

## ISTRAŽIVANJE KONCENTRACIJE DRVNE PRAŠINE HRASTOVINE U RADNOJ OKOLINI SJEKAČA PRI IZRADBI PROSTORNOG DRVA

### RESEARCH OF OAK-WOOD DUST CONCENTRATION IN THE WORKING ENVIRONMENT OF FUELWOOD PROCESSING

Dubravko HORVAT\*, Ankica KOS\*\*, Željko ZEČIĆ\*, Marijan ŠUŠNJAR\*, Ivan BEŠLIĆ\*\*\*

**SAŽETAK:** U radu je prikazana dnevna doza izloženosti šumskih sjekača ukupnoj prašini, odnosno respirabilnoj frakciji hrastovine za vrijeme sječe i izradbe prostornog drva. Separatori nerespirabilne frakcije čestica (cikloni) svojom izvedbom oponašaju odvajanje respirabilnih čestica u respiratornom sustavu odrasle zdrave osobe, srednje učinkovitosti (50 %) na 5  $\mu$ m aerodinamičkog promjera. Srednja vrijednost masene koncentracije ukupne prašine hrastovine iznosila je  $1,562 \pm 0,163$  mg/m<sup>3</sup>, a respirabilne frakcije  $0,618 \pm 0,223$  mg/m<sup>3</sup>. S obzirom da su u Hrvatskoj u pripremi Pravilnici koji navode prašinu hrastovog drva kao jednu od kancerogenih tvari, važnost rezultata je u tome da niti jedna izmjerena vrijednost ( $N = 8$ ) ne prekoračuje predviđene granične vrijednosti masenih koncentracija prašine tvrdih vrsta drva za radnu okolinu. Ostaje dilema, jer stručnjaci medicine rada tvrde da svaka granična vrijednost bilo koje kancerogene tvari ne sprječava oboljevanje, već samo daje smjernice za poduzimanje mjera zaštite.

**Ključne riječi:** hrastovina, drvna prašina, masena koncentracija, sjekač, radna okolina, ogrijevno drvo.

#### UVOD – Introduction

Radeći pilama lančanicama, radnici su na poslovi- ma sječe i izradbe, uz opterećenja bukom i vibracija- ma, dodatno opterećeni štetnim utjecajem ispušnih pli- nova te lebdećim česticama mineralnih ulja i drvne prašine iz radne atmosfere. Uslijed dugogodišnje izlo- ženosti drvnoj prašini, pri niskim koncentracijama, ke- mijski sastav drvne tvari može imati vrlo jak biološki učinak na ljudsko zdravlje. Osim pojava alergija i ast- mi, zbog štetnih supstanci iz borovine, smrekovine i hrastovine (Hinnen *et al.*, 1995; Hessel *et al.*, 1995; Malo *et al.*, 1995), najveći problem predstavlja rizik od obolijevanja adenokarcinoma nosa i sinusa uslijed izloženosti drvnoj prašini bukovine i hrastovine (Kubel, 1988; Klein, 2001). Pojava obolijevanja

od adenokarcinoma nosne šupljine u drvodjeljskih rad- nika vrlo je znakovita u odnosu na pojavu ostalih ma- lignih bolesti kod ukupne ljudske populacije, gdje je vrlo rijetka i iznosi samo 0,25 %. Nije u potpunosti si- gurno koji kemijski sastav drvne tvari ima kancerogeni učinak, ali se pridaje važnost sadržaju tanina, taninskih kiselina, aldehida i njegovih oksidacijskih podukata, kao i uslijed mehaničke obrade pri visokoj toplini na- stalim kemijski promijenjenim drvnim pougljenjenim česticama (Hausen, 1981).

U Hrvatskoj je zaposleno više od 2 500 radnika sje- kača u šumarstvu (i 40 000 u drvnoj industriji), a prema podacima o drvnoj zalihi zastupljenost bukovine i hra- stovine iznosi i do 60 % (Hrvatske šume, 2002). Prema podacima za 2001. godinu prerađeni bukovi i hrastovi trupci zastupljeni su i do 74 % (Risović, 2002).

