

Ankica Kos,¹ Dubravko Horvat,¹ Krešimir Šega²

Istraživanje nekih čimbenika zaprašivosti radne okoline u pogonima za finalnu obradbu drva

Dusty influence research in final woodworking companies

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

Prispjelo - received: 23. 03. 1999. • Prihvaćeno - accepted: 12. 04. 1999.

*UDK 630*832*

SAŽETAK • Rad zračnih konvejera u drvnoprerađivačkim pogonima za finalnu obradu popraćen je onečišćenjem radne okoline drvnom prašinom štetnom za zdravlje. Istraživana je razina zaprašivosti u odnosu prema propisanim graničnim vrijednostima koncentracija te utjecaj odsisnih uređaja, radnih strojeva i vrsta obrađivanog materijala. Hrvatskim je propisima zbog mogućih oboljevanja radnika od karcinoma nosa i nosne šupljine dopuštena ukupna koncentracija drvnih čestica bukovine i hrastovine od 3 mg/m^3 , a frakcija koja se udiše (respirabilne) od 1 mg/m^3 . Uzorci ukupne i respirabilne drvene prašine skupljani su pomoću tri para stacionarno postavljenih skupljača u četiri različite drvnoprerađivačke radionice. Gravimetrijskom je metodom određivana masena koncentracija čestica. Odabrana su mjerna mjesta pokraj različitih radnih strojeva radi određivanja stupnja otprašivanja. Mjerilo se pri uključenim i isključenim zračnim konvejerima. Uporaba zračnog konvejera kao otprašivača znatno smanjuje masenu koncentraciju zaprašivosti okolnoga zraka u odnosu na dopuštene vrijednosti. Dvostrani rubnik (profiler) ispušta više prašine od vertikalne i širokotračne brusilice, a širokotračna brusilica od vodoravne. Prema novim i starim njemačkim normama te podacima za ukupnu prašinu ručna tračna brusilica zaprašuje više od tanjuraste. Obradbom se bukovine i pločastih materijala više zaprašuje respirabilnom frakcijom nego obradbom smrekovine.

Ključne riječi: drvena prašina, štetnost po zdravlje, bukva, hrast.

¹ Autori su djelatnici Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska.

Authors are from the Faculty of Forestry of the Zagreb University, Croatia

² Autor je djelatnik Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, Hrvatska.

The author is from Institute for medical research and occupational health, Zagreb, Croatia.

SUMMARY • *Activities in furniture woodworking companies are accompanied with dust pollution, which could cause damage for the workers' health. The differences between the dust concentration in woodworking place and the allowed concentration, have been researched and also the influence of air conveyor work, the kind of working machine or wood species, on these differences.*

According to Croatian law, the allowed (standard) total wood dust concentration of oak and beech should not exceed 3 mg/m³ and respirable concentration 1 mg/m³.

The mass concentration of wood dust was determined by measuring the weight of respirable and overall dust samples, collected in four woodworking companies with three pairs of filters in two different cases. The first, when the air conveyors were on and then when they were off. The use of the air conveyor as a dust cleaner with working machines considerably decreases the mass concentration or dust in a working place compared to the standard value. The two-sided profile saw produced more dust than the vertical or widebelt sanding machine. According to the new and old German law and samples of overall dust the portable belt sander produced more dust than the disc sanding machine. During the machining of beechwood and different types of boards, the level of respiratory dust quantity is higher than during spruce-wood machining.

Key words: wood dust, health risk, beech, oak.

1. UVOD

1. Introduction

U pogonima za finalnu obradbu obrađuje se suho ili prosušeno drvo, pri čemu nastaje više sitne drvene prašine nego u primarnoj obradbi vlažnoga drva. Osim što se uporabom zračnih konvejera zadovoljavaju osnovne zadaće, poput odvođenja svih oblika krupnih čestica od reznih alata blanjica, glodalica, stolarskih tračnih ili kružnih pila, bušilica i drugih strojeva, njegovim se radom smanjuje zaprašnost radne okolice respirabilnim drvnim česticama. Raščlambom se zadaće rada zračnog konvejera prema krupnoći čestica izdvaja i ističe njegov utjecaj na hvatanje i smirivanje najsitnijih čestica drva, a time i na sprječavanje zaprašivanja radne okolice.

