

Ana Kos,¹ Ružica Beljo-Lučić,¹ Dubravko Horvat,¹ Krešimir Šega,² Ivan Bešlić²

Čimbenici koji utječu na zaprašenost u drvnoprerađivačkim pogonima

Influential factors on indoor air dustiness in woodworking companies

Izvorni znanstveni rad Original scientific paper

Primljeno - received: 24. 10. 02. Prihvaćeno - accepted: 16. 01. 03.

UDK 621.316.72 i 621.63

SAŽETAK U radu se istražuju čimbenici koji utječu na zaprašenost radnog okruženja u dva po veličini različita pogona obradbe drva, stolariji i tvornici namještaja. U Hrvatskoj je zbog rizika obolijevanja od karcinoma nosa i nosne šupljine u pogonima koji prerađuju hrastovinu i bukovinu pravilnikom preporučena masena koncentracija respirabilnih čestica drva do 1 mg/m^3 . Izloženost radnika drvnoj prašini određena je metodom osobnih skupljača respirabilnih čestica i ukupne drvne prašine, odnosno uporabom mjernih uređaja koje radnici nose na sebi tijekom radnog dana.

U tvornici namještaja izmjerena je viša masena koncentracija respirabilnih drvnih čestica uz tračnu brusilicu nego pokraj kružnih pila, a oba stroja mnogo više zaprašuju prostor od ostalih istraživanih strojeva u pogonu strojne obradbe drva – od stolne glodalice, tračne pile i ravnalice. Izmjerena masena koncentracija respirabilnih čestica u stolariji bitno je viša pokraj kružnih pila nego uz ravnalicu i lamelo glodalicu. Ukupne je prašine najmanje bilo pokraj ravnalice.

Utjecaj vrste materijala na zaprašenost znatan je, no manji je od utjecaja vrste stroja i parametara obradbe. U tvornici namještaja pri obradbi vlaknatica jednolisnom kružnom pilom izmjerena je viša masena koncentracija respirabilnih čestica nego pri obradbi iverice. U stolariji, usporedbom izmjerene masene koncentracije respirabilne odnosno ukupne drvne prašine pri obradbi bukovine i iverice jednolisnom kružnom pilom nisu dobivene signifikantne razlike.

Svojstva alata i kinematika strojeva više utječu na masenu koncentraciju respirabilnih čestica u okolnom zraku stroja nego na ukupnu zaprašenost, a kakvoća odsisa više utječe na smanjenje

Autori su (redom): asistentica, docentica i izvanredni profesor na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, te viši znanstveni suradnik i znanstveni novak Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada u Zagrebu.

The authors are an assistant, an assistant professor and an associate professor at the Faculty of Forestry of the Zagreb University, and a senior officer and a research assistant at the Institute for medical research and occupational health in Zagreb.

ukupne zapašenosti pokraj stroja.

Ključne riječi: parametri mehaničke obradbe drva, kakvoća odsisa, masena koncentracija, respirabilne čestice, ukupna drvena prašina

SUMMARY *In two woodworking enterprises, a furniture factory and a carpentry workshop, the influence of machine working, woodworking material, the quality of air conveyors work and the air in the working environment on dustiness of the working environment has been investigated. Dustiness of floating wood particles has been determined according to the cutting tool characteristics, kinematics parameters, air conveyors work and the structure and stiffness of woodworking material. It is a well-known fact that carpenters suffer from health risk of nose and nasal cavity cancer caused by oak and beech wood dust. In line with this Croatian regulations recommend limiting values of up to 1 mg/m^3 for hardwood dust mass concentration of respirable particles. By using a measuring method of individual samplers fixed on the worker's clothes and by the samples collected during working hours, a daily dose of the worker's exposure was determined.*

The mass concentration of respirable particles near the band sander in the furniture factory was higher than near the circular saw. Both woodworking machines created much more dust than other machines, such as a milling machine, band saw or planer. In the carpentry workshop mass concentration of respirable particles near the circular saw was higher than near the planer or lamelo milling. The planer made less total wood dust than all other machines in both enterprises.

It has been shown that the influence of woodworking material related parameters is important but not as much as the influence of working machines related parameters. In the furniture factory when sawing fibreboard by using a circular saw, the mass concentration of respirable wood dust particles was higher than when sawing particleboards. In the carpentry workshop when sawing particleboards and beech-wood (by using a circular saw), the mass of respirable and total wood dust was approximately the same.

The machine working related parameters significantly influence the mass concentration of respirable particles within the working environment while the air conveyors work quality influences the amount of total wood dustiness.

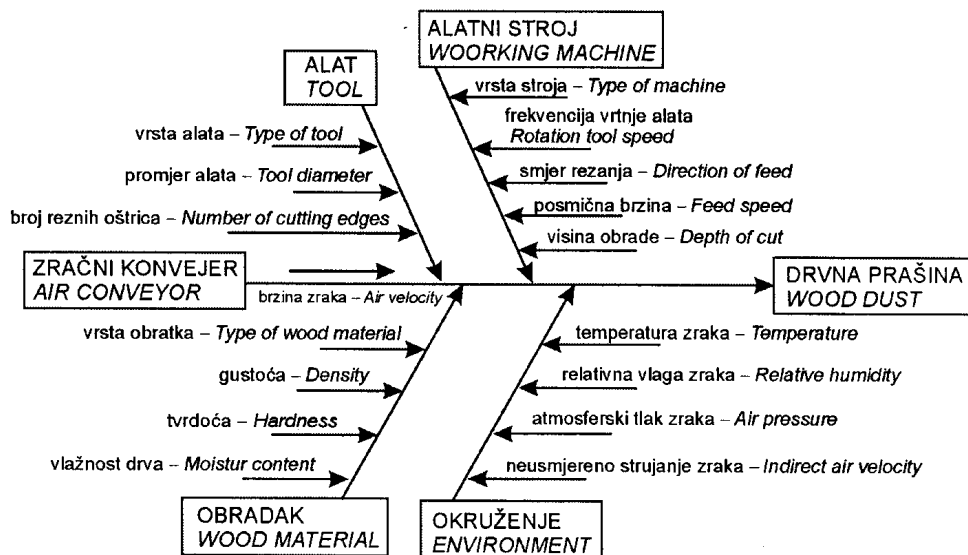
Key words: *mechanical woodworking parameters, air conveyors efficiency, mass concentration, respirable wood dust, total wood dust*

