0.3 – 0.5	32.4	224032	45.3	14072
0.5 – 0.7	19.2	113315	26.9	7419
0.7 – 1	20.0	83358	12.3	3345
1.0 – 2.0	8.8	35190	4.6	1468
2.0 – 5.0	5.6	17838	3.0	900
> 5	13.9	42342	7.9	2217
Total particule / Total of particles	1597329		125357	

Din rezultatele obținute aici, în baza numărului total de particule măsurate pentru fiecare regim de lucru, s-a observat că placajul multi-stratificat produce cea mai mare cantitate de particule de praf de lemn, fiind urmat de MDF și plăcile din așchii de lemn, dar aceasta nu se poate generaliza și pentru distribuția dimensională.

S-a constatat că placajul multi-stratificat, MDF și plăcile din așchii de lemn prelucrate prin găurire cu viteza de avans V₁ au produs mult mai multe particule prin comparație cu regimul de lucru la viteza de avans V₂.

În ceea ce privește cantitatea totală de particule pentru cele două regimuri de lucru luate împreună, cea mai mare cantitate de particule a fost produsă de placajul de plop, urmat de MDF și plăcile din așchii de lemn (Tabelul 7).

From the results obtained here, based on the total number of particles measured for each work regime we observed that the multi-ply gives the greatest amount of produced particles, followed by MDF and particleboard, but this cannot be generalized for size distribution.

It is noted that multi-ply, MDF and particleboard drilled with V₁ feed speed, produced much more particles compared to the work regime with the V₂ feed speed.

Referring to the total amount of particles for the two work regimes taken together, the largest quantity of particles were produced by the poplar multi-ply, followed by MDF and then particleboard (Table 7).

Tabelul 7 / Table 7

Cantitatea totală de particule produse de materiale / Total quantity of particles produced by materials

Nr.	Material	Total de particule produse la ambele regimuri de lucru / Total particles produced for both works regimes /
1	Placaj de plop / Poplar Multi-ply	1722686
2	MDF	1691608
3	PAL/Particleboard	1541706

Indiferent de tipul de material, cea mai mare cantitate de particule a fost produsă la viteza de avans V₁ (viteza de avans mică). Cantitatea de particule produse în timpul prelucrării prin găurire la viteza de avans V₁ reprezintă 93,5% din totalul numărului de particule generate, comparând cu numai 6,5% la viteza de avans V₂. Viteza de avans scăzută, cauzând o descreștere în grosime a așchiei, produce o însemnată fragmentare a acesteia și prin urmare o creștere a cantității de particule generate. Se poate spune că se produc mai multe particule la viteză de avans mică. Distribuția dimensională a particulelor calculată ca sumă a rezultatelor obținute pentru toate materialele și

Regardless of the type of the material, the largest amount of particles was produced by the V₁ feeding rate (low feed speeds). The amount of particles produced during the drilling of the V₁ feed rate represents 93.5% of the total number of particles generated, versus only 6.5% of the V₂ feed rate. Low feed rate, causing a decrease in the chip's thickness, brings a greater fragmentation of it and therefore an increase in generated particles. So, we can say that for low feed rate more particles are produced.

The average size distribution of particles calculated on the sum of the results obtained for all materials and drilling regimes shows that the majority of particles registered in the small size distribution (Ø

regimurile de lucru arată că majoritatea particulelor au aparținut categoriei particulelor de mici dimensiuni ($\varnothing \leq 1\mu\text{m}$) (Fig. 4). Deviațiile standard (indicate ca bare) arată desfășurarea frecvențelor pentru distribuția dimensională, separat de variabilitatea datelor.

$\leq 1\mu\text{m}$) (Fig. 4). Standard deviations (shown by error bars) show the overall performance of frequencies for size distribution, apart from high variability of data.