Nastanak drvnog otpada i kvaliteta njegova odvođenja znatno se razlikuju prema izvedbi i vrsti pojedinoga radnog stroja i usisnog ušća. Te su razlike, kao i njihov utjecaj, čimbenici zaprašnosti radne okolice. Vrećasti filtri koji su zastupljeni u 49 % drvnoprerađivačkih poduzeća (1) odvajaju drvene čestice iz njihove smjese sa zrakom odsisanim iz radne prostorije. Stanje okolnoga zraka uvelike ovisi o dobroti njihova rada.

Pojava karcinoma zbog zaprašnosti radne okolice prašinom hrastovine i bukovine, iako relativno rijetka pojava, nepopravljivi je rizik. Osim na vedjenih vrsta drva, potrebno je posebno naglasiti štetnost nekih

egzota (abahija, kambale, makorea, mahagonija, meranta i palisandera), kao i neegzota (bora, jele, borovice, breze, lipe) koje uzrokuju alergijske pojave na koži radnika (17, 20, 21). Astmu uzrokuju slične vrste - hrast, kesten, bor, smreka, bagrem, palisander, kambala, abahi i druge (18, 19).

Izborom vrste drva može se utjecati na to hoće li u pogonu biti prašine manje ili više štetnih vrsta, ali ne i na ukupnu količinu prašine u radnoj okolini. U našim pogonima za finalnu obradbu drva, unatoč propisanim graničnim vrijednostima, masena koncentracija drvene prašine hrastovine i bukovine znatno prelazi dopuštene vrijednosti (2). Zapaženo je opće nepoznavanje problematike te štetne popratne pojave u drvnoindustrijskoj proizvodnji.

2. DOSADAŠNJE SPOZNAJE

2. Past experience

Istraživanja štetnosti drvene prašine u radnoj okolini, potaknuta prvim dokazanim obolijevanjima od karcinoma nosa i nosne šupljine uzrokovanih radom u drvnoindustrijskim pogonima, prvi su put provedena 1965. godine u Velikoj Britaniji. Istraživanja njemačkog udruženja Holz-Berufsgenossenschaft pokazuju porast broja oboljelih u razdoblju od 1985. 1993. godine (12).

Propisima TRGS-Holzstaub koji vrijede od 1. siječnja 1993., dopuštena je granična vrijednost koncentracije ukupne

(respirabilne) drvene prašine u okolnom zraku 2 mg/m^3 . Od 1996. godine neka stara postrojenja prema TRK-Wert propisima više nemaju dopuštenje za rad pri koncentraciji prašine većoj od 5 mg/m^3 . Istim se propisima zahtijeva da udio hrastovine i bukovine u gotovom proizvodu ne bude veći od 10 %, te da se rabe zamjenske vrste drva kada je god to moguće. Propisi sadrže preporuke za smanjenje koncentracije (štetnih vrsta) drvene prašine na radnome mjestu postavljanjem dodatnih zahtjeva glede:

- rada dijelova zračnog konvejera (otprašivača)
- radnih strojeva
- izbora vrsta drva
- upoznavanja uposlenika o štetnosti i načinima osobne zaštite (11).

U Hrvatskoj Pravilnik o maksimalnoj dopustivoj koncentraciji štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora, MDK, Laboratorija za analitiku i toksikaciju u Zagrebu, iz 1993. godine, propisuje granične vrijednosti koncentracije drvene prašine bukovine i hrastovine, i to

- za respirabilnu 1 mg/m^3
- za ukupnu 3 mg/m^3 .