Europska zajednica 1999. proglasila je drvnu praši- nu kancerogenom na temelju klasifikacija međunarod- nog Instituta za istraživanje karcinoma (IARC) iz 1995. godine a drvodjeljske i šumarske radnike svrstala prema

\* Izv. prof. dr. sc. Dubravko Horvat, dr. sc. Željko Zečić, mr. sc. Marijan Šušnjar, Zavod za iskorištavanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

\*\* Dr. sc. Ankica Kos, Zavod za matematiku i osnove tehnike, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

\*\*\* Mr. sc. Ivan Bešlić, Institut za medicinska istraživanja i medi- cinu rada u Zagrebu



stupnju zapašenosti radnog mjesta i pouzdanosti dokaza obolijevanja. Za šumarske i pilanske radnike štetnost drvene prašine i obolijevanja od karcinoma nosa, nosne šupljine i pluća vrlo je mala, ali postoje opravdane sumnje. Povezanosti utjecaja drvene prašine i smrtnosti od raka pluća u pilanskih i šumskih radnika zapažena je u SAD-u, Engleskoj i Švedskoj (Kohler, 1995). U državama koje često koriste bukovinu i hrastovinu poput Francuske, Engleske i Belgije povezanost između obolijevanja adenokarcinoma nosa i nosne šupljine s drvo-djeljskom populacijom, značajna je (Hansen, 1981).

U Hrvatskoj je, prema prijedlogu Pravilnika o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora (MDK) i o biološkim graničnim vrijednostima (BGV), maksimalno dopuštena masena koncentracija drvene prašine tvrdih vrsta drva (bukovina i hrastovina) na radnome mjestu, za respirabilne čestice  $1 \text{ mg/m}^3$ , a za ukupnu prašinu  $3 \text{ mg/m}^3$ . Smjernice Europske Zajednice propisuju graničnu vrijednost za inhalabilnu frakciju tvrdih vrsta drva od  $5 \text{ mg/m}^3$  (EU 99/38/EC).

Dva su Pravilnika u postupku prihvaćanja prema preporukama Europske Unije, a itekako su važna za drvnoindustrijsku i šumarsku struku. Pravilnik o zaštiti radnika od opasnosti zbog izloženosti karcinogenim i/ili mutagenim tvarima, prema EU 90/394/EEC, 97/42/EC i 99/38/EC, navodi prašinu bukovog i hrastovog drva kao jednu od karcinogenih tvari te obveze poslodavca za praćenje izloženosti karcinogenim tvarima. Pravilnik o osobnim zaštitnim sredstvima prema direktivi EU 89/656/EEC navodi opće obaveze poslodavaca u vezi s osobnim sredstvima zaštite te popis aktivnosti i sektora aktivnosti koji zahtijevaju uporabu osobnih sredstava zaštite (respiratori i uređaji za disanje).

Prema istraživanjima IARC-a većina je drvnih čestica srednjeg aerodinamičkog promjera iznad  $5 \mu\text{m}$ , (Kohler, 1995). Gornja granica aerodinamičkog promjera inhalabilnih čestica iznosi od  $10\text{--}15 \mu\text{m}$  ovisno o intenzitetu disanja radnika. Vrijednost aerodinamičkog promjera respirabilnih ili udisajnih čestica određena je dogovorom. Tehnički izvještaj ISO/TR 7708–1995 predlaže veličinu manju od  $10 \mu\text{m}$ .

Za ocjenu štetnosti drvene prašine značajna je ona koja se prije sedimentacije zadržava u okolnom zraku koju sačinjavaju lebdeće čestice do  $100 \mu\text{m}$  aerodinamičkoga promjera. Do sada su određivane masene koncentracije respirabilnih čestica i ukupne prašine na različitim radnim mjestima u domaćima tvornicama i stolarijama (Kos *et al.*, 2002; Kos *et al.*, 2004). Prema tim istraživanjima ( $N = 408$ ) prekoračenja maksimalno dopuštenih vrijednosti masene koncentracije drvene prašine u drvno-industrijskoj proizvodnji izmjerena su na trećini uzoraka (Kos, 2004).

