

Analiza pouzdanosti mjerne metode određivanja masene koncentracije lebdećih drvnih čestica

Ožegović, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:637718>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-05**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
DRVNOTEHNOLOŠKI PROCESI**

JOSIP OŽEGOVIĆ

**ANALIZA POUZDANOSTI MJERNE METODE ODREĐIVANJA
MASENE KONCENTRACIJE LEBDEĆIH DRVNIH ČESTICA**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, RUJAN 2016

Dokumentacijska kartica

| | |
|---------------------|---|
| Naslov | Analiza pouzdanosti mjerne metode određivanja masene koncentracije lebdećih drvnih čestica |
| Title | Reliability analysis of measurment method for determination of mass concetetraton of airborne wood dust |
| Autor | Josip Ožegović |
| Adresa autora | Slavka Kolara 19, 43231, Ivanska |
| Rad izrađen | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu |
| Vrsta objave | Diplomski rad |
| Mentor | izv. prof. dr. sc. Anka Ozana Čavlović |
| Izradu rada pomogao | doc. dr. sc. Maja Moro |
| Godina objave | 2016. |
| Obujam | Broj stranica 48, 39 tablica, 14 slika i 16 navoda literature |
| Ključne riječi | Drvena prašina, masena koncentracija, stupanj pronalaženja uzorka, stupanj količine uzorka |
| Key words | Wood dust, mass concentration, limit of detection, limit of quantitation |
| Sažetak | <p>Ovim radom analizirana je pouzdanosti dviju različitih vrsta mjerne opreme u postupku sakupljanja lebdećih čestica pri određivanju masene koncentracije drvene prašine koja udisanjem utječe na zdravlje radnika u proizvodnim pogonima i stolarijama. Normom HRN CEN/TR 15230:2005 definirano je trajanje pouzdanog sakupljanja uzorka (stupanj prikupljanja uzorka t_{minP}) i trajanje sakupljanja za pouzdano vaganje uzorka (stupanj količine uzorka t_{minK}). Cilj rada je odrediti značaj utjecajnih čimbenika (vrsta mjernih uređaja, stvarno vrijeme sakupljanja uzoraka, standardna devijacija vrijednosti mase uzorka, vrijednost masene koncentracije uzorka, vrsta obrade drva) na vrijeme potrebno za pouzdano sakupljanja uzorka i njegovo pouzdano vaganje. Na temelju postojećih vrijednosti masenih koncentracija ($N= 369$) dobiveni rezultati su pokazali da je sakupljanje lebdećih čestica bilo pouzdanije mjernom opremom B koja je novije proizvodnje od opreme A. Za obje vrste mjerne opreme pouzdanost sakupljanja respirabilne frakcije veća je od pouzdanosti sakupljanja ukupne prašine te je potrebno dulje sakupljati lebdeće čestice ukoliko je zapašenost okolnog zraka manja.</p> |

SADRŽAJ

| | |
|---|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1 Dosadašnja istraživanja problematike drvne prašine u drvnoj industriji..... | 1 |
| 1.1.1. Doprinos Pravilnika o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenim i/ili mutagenim tvarima (NN 40/2007)..... | 4 |
| 1.1.2 Tehničke mjere prevencije i smanjenja izloženosti drvnoj prašini tvrdih vrsta drva..... | 6 |
| 1.1.3 Doprinos Norme Atmosfere radnih prostora-Smjernice za uzorkovanje inhalabilnih, torakalnih i respirabilnih frakcija aerosola (HRN CEN/TR 15230:2005)..... | 9 |
| 2. CILJ ISTRAŽIVANJA | 11 |
| 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA | 12 |
| 3.1. OPIS UVJETA DOBIVANJA PODATAKA MJERENJEM OPREMOM A | 12 |
| 3.2.1 Objekt mjerenja mjernom opremom A | 12 |
| 3.1.2 Opis mjerne metode opremom A | 14 |
| 3.2 OPIS UVJETA DOBIVANJA PODATAKA MJERENJEM OPREMOM B | 17 |
| 3.2.1 Objekt mjerenja mjernom opremom B | 17 |
| 3.2.2 Opis mjerne metode opremom B | 17 |
| 3.3 Statistička metoda obrade podataka | 19 |
| 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA | 20 |
| 4.1 Rezultati određivanja stupnjeva pronalaženja uzorka i količine uzorka | 20 |
| 4.1.2 Rezultati određivanja stupnjeva pronalaženja uzorka i količine uzorka mjernom opremom B..... | 34 |
| 4.2 Rezultati analize utjecaja vrste mjernih uređaja na stupnjeve pronalaženja uzorka i količine uzorka | 37 |
| 4.2.1 Rezultati analize utjecaja vrste mjernih uređaja za sakupljanje respirabilne frakcije čestica..... | 37 |
| 4.2.2 Rezultati analize utjecaja vrste mjernih uređaja za sakupljanje ukupne prašine | 38 |
| 4.3 Rezultati analize utjecaja stvarnog vremena sakupljanja uzoraka na stupnjeve pronalaženja uzorka i količine uzorka | 38 |
| 4.4. Rezultati analize utjecaja vrijednosti masene koncentracije na pozdanost sakupljanja uzorka drvne prašine..... | 41 |
| 4.4.1 Rezultati analize povezanosti masene koncentracije i stvarnog vremena sakupljanja uzoraka..... | 41 |
| 4.4.2 Rezultati analize povezanosti masene koncentracije i potrebnog trajanja sakupljanja mjernom opremom A | 42 |
| 4.4.3 Rezultati analize povezanosti masene koncentracije i potrebnog trajanja sakupljanja mjernom opremom B | 42 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| 5. ZAKLJUČAK..... | 46 |
| 6.LITERATURA | 47 |

POPIS SLIKA

Slika 3.1 Shematski prikaz tlocrta stolarije

Slika 3.2 Izgled radnika s naramenicama i pričvršćenim sakupljačima

Slika 3.3 Mjerna oprema A za sakupljanje respirabilnih čestica

Slika 3.4 Držač filtra za sakupljanje ukupne prašine

Slika 3.5 Filtri sa zaštitnom folijom

Slika 3.6. Držač filtera respirabilne frakcije i ukupne prašine

Slika 3.7 Mjerna oprema B

Slika 4.1 Dijagram povezanosti stupnja pronalaženja uzorka i količine uzorka sa stvarnim vremenom sakupljanja respirabilne frakcije mjernom opremom A

Slika 4.2 Dijagram povezanosti stupnja pronalaženja uzorka i količine uzorka sa stvarnim vremenom sakupljanja ukupne prašine mjernom opremom A

Slika 4.3 Dijagram povezanosti stupnja pronalaženja uzorka i količine uzorka sa stvarnim vremenom sakupljanja respirabilne frakcije mjernom opremom B

Slika 4.4 Dijagram povezanosti stupnja pronalaženja uzorka i količine uzorka sa stvarnim vremenom sakupljanja ukupne prašine mjernom opremom B

Slika 4.5 Dijagram povezanosti stupnja pronalaženja uzorka s masenom koncentracijom respirabilne frakcije i ukupne prašine sakupljene mjernom opremom A

Slika 4.6 Dijagram povezanosti stupnja količine uzorka s masenom koncentracijom respirabilne frakcije i ukupne prašine sakupljene mjernom opremom A

Slika 4.7 Dijagram povezanosti stupnja pronalaženja uzorka s masenom koncentracijom respirabilne frakcije i ukupne prašine sakupljene mjernom opremom B

Slika 4.8 Dijagram povezanosti stupnja količine uzorka s masenom koncentracijom respirabilne frakcije i ukupne prašine sakupljene mjernom opremom B

POPIS TABLICA

Tablica 3.1. Broj uzoraka uzetih s mjernih mjesta u tvornici

Tablica 3.2 Broj uzoraka uzetih u stolariji

Tablica 4.1. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije hrastovine na radnom mjestu pored kružne pile u tvornici

Tablica 4.2. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije hrastovine na radnom mjestu pored tračne brusilice u tvornici

Tablica 4.3. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije iverice na radnom mjestu pored dvolisne kružne pile u tvornici

Tablica 4.4. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije vlaknatica na radnom mjestu pored jednolisne kružne pile u tvornici

Tablica 4.5. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije iverice na radnom mjestu pored jednolisne kružne pile u tvornici

Tablica 4.6. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije bukovine na radnom mjestu pored tračne pile u tvornici

Tablica 4.7. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije bukovine na radnom mjestu pored stolne glodalice u tvornici

Tablica 4.8. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije hrastovine na radnom mjestu pored ravnalice u tvornici

Tablica 4.9. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije u pogonu montaže pločastog namještaja tvornice

Tablica 4.10. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije u salonu pločastog namještaja tvornice