Dosadašnja su istraživanja zaprašivosti radne okolice u našim pogonima za finalnu obradbu drva pokazala da je zaprašivost respirabilnom frakcijom čestica viša od dopuštene - $1,51 \text{ mg/m}^3$, a pokraj strojeva i više, do $1,59 \text{ mg/m}^3$. I u povoljnijim uvjetima, pri radu otprašivača (2), vrijednosti masenih koncentracija respirabilne frakcije drvene prašine češće su prelazile granične vrijednosti.

Vrijednosti masenih koncentracija respirabilne prašine dobivenih skupljanjem uzoraka zraka pokraj gotovo svih drvno-prerađivačkih radnih strojeva detaljno su prikazane u njemačkim normama (11).

Usporedna istraživanja utjecaja vrsta radnih strojeva na zaprašivost u nas pokazuju da kružna pila s odsisom zaprašuje više od tračne stolarske pile bez odsisa, a vertikalna brusilica više od širokotračne (2).

3. CILJ RADA

3. Aim of research

Cilj je ovoga rada prikaz stvarnoga stanja zaprašivosti određivanjem masene koncentracije drvene prašine (respirabilne i ukupne), te njihova usporedba s propisanim graničnim vrijednostima, kao i utvrđivanje utjecaja na zaprašivost okolice uzrokovane radom različitih radnih strojeva, uređaja za odsisavanje te vrstom obradbenog materijala.

4. METODA RADA

4. Research methods

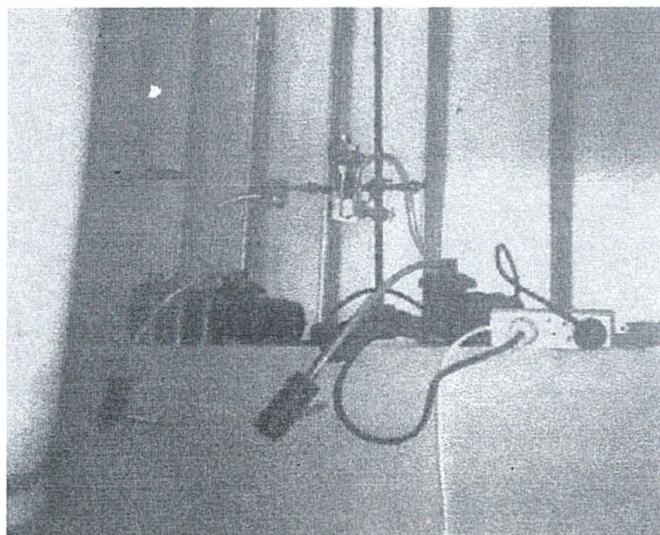
Masene koncentracije drvene prašine određivane su gravimetrijskom metodom, tj. vaganjem uzorka skupljenoga filtracijom iz određene količine okolnoga zraka.

Značenje razlika matematičkih očekivanja ispitan je *t*-testom zbog malih brojeva uzoraka i uz maksimalne pragove signifikantnosti α_t .

4.1. Mjerna oprema

4.1. Measuring equipment

Uporabljena su tri jednaka parastacionarno smještenih uređaja za skupljanje čestica iz okolnoga zraka kako bi se skupljanje istodobno provodilo na tri različita mjesta unutar radnog stroja. Svaki se par sastojao od dva uređaja, od kojih je jedan skupljao ukupnu, a drugi respirabilnu frakciju lebdećih čestica, kako je prikazano na slici 1.



Slika 1.

Par skupljača čestica pokraj kružne pile • A pair of filters for collecting particles near a circular saw

Za odvajanja nerespirabilne frakcije lebdećih čestica uporabljen je ciklon proizvodnje Casella, čija krivulja odvajanja odgovara britanskim medicinskim standardima.

Vaganje je obavljeno s mikrovagom proizvođača Cahn, tip G.2, koja ima mogućnost odčitavanja vrijednosti veličina do $5 \cdot 10^{-7}$ grama, s mjernom nesigurnošću $2 \cdot 10^{-6}$ grama.

Uređaji su normirani, a metoda zadovoljava zahtjevima propisanim Smjericama SDCVJ 201 i 203, kao i propisima TRGS 533.