S obzirom da su u domaćoj šumarskoj djelatnosti značajno zastupljene vrste drva koje se povezuju s rizikom od obolijevanja, bukovina i hrastovina, namjera ovoga pilot-istraživanja je započeti s istraživanjem stvarne razine zapašenosti, odnosno izloženosti šumskih sjekača drvnim lebdećim česticama u radnoj atmosferi. Određivanje dnevne doze udahnutih drvnih čestica i uspoređivanje dobivenih masenih koncentracija ukupne prašine i respirabilnih čestica s domaćim najvećim dopustivim koncentracijama (MDK) za tvrde vrste drva doprinijelo bi analizi stvarnoj izloženosti šumskih radnika riziku od obolijevanja karcinomom udisajnih organa zbog utjecaja drvene prašine iz radne atmosfere.

## METODE I MJESTO MJERENJA – Methods and site of measurement

Masena koncentracija respirabilnih čestica i ukupna prašina određene su gravimetrijskom metodom prema normi ZH 1/120.41, 1989, pomoću osobnih sakupljača definiranih standardom EN ISO 10882-1:2001. Osobni su sakupljači (proizvodnja Casella) držačima pričvršćeni na tijelo sjekača tako da se ulazni dijelovi (ušća) s filterima nalaze u zoni udisanja (slika 1), a pogonski uređaj (električna pumpa) na njegovim leđima (slika 2) te tako da ne ometaju sječu i izradbu. Separatori nerespirabilne frakcije čestica (cikloni) svojom izvedbom oponašaju odvajanje respirabilnih čestica u respiratornom sustavu odrasle zdrave osobe, srednje učinkovitosti (50 %) na  $5 \mu\text{m}$  aerodinamičkog promjera. Vaganje je obavljeno uređajem s METTLER-TOLEDO MX-5 mikro skalom. Pri skupljanju uzoraka brzina strujanja zraka u ulaznim ušćima iznosila je  $2 \text{ L/min}$ .



Slika 1. Držači filtra za sakupljanje ukupne prašine i respirabilnih čestica

Figure 1 Filter holders for collecting total dust and respirable particles



Dnevni uzorci za određivanje masene koncentracije drvene prašine sakupljani su pri sječi i izradbi stabala u gospodarskoj jedinici Slavir (odjel 61a) površine 43,3 ha. Radnici su izrađivali ogrijevno jedno-metarsko drvo, koje su nakon izradbe motornom pilom STIHL 064 sjekirama cijepali te slagali u složajevе. Za vrijeme sječe i sakupljanja uzoraka temperatura okolnog zraka iznosila je 33 °C. Odjel je obrastao nizinskom šumom hrasta lužnjaka starosti 101 godinu i drvnog obujma 383 m<sup>3</sup>/ha. Hrast lužnjak čini 79 %, a poljski jasen 18 % od ukupnog drvnog obujma.

Slika 2. Sjekač s pričvršćenim uređajima za sakupljanje uzoraka prašine

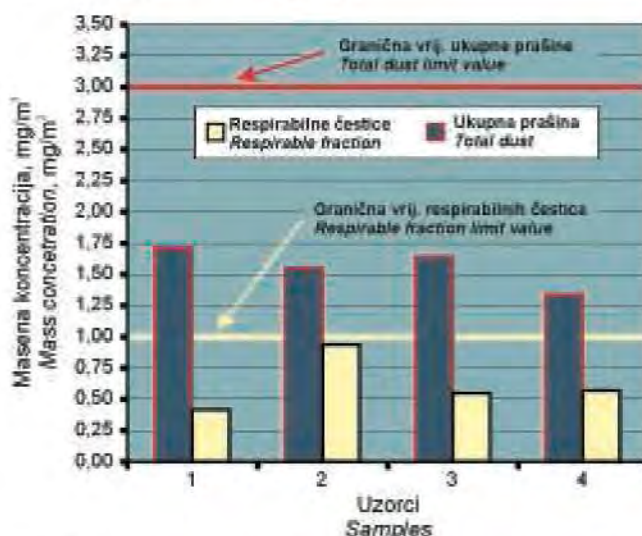
Figure 2 Cutter with attached dust samplers



## REZULTATI S DISKUSIJOM – Results and discussion

Dijagramom na slici 3 prikazana je usporedba maksimalno dopuštenih koncentracija za hrastovinu (1 mg/m<sup>3</sup> za respirabilne čestice i 3 mg/m<sup>3</sup> za ukupnu prašinu) i masenih koncentracija respirabilnih čestica i ukupne prašine za parove uzoraka sakupljenih pri sječi i izradbi ogrijevnog drva hrastovine. Srednja vrijednost masene koncentracije ukupne prašine hrastovine iznosila je 1,56 ± 0,16 mg/m<sup>3</sup>, a respirabilne frakcije 0,62 ± 0,22 mg/m<sup>3</sup>.