1. UVOD 1. Introduction

Prema istraživanjima međunarodne agencije za ispitivanje karcinoma (IARC, 1995), u prvu grupu radnika izloženih povećanom riziku obolijevanja od karcinoma nosa i nosne šupljine svrstani su radnici u proizvodnji namještaja u tvornicama i stolarijama (Kohler, 1995). Stoga u Hrvatskoj granične vrijednosti masene koncentracije drvene prašine tvrdih vrsta drva (bukovine, hrastovine i egzota) na radnome mjestu za respirabilne čestice iznose 1 mg/m^3 , a za ukupnu prašinu 3 mg/m^3 . Za

respirabilne čestice mekih listača i četinjača granična vrijednost iznosi 3 mg/m^3 , a za ukupnu prašinu 10 mg/m^3 (MDK, 1993). Osim spomenutih vrsta drva, neke vrste egzota poput abahija, makore, mahagonija, merantija i palisandera mogu izazvati alergijske pojave, astmu i dermatitis (Bauer and Heiman, 1996; Hessel i sur., 1995; Hinnen i sur., 1995).

Za vrijeme mehaničke obradbe drva i drvnih materijala uz radne strojeve i uz postojeći odsisni uređaj ipak ostaje određena količina neodsisane drvene prašine. Ako su neodsisane drvene čestice maloga aerodi-



Slika 1.

Shematski prikaz čimbenika koji utječu na zapašenost radnog mjesta Scheme of influential factors on dustiness in woodworking indoor air

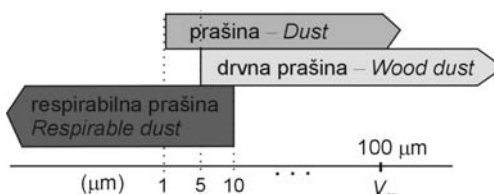
namičkog promjera, one će lebdjeti okolnim zrakom u radnom prostoru i predstavljati opasnost za zdravlje radnika. Općenito, prašinu čine krute čestice veće od 1 μm . Drvna prašina najčešće ima srednji aerodinamički promjer veći od 5 μm (IARC, 1995). Pri strojnoj obradbi drvo se usitnjava sve do sitnih, respirabilnih (udisajnih) čestica čija gornja granica aerodinamičkog promjera iznosi 10-15 μm , ovisno o intenzitetu disanja radnika. U tehničkom izvještaju ISO/TR 7708-1983 predlaže se gornja granica aerodinamičkog promjera respirabilnih čestica od 10 μm (Sl. 1).

a) Alatni stroj

Zapašenost radnog mjesta ovisi o vrsti radnog stroja, što pokazuju i rezultati nekoliko autora (TRGS - Holzstaub, 1992; Teschke i sur., 1994; Rapp i sur., 1997; Palmqvist i Gustafsson, 1999; Kos, 2002). Emisija lebdećih drvnih čestica u okolni zrak ovisi o srednjoj debljini strugotine nastale obradbom. Srednju debljinu strugotine određuju parametri obradbe drva. Utjecajni parametri obradbe za izračunavanje srednje debljine strugotine nastale npr. na kružnoj pili jesu posmična brzina gibanja obratka, frekvencija ulaska zubi u zahvat, visina obradbe, duljina luka zahvata i promjer alata.

Oblik i veličina iz propiljka odvojenih drvnih čestica određeni su i kutem presijecanja vlakana, koji ovisi o smjeru rezanja i duljini zahvatnog luka. Dulje i manje izlomljene drvene čestice nastaju kad je zahvatni luk veći odnosno kad je kut presijecanja vlakana manji.

Istraživanja Palmqvista i Gustafssona (1999) pokazala su da se pri obradbi drva režimom rada koji rezultira srednjom debljinom strugotine manjom od 0,1 mm naglo



Slika 2.

Shematski prikaz razredbe aerodinamičkih promjera čestica Scheme of the aerodynamic diameter ranges of wood particles

povećava emisija respirabilnih čestica, a znatno raste i jedinični otpor rezanja odnosno rad rezanja, dok trajanje oštrice reznog alata naglo pada, kao i kvaliteta obrađene plohe zbog mogućih površinskih deformacija.

b) Zračni konvejer

Kakvoća rada zračnog konvejera ovisi o brzini strujanja odsisnog zraka. Brzina zraka odnosno količina protoka zraka ovisi o napadu čestica (satni volumen čestica) i njihovoj kinetičkoj energiji. Stvarna brzina transportiranja drvnih čestica mora biti barem 1,2 - 2 puta veća od brzine lebdenja tih istih čestica (Svjatkov, 1969). Brzina lebdenja osnovna je aerodinamička odrednica čestice materijala koji se pneumatski transportira. Brzinom lebdenja smatra se stalna brzina slobodnog pada u mirnom zračnom prostoru ili brzina zraka pri kojoj će čestica lebdjeti u zračnoj struji.