4.2. Priprema medija za skupljanje uzoraka

4.2. Medium preparation for collecting of samples

Kao medij za skupljanje uzoraka uporabljeni su vlaknasti filtri koji se odlikuju visokom djelotvornošću odvajanja čestica iz struje zraka, visokom čistoćom i kemijskom inertnošću.

S obzirom na higroskopnost materijala, filtre je potrebno kondicionirati na stalnu vlažnost u eksikatoru tijekom 24 sata prije vaganja, odnosno prije i nakon uzimanja uzorka. Taj je postupak potreban radi uklanjanja sustavnih pogrešaka na koje utječu i količina vode koju lebdeće čestice drva preuzmu iz okolnog zraka relativne vlažnosti 50 - 60 %.

Pripremljeni se filtri prije transporta i postavljanja na skupljač umotavaju u aluminijsku foliju kako se ne bi oštetili, onečistili ili navlažili. Prije i nakon skupljanja uzorka medij se važe zajedno s omotačem koji je higrofoban i ne podliježe utjecaju statičkog elektriciteta pri vaganju.

4.3. Skupljanje uzoraka

4.3. Collecting of samples

Skupljanje uzoraka obavljeno je u četiri različite radne prostorije za finalnu obradbu drva. Uzorci su skupljeni za vrijeme rada odsisnog uređaja, kao i kada odsisavanja nije bilo, radi određivanja utjecaja rada zračnih konvejera na zapašenost radne prostorije.

Uređaji su postavljeni u radionicama za finalnu obradbu drva:

- pri različitim radnim mjestima
- na više mjesta oko istoga stroja
- više puta na isto mjesto uz isti stroj
- pri odvajalima, više puta na različita mjesta (sl. 2).

Mjerna mjesta odabrana su na visini zone udisanja te 1 do 2 metra daleko od stroja, ovisno o mogućnostima i potrebi neometanja rada. Skupljanje pojedinog para uzoraka trajalo je od 40 minuta do 6 sati.

5. REZULTATI RADA I DISKUSIJA

5. Research results and discussion

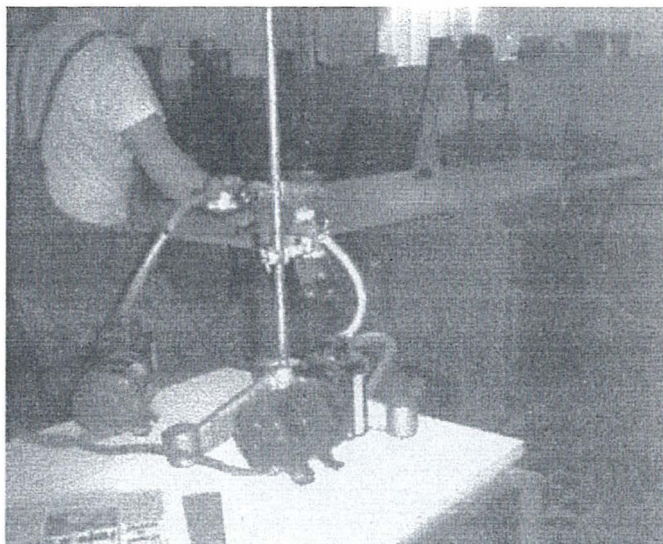
5.1. Utjecaj rada zračnog konvejera na zapašenost