Ovim pilot-istraživanjem, na relativno malom uzorku (N = 8), gdje niti jedna izmjerena vrijednost ne prekoračuje domaće maksimalno dopuštene vrijednosti masenih koncentracija prašine tvrdih vrsta drva, moguće je samo djelomično otkloniti sumnju u štetnost izlaganju drvnj prašini na radnom mjestu šumskog sjekača i riziku od obolijevanja karcinoma dišnih organa. Usporedbe radi, od 202 uzorka mjerenja masene koncentracije respirabilnih čestica uz radna mjesta u domaćim drvnoindustrijskim i stolarskim pogonima, njih 153 (76 %) također ne prekoračuje graničnu vrijednost od 1 mg/m<sup>3</sup>. Od 206 uzoraka masene koncentracije ukupne prašine njih 128 (62 %) ne prekoračuje graničnu vrijednost od 3 mg/m<sup>3</sup> (Kos, 2004). Znakovito je da se drvodjeljski radnici, bez obzira na postojanje graničnih vrijednosti masenih koncentracija lebdećih čestica, prema IARC-u ipak nalaze u 1. skupini radnika povećanog rizika od obolijevanja adenokarcinoma nosa i nosne šupljine zbog izloženosti drvnj prašini tvrdih vrsta drva (Kohler, 1995). Prema svojoj definiciji, adenokarcinomi nastaju polako uslijed stalnog i dugotrajnog razdoblja izloženosti minornom kancerogenom i/ili mutagenom iritansu. Prema podacima oboljelih, latentno razdoblje razvoja takve profe-



Slika 3. Usporedba dobivenih masenih koncentracija respirabilnih čestica i ukupne prašine s maksimalno dopuštenim vrijednostima

Figure 3 Comparison between the obtained mass concentrations of respirable particles/total dust and maximum permissible concentrations (limit values)

sionalne bolesti traje prosječno od 28 do 45 godina (Hausen, 1981).

U svrhu rasvjetljavanja ove problematike u planu je nastavak započetih istraživanja sa šumskim sjekačima, dobivanje što većeg broja uzoraka, određivanje masenih koncentracija drvene prašine ostalih vrsta drva, također zastupljenih u sječi i izradbi (bukovine i jelovine) uz definiranje utjecajnih čimbenika mjernog mjesta na sedimentaciju lebdećih čestica – značajke sječine, godišnja doba i stanje okolnoga zraka (strujanje zraka, temperatura i relativna vlaga zraka).

## ZAKLJUČAK – Conclusion

Bez obzira što izmjerene vrijednosti koncentracije respirabilnih čestica i ukupne drvene prašine na radno-

me mjestu sjekača, pri sječi i izradbi ogrijevnoga drva u nizinskoj šumi hrasta lužnjaka, ne prekoračuju maksi-



malno dopuštene vrijednosti za tvrde vrste drva, ovim istraživanjem nije moguće otkloniti dilemu o štetnosti izlaganja šumskih sjekača drvnoj prašini. Zadovoljavajući bi bili jedino rezultati mjerenja koji pokazuju da lebdećih drvnih čestica u radnoj atmosferi sjekača uopće nema. Razlog tomu su tvrdnje stručnjaka medicine rada da granična vrijednosti bilo koje kancerogene i/ili mutagene tvari ne osigurava od neobolijevanja, nego samo daje smjernice za poduzimanje mjera zaštite.

Daljnijim je planom pokusa predviđeno istraživanje za prašenosti radne okoline radnika sjekača pri sječi i izradbi, u područjima Hrvatske s karakterističnim načinima gospodarenja prirodno obnavljenih šuma. Temeljni je cilj definiranje onih uvjeta rada kada i gdje je povećana izloženost drvnim lebdećim česticama iz radne atmosfere, pa se trebaju poduzeti aktivnosti smanjenja rizika od obolijevanja primjenom sredstva osobne zaštite – respiratora i uređaja za disanje.