Debljina čestice osnovni je parametar koji određuje transportnu brzinu lebdenja. Čestice se u okomitoj zračnoj struji okreću oko svoje uzdužne osi tako da su svojom većom površinom okomite na smjer zračne struje. Povećanjem debljine čestice povećava se njezina težina na jedinicu površine tog presjeka, a time i brzina lebdenja.

Kakvoća odsisa ovisi i o broju usisnih ušća, kao i o njihovom položaju u odnosu prema smjeru gibanja čestice i preuzetoj kinetičkoj energiji čestice.

V_{gr} – granična vrijednost utjecaja srednje debljine strugotine δ_{sr} na silu rezanja (F_r), snagu rezanja (P_r), jedinični otpor rezanja (k_s) i zatupljivanje oštrice i površinske deformacije. V_{gr} – limiting value of average chip thickness that effects cutting force (F_r), cutting power (P_r), specific cutting force (k_s), wearing of the cutting edge and surface deformations

Slika 3.

Uređaj za skupljanje respirabilnih čestica A personal sampler of respirable particles



Slika 4.

Držać filtra za skupljanje ukupne prašine A filter for total dust sampling



Slika 5.

Radnici sa skupljačima pričvršćenim na naramenicama The filters fixed on workers over a lounge suit



c) Obradak

O strukturi obratka ovisi sposobnost usitnjavanja materijala pri obradbi, a time i zaprašenost radnog okruženja. Tako se slabije usitnjavaju materijali od vrste drva duljih traheida, poput jelovine i smrekovine, negoli materijali od vrsta drva kraćih vlaknaca, poput bukovine i hrastovine. Najveću sposobnost usitnjavanja pri obradbi imaju vlaknate medijapan (MDF ploče), čija duljina vlaknaca iznosi od 1/6 do 1/2 prirodne duljine vlaknaca drva od kojega su dobivena brušenjem drva četinjača ili usitnjavanjem iverja.

Zaprašnost okolnog zraka ovisi o tvrdoći obratka ako se pri jednakim uvjetima rada stroja obrađuje materijal većega jediničnog otpora rezanja. Sadržaj vode obratka utječe na zaprašnost više preko mase usitnjene čestice negoli preko jediničnog otpora. Masa čestice određuje njezinu sposobnost lebdenja u okolnom zraku i kinetičku energiju te mogućnost hvatanja odsisnim zrakom.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

2. The aim of research

Cilj rada bio je izmjeriti i usporediti zaprašnost okolnoga zraka u dva po veličini različita drvoprerađivačka pogona, u tvornici namještaja i stolariji, uz različite strojeve za mehaničku obradbu drva te ispitati čimbenike (parametre alata i kinematiku stroja, kakvoću odsisa, obradbeni materijal) koji utječu na masenu koncentraciju respirabilnih čestica i ukupne prašine kojoj su radnici izloženi tijekom radnoga dana.

3. METODA RADA

3. Research methods

Masena koncentracija respirabilnih čestica i ukupne prašine mjerena je u tvornici namještaja pokraj sedam različitih strojeva za mehaničku obradbu drva: tračne brusilice, kružne potezne pile, kružne jednolisne pile, kružne dvolisne pile, tračne pile, stolne glodalice i ravnalice. Obrađivane su četiri vrste materijala: hrastovina, troslojna iverica oplemenjena laminatnom folijom, bukovina i vlaknatica medijapan.

U stolariji je masena koncentracija respirabilnih čestica i ukupne prašine mjerena pokraj četiri stroja: kružne pile za masivno drvo, kružne pile za pločasti materijal, ravnalice i lamelo glodalice. Obrađivane su tri vrste materijala: oplemenjena troslojna iverica, jelovina i bukovina.

Masena koncentracija drvene prašine određivana je gravimetrijskom metodom (Holzstaub – Grav, ZH 1/120.41 i Smjernice SDČVJ 203). Respirabilne čestice i ukupna drvena prašina skupljani su osobnim skupljačima proizvođača Casella (sl. 3. i 4), koje su radnici nosili na sebi tijekom radnoga dana (sl. 5). Tako je dobivena dnevna izloženost radnika drvnjoj prašini.

Mjerni su uređaji normirani, a metoda udovoljava zahtjevima propisanim smjernicama SDČVJ 203 (Savez društva za čistoću vazduha Jugoslavije), kao i propisima TRGS 533 (Technischen Regeln für Gefahrstoffe). Kao medij za skupljanje uzoraka drvene prašine uporabljeni su filteri od staklenih vlakana koji se odlikuju visokom djelotvornošću odvajanja čestica iz zračne struje, malim otporom, visokom čistoćom i kemijskom inertnošću. S obzirom na higroskopnost materijala, filteri su kondicionirani na stalnu vlažnost u eksikatoru tijekom 24 sata prije vaganja (prije i nakon uzimanja uzorka). Vaganje je obavljeno uporabom mikrovage proizvođača SARTORIUS 2474, koja ima mogućnost preciznog mjerenja i

odčitavanja vrijednosti do 10^{-6} grama, s mjernom nesigurnošću 10^{-4} grama. Pri skupljanju drvnih čestica odabrani protok rada sisaljke iznosio je 2 l/min.