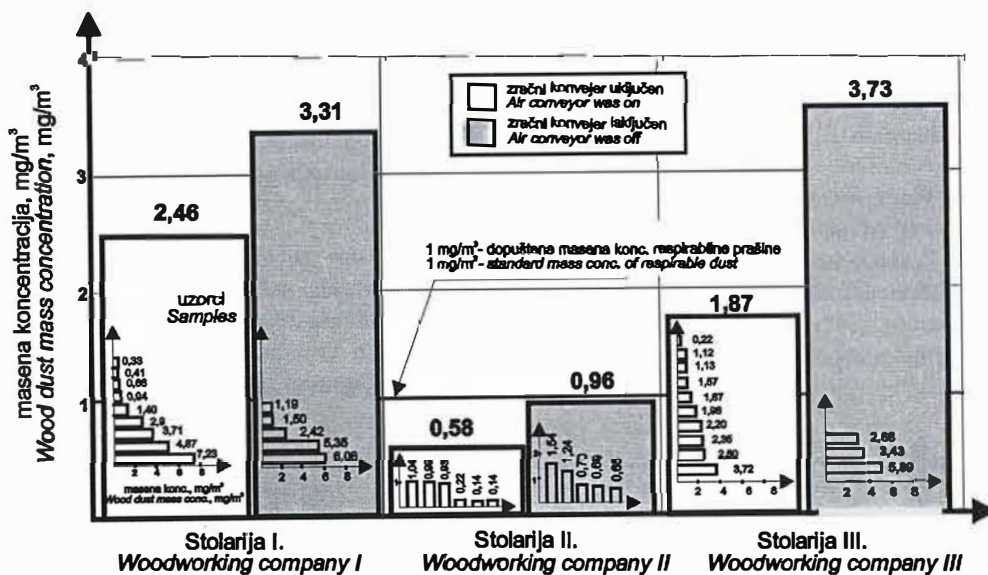
5.1. Air conveyor's work influence on dust

Usporedbom uzoraka skupljenih za vrijeme rada, odnosno za vrijeme mirovanja zračnog konvejera, prikazane su različite razine utjecaja u tri stolarije: slikom 3 predočene su razine respirabilne, a slikom 4 ukupne prašine. Osim tako jednostavne usporedbe dvaju zračnih konvejera, slično se uspoređuju dva uređaja koji različito obavljaju svoju zadaću.

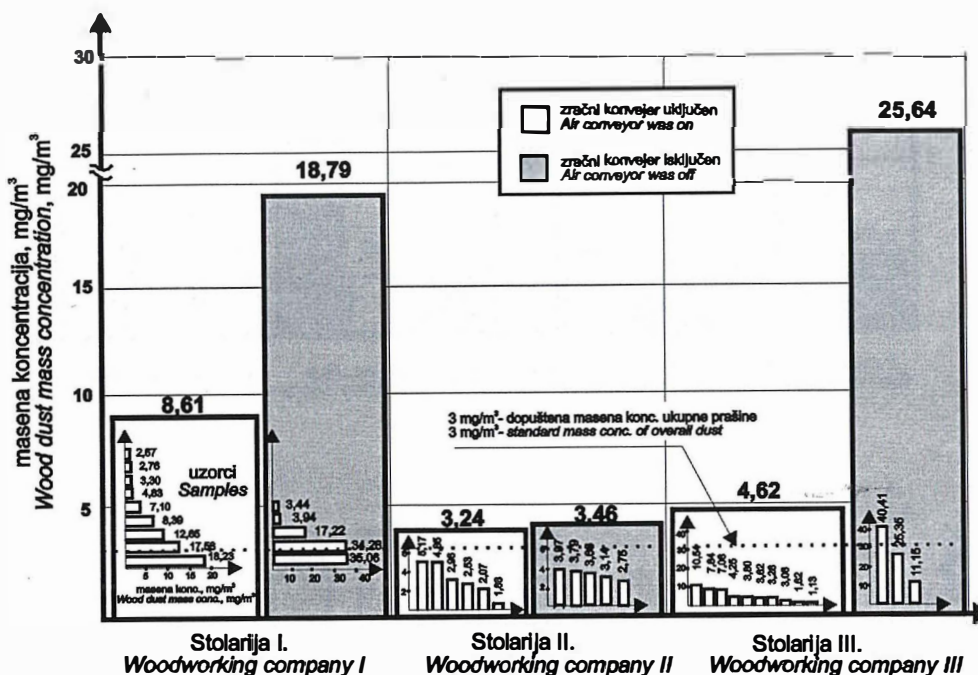
Slika 2.