Tablica 4.11. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije iverice na kružnoj pili u stolariji

Tablica 4.12. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije jelovine na ravnalici u stolariji

Tablica 4.13. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije bukve na kružnoj pili u stolariji

Tablica 4.14. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije ukupne prašine iverice na lamelo glodalici u stolariji

Tablica 4.15. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine hrastovine na radnom mjestu pored kružne pile u tvornici

Tablica 4.16. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine hrastovine na radnom mjestu pored tračne brusilice u tvornici

Tablica 4.17. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na radnom mjestu pored dvolisne kružne pile u tvornici

Tablica 4.18. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine vlaknatica na radnom mjestu pored jednolisne kružne pile u tvornici

Tablica 4.19. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na radnom mjestu pored jednolisne kružne pile u tvornici

Tablica 4.20. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine bukovine na radnom mjestu pored tračne pile u tvornici

Tablica 4.21. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine bukovine na radnom mjestu pored stolne glodalice u tvornici

Tablica 4.22. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine hrastovine na radnom mjestu pored ravnalice u tvornici

Tablica 4.23. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na radnom mjestu u montaži namještaja

Tablica 4.24. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice u salonu pločastog namještaja

Tablica 4.25. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na kružnoj pili u stolariji

Tablica 4.26. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine jelovine na ravnalici u stolariji

Tablica 4.27. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine bukve na kružnoj pili u stolariji

Tablica 4.28. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na lamelo glodalici u stolariji

Tablica 4.29. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije za stolariju F

Tablica 4.30. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije za stolariju G

Tablica 4.31. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne frakcije za stolariju F

Tablica 4.32. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne frakcije za stolariju G

Tablica 4.33. Rezultati testiranja razlika stupnjeva pronalaženja uzorka i stupnjeva količine uzorka respirabilnih čestica za obje vrste mjerne opreme

Tablica 4.34 Statistički obrađeni stupnjevi pronalaženja uzoraka ($t_{\min P}$) i stupnjevi količine uzorka ($t_{\min K}$) ukupne prašine za obje vrste mjerne opreme

Tablica 4.35 Statistički obrađena stvarna vremena sakupljanja uzoraka sa stupnjevima pronalaženja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilne frakcije i ukupne prašine za mjernu opremu A i B

Tablica 4.36 Statistički obrađene masene koncentracije (m_c) u korelaciji sa stupnjevima pronalaženja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilne frakcije i ukupne prašine za mjernu opremu A

Tablica 4.37 Statistički obrađene masene koncentracije (m_c) u korelaciji sa stupnjevima pronalaženja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilne frakcije i ukupne prašine za mjernu opremu B

PREDGOVOR

Zahvaljujem svojoj mentorici, izv. prof. dr. sc. Anki Ozani Čavlović na ukazanom povjerenju i pruženoj pomoći tijekom izrade diplomskog rada. Zahvalio bih se i doc. dr. sc. Maja Moro za pomoć kod statističke obrade rezultata. Također se zahvaljujem kolegama i prijateljima na pruženoj pomoći i podršci tijekom cijelog studiranja.

Od srca zahvaljujem svojoj obitelji na pruženoj potpori tijekom studija.

Josip Ožegović

1. UVOD

Danas se premalo pridodaje pažnje izloženosti radnika drvnoj prašini, te je vrlo malo gospodarstvenika i vlasnika drvnih industrija uopće svjesno kancerogenosti drvne prašine jer se drvo predstavlja kao prirodan, iznimno ekološki materijal. Samim time teško je zamisliti da usitnjavanje tog materijala na manje frakcije i lebdenje tih istih frakcija te dugogodišnja izloženost drvnoj prašini na radnom mjestu može dugoročno izazivati bolesti, koje nikako ne možemo okarakterizirati kao bezazlene. Zato drvna industrija pošto ima prirodan, obnovljiv i oporabljiv materijal trebala još više pozornosti usmjeriti ka što čistijoj proizvodnji.

Čistija proizvodnja je kontinuirana primjena sveobuhvatne preventivne strategije zaštite okoliša na proizvodni proces, proizvod i usluge s ciljem povećanja učinkovitosti i smanjenja rizika za ljude i okoliš. Za proizvodni proces, „čistija proizvodnja“ uključuje efikasnije korištenje sirovina i energije, zamjenu ili smanjenje korištenja otrovnih i opasnih tvari te smanjenje emisija i otpada na samom mjestu nastanka.

Za proizvode, strategija „čistija proizvodnja“ prvenstveno se primjenjuje na smanjivanje utjecaja tijekom cijelog životnog ciklusa proizvoda i usluga, od dizajna i upotrebe do konačnog odlaganja. Korist od primjene tehnika i mjera čistije proizvodnje je dvostruka: kroz povećanu efikasnost proizvodnje štede se sirovine i energija i tako ostvaruju financijske uštede, a izbjegavanjem stvaranja otpada i sprečavanjem emisija doprinosi se zaštiti okoliša.

Poznati su (4R) principi proizvodnje sustava upravljanja okolišem: smanjiti (otpad, ispuste i emisije), ponovo upotrijebiti (ambalažu i dr.), vratiti ponovno u proizvodni proces (oporabiti ili reciklirati) i zamijeniti štetne procese, proizvode, sirovine, energente (Čavlović, 2012).

1.1 Dosadašnja istraživanja problematike drvne prašine u drvnoj industriji

Godine 1965. u Engleskoj je po prvi put istraživana štetnost drvne prašine u radnoj okolini nakon pojave prvih dokazanih oboljenja od karcinoma nosa i nosne šupljine uzrokovanih radom u drvoprerađivačkim pogonima. Još od 1960-ih godina postoji sumnja da drvna prašina uzrokuje tumor. Mjerenja u svijetu su mjerodavna nakon 1970-tih godina, mada se za prijašnje koncentracije zbog načina preradbe pretpostavlja da su još i veće zbog malih

korisnosti lokalnog odsisa i nedostatka kontrolnih mjerenja zapašenosti (Puntarić i dr., 2005).

Prašinom se nazivaju čestice veličine do 0,1 mm (100 μ m) koje su se sposobne kretati dulje vrijeme u lebdećem stanju. Međutim, u praksi prerade drva nema jasnog razgraničenja te se prašinom smatraju i nešto krupnije čestice (Svjatkov, 1969).

Godine 1985. njemačko istraživačko udruženje DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) svrstava drvnu prašinu hrastovine i bukovine u kancerogenu. Prašina hrastovine i bukovine predstavlja rizik obolijevanja od adenokarcinoma nosa i nosne šupljine. Međunarodna agencija za istraživanje karcinoma (IARC) 1995. godine drvnu prašinu svrstava u 1. skupinu kancerogena a radnike izložene utjecaju drvene prašine dijeli u grupe prema stupnju zapašenosti radnog mjesta i pouzdanosti dokaza obolijevanja. Zbog obolijevanja od karcinoma u 1. skupinu izloženih riziku svrstava radnike proizvodnje namještaja u tvornicama i stolarijama. S nešto manje rizika i dokaza slijedi skupina radnika u primarnoj preradi drva, tesari i šumski radnici. Smjernice Europske Zajednice (Council Directive 2004/37/EC) o zaštiti radnika od rizika izlaganja kancerogenim i mutagenim tvarima navodi tvrde vrste drva kao takve tvari. Do sada su mnogi autori ispitivali mogući kancerogeni potencijal elemenata same drvene tvari umjerenog klimatskog pojasa (aldehide, flavonoide, tanine i druge).

Meke vrste drva sadrže kemijske iritanse i dermatite - monoterpene, smolne kiseline i kolofonij koji uzrokuju alergijske pojave i astmu. U odnosu na domaće vrste drva umjerenog klimatskog područja, tropske vrste drva sadrže mnogo kemijskih tvari vrlo jakog biološkog učinka (alkaloidi, kardiotonički steroidi-glikozidi, fenoli, dušični spojevi, terpentinov eter, smolaste i karbonske kiseline, stilbeni i druge). Iroko, makore, mansonija, peroba, teak i palisander samo su neke poznatije vrste egzota koje bi trebalo isključiti iz proizvodne uporabe zbog njihove toksičnosti, alergenosti, iritativnosti i karcinogenosti. .

Alergijske pojave na koži radnika izazivaju, abahi, kambala, mahagonij, meranti (egzote) te bor, jela, borovica, breza, lipa (neegzote). Pojavu astme uzrokuju vrste kesten, hrast, bor, smreka, bagrem, kambala, abahi, crveni cedar i druge. Istraživači IARC-a (1994) svrstavaju drvnu prašinu u I. grupu karcinogena. Veći rizik dolazi od drvene prašine tvrdih vrsta drva nego od mekih (Čavlović, 2012).