Masena koncentracija drvene prašine određena je jednadžbom:

$$c = \frac{(m_2 - m_1)}{V} = \frac{m_u}{V}, \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \quad (1)$$

gdje je:

c – masena koncentracija drvene prašine, mg/m^3

m_1 – masa filtra prije uzimanja uzorka, mg

m_2 – masa filtra s uzorkom, mg

$(m_2 - m_1)$ ili m_u – masa uzorka, mg

V – ukupni volumen zraka iz kojega je uzet uzorak, m^3 .

where are:

c – the mass concentration of wood dust, mg/m^3

m_1 – the filter mass before collecting, mg

m_2 – the filter mass after collecting, mg

$(m_2 - m_1)$ or m_u – the sample mass, mg

V – overall volume of surrounding air used in collection of samples, m^3 .

Volumen zraka (V) iz kojega je uzet uzorak izračunan je pomoću izmjerenog vremena rada uređaja tijekom kojega je kroz njega prolazio okolni zrak određenim protokom:

$$V = Q \cdot t, \text{m}^3 \quad (2)$$

gdje je:

V – volumen uzorkovanog zraka, m^3

Q – protok zraka kroz uređaj, m^3/min

t – vrijeme rada uređaja, min. where are:

V – volume of surrounding air used in sampling, m^3

Q – flowage of device work, m^3/min

t – the time of device work, min.

Srednja debljina strugotine izračunana je prema Palmqvistu (1999):

$$\delta_{sr} = 1000 \frac{v_p}{n_v \cdot z} \cdot \sqrt{\frac{h}{D}}, \text{mm} \quad (3)$$

gdje je:

δ_{sr} – srednja debljina strugotine, mm

v_p – posmična brzina materijala, m/min

z – broj zubi alata

n_v – frekvencija vrtnje vratila alata, min^{-1}

D – promjer alata, mm

h – visina rezanja, mm.

where are:

δ_{sr} – average chip thickness, mm

v_p – feed speed, m/min

n_v – rotation speed, min^{-1}

z – number of teeth on tool

n_v – rotation speed, min^{-1}

D – tool diameter, mm

h – cutting height (depth), mm.

Masene koncentracije respirabilne frakcije i ukupne prašine, svrstane u parove varijabli prema uvjetima skupljanja uzoraka, testirane su neparametarskom Kruskal-Wallisovom ANOVA analizom s pragom signifikantnosti $p < 0,05$.

Približna brzina strujanja odsisnoga zraka za strojeve obuhvaćene istraživanjem određena je mjerenjem statičkog i ukupnog tlaka diferencijalnim manometrom u cjevovodu na udaljenosti osam promjera cijevi iza usisnog ušća stroja.

4. Rezultati rada i diskusija

4. Research results and discussion

U tablici 1. dane su srednje vrijednosti izmjerenih masenih koncentracija respirabilnih čestica i ukupne prašine po mjernim mjestima u tvornici namještaja i stolariji te izmjerene brzine odsisa kod svakoga stroja.

4.1. Utjecaj radnog stroja na zaprašenosť

4.1. Influence of woodworking machine on dustiness

Dijagram sa slike 6. prikazuje raspodjelu srednjih vrijednosti masene koncentracije respirabilnih drvnih čestica na mjernim mjestima u tvornici namještaja.

Budući da ima loše izvedeno usisno ušće i nedostatnu brzinu odsisa, iz daljnje je analize izdvojena potezna kružna pila. Iz slike 6. vidi se, što je statističkim testom i potvrđeno, da je najviša masena koncentracija respirabilnih čestica izmjerena na radnome mjestu pokraj tračne brusilice. Tračna brusilica i kružne pile višom se masenom koncentracijom respirabilnih čestica izdvajaju od ostala tri stroja – tračne pile, stolne glodalice i ravnalice, u kojih nije izmjerena signifikantno različita masena koncentracija respirabilnih čestica ($p > 0,13$). Masena koncentracija respirabilnih čestica pokraj tračne brusilice viša je nego pokraj kružnih pila ($p = 0,03$).

Slični su rezultati usporedbe strojeva dobiveni i za ukupnu prašinu, a mogu se vidjeti iz dijagrama na slici 7, na kojoj su prikazane raspodjele srednjih vrijednosti masene koncentracije ukupne drvene prašine na istim mjernim mjestima.

Masene se koncentracije respirabilnih čestica i ukupne prašine za stolnu glodalicu i

Tablica 1.

Srednje vrijednosti masenih koncentracija respirabilnih čestica i ukupne prašine te izmjerene brzine odsisa u tvornici namještaja i stolariji Average values of respirable particles and total dust mass concentration and exhaust air velocity in the furniture factory and carpentry

	MJERNO MJESTO PLACE OF MEASUREMENT	Broj uzoraka, resp./ukup., N Number of samples, respirab./total, N	Srednja vrijednost masene koncentracije, c Average values of mass concentration, c		Brzina odsisa, v _e Air velocity, v _e m/s
			respirabilne čestice respirable particles	ukupna prašina total dust	
			mg/m ³	mg/m ³	
TVORNICA NAMJEŠTAJA FURNITURE FACTORY	tračna brusilica – hrastovina Belt sander – oakwood	12 / 15	1,0083	2,6533	16,68
	potezna kružna pila – hrastovina Sliding circular saw – oakwood	11 / 12	1,0112	4,0761	5,5
	dvolisna kružna pila – troslojna iverica Double blade circular saw – particleboard	8 / 8	0,9423	2,4879	17,63
	jednolisna kružna pila – vlaknatica Circular saw – fiberboard	8 / 9	0,7579	1,7334	18,8
	jednolisna kružna pila – troslojna iverica Circular saw – particleboard	11 / 10	0,5701	1,5449	16,6
	tračna pila – bukovina Band saw – beechwood	11 / 12	0,4925	1,1469	12,79
	stolna glodalica – bukovina Spindle moulder – beechwood	10 / 10	0,4703	1,1996	20,46
	ravnalica – hrastovina Jointer – oakwood	12 / 11	0,3741	0,9053	22,01
STOLARIJA – CARPENTRY	kružna pila – troslojna iverica Circular saw – particleboard	13 / 14	1,4237	6,3816	24,23
	ravnalica – jelovina Jointer – firwood	16 / 16	0,6602	1,9762	24,23
	kružna pila – bukovina Circular saw – beechwood	13 / 13	2,0771	5,9005	14,2
	lamelo glodalica – troslojna iverica Lamelo router – particleboard	14 / 14	0,8154	4,6634	-