Par skupljača čestica pokraj vrećastog filtra • A pair of collectors near an air filter





Slika 3.
Usporedba vrijednosti masenih koncentracija respirabilne prašine dok je zračni konvejer radio odnosno nije • Comparison of respirable wood dust mass concentration values when air conveyors were on and off



Slika 4.
Usporedba vrijednosti masenih koncentracija ukupne prašine dok je zračni konvejer radio odnosno nije • Comparison of overall wood dust mass concentration values when air conveyors were on and off

Jednostavnim se zaključivanjem i promatranjem opaža utjecaj rada zračnog konvejera na zapašenost radne okolice, dok se samo u Stolariji III. to može potvrditi i statističkim testiranjem. U Stolariji III. razlikuju se vrijednosti ($\alpha_t = 0,05$) masene koncentracije prašine između uzoraka skupljenih kada je s radnih strojeva odsisavana prašina i uzoraka kada zračni konvejeri nisu odsisavali prašinu za vrijeme obradbe. Dok je u Stolariji II. vjerojatnost nastanka razlika između ta dva slučaja za respirabilnu prašinu malo manja od dogovorene, odnosno signifikantne razine testa $\alpha_t = 0,15$.

5.1.1. Dobrota rada odvajala
5.1.1. Efficiency of air conveyor's work

U dvije su stolarije, pokraj vrećastog filtra i u tvornici pokraj filtra u nizu, uz odvajala skupljeni uzorci radi određivanja dobrote (η) njegova rada prema jednadžbi:

$$\eta = \frac{a_1 - a_2}{a_1} = 100 [\%] \quad (1)$$

Pritom je: a_1 - sadržaj prašine (drvnog materijala) u sustavu prije odvajanja, mg/m^3 a_2 - sadržaj prašine u okolnom zraku nakon odvajanja, mg/m^3

Nakon proračuna suodnosa graničnih

vrijednosti, i to masene koncentracije prije odvajanja (a_1 - najmanje, $0,2 \text{ kg/m}^3$, i najveće, 1 kg/m^3) i nakon (a_2) prema izrazu (1) najmanja je vrijednost dobrote (η_{\min}) svih odvajala, kao i najveća (η_{\max}), iznosila 99,99.

Prema tome, promatrani zračni konvejeri sadrže odvajala koja su u skladu s potrebama i propisima u Njemačkoj. Izrađeni su od poliesterskih vlakana i razina zapašenosti okolice nije veća od 50 mg/m^3 . Ti su podaci usporedivi s rezultatima rada najmodernijih

filtarskih odvajala, elektrofiltara (4), koji također imaju dobrotu veću od 99 %.

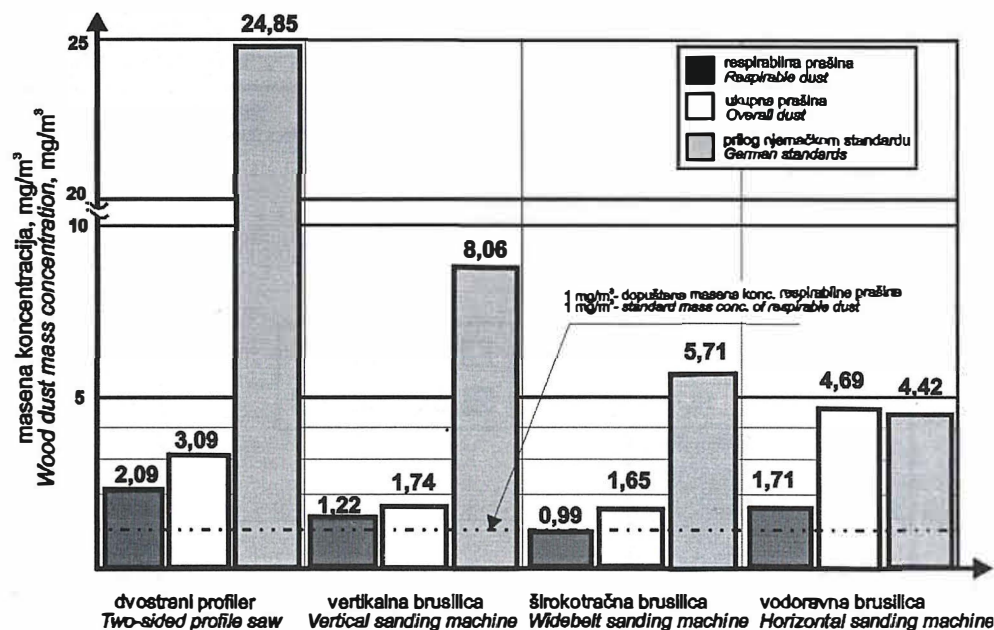
5.3. Utjecaj vrste radnog stroja na zapašenost