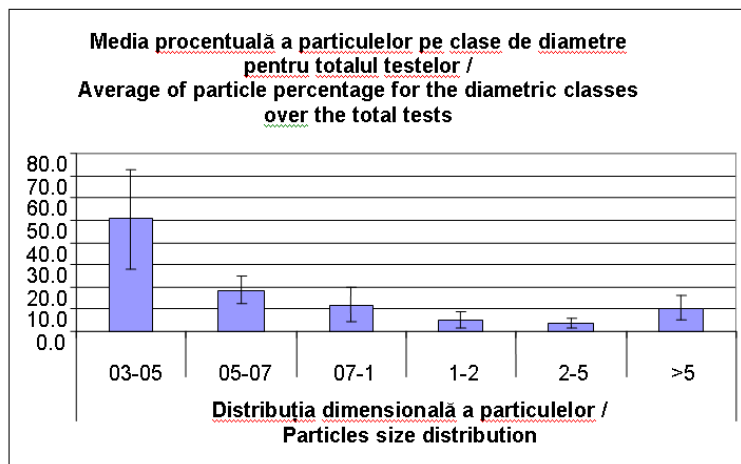


Fig. 4.

Media procentuală a particulelor pe clase de diametre pentru toate tesele / Average of particle percentage for the diametric classes over the total tests.

Odată cu creșterea diametrului particulelor, procentul pentru fiecare clasă de diametre a scăzut continuu până la clasa de diametre de la 2 la $5\mu\text{m}$ și a crescut din nou la clasa de diametre peste $5\mu\text{m}$. Un astfel de fenomen este legat de faptul că instrumentul poate măsura până la un diametru maxim de $30\mu\text{m}$ și astfel gruparea formată pentru clasa de diametre de la 5 la $30\mu\text{m}$ se dovedește a fi suficient de mare. Cel mai mare procent de particule pentru toate regimurile de lucru este asociat particulelor cu diametre de la $0,3$ la $0,5\mu\text{m}$. Concentrația maximă de particule a fost detectată pentru clasa de diametre foarte mici, pentru ambele regimuri de lucru (Fig. 5). Particulele ultra-fine cu diametrul mai mic de $1\mu\text{m}$, care pătrund în plămân (Schlünssen ș.a. 2004), au ocupat un procent de 76% din total pentru viteza de avans de $1\text{m}/\text{min}$; celelalte particule cu diametrul peste $1\mu\text{m}$ au ocupat numai 24%. Pentru viteze de avans mai mari, particulele ultra-fine au ocupat un procent de aproximativ 86%. Acest rezultat diferă de datele din literatură, care situează particulele din grupul de diametre de la 1 la $5\mu\text{m}$, la nivelul procentual de la 61 la 65% (Agenția Internațională pentru Cercetare a Cancerului 1995).

With the increasing diameter of particles, their percentage for each diameter class decreased continuously from 2 to the $5\mu\text{m}$ class and increased again to the $>5\mu\text{m}$ class. One such phenomenon is related to the fact that the instrument is able to measure up to a maximum diameter of $30\mu\text{m}$ and thus the grouping made for the 5 to $30\mu\text{m}$ class turns out to be large enough. The highest percentage of particles for all boring regimens is for particles with 0.3 to $0.5\mu\text{m}$ diameter.

The maximum concentration of particles was found for the fine diameter classes and this was noticed for both drilling regimens (Fig. 5). Ultra fine particles with a diameter less than $1\mu\text{m}$, which penetrate in the lungs (Schlünssen *et al.* 2004), occupied 76% of the overall total referring to feed speed of 1m min^{-1} ; other particles with a diameter over $1\mu\text{m}$ occupied only 24%. For higher feed speed ultra fine particles occupied around 86%. This result differs from previous literature data, which the particles of 1 to $5\mu\text{m}$ diametric groups placed at the level of 61 to 65% (International Agency for Research on Cancer 1995).

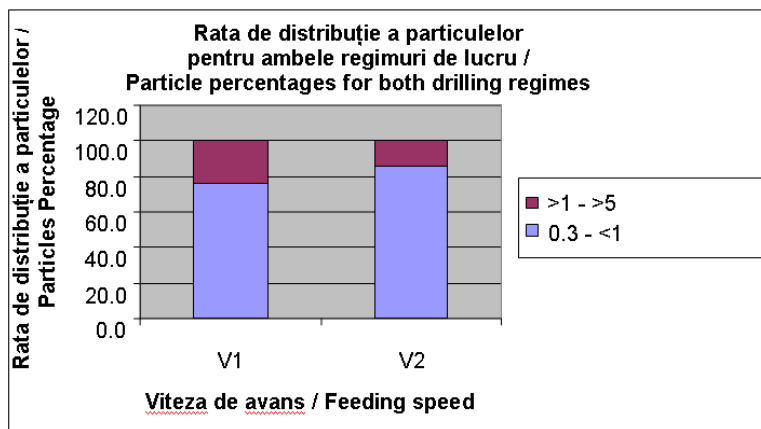


Fig. 5.
Rata de distribuție a particulelor pentru ambele regimuri de lucru / Particle percentages for both regimes.