tračnu pilu znatnije ne razlikuju ($p_r = 1,0$, odnosno $p_{uk} = 0,43$), premda se bitno razlikuju njihovi rezni alati. Razlog su tomu parametri rada tih dvaju strojeva, koji su rezultirali približno jednakim pomakom po zubu ($s_{zG} = 0,021$ mm i $s_{zTP} = 0,028$ mm), a time i sličnom veličinom nastalih drvnih čestica.

Dijagramima sa slika 8. i 9. prikazane su raspodjele srednjih vrijednosti masene koncentracije respirabilnih drvnih čestica i ukupne prašine pokraj svih strojeva obuhvaćenih mjerenjima u stolariji.

Izmjerena masena koncentracija respirabilnih čestica u stolariji znatno je viša pokraj kružnih pila nego uz ravnalicu ($p \approx 0$) i lamelo glodalicu ($p = 0,006$). Ukupne prašine pokraj ravnalice ima bitno manje nego uz kružnu pilu ($p \approx 0$) i lamelo glodalicu ($p \approx 0$).

Izmjerene se masene koncentracije ukupne prašine u oba pogona pokraj kružne pile i glodalice ne razlikuju bitno ($p_T = 0,08$, odnosno $p_S = 0,11$), dok je pokraj kružnih pila izmjerena viša koncentracija respirabilnih čes-

tica nego pokraj glodalice ($p_T = 0,005$, odnosno $p_S = 0,006$)¹. Ravnalica zaprašuje najmanje jer u usporedbi s drugim strojevima parametri rada toga stroja u oba pogona, u tvornici namještaja i stolariji, rezultiraju najvećom srednjom debljinom strugotine. Srednje debljine strugotine nastale na promatranim strojevima kreću se od 3 do 20 μm, s izuzetkom strugotine nastale na ravnalici koja je imala srednju debljinu veću od 0,1 mm.

Dobiveni su rezultati usporedivi s njemačkim istraživanjima iz normi TRGS 553 za respirabilne čestice bukovine i hrastovine, pri čemu kružne pile (6,18 mg/m³) zaprašuju manje od tračne brusilice (8,06 mg/m³), a više od glodalice (5,04 mg/m³), tračne pile (4,69 mg/m³) i ravnalice (1,65 mg/m³).

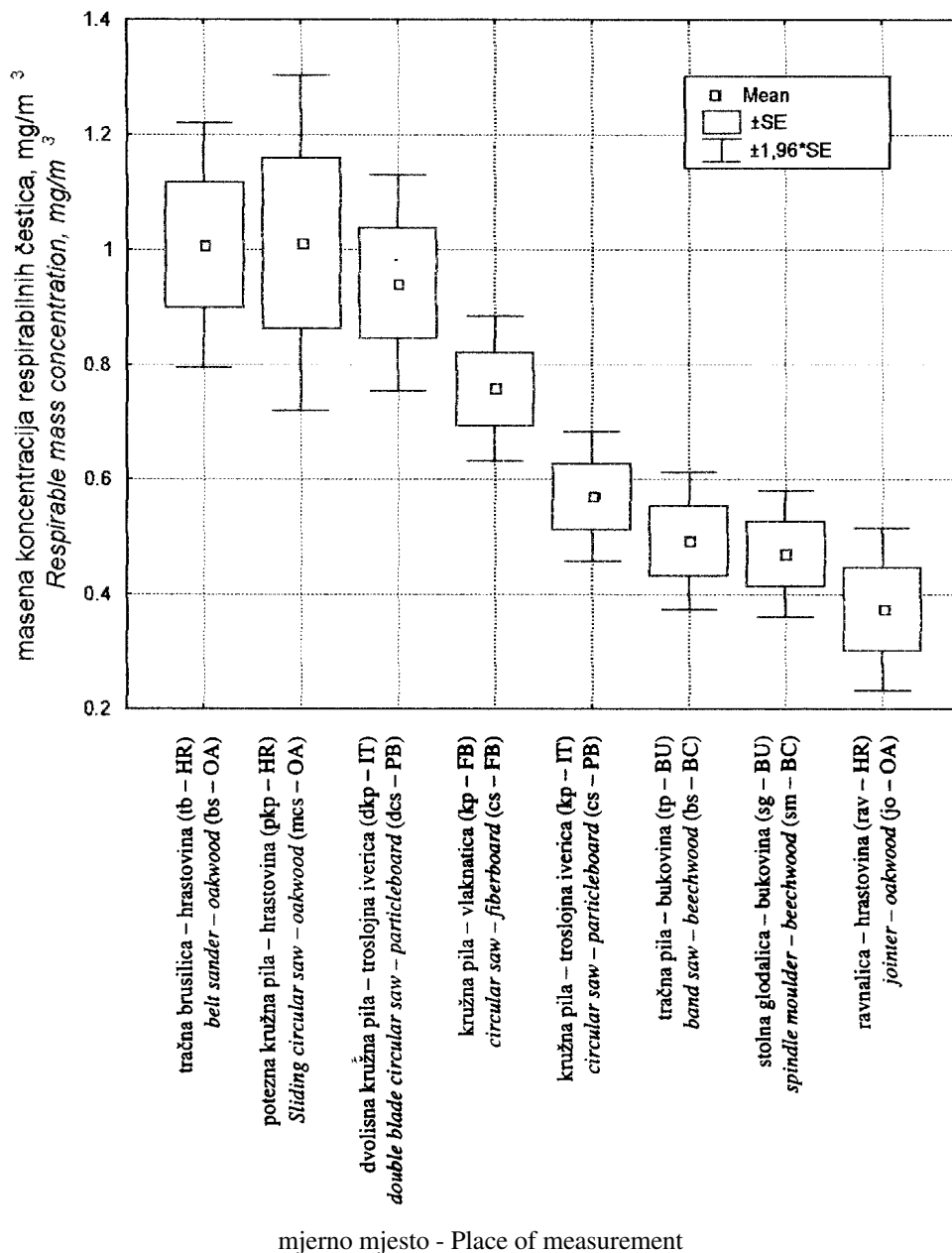
¹Vjerojatnosti testiranja masenih koncentracija – probabilities in testing of mass concentrations::