5.3. Work machines kinde influence on dusty

Prilikom uzimanja uzoraka uz neke strojeve u tvornici uočeno je da oni i spuštaju različitu količinu drvene prašine u radnu okolicu. Te su vrijednosti masenih koncentracija u dijagramu na slici 5 uspoređene s

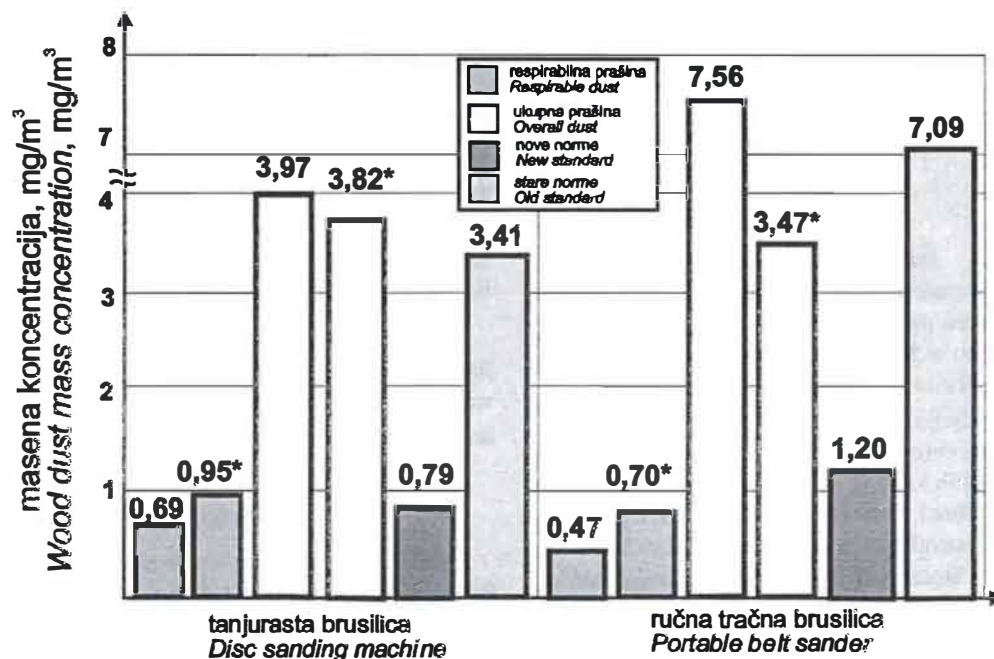
Slika 5.

Usporedba vrijednosti masenih koncentracija prašine pokraj različitih radnih strojeva s podacima iz priloga njemačkim normama • Comparison of wood dust mass concentration values by several woodworking machines with German standards



Slika 6.

Usporedba vrijednosti masenih koncentracija prašine pokraj tanjuraste i pokraj ručne tračne brusilice • Comparison of overall wood dust mass concentration values by discsander and by portable belt sander



*Vrijednosti dobivene za vrijeme dok zračni konvejer nije radio.
* values of samples when air conveyor was off.