Rad zračnih konvejera u drvnoprerađivačkim pogonima za finalnu obradu popraćen je onečišćenjem okolnog zraka na radnim mjestima. Istraživanja su razine zapašenosti u odnosu prema propisanim graničnim vrijednostima koncentracija te utjecaj odsisnih uređaja, radnih strojeva i vrsta obrađivanog materijala, pokazala da uporaba zračnog konvejera kao otprašivača znatno smanjuje masenu koncentraciju zapašenosti okolnoga zraka u odnosu na dopuštene vrijednosti. Isto tako, dvostrani rubnik (profler) 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. (Kos i dr., 1999).

Kakvoća se rada odsisnoga uređaja kombiniranog radnog stroja povezuje sa zaprašenošću radnog prostora odnosno količinom neodsisanih drvnih čestica. Kraći se prekidi u radu stroja pojavljuju za vrijeme podešavanja ili promjene alata, premještanja ušća, određivanja obratka te čišćenja radne plohe stroja ispuhivanjem i odsisom čestica. To djelovanje, uz kakvoću otprašivanja, ima dodatni utjecaj na zaprašenosť radnog prostora. Zapažanja se posebno odnose na respirabilnu frakciju drvnih čestica koje satima lebde u zraku i lako se udišu, a čije su vrijednosti za vrijeme rada stroja u obje stolarije iznosile preko dopuštenih 1 mg/m^3 , (prema starom Pravilniku) te mnogo više za vrijeme kraćih prekida rada stroja. Nezadovoljavajuća kakvoća otprašivanja i potreba za dodatnim čišćenjem radne plohe stroja, neprimjerenim rastjerivanjem čestica u okolicu, upućuju na potrebu traženja boljih rješenja (Kos i dr., 2000).

Tijekom 17 godina u Kanadi osobnim sakupljačima mjerena je izloženost radnika drvnoj prašini mekog drva na pojedinim radnim mjestima u pilani. Od 1981. do 1997. povećan je obim posla i produktivnost a time i izloženost sa $0,02 \text{ mg/m}^3$ na $0,34 \text{ mg/m}^3$. Povećanje izloženosti moglo je biti i veće ali su istodobno razvijana i sredstva kontrole i zaštite od povećane izloženosti drvnoj prašini. Veća je izloženost radnih mjesta u zatvorenom nego na otvorenom. Klimatski uvjeti imaju utjecaj na zaprašenosť zbog provjetravanja prostorije prirodnom ventilacijom ukoliko nisu hladne zime (Hall i dr., 2002).

Istraživanja su pokazala da je utjecaj vrste materijala na zaprašenosť znatan, no manji je od utjecaja vrste stroja i parametara obradbe. 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. 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 zaprašenosť, a kakvoća odsisa više utječe na smanjenje ukupne zaprašivosti pokraj stroja (Kos, 2002).

Isti autor objavljuje podatke o opasnosti izlaganja drvnoj prašini i mogućnosti rješavanja problema zapašenosti radnih mjesta te graničnim vrijednostima koncentracije drvene prašine u radnom prostoru. Iznose različite propise koji govore o drvu kao kancerogenoj tvari, ali zbog nedostatka dokaza i o prestanku svrstavanja netretiranog drva bukovine i hrastovine u I. skupinu kancerogena (Kos i dr., 2002).

Istraživanja u većini skandinavskih zemalja pokazuju da se pojave iritacija i alergija događaju bez obzira što izmjerene vrijednosti masene koncentracije drvene prašine ne prekoračuju granične vrijednosti domaćih propisa (Rosenberg i dr. 2002).

Dosadašnjim istraživanjem izloženosti radnika drvnoj prašini na radnom mjestu, kako kod nas tako i u drugim državama svijeta, određivale su se masene koncentracije respirabilnih čestica i ukupne prašine. Zbog značajnog broja već postojećih podataka o izloženostima, u europskim zemljama traži se masena koncentracija inhalabilne frakcije ekvivalentna masenoj koncentraciji ukupne prašine. Takva je relacija omogućila da se čak 234 masene koncentracije ukupne prašine tvrdih vrsta drva, dobivenih dosadašnjim istraživanjem izloženosti radnika u RH, može usporediti s graničnim vrijednostima za inhalabilnu frakciju. S obzirom da rezultati dosadašnjih istraživanja pokazuju kako je na više od polovine radnih mjesta izloženost veća od propisane granične vrijednosti, skreće se pažnja na drvoprerađivačkoj praksi na doneseni Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti kancerogenim i/ili mutagenim tvarima (NN 40/2007) koji određuje obveze poslodavaca i povjerenika radnika za zaštitu na radu a koje se odnose na moguće mjere prevencije i smanjenja izlaganja drvnoj prašini kao i na informiranje i osposobljavanje radnika te njihov zdravstveni nadzor (Čavlović i dr., 2010).

1.1.1. Doprinos Pravilnika o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenim i/ili mutagenim tvarima (NN 40/2007)

Pravilnikom o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenim i/ili mutagenim tvarima NN 40/2007 u potpunosti je prihvaćena Europska smjernica 2004/37/EC (*Council Directive on the protection of workers from the risk related to exposure to carcinogens or mutagens at work*). Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenim i/ili mutagenim tvarima (NN 40/2007) odnosi se na aktivnosti u kojima radnici jesu ili će biti izloženi karcinogenim tvarima kao posljedica rada i to pri njihovoj uporabi, proizvodnji, skladištenju, obradi, preradi, uklanjanju, uništavanju i sličnim aktivnostima.

Drvna prašina nastaje postupcima usitnjavanja drva, piljenjem, blanjanjem, brušenjem drva i sličnim postupcima. Nataložena prašina prenosi se iz proizvodnih prostorija u neproizvodne sve

do trgovine namještaja. Drvna prašina dodatno se uskovitlava na radnom mjestu prilikom radnih operacija ili zbog nepropisnog čišćenja radnog mjesta.

Pravilnikom NN 40/07 propisana je granična vrijednost (GV) za inhalabilnu frakciju tvrdih vrsta drva od 5 mg/m^3 (uz napomenu da u Pravilniku umjesto pojma inhalabilna frakcija stoji definicija „prašina koju je moguće udahnuti“). Granična vrijednost se odnosi na prašinu u kojoj se uz prašinu tvrdih vrsta drva nalaze i prašine drugih vrsta drva. Masene koncentracije za usporedbu s GV određuju se tijekom 8 radnih sati.

S obzirom da rezultati dosadašnjih istraživanja pokazuju kako je na više od trećine odnosno polovine radnih mjesta izloženost veća od propisane granične vrijednosti, skreće se pažnja drvoprerađivačkoj praksi na doneseni Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenim i/ili mutagenim tvarima (NN 40/2007) koji određuje obveze poslodavaca i povjerenika radnika za zaštitu na radu a koje se odnose na moguće mjere prevencije i smanjenja izlaganja drvnoj prašini kao i na informiranje i osposobljavanje radnika te njihov zdravstveni nadzor.

Drvna prašina tvrdih vrsta drva je karcinogena tvar. Slijedom dosadašnjih istraživanja i međunarodnih dokumenata i ovaj Pravilnik svrstava prašinu tvrdih vrsta drva u karcinogenu tvar 1. skupine.

Procjena rizika obveza je poslodavaca u skladu s odredbama Pravilnika o izradi procjene opasnosti (NN 126/2003). Ovim Pravilnikom poslodavac se obvezuje procijeniti opasnost po sigurnost i zdravlje radnika prema odredbama Pravilnika o izradi procjene opasnosti (NN 126/2003). Posebno treba obratiti pažnju na radna mjesta na kojima izloženost prekoračuje granične vrijednosti.

Procjene rizika bi se trebale redovito ponavljati pogotovo u slučaju promjene radnih uvjeta koji mogu rezultirati povećanom izloženosti karcinogenim i mutagenim tvarima.

Problematika smanjenja i zamjene uporabe hrastovine i bukovine u drvoprerađivačkoj djelatnosti

. Prema Pravilniku NN 40/07 poslodavac mora:

- zamijeniti karcinogene tvari bezopasnim ili manje opasnim tvarima;
- smanjiti korištenje karcinogenih tvari na najmanju moguću mjeru;
- ispuštanje ili oslobađanje kancerogenih tvari na radnom mjestu izbjeći ili smanjiti na najmanju moguću mjeru;
- osigurati da je broj izloženih radnika što manji.