#### LITERATURA – References

- Hausen, B., 1981: Woods Injurious to Human Health: a manual. Universitätsbibliothek Hannover und Technische Informationsbibliothek, de Gruyter.
- Hessel, P.A., F.A. Herbert, L.S. Melenka, K. Yoshida, D. Michaelchuk, M. Nakaza, 1995: Lung health in sawmill workers exposed to pine and spruce. *Chest*, 108 (3), 642–646.
- Hinnen, U., C. Willa-Craps, P. Elsner, 1995: Allergic contact dermatitis from iroko [*Milicia excelsa*] and pine [*Pinus*] wood dust. *Contact Dermatitis*, 33 (6), 428.
- Klein, R.G., P. Schmezer, F. Amelung, H.G. Schroeder, W. Woeste, J. Wolf, 2001: Carcinogenicity assays of wood dust and wood additives in rats exposed by long-term inhalation. *Int Arch Occup Environ Health*, 74, 109–118.
- Kohler, B., 1995: Wood dust and cancer. National Report – Health, Safety and Environment, IARC, France.
- Kos, A., R. Beljo-Lučić, D. Horvat, K. Šega, I. Bešlić, 2002: Čimbenici koji utječu na zaprašenost u drvoprerađivačkim pogonima. *Drvena industrija*, 53 (3), 131–140.
- Kos, A., R. Beljo-Lučić, K. Šega, A. Rapp, 2004: Influence of woodworking machine cutting parameters on the surrounding air dustiness. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 62 (3), 169–176.
- Kos, A., 2004: Lebdeće čestice na radnom mjestu u drvnoj industriji i šumarstvu. *Gospodarstvo i okoliš*, 66 (12), 61–66.
- Kubel, H., G. Weißmann, W. Lange, 1988: Untersuchungen zur Cancerogenität von Holzstaub. Die Extraktstoffe von Buche und Fichte. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 46, 215–220.
- Risović, S., 2002: Studija stanja količine i kvalitete drvnog ostatka u RH.
- Malo, J.L., A. Cartier, A. Desjardins, R. Weyer, O. Vandenplas, R. Vande-Weyer, 1995: Occupational asthma caused by oak wood dust. *Chest*, 108 (3), 856–858.
- Prijedlog Pravilnika o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora MDK i o biološkim graničnim vrijednostima BGV (1993), ANT-Zagreb, ISBN 953-96075-0-7.
- Godišnje izvješće 2001. Hrvatske šume, Zagreb, 2002.
- Council directive 1999/38/EC of 29 April 1999 amending for the second time Directive 90/394/EEC on the protection of workers from the risk related to exposure to carcinogens at work and extending it to mutagens. *Official Journal L* 138, 01/06/1999 P 0066-0069.
- Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin, ZH 1/120.41, 1989.
- ISO 10882-1:2001; EN ISO 10882-1:2001, Health and safety in welding and allied processes – Sampling and gases in the operators breathing zone – Part 1: Sampling of airborne particles.

*SUMMARY: This paper shows the daily portion of forest cutters' exposure to total dust or respirable fraction of oakwood during cutting and processing of fuelwood. The separators of non-respirable particle fraction (cyclons) operate in a way similar to the separation of respirable particles in the respiratory system of a healthy adult, with a medium efficiency (50 %) of 5 µm aerodynamic diameter. The mean value of mass concentration of total oak dust was  $1.562 \pm 0.163 \text{ mg/m}^3$  and respirable fraction  $0.618 \pm 0.223 \text{ mg/m}^3$ . As the Rules, which classify oak dust as one of carcinogens, is soon to be passed in Croatia, the significance of the results lies in the fact that none of the measured values ( $N = 8$ ) exceeds the Croatian limit values for mass concentration of hardwood dust recommended for the workplace. However, some dilemmas remain because of the claims of occupational medical experts that any limit value of any carcinogenic substance is not the guarantee against the illness but rather the guideline for providing an adequate level of protection.*

*Key words: oakwood, wood dust, mass concentration, cutter; working environment, fuel wood.*