p_r – respirabilnih čestica – respirable dust

p_{uk} – ukupne prašine – total dust

p_T – u tvornici – in the factory

p_S – u stolariji. – in the carpentry



Slika 6.

Dijagram raspodjele srednjih vrijednosti masene koncentracije respirabilnih drvnih čestica na mjernim mjestima u tvornici namještaja Distribution diagram of respirable mass concentration in the furniture factory

4.2. Utjecaj odsisnog uređaja na zapašenost

4.2. Influence of exhaust quality on dustiness

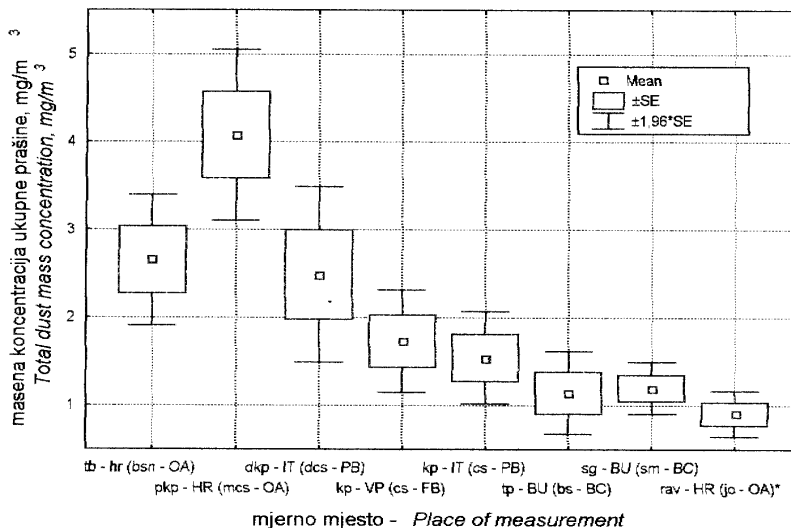
Najviša masena koncentracija ukupne prašine izmjerena je pokraj potezne kružne pile koja je, u odnosu prema ostalim strojevima imala nedovoljnu, odnosno tri do četiri puta manju brzinu zraka odsisnog uređaja (tabl. 1). Unatoč tomu, u usporedbi s tračnom brusilicom, dvolisnom i jednolisnom kružnom pilom, pokraj potezne kružne pile nije izmjerena bitno različita masena koncentracija respirabilnih čestica. Sve to potvrđuje pretpostavku da brzina zraka odsisnih uređaja znatnije utječe na ukupnu zapašenost nego na masenu koncentraciju respirabilnih čestica na radnome mjestu.

Za stolnu glodalicu, tračnu pilu i jed-

nolisnu kružnu pilu izmjerene su odgovarajuće brzine odsisa (Svjatkov, 1969; Kos-Pervan, 1997). Uz te strojeve izmjerena je približno jednaka masena koncentracija ukupne prašine. Međutim, respirabilnih čestica ima više pokraj kružne pile nego uz stolnu glodalicu. Stolna glodalica proizvodi čestice 5 – 20 puta većeg volumena od ostala dva stroja, ima trostruko veći napad čestica, ali i neusporedivo bolje izvedeno odsisno ušće. Analizom rezultata mjerenja zapašenosti zraka i brzina odsisa te broja i položaja ušća za odsis na pojedinim strojevima zaključeno je da broj i položaj ušća, poput odsisne brzine, imaju veći utjecaj na masenu koncentraciju ukupne prašine pokraj strojeva nego na masenu koncentraciju respirabilnih čestica.

Slika 7.