Za razliku od Pravilnika o maksimalno dopustivim koncentracijama (MDK) štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima (BGV) (NN

92/1993) novim Pravilnikom (NN 40/2007) ne ističe se karcinogenost prašine hrastovine i bukovine nego se karcinogenom tvari naziva prašina svih tvrdih vrsta drva a granična vrijednost odnosi se na prašinu u kojoj se uz prašinu tvrdih vrsta drva nalaze i prašine drugih vrsta drva. Ipak, treba imati u vidu da izloženost prašini hrastovine i bukovine predstavlja poseban rizik obolijevanja od adenokarcinoma nosa i nosne šupljine.

Njemački propis "TGRS Holzstaub" iz 1992. godine preporučuje uporabu zamjenskih vrsta drva gdje god je to moguće kako bi se u ukupnoj preradi uporaba hrastovine i bukovine smanjila do 10 %. I Pravilnik (NN 40/2007) propisuje da poslodavac mora zamijeniti uporabu karcinogenih tvari na radnom mjestu manje opasnim tvarima. Ukoliko to nije tehnički moguće karcinogene tvari potrebno je smanjiti na najmanju moguću mjeru. S obzirom da u Republici Hrvatskoj tvrde vrste drva, pogotovo hrastovina i bukovina, predstavljaju i do 70 % domaće prerade, bilo bi gotovo nemoguće postići visok stupanj zamjene u preradi tih dviju najzastupljenijih vrsta drva s nekom drugom, manje štetnom vrstom drva. Zastupljenost vrste drva u preradi svakako ovisi o šumskoj sirovini s kojom primarna prerada drva raspolaže.

Značajne tehničke mjere prevencije i smanjenja izloženosti drvnoj prašini tvrdih vrsta drva također su propisane pravilnikom (NN 126/2003). U slučaju da rezultati procjene opasnosti dokazuju postojanje rizika po radnikovo zdravlje i sigurnost, poslodavac mora planiranjem radnih postupaka i organizacijskim mjerama spriječiti izloženost radnika koja prelazi graničnu vrijednost od 5 mg/m^3 za inhalabilnu frakciju tvrdih vrsta drva.

Ukoliko je izloženost drvnoj prašini veća od dozvoljene, prema Pravilniku poslodavac mora osigurati što manji broj izloženih radnika na tim radnim mjestima, da rad nije normiran, ne traje više od 40 sati tjedno te ne sadrži prekovremene sate. Za ilustraciju treba ponoviti da bi se, prema dosadašnjim istraživanjima, to odnosilo na trećinu odnosno polovinu istraživanih radnih mjesta (Čavlović i dr., 2010).

1.1.2 Tehničke mjere prevencije i smanjenja izloženosti drvnoj prašini tvrdih vrsta drva

A. Primjena zatvorenih sustava prerade drva

U slučaju da nije tehnički moguće zamijeniti uporabu karcinogene tvari sa manje štetnim tvarima, poslodavac mora osigurati, što je više tehnički moguće, prerađivanje unutar zatvorenog sustava. Ovo se odnosi na uvjete prerade primjenom različitih vrsta strojeva zatvorenih u kabinama s ugrađenim odsisnim sustavom.

Gdje primjena zatvorenog sustava nije moguća, poslodavac mora drugim mjerama osigurati da razina izloženosti radnika bude smanjena na najnižu moguću mjeru unutar tehničkih mogućnosti.

B. Uporaba i nadzor djelotvornosti rada odsisnog sustava

Prema ovom Pravilniku poslodavac mora osigurati izvlačenje karcinogenih tvari s izvora nastanka, lokalnim odsisom ili ventilacijskim sustavom, s tim da metode odsisa budu u skladu sa zaštitom javnog zdravlja i okoliša. Poslodavac mora osigurati način sigurnog skupljanja, skladištenja, rukovanja i transportiranja drvnom prašinom. Odsisani zrak koji sadrži prašinu tvrdih vrsta drva ne smije se ponovo dovoditi u radnu okolinu. Odsisani zrak može se ponovo dovesti u radnu okolinu ako je prethodno očišćen od svih karcinogenih tvari i to filterskim odvajачima vrlo visoke učinkovitosti odvajanja. Poslodavac najmanje jednom godišnje mora osigurati nadzor djelotvornosti odsisnog sustava.

C. Inženjerska kontrola mjerenja izloženosti na radnom mjestu

Prema Pravilniku, poslodavac osim što mora osigurati povremena mjerenja koncentracije karcinogenih tvari na radnom mjestu od strane nadležnih osoba, isto tako mora izraditi mjere inženjerske kontrole emisija u vidu kontinuiranog pogonskog mjerenja izloženosti radnika drvnoj prašini.

D. Higijenske mjere i osobna zaštita

Svakodnevno provođenje jednostavnih higijenskih mjera i uporaba osobne zaštitne opreme znatan je doprinos prevenciji i smanjenju izloženosti drvnoj prašini na radnom mjestu. Upravo ove mjere otvaraju najveći prostor djelovanja u domaćoj drvoprerađivačkoj praksi. Prema Pravilniku poslodavac mora poduzeti prikladne higijenske mjere kojima će osigurati da radnici ne jedu, piju ili puše u radnom prostoru gdje su izloženi karcinogenoj tvari odnosno drvnoj prašini. Poslodavac također mora provesti označavanje radnih prostorija uz uporabu znakova upozorenja i opasnosti, uključujući i oznake „zabranjeno pušenje“ i „zabranjeno držanje odnosno konzumiranje hrane i pića“ u području gdje su ili će radnici tek biti izloženi karcinogenoj tvari.

Poslodavac je obvezan:

- radnika opremiti zaštitnom odjećom i osobnom zaštitnom opremom
- osigurati zaseban prostor za odlaganje radne ili zaštitne odjeće odvojeno od dnevne radnikove odjeće
- radniku osigurati prikladan prostor za pranje ili tuširanje
- osigurati prikladno držanje osobne zaštitne opreme na jasno označenom mjestu te osigurati njeno provjeravanje i čišćenje, prije i poslije uporabe
- osigurati popravljavanje neispravne osobne zaštitne opreme ili zamijenu prije daljnje uporabe.

Radnici ne smiju snositi troškove navedenih higijenskih mjera niti troškove osobne zaštitne opreme. Higijenske mjere posebno se odnose na redovito čišćenje podova, zidova i drugih površina. Poslodavac mora osigurati da se redovito čiste radni prostori u kojima se pri radu koriste karcinogene tvari. Metenje i provjetravanje u tim prostorima je zabranjeno. Njemački propisi su još 1992. zabranili čišćenje radnog mjesta metenjem i stlačenim zrakom i propisali obavezu uporabe lokalnih usisavača. Zbog važnog učinka dobrih i svakodnevnih higijenskih navika na smanjenje izloženosti drvnoj prašini, poslodavac mora prema Pravilniku osigurati informiranje i osposobljavanje radnika za rad u doticaju s karcinogenom tvari.

E. Informiranje i edukacija radnika

Poslodavac mora osigurati da radnici koji su izloženi drvnoj prašini na radnom mjestu budu osposobljeni za takve poslove a posebice vezano za:

- potencijalnu opasnost po zdravlje, uključujući dodatnu opasnost zbog pušenja

Mjere opreza koje treba poduzeti radi sprječavanja ili smanjenja izlaganja drvnoj prašini

- higijenske zahtjeve
- nošenje i uporaba zaštitne odjeće i osobne zaštitne opreme.

Poslodavac mora za radnike prije nastupanja na posao s ugovorenim specijalistom medicine rada provesti edukaciju o zaštiti zdravlja pri radu s karcinogenim tvarima u skladu s utvrđenim programom Hrvatskog zavoda za medicinu rada.

Poslodavac mora radnike prije nastupanja na posao detaljno upoznati s uređajima za preradu, doradu ili transport karcinogene tvari. U drvoprerađivačkim pogonima radnike treba posebno educirati o postojećim tehničkim mjerama prevencije i smanjenja izloženosti drvnoj prašini a posebno o radu zatvorenog sustava prerade drva i djelotvornosti odsisnog sustava drvene prašine.

Zdravstveni nadzor radnika

Poslodavac mora osigurati preventivne zdravstvene preglede radnika prije početka rada i usmjerene periodičke zdravstvene preglede jednom godišnje.

I uslijed svakodnevne povećane izloženosti radnika drvnoj prašini, karcinom nosne šupljine događa se relativno rijetko, razvoj bolesti vrlo je spor i brojna istraživanja pokazuju da latentno razdoblje traje od 20 do 45 godina. Iz tog razloga, prema Pravilniku, individualna evidencija zdravstvenih pregleda mora se čuvati najmanje 40 godina nakon prestanka izlaganja.

Bez obzira na rijetke slučajeve obolijevanja od karcinoma nosne šupljine, zdravstveni nadzor je potreban zbog rizika od razvoja bolesti poput alergija, astme i dermatitisa (ostalih zdravstvenih smetnji pri radu zbog peckanja, žuljanja i svraba kože i sluzokože očiju, nosa, usta i ždrijela).