Pentru ambele regimuri de găurire, curbele de distribuție dimensională sunt mai mult sau mai puțin aceleași, astfel că relația dintre clasele de dimensiuni poate fi considerată aproximativ aceeași (Fig. 6).

For both drilling regimes, the size distribution curves are more or less the same, so the relationship between the size classes can be considered approximately the same (Fig. 6).

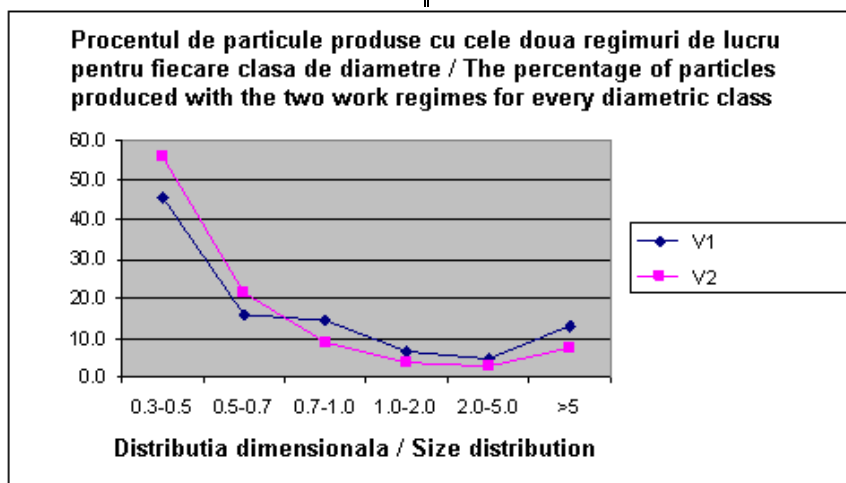


Fig. 6.
Procentul de particule produse cu ambele regimuri de lucru pentru fiecare clasă de diametre / Percentage of particles produced by both regimes for each diametric class.

În ceea ce privește timpul cât particulele rămân în aer, s-a observat că, în toate cazurile, cantitatea de particule în aer a ajuns la valorile inițiale dinainte de găurire, indicând că particulele produse au fost rapid depozitate sau au fost îndepărtate. Perioadele medii în care aceste cantități de particule au ajuns la starea inițială, au fost foarte scurte (11 secunde) și mai omogene (deviația standard 2,2 s).

Regarding the pending times of particles in air was noticed that in all cases, the amount of particles in air returned into initial values before the boring process, indicating that the particles produced were deposited quickly or they were moved into space by moving away. Average periods in which these quantities of particles returned to the initial state of the evidence, were very fast (11 seconds) and more homogeneous (standard deviation 2.2s).

CONCLUZII

Testele executate aici oferă numai câteva dintre informațiile necesare pentru stabilirea -

CONCLUSIONS

The tests executed here provide only a portion of the necessary information required to assess the

evaluarea nivelurilor particulelor lemnoase în timpul procesului de fabricare a mobilei. S-a observat că diferite materiale pe bază de lemn produc diferite cantități de praf de lemn, cu diferite distribuții dimensionale, în timpul aceluiași regim de găurire. Cea mai mare cantitate de particule a fost produsă de placajul multi-stratificat, urmat de MDF și plăcile din aşchii de lemn. Perioadele de timp în care cantitatea de particule din aer revine la starea inițială, au fost scurte și omogene. Indiferent de tipul de material, cea mai mare cantitate de particule a fost produsă la prelucrarea cu viteză de avans mică. Majoritatea particulelor produse s-au încadrat în clasa celor de mici dimensiuni ($\varnothing \leq 1\mu\text{m}$), cele mai multe având diametrul între 0,3 și 0,5 μm .