7. LITERATURA

7. References

1. Ahman, M., Hage-Hamsten, M., Johanson, SGO., Van Hage-Hamsten., M. 1995: IgE-mediated allergy to wood dusts probably does not explain the high prevalence of respiratory symptoms among Swedish woodwork teachers, *Allergy-Copenhagen*, 50:7, str. 559-562.
2. Bär, R., 1992: Reduzierung der Staub-Emissionen in der Holzindustrie. *Holz Kunststoff*, 5/92, 584-586.
3. Franzgrote, W., 1992: Filteranlagen-Luftrückführung-Wärmegewinnung. Tagung "Absaugungen für Holzstaub und -späne", Frankfurt am Main.
4. 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, str. 642-646.
5. Hinnen, U., Willa-Craps, C., Elsner, P., 1995: Allergic contact dermatitis from iroko ?*Milicia excelsa* and pine *ŠPinus* wood dust, *Contact-Dermatitis*, 33: 6, 428.
6. Hofmann, R., 1996: Staubbelastung an Handarbeitsplätzen zu hoch, Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung, Referat 26, Stuttgart.
7. Horvat, D., Kos-Pervan, A., 1998: Zapašivanje radnog okoliša drvnom prašinom. *Mehanizacija šumarstva*, vol. 23 (3-4), 151-156.
8. Kersten, W., Von Wahl, PG., 1994: Allergic diseases of the respiratory tract in the woodworking industry, *Allergologie*, 17: 2, 55-60.
9. Kiosseff, H., Arndt, B., 1973: Messungen an pneumatischen Anlagen in der Holzindustrie, *Holzindustrie*, 1973/6, str. 169-173.
10. Kos-Pervan, A., Horvat, D., 1997: Prikaz stvarnog stanja rada zračnih konvejera anketiranjem poduzeća drvne industrije, *Drvena industrija* 48(4), 185-193.
11. Kos-Pervan, A., Horvat, D., Šega, K., 1998: The mass concentration on woodworking places. *Proceedings of 1st International Symposium on On-Line Flow Measurements of Particulate Solids*, School of Engineering, University of Greenwich, 118-125.
12. Malo, JL., Cartier, A., Desjardins, A., Weyer, R., Vandenplas, O., Vande-Weyer, R., 1995: Occupational asthma caused by oak wood dust, *Chest*, 108: 3, 856-858.
13. Noack, D., Ruetze, M., 1990: Mögliche Beteiligung von krebserzeugenden Arbeitsstoffen an der Entstehung von Nasenkrebs bei Beschäftigten im Holzverarbeitenden Gewerbe Leime, Holzschutzmittel, Oberflächenbehandlungsmittel, *Holz als Roh- und Werkstoff* 48 (1990) 179-184.
14. Teschke, K., Hertzman, C., Morrison, B., 1994: Level and Distribution of Employee Exposures to Total and Canadian sawmills, *America Industrial Hygiene Association*, (55) March 1994.
15. ***** 1986: Berufsgenossenschaft nimmt sich des Holzstaubproblems an, *Holz-Zentralblatt*, 2185, Nr. 149 Stuttgart.
16. ***** 1993: Holz: Einstufung und Grenzwerte, Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz, 148-149, HK 2/93.
17. ***** Pravilnik o maksimalnoj dopustivoj koncentraciji štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora, MDK, Laboratorij za analitiku i toksikaciju, Zagreb, 1993.
18. ***** Technische Regel "Holzstaub" (Neue TRGS 553), Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung *Bundesarbeitsblatt*, 1992, 46 - 54.
19. ***** Kurzinformation zur Umsetzung der technischen Regel Holzstaub (TRGS 553), Innovationsstelle und Förderungswerk für das Holz- und Kunststoffverarbeitende Handwerk e.V., Wiesbaden.
20. ***** Sicherheitsregeln für das Absaugen und Abscheiden von Holzstaub und -spänen. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin, ZH 1/139, 1990.
21. ***** Holzstaubkonzentration, Holz-Berufsgenossenschaft, 1993.
22. ***** Određivanje masene koncentracije lebdećih čestica u zraku. Savez društva za čistoću vazduha Jugoslavije, smjernica SDČVJ 203, 1987.