1.1.3 Doprinos Norme Atmosfere radnih prostora-Smjernice za uzorkovanje inhalabilnih, torakalnih i respirabilnih frakcija aerosola (HRN CEN/TR 15230:2005)

Pouzdanost sakupljanja drvne prašine za postupak određivanja masene koncentracije prašine iz okolnog zraka na radnom mjestu u drvnoj industriji, kao i svako drugo uzorkovanje lebdećih čestica određuje se važećim normama. Normom (HRN CEN/TR 15230:2005) definirano je trajanje pouzdanog sakupljanja uzorka (stupanj prikupljanja uzorka $t_{\min P}$) i trajanje sakupljanja za pouzdanost vaganja uzorka (stupanj količine uzorka $t_{\min K}$). Za pouzdano određivanje masene koncentracije potreban je veći broj uzoraka iz kojeg se uzima aritmetička sredina te određuje standardna devijacija. Kada je isključena svaka sustavna pogreška pri vaganju mase uzorka, norma smatra da vrijednost minimalnog vremena uzorkovanja za prikupljanje mjerljive količine tvari iznosi tri puta standardna devijacija izvaganih masa te se može izračunati prema jednadžbi (1):

$$t_{\min P} = 3000 * \frac{S_m}{m_c * Q} \quad (1)$$

Gdje je:

$t_{\min P}$ - stupanj pronalaženja uzorka, min

S_m - standardna devijacija svih masa uzoraka

Q - količina protoka, l/min

m_c - masena koncentracija, mg/m³

Slično, stupanj pronalaženja uzorka norma definira kao 10 puta veće standardne devijacije svih dobivenih masa uzoraka, što se može izračunati iz jednadžbe (2):

$$t_{\min K} = 10000 * \frac{S_m}{m_c * Q} \quad (2)$$

$t_{\min K}$ - stupanj količine uzorka, min

S_m - standardna devijacija masa uzoraka

Q - količina protoka, l/min

m_c - masena koncentracija, mg/m³

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je analiza pouzdanosti mjerne metode određivanja masene koncentracije lebdećih drvnih čestica koja je vezana uz potrebnu količinu sakupljenih čestica na radnom mjestu, te koja ovisi o vremenu sakupljanja i mogućim greškama pri manipulaciji uzorcima i njihovu vaganju. S obzirom da postoji veliki broj dosadašnjih izmjera moguće je statistički odrediti stupanj pouzdanog pronalaženja uzorka i stupanj količine uzorka koji su definirani normom (Atmosfera radnih prostora – Smjernice za uzorkovanje inhalabilnih, torakalnih i respirabilnih frakcija aerosola (HRN CEN/TR 15230;2005)). Rezultati istraživanja mogu dati uvid u pouzdanost mjerne metode i određivanje optimalnog vremena sakupljanja uzoraka na radnom mjestu.

Cilj će se postići određivanjem utjecajnih čimbenika na stupanj pouzdanog pronalaženja uzorka i stupanj količine uzorka. Mogući utjecajni čimbenici su:

- vrsta mjernih uređaja
- stvarno vrijeme sakupljanja uzoraka
- standardna devijacija vrijednosti mase uzorka (rasipanje vrijednosti mase uzorka)
- vrijednost masene koncentracije uzorka (zapršenost radnog prostora)
- vrsta obrade drva
- vrste drva ili drvnog materijala.

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

U ovom radu analizirane su pouzdanosti dviju vrsta mjerne opreme korištenih u dosadašnjim istraživanjima (Kos, 2002; Puntarić i dr., 2005). Analizirana su dva mjerenja napravljena s različitim uređajima u različitim uvjetima. Postojeći podaci ovdje su korišteni za izračun i statističku obradu.

3.1. OPIS UVJETA DOBIVANJA PODATAKA MJERNOM OPREMOM A

3.2.1 Objekt mjerenja mjernom opremom A

Mjerenja su obavljena u dvije različite drvnoindustrijske tvrtke - tvornici i stolariji. U tvornici su uzorci sakupljeni u tri prostorije: pogonu proizvodnje namještaja, prostoriji montaže pločastog namještaja i salonu gotovog namještaja. Mjerenja su u stolariji obavljena u njenoj glavnoj prostoriji strojne obradbe. Pojedini uzorak sakupljan je cijelog radnog dana uređajem kojeg radnik nosi na sebi. Sakupljanje uzoraka obavljeno je u razdoblju od 1999. do 2000. u Zagrebu i okolici. Mjerenja su u tvornici trajala 22 dana a u školskoj stolariji 20 dana.

Tvornica

Uzorci su respirabilnih čestica odnosno ukupne prašine u tvornici uzeti pored sedam različitih alatnih strojeva dok su se obrađivale četiri vrste materijala i to:

1. piljenje elemenata hrastovine debljine 20 mm poteznom kružnom pilom pod kutem od 45° na smjer vlakanaca,
2. brušenje pločastih elemenata furniranih hrastovim furnirom debljine 0,7 mm tračnom brusilicom,
3. piljenje dvolisnom kružnom pilom troslojne iverice debljine 18 mm i oplemenjene laminatnom folijom,
4. piljenje vlaknatice medijapan (MDF ploče) debljine 18 mm jednolisnom kružnom pilom,
5. piljenje jednolisnom kružnom pilom troslojne iverice debljine 18 mm i oplemenjene laminatnom folijom,
6. uzdužno piljenje elemenata bukovine debljine 20 mm tračnom pilom,
7. dvostruko uzdužno piljenje bukovih letvica (za izradu moždanika) debljine 20 mm stolnom glodalicom,
8. uzdužno ravnanje hrastovih elemenata širine 300 mm ravnalicom.

U tablici 3.1 naveden je broj uzoraka respirabilnih čestica i ukupne drvne prašine uzetih s mjernih mjesta u tvornici.

Tablica 3.1. Broj uzoraka uzetih s mjernih mjesta u tvornici

| MJERNO MJESTO | Broj uzoraka r/u, N |
|----------------------|----------------------------|
| 1 | 11/12 |
| 2 | 12/15 |
| 3 | 8/8 |
| 4 | 8/9 |
| 5 | 11/10 |
| 6 | 11/12 |
| 7 | 10/10 |
| 8 | 12/11 |

Stolarija

Uzorci su respirabilnih čestica odnosno ukupne prašine u stolariji 1 uzeti pored četiri različita alatna stroja tijekom obrade tri vrste materijala kako slijedi:

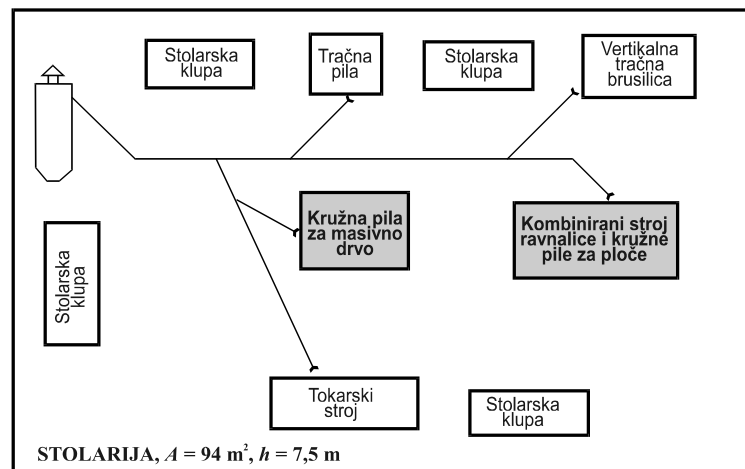
1. piljenje troslojne iverice debljine 19 mm (oplemenjena laminatnom folijom) kružnom pilom
2. ravnanje elemenata jelovine širine 180 mm ravnalicom
3. piljenje bukovih elemenata debljine 20 mm dvolisnom kružnom pilom
4. bušenje rupa dubine 22 mm u folijom oplemenjenoj troslojnoj iverici debljine 19 mm lamelo glodalicom.