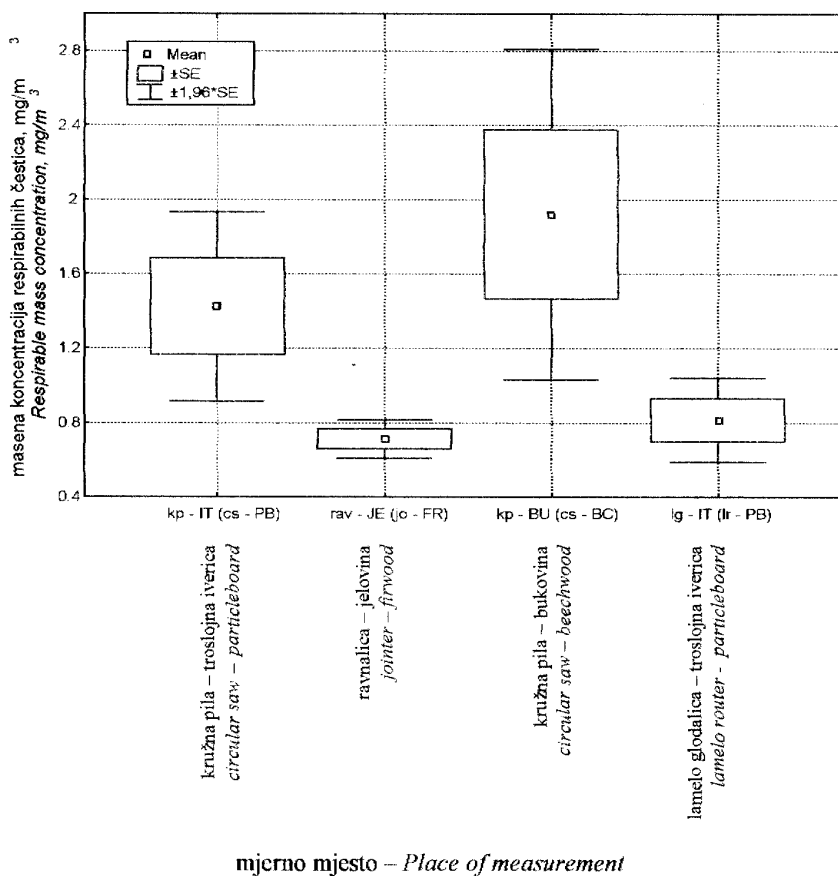
Dijagram raspodjele srednjih vrijednosti masene koncentracije ukupne drvene prašine na mjernim mjestima u tvornici namještaja
Distribution diagram of total mass concentration in the furniture factory
*Oznake kao na sl. 6.
*codes as on fig. 6



*Oznake kao na sl. 6.
*codes as on fig. 6

Slika 8.

Dijagram raspodjele srednjih vrijednosti masene koncentracije respirabilnih drvnih čestica na mjernim mjestima u stolariji
Distribution diagram of respirable mass concentration in the carpentry workshop



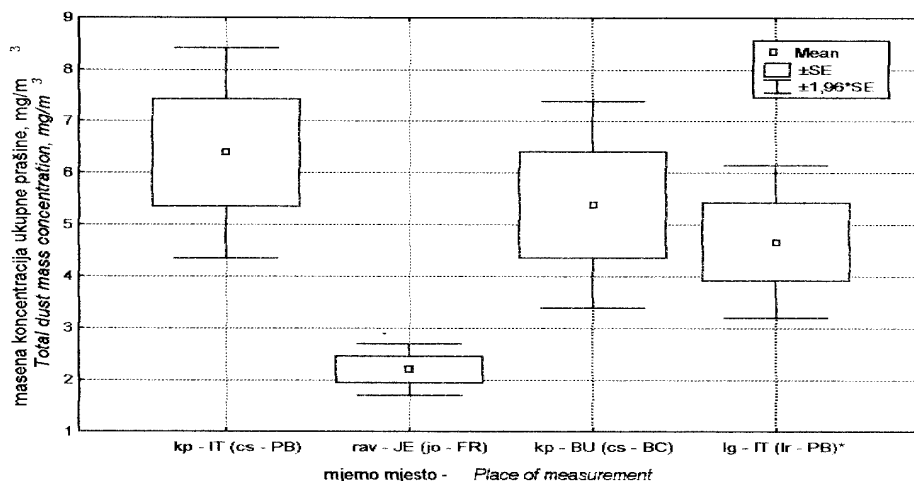
4.3. Utjecaj vrste materijala na zaprašenost 4.3. Influence of woodworking material on dustiness

U tvornici namještaja izmjerena je veća masena koncentracija respirabilnih čestica pri obradbi vlaknatica nego pri obradbi iverica jednolisnom kružnom pilom ($p = 0,043$). Pokraj istoga stroja nije izmjerena različita količina ukupne prašine vlaknatice i iverice ($p = 0,68$).

Izmjerene masene koncentracije respirabilnih čestica i ukupne prašine buk-

ovine i hrastovine znatno se ne razlikuju tijekom obrade drva na tračnoj pili, stolnoj glodalici i ravnalici (p iznosi od 0,13 do 1,0). Pokraj tračne brusilice izmjerena je najviša masena koncentracija respirabilnih čestica i ukupne prašine hrastovine.

U stolariji, pri obradbi bukovine i iverice jednolisnom kružnom pilom, nije izmjerena bitno različita masena koncentracija respirabilnih čestica niti ukupne drvene prašine ($p_r = 0,06$; $p_{uk} = 0,61$). Viša masena koncentracija respirabilnih čestica izmjerena



Slika 9.

Dijagram raspodjele srednjih vrijednosti masene koncentracije ukupne prašine na mjernim mjestima u stolariji Distribution diagram of the total mass concentration in the carpentry workshop *Oznake kao na sl. 8 *codes as on fig. 8

*Oznake kao na sl. 8
*codes as on fig. 8

je pri obradbi iverice kružnom pilom nego pri obradbi iverice lamelo glodalicom ($p_r = 0,03$), dok se u istim uvjetima obradbe masene koncentracije ukupne prašine ne razlikuju ($p_{uk} = 0,1$). Najmanja je ukupna zapašenost izmjerena pri obradbi jelovine ravnalicom.