levels of wood particles during the manufacturing of wood furniture. It was observed that different wood-based materials provide different amounts of dust in total, and in size distribution, during the same drilling regimen. The largest amount of particles was produced by the multi-ply, followed by MDF and particleboard. The average periods of time in which the amount of air-borne particles return to their state of rest were rapid and homogeneous. Regardless of the type of the material, the largest amount of particles was produced during a low feeding rate. Most of the particles produced registered in the small sized classes ($\varnothing \leq 1\mu\text{m}$), where most of them have a 0.3 to 0.5 μm diameter.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- Acheson ED, Cowdell RH, Hadfield E, Macbeth RG (1968) Nasal cancer in woodworkers in the furniture industry. *British Medicine Journal*, 2:587-596.
- Ajdinaj D (2006) Resources and possibilities of raw material usage for production of wood based panels in Albania, PhD thesis. Faculty of Forestry Sciences of Tirana.
- Black A, Evans JC, Hadfield EH, Macbeth RG, Morgan A, Walsh M (1974) Impairment of nasal mucociliary clearance in woodworkers in the furniture industry. *British Journal of Industrial Medicine*. 31(1):10-17.
- Borm PJA, Jetten M, Hidayat S, van de Burgh N, Leunissen P, Kant I, Houba R, Soeprapto H (2002) Respiratory symptoms, lung function and nasal cellularity in Indonesian wood workers: a dose-response analysis. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 59(5):338-344.
- Demers PA, Kogevinas M, Boffetta P, Leclerc A, Luce D, Gerin M (1995) Wood dust and sino-nasalcancer: pooled reanalysis of twelve case-control studies. *American Journal of Industrial Medicine*, 28:151-166.
- Innocenti A (2008) Effeti sulla salute delle polveri di legno: la funzione respiratoria. Volume Degli Atti: Polveri di Legno: Salute e Sicurezza, Maggio, Como, Italy, pp. 27-36.
- International Agency for Research on Cancer (1995). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Wood dust and formaldehyde. World Health Organization.
- Kauppinen T, Vincent R, Liukkonen T, Grzebyk M, Kauppinen A, Welling I (2006) Occupational exposure to inhalable wood dust in the member States of the European Union. *Ann Occup Hyg*. 50:549-561.
- Lange BJ (2008) EFFECTS OF WOOD DUST: Inflammation, Genotoxicity and Cancer, PhD thesis. National Research Centre for the Working Environment of Copenhagen, Faculty of Health Sciences.
- Lebedys A (2004) Trends and current status of the contribution of the forestry sector to national economies. Working paper: FSFM/ACC/07. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Ref Type: Report.
- NTP 2000: Report on Carcinogens Background Document for Wood Dust. National Toxicology Program.
- Priha E, Pennanen S, Rantio T, Uitti J, Liesivuori J (2004) Exposure to and acute effects of medium-density fibre board dust. *J Occup Environ Hyg*, 1:738-744.
- Schlünssen V (2001) Asthma and other respiratory diseases among workers in the Danish furniture Industry occupationally exposed to wood dust. Arbejds - og miljømedicinsk afdeling, Skive Sygehus og Institutfor Miljø - og Arbejdsmedicin, Aarhus Universitet. <http://ntp-server.niehs.nih.gov/newhomeroc/roc10/WD.pdf>
- Schlünssen V, Kauppinen T, Vincent R, Liukkonen T, Grzebyk M, Kauppinen A (2004) Occupational exposure to wood dust in Denmark. Helsinki and Nancy, Finnish Institute of Occupational Health (FIOH) and Institute of National de Recherche et de Sécurité (INRS). WOODDEX by WOOD RISK project QLK4-2000-00573. RefType: Report.
- Thorpe A, Brown RC (1995) Factors influencing the production of dust during the hand sanding of wood. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56:236-242.

U.S. Environmental Protection Agency (2004). Air Quality Criteria for Particulate Matter, vol II.EPA/600/P-99/002bF, Research Triangle Park, NC, U.S. Environmental Protection Agency. RefType: Report.

Wilhelmsson B, Drettner B (1984). Nasal problems in wood furniture workers. A study of symptoms and physiological variables. United States National Library of Medicine [PubMed], Acta Otolaryngol. Nov-Dec, 98(5-6):548-555.

*Traducere în limba română / Translated by:
Lecturer dr.eng. Emilia-Adela SALCĂ*