U tablici 3.2 naveden je broj uzoraka respirabilnih (*r*) čestica odnosno ukupne (*u*) prašine te formaldehida uzetih sa mjernih mjesta u stolariji

Tablica 3.2 Broj uzoraka uzetih u stolariji

| Mjerno mjesto | Broj uzoraka r/u, N |
|----------------------|----------------------------|
| 1 | 13/14 |
| 2 | 16/16 |
| 3 | 13/13 |
| 4 | 14/14 |

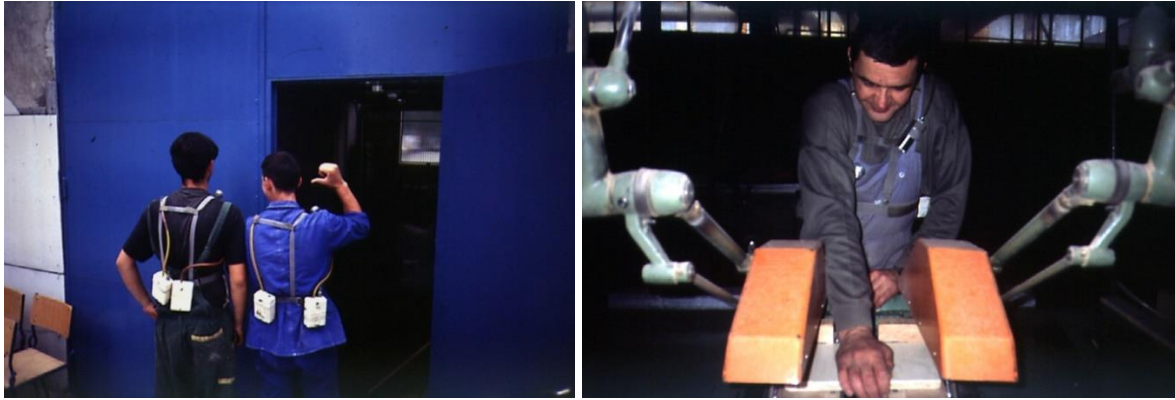
Na slici 3.1 shematski je prikazan tlocrt stolarije s rasporedom strojeva obuhvaćenih mjerenjem kao i podaci o ploštini i visini prostorije.



Slika 3.1 Shematski prikaz tlocrta stolarije

3.1.2 Opis mjerne metode opremom A

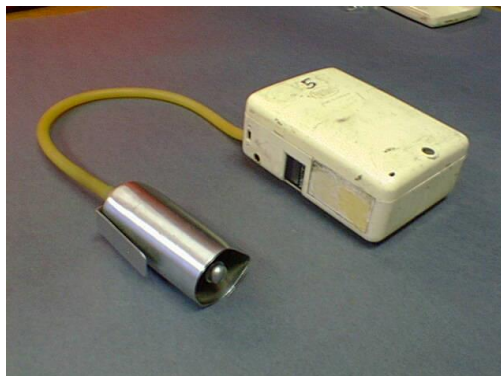
U tvornici i stolariji sakupljeno je ukupno 157 uzoraka respirabilne frakcije i 160 uzoraka ukupne drvne prašine. Masena koncentracija drvne prašine određena je gravimetrijskom metodom, vaganjem uzorka sakupljenoga filtracijom iz određene količine okolnoga zraka. Prikupljanje podataka vršeno je postavljanjem osobnih sakupljača na samog radnika koji ih je nosio cijelo radno vrijeme (slika 3.2). Ovisno o raspoloživom broju radnika i njihovom radnom mjestu, dnevno je mjereno s 5 – 6 parova sakupljača. Svaki se par sastojao od dva uređaja od kojih je jedan sakupljao respirabilnu frakciju lebdećih čestica, a drugi ukupnu prašinu.



Slika 3.2 Izgled radnika s naramenicama i pričvršćenim sakupljačima

a) sprijeda, b) straga

U svrhu izdvajanja respirabilne frakcije lebdećih čestica korišten je ciklon proizvodnje Casella (slika 3.3), kojeg krivulja odvajanja odgovara britanskim medicinskim standardima. Pumpu mjernog uređaja izradili su stručnjaci laboratorija Jedinice za higijenu rada Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb. Odabran je protok pumpe od 2 l/min. Na slici 3.4 prikazan je držač filtra za sakupljanje ukupne prašine.

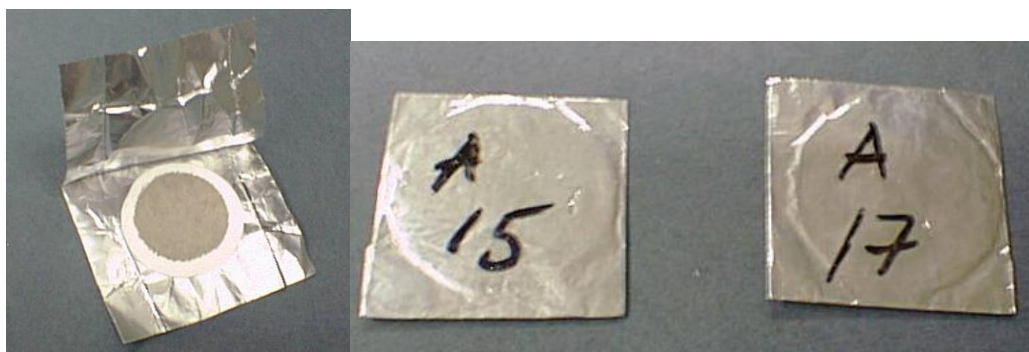


Slika 3.3 Mjerni uređaj A za sakupljanje respirabilnih čestica



Slika 3.4 Držač filtra za sakupljanje ukupne prašine

Kao medij za sakupljanje uzoraka uporabljeni su vlaknasti filtri koji se odlikuju visokom djelotvornošću odvajanja čestica iz zračne struje, malim otporom, visokom čistoćom i kemijskom inertnošću. S obzirom na higroskopnost materijala potrebno je filtre kondicionirati na stalnu vlažnost u eksikatoru u trajanju od 24 sata prije vaganja, odnosno prije i nakon uzimanja uzorka. Taj je postupak potreban zbog otklanjanja sistematske pogreške na koju utječe i količina vode koju prime lebdeće čestice drva iz okolnog zraka relativne vlažnosti 50 – 60 %. Pripremljeni se filtri prije transporta i postavljanja na sakupljač umataju u aluminijsku foliju (slika 3.5) kako se ne bi oštetili, onečistili ili navlažili. Prije i nakon sakupljanja uzorka medij se važe zajedno s omotačem koji je higrofoban i ne podliježe statičkom elektricitetu pri vaganju.



Slika 3.5 Filtri sa zaštitnom folijom

Vaganje je obavljeno uporabom mikrovage proizvađača Cahn G.2 koja ima mogućnost preciznog mjerenja i očitavanja vrijednosti do $5 \cdot 10^{-7}$ grama, s mjernom nesigurnošću $2 \cdot 10^{-6}$ grama.

Nakon što su filtri osušeni do mokrine koju su imali bez uzorka, ponovo se istom mikrovagom važu, sada zajedno s uzorkom. Masena koncentracija drvene prašine određuje se jednadžbom (3):

$$m_c = \frac{(m_2 - m_1)}{V} \cdot \frac{g}{m^3} \quad (3)$$

gdje je: m_1 – masa filtra prije uzimanja uzorka, μg

m_2 – masa filtra s uzorkom, μg

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

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

m_c – masena koncentracija prašine, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, (mg/m^3)

Volumen se zraka (V) iz kojega je uzet uzorak izračuna pomoću izmjerenog vremena rada uređaja, dok je kroz njega prolazio okolni zrak poznatog protoka:

$$V = Q \cdot t, \text{ m}^3 \quad (4)$$

gdje je: Q – poznat protok zraka kroz uređaj, l/min

t – vrijeme rada uređaja, min.

3.2 OPIS UVJETA DOBIVANJA PODATAKA MJERENJEM OPREMOM B

3.2.1 Objekt mjerenja mjernom opremom B

Metodom osobnih sakupljača sakupljeno je u dvije stolarije ukupno 26 uzoraka respirabilnih čestica i 26 uzoraka ukupne drvene prašine. Za vrijeme sakupljanja uzoraka na radnim mjestima mehaničke obrade drva obrađivane su različite vrste drvnih materijala domaće meke i tvrde vrste drva te pločasti materijali.

U navedene dvije stolarije sakupljani su uzorci različitih vrsta materijala, i to troslojne iverice i hrastovine u stolariji G dok su u drugoj stolariji F sakupljani uzorci jelovine, iverice i vlaknatice. Uzorci su sakupljani uz različite stolarske strojeve, a isto tako i kod same montaže namještaja.

Korištene mase odnosno masene koncentracije respirabilne i ukupne prašine drvnih čestica određivane za stolariju pored stolarskih strojeva prikupljene su pomoću osobnih sakupljača proizvođača Casella koje radnik nosi pričvršćene na leđima i prsima u stolariji G u periodu od 6.5. do 7.5.2003, te u stolariji F od 27.3 do 3.4.2003 (Kos, 2002).