5. ZAKLJUČCI

5. Conclusions

Rezultati mjerenja pokazuju mnogo veći utjecaj svojstava alata i parametara kinematike stroja na masenu koncentraciju respirabilnih čestica i ukupne prašine od utjecaja kakvoće rada zračnog konvejera i vrste obrađivanog materijala. U oba je pogona strojne obradbe drva izmjerena niža masena koncentracija drvene prašine pokraj strojeva s takvim parametrima obradbe posljedica kojih je bilo stvaranje strugotine veće srednje debljine (uz ravnalicu, tračnu pilu i stolnu glodalicu). Najviša zapašenost izmjerena je pokraj tračne brusilice, a najniža pokraj ravnalice. U oba istraživanjem obuhvaćena pogona nije izmjerena signifikantno različita ukupna zapašenost zraka uz kružne pile i glodalice, dok je za kružne pile izmjerena bitno viša koncentracija respirabilnih čestica. Izloženost radnika drvnoj prašini (i respirabilnim česticama i ukupnoj prašini) viša je u manjem pogonu (stolariji) nego u tvornici namještaja.

Parametre rada stroja potrebno je optimirati s obzirom na potrebu smanjenja zapašenosti lebdećim respirabilnim česticama odabirom veće debljine strugotine, ne zanemarujući pritom utjecaj veće debljine strugotine na kakvoću površine reza.

Iz rezultata mjerenja opažen je veći utjecaj kakvoće odsisa prikladnom brzinom zraka i uz dobro izvedeno ušće na smanjenje

ukupne zapašenosti pokraj stroja, nego na masenu koncentraciju respirabilnih čestica. To upućuje na nužnost daljnjih istraživanja potrebnih brzina odsisavanja i njihove učinkovitosti na smanjenje lebdećih čestica drva u okolnome zraku u drvoprerađivačkim pogonima.

6. LITERATURA

6. References

1. Bauer, D. H.; Heimann, M., 1996: Harmonized standards in support of the essential health requirements of the machinery directive - Reduction of the emission of hazardous substances from machines. *Gefahrstoffe - Remhaltung der Luft*, 50, 251 - 255.
2. Hessel, PA.; Herbert, FA.; Melenka, LS.; Yoshida, K.; Michaelchuk, D.; Nakaza, M., 1995: Lung health in sawmill workers exposed to pine and spruce. *Chest*, 108 (3), 642 - 646.
3. Hinnen, U.; Willa-Craps, C.; Elsner, P., 1995: Allergic contact dermatitis from iroko [*Milicia excelsa*] and pine [*Pinus*] wood dust. *Contact-Dermatitis*, 33 (6), 428.
4. Kohler, B., 1995: Wood dust and cancer. *National Rep - Health, Safety and Environment, IARC, France*.
5. Kos-Pervan, A., 1997: Istraživanje dobrote zračnih konvejera u finalnoj obradbi drva. *Magistarski rad*.
6. Kos, A., 2002: Istraživanje utjecaja režima rada radnih strojeva i kakvoće odsisa na radno okruženje u pogonima finalne obradbe drva, doktorska disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
7. Kos, A.; Beljo-Lučić, R.; Horvat, D. 2001: Istina i dvojbe o kancerogenosti drvene prašine bukovine i hrastovine. *Drvo, materijal budućnosti u dizajnu namještaja, Ambijenta 2001*, 51-59.
8. Palmqvist, J.; Gustafsson, S. I., 1999: Emission of dust in planing and milling of wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 57, 164 - 170.
9. Rapp, A. O.; Brandt, R. D.; Schmitt, U.,

- 1997: Quantitative measurement and chemical analysis of wood dust collected in German woodworking companies. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 55, 141 – 147.
10. Svjatkov, S., 1969: Pnevmatiski transport usitnjenog drva, Zavod za tehnologiju drva, Sarajevo.
 11. Teschke, K.; Hertzman, C.; Morrison, B., 1994: Level and Distribution of Employee Exposures to Total and Canadian sawmills. *America Industrial Hygiene Association*, 55, 205 – 210.
 12. ****Holz: Einstufung und Grenzwerte. Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhalung am Arbeitsplatz, 148 – 149, HK 2/93, 1993.
 13. ****Pravilnik o maksimalnoj dopustivoj koncentraciji štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora. MDK, Laboratorij za analitiku i toksikologiju, Zagreb, 1993.
 14. ****Technische Regel "Holzstaub" (Neue TRGS 553). Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung *Bundesarbeitsblatt*, 46 – 54, 1992.
 15. ****Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin, ZH 1/120.41, 1989.
 16. ****Određivanje masene koncentracije lebdećih čestica u zraku. Savez društava za čistoću vazduha Jugoslavije, smjernica SDČVJ 203, 1987.
 17. ****Characteristics of particles and particle dispersoids. *Stanford Research Institute Journal*, Menlo Park, California, (3), 1961.

U prošlom broju *Drvne industrije* (53(2); 2002) objavljen je rad pod naslovom **Krutost dječjeg kreveta pri ispitivanju dinamičkim opterećenjem u ciklusima**, autora Želimira Ivelića. Navedeno je da je rad je kategoriziran kao *prethodno priopćenje*, pri čemu je načinjena greška, jer je prema recenzentskim ocjenama i odluci Uredničkog odbora rad svrstan u kategorij **Izvorni znanstveni rad**.

Ispričavamo se autoru i čitateljima na počinjenoj greški.

In the last issue of *Drvna industrija* (53(2); 2002) the article **Rigidity of child's cot during fatigue test**, by Želimir Ivelić, was published as a *preliminary note*. The paper was reviewed and classified as an **Original scientific paper**. We apologize for this error to the author and to the readers.