3.2.2 Opis mjerne metode opremom B

Oprema B za razliku od opreme A novijeg je datuma proizvodnje pa samim time lakša za rukovanje i pretpostavlja se i točnija. Uzorci su sakupljani osobnim sakupljačima proizvođača Casella (Bedford, UK, 2001) definiranih standardom EN ISO 10882-1:2001. Korišteni su držači filtera za sakupljanje respirabilne frakcije Higgins-Dewell Plastic (Casella) cikloni i ukupne prašine prašine (Casella) prikazani slikom 3.6.



Slika 3.6 Držač filtera respirabilne frakcije i ukupne prašine

Vaganje uzoraka obavljeno je mikrovagom METTLER-TOLEDO MX-5 (Greifensee, Švicarska, 2000), koja ima mogućnost preciznog mjerenja i očitavanja vrijednosti do 10^{-6} grama, s mjernom nesigurnošću 10^{-4} grama. Pri skupljanju drvnih čestica odabrani protok rada pumpe također je iznosio 2 l/min a koji odgovara intenzitetu disanja (HRN CEN/TR 15230:2007). Mjernu opremu B prikazuje slika 3.7.



Slika 3.7 Mjerna oprema B

3.3 Statistička metoda obrade podataka

Korelacijska analiza i linearna regresija u istraživanju utjecaja stvarnog vremena sakupljanja uzoraka na stupnjeve pronalaženja uzorka i količine uzorka, napravljeni su u programu Excel 2007 Microsoft office. Testiranje varijanci za analizu utjecaja vrste opreme na stupnjeve pronalaženja uzorka i količine uzorka napravljeno je pomoću Studentovog t-testa statističkim alatom također u programu Excel 2007 Microsoft office. Studentovim t-testom uspoređeni su skupovi podataka stupnjeva pronalaženja uzorka te stupnjeva količine uzorka dobivenih različitom opremom uz pretpostavku homogenih varijanci i uz statistički značajnu pogrešku od 5 %.

Rezultat predstavlja prihvatanje ili odbacivanje nul-hipoteze kojom su izjednačene vrijednosti stupnjeva pronalaženja uzoraka odnosno stupnjeva količine uzorka za različite parove mjerne opreme i vrste frakcije uzorka za koji je određivana masena koncentracija.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad (5)$$

Kada je nakon testiranja vjerojatnost (p) veća od 0,05 tada se nul-hipoteza prihvaća. Za p manji (ili jednak) od 0,05 nul-hipoteza se odbacuje i prihvaća hipoteza H_1 da se vrijednosti testiranih parova stupnjeva (t_{\min}) signifikantno razlikuju.

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad (6)$$

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1 Rezultati određivanja stupnjeva pronalaženja uzorka i količine uzorka

4.1.1 Rezultati određivanja stupnjeva pronalaženja uzorka i količine uzorka mjernom opremom A

U donjim tablicama od 4.1 do 4.14 prikazani su za svako radno mjesto zasebno izračunati podaci za stupanj pronalaženja uzorka ($t_{\min P}$) i stupanj količine uzorka ($t_{\min K}$) u minutama i satima. Korištene su mase odnosno masene koncentracije respirabilne frakcije drvnih čestica određivane su u tvornici pored radnih strojeva: potezna kružna pila, tračna brusilica, dvolisna kružna pila, jednolisna kružna pila, tračna pila, stolna glodalica, te ravnalica (tablica 4.1 do 4.8). Vrste drva odnosno vrste drvnih materijala uglavnom su tvrde vrste drva hrastovina i bukovina te iverica i vlaknatice koje se također smatraju tvrdim drvnim materijalima.

Korištene mase odnosno masene koncentracije respirabilne frakcije drvnih čestica određivane su u stolariji pored radnih strojeva: jednolisna kružna pila, ravnalica, kružna pila te lamelo ručna glodalica (tablica 4.11 do 4.14).

1) Podaci za uzorke respirabilne frakcije sakupljane opremom A

Tablica 4.1 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije hrastovine na radnom mjestu pored kružne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,577 | 1,9 | 1,029 | 321 | 5,4 | 1071 | 17,9 | 295 |
| 2 | 0,494 | 1,9 | 0,9091 | 364 | 6,1 | 1212 | 20,2 | 254 |
| 3 | 0,841 | 1,9 | 1,3373 | 247 | 4,1 | 824 | 13,7 | 331 |
| 4 | 0,4455 | 1,9 | 0,6999 | 472 | 7,9 | 1575 | 26,2 | 335 |
| 5 | 0,2245 | 1,9 | 1,2438 | 266 | 4,4 | 886 | 14,8 | 95 |
| 6 | 0,4275 | 1,9 | 1,3393 | 247 | 4,1 | 823 | 13,7 | 168 |
| 7 | 0,4605 | 1,9 | 1,199 | 276 | 4,6 | 919 | 15,3 | 202 |
| 8 | 0,395 | 1,9 | 1,2017 | 275 | 4,6 | 917 | 15,3 | 173 |
| 9 | 0,354 | 1,7 | 1,7951 | 206 | 3,4 | 686 | 11,4 | 116 |
| 10 | 0,091 | 1,9 | 0,1396 | 2369 | 39,5 | 7895 | 131,6 | 343 |
| 11 | 0,137 | 1,9 | 0,2296 | 1440 | 24,0 | 4800 | 80,0 | 314 |
| AVRG | 0,4043 | 1,9 | 1,0112 | 589 | 9,8 | 1964 | 32,7 | 239 |
| s_m | 0,2094 | | | | | | | |

Tablica 4.2 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije hrastovine na radnom mjestu pored tračne brusilice u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,459 | 1,9 | 0,8417 | 326 | 5,4 | 1088 | 18,1 | 287 |
| 2 | 0,7286 | 1,9 | 1,1946 | 230 | 3,8 | 766 | 12,8 | 321 |
| 3 | 0,276 | 1,9 | 1,2416 | 221 | 3,7 | 737 | 12,3 | 117 |
| 4 | 0,367 | 2 | 1,412 | 185 | 3,1 | 616 | 10,3 | 130 |
| 5 | 0,2395 | 1,9 | 1,4624 | 188 | 3,1 | 626 | 10,4 | 86 |
| 6 | 0,2705 | 1 | 1,5882 | 329 | 5,5 | 1095 | 18,3 | 170 |
| 7 | 0,2925 | 1,65 | 0,5488 | 576 | 9,6 | 1921 | 32,0 | 323 |
| 8 | 0,437 | 1,8 | 0,7516 | 386 | 6,4 | 1286 | 21,4 | 323 |
| 9 | 0,2945 | 1,7 | 0,5552 | 553 | 9,2 | 1843 | 30,7 | 312 |
| 10 | 0,0845 | 1,9 | 0,5232 | 525 | 8,8 | 1750 | 29,2 | 85 |
| 11 | 0,2125 | 1,9 | 1,0652 | 258 | 4,3 | 860 | 14,3 | 105 |
| 12 | 0,574 | 1,9 | 0,9155 | 300 | 5,0 | 1000 | 16,7 | 330 |
| AVRG | 0,3530 | 1,8 | 1,0083 | 340 | 5,9 | 1174 | 19,6 | 183 |
| s_m | 0,1740 | | | | | | | |

Tablica 4.3 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije iverice na radnom mjestu pored dvolisne kružne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,0075 | 1,9 | 0,996 | 409 | 6,8 | 1364 | 22,7 | 172 |
| 2 | 0,9035 | 2,8 | 0,787 | 351 | 5,9 | 1172 | 19,5 | 410 |
| 3 | 0,3075 | 1,9 | 1,0308 | 395 | 6,6 | 1318 | 22,0 | 157 |
| 4 | 0,31 | 1,9 | 1,5392 | 265 | 4,4 | 883 | 14,7 | 106 |
| 5 | 0,437 | 1,8 | 0,7516 | 573 | 9,5 | 1908 | 31,8 | 323 |
| 6 | 0,233 | 1,7 | 0,6653 | 685 | 11,4 | 2283 | 38,0 | 206 |
| 7 | 0,2945 | 1,9 | 0,9394 | 434 | 7,2 | 1446 | 24,1 | 165 |
| 8 | 0,489 | 1,7 | 0,8289 | 550 | 9,2 | 1832 | 30,5 | 347 |
| AVRG | 0,3728 | 2,0 | 0,9423 | 458 | 7,6 | 1526 | 25,4 | 236 |
| s_m | 0,2582 | | | | | | | |

Tablica 4.4 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije vlaknatica na radnom mjestu pored jednolisne kružne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,3475 | 1,9 | 1,0218 | 206 | 3,4 | 685 | 11,4 | 179 |
| 2 | 0,4945 | 1,9 | 0,6379 | 329 | 5,5 | 1098 | 18,3 | 408 |
| 3 | 0,3255 | 1 | 0,896 | 445 | 7,4 | 1485 | 24,7 | 404 |
| 4 | 0,635 | 1,9 | 0,942 | 223 | 3,7 | 743 | 12,4 | 355 |
| 5 | 0,343 | 1,9 | 0,492 | 427 | 7,1 | 1423 | 23,7 | 367 |
| 6 | 0,512 | 1,9 | 0,7548 | 278 | 4,6 | 928 | 15,5 | 357 |
| 7 | 0,259 | 1,9 | 0,6168 | 341 | 5,7 | 1135 | 18,9 | 221 |
| AVRG | 0,4166 | 1,9 | 0,7659 | 321 | 5,4 | 1071 | 18,9 | 327 |
| s_m | 0,1330 | | | | | | | |

Tablica 4.5 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije iverice na radnom mjestu pored jednolisne kružne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | | | | | min |
| 1 | 0,5615 | 1,9 | 0,6379 | 304 | 5,1 | 1015 | 16,9 | 432 |
| 2 | 0,1695 | 1,9 | 0,417 | 466 | 7,8 | 1552 | 25,9 | 214 |
| 3 | 0,2525 | 3 | 0,413 | 298 | 5,0 | 992 | 16,5 | 204 |
| 4 | 0,46 | 1,9 | 0,7496 | 259 | 4,3 | 863 | 14,4 | 323 |
| 5 | 0,4535 | 1,9 | 0,7929 | 245 | 4,1 | 816 | 13,6 | 301 |
| 6 | 0,4005 | 1,9 | 0,5296 | 367 | 6,1 | 1222 | 20,4 | 398 |
| 7 | 0,3405 | 1,9 | 0,4607 | 421 | 7,0 | 1405 | 23,4 | 389 |
| 8 | 0,2985 | 1,9 | 0,4528 | 429 | 7,1 | 1429 | 23,8 | 347 |
| 9 | 0,2415 | 1,85 | 0,4266 | 467 | 7,8 | 1558 | 26,0 | 306 |
| 10 | 0,2505 | 1,9 | 0,4199 | 462 | 7,7 | 1541 | 25,7 | 314 |
| AVRG | 0,3429 | 2,0 | 0,5300 | 372 | 6,2 | 1239 | 20,7 | 323 |
| s_m | 0,1230 | | | | | | | |

Tablica 4.6 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije bukovine na radnom mjestu pored tračne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | | | | | min |
| 1 | 0,2745 | 1,9 | 0,404 | 357 | 6,0 | 1191 | 19,8 | 358 |
| 2 | 0,206 | 1,9 | 0,337 | 428 | 7,1 | 1427 | 23,8 | 322 |
| 3 | 0,297 | 1,9 | 0,5299 | 272 | 4,5 | 908 | 15,1 | 295 |
| 4 | 0,21 | 1,7 | 0,58 | 278 | 4,6 | 927 | 15,4 | 213 |
| 5 | 0,3325 | 1,9 | 0,4717 | 306 | 5,1 | 1020 | 17,0 | 371 |
| 6 | 0,4741 | 1,9 | 0,9597 | 150 | 2,5 | 501 | 8,4 | 260 |
| 7 | 0,2585 | 1,9 | 0,7394 | 195 | 3,3 | 651 | 10,8 | 184 |
| 8 | 0,2475 | 1,9 | 0,3375 | 428 | 7,1 | 1425 | 23,8 | 384 |
| 9 | 0,2945 | 1,9 | 0,4068 | 355 | 5,9 | 1182 | 19,7 | 381 |
| 10 | 0,166 | 1,9 | 0,312 | 463 | 7,7 | 1542 | 25,7 | 280 |
| 11 | 0,136 | 1,9 | 0,3399 | 425 | 7,1 | 1415 | 25,7 | 329 |
| AVRG | 0,2633 | 1,9 | 0,4925 | 332 | 5,5 | 1108 | 18,7 | 307 |
| s_m | 0,0914 | | | | | | | |

Tablica 4.7 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije bukovine na radnom mjestu pored stolne glodalice u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,291 | 1,9 | 0,3664 | 455 | 7,6 | 1516 | 25,3 | 418 |
| 2 | 0,3735 | 1,9 | 0,455 | 366 | 6,1 | 1220 | 20,3 | 432 |
| 3 | 0,461 | 2,3 | 0,492 | 280 | 4,7 | 932 | 15,5 | 407 |
| 4 | 0,258 | 1,9 | 0,4557 | 366 | 6,1 | 1219 | 20,3 | 298 |
| 5 | 0,201 | 1,9 | 0,8743 | 191 | 3,2 | 635 | 10,6 | 121 |
| 6 | 0,265 | 1,9 | 0,4512 | 369 | 6,2 | 1231 | 20,5 | 309 |
| 7 | 0,139 | 1,9 | 0,2127 | 783 | 13,1 | 2611 | 43,5 | 344 |
| 8 | 0,361 | 1,9 | 0,6189 | 269 | 4,5 | 897 | 15,0 | 307 |
| 10 | 0,1205 | 1,7 | 0,3344 | 557 | 9,3 | 1856 | 30,9 | 212 |
| 11 | 0,2775 | 1,9 | 0,4426 | 376 | 6,3 | 1255 | 20,9 | 330 |
| AVRG | 0,2748 | 1,9 | 0,4703 | 401 | 6,7 | 1337 | 22,3 | 318 |
| s_m | 0,1055 | | | | | | | |

Tablica 4.8 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije hrastovine na radnom mjestu pored ravnalice u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,0115 | 1,9 | 0,0309 | 8396 | 139,9 | 27985 | 466,4 | 196 |
| 2 | 0,3735 | 1,9 | 0,455 | 570 | 9,5 | 1901 | 31,7 | 432 |
| 3 | 0,5 | 1,9 | 0,6999 | 371 | 6,2 | 1236 | 20,6 | 376 |
| 4 | 0,34 | 1,9 | 0,409 | 634 | 10,6 | 2114 | 35,2 | 438 |
| 5 | 0,07 | 1,9 | 0,1068 | 2429 | 40,5 | 8097 | 134,9 | 345 |
| 6 | 0,443 | 1,9 | 0,7595 | 342 | 5,7 | 1139 | 19,0 | 307 |
| 7 | 0,2165 | 1,9 | 0,3361 | 772 | 12,9 | 2573 | 42,9 | 339 |
| 8 | 0,2715 | 1,9 | 0,4003 | 648 | 10,8 | 2160 | 36,0 | 357 |
| 9 | 0,037 | 1,9 | 0,0758 | 3422 | 57,0 | 11408 | 190,1 | 257 |
| 10 | 0,0865 | 1,9 | 0,1478 | 1755 | 29,3 | 5851 | 97,5 | 308 |
| 11 | 0,3545 | 1,8 | 0,6815 | 402 | 6,7 | 1339 | 22,3 | 289 |
| 12 | 0,2445 | 1,9 | 0,386 | 672 | 11,2 | 2240 | 37,3 | 333 |
| AVRG | 0,2457 | 1,9 | 0,3741 | 1701 | 28,4 | 5670 | 94,5 | 331 |
| s_m | 0,1643 | | | | | | | |

Tablica 4.9 Stupnjevi pronalazjenja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije u pogonu montaže pločastog namještaja tvornice

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalazjenja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|--|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | | | | | min |
| 1 | 0,3075 | 1,9 | 0,4270 | 277 | 5 | 923 | 15 | 379 |
| 2 | 0,3585 | 1,9 | 0,5485 | 216 | 4 | 719 | 12 | 344 |
| 3 | 0,3445 | 1,9 | 0,5107 | 232 | 4 | 772 | 13 | 355 |
| 4 | 0,338 | 1,9 | 0,5186 | 228 | 4 | 760 | 13 | 343 |
| 5 | 0,2735 | 1,9 | 0,3477 | 340 | 6 | 1134 | 19 | 414 |
| 6 | 0,2875 | 1,9 | 0,4412 | 268 | 4 | 893 | 15 | 343 |
| 7 | 0,253 | 1,9 | 0,4072 | 290 | 5 | 968 | 16 | 327 |
| 8 | 0,07 | 1,9 | 0,1068 | 1107 | 18 | 3691 | 62 | 345 |
| 9 | 0,288 | 1,9 | 0,4593 | 257 | 4 | 858 | 14 | 330 |
| 10 | 0,339 | 1,9 | 0,5987 | 197 | 3 | 658 | 11 | 298 |
| 11 | 0,321 | 1,9 | 0,6189 | 191 | 3 | 637 | 11 | 273 |
| 12 | 0,3480 | 1,9 | 0,7268 | 163 | 3 | 542 | 9 | 252 |
| 13 | 0,3160 | 1,9 | 0,480681 | 246 | 4 | 820 | 14 | 346 |
| AVRG | 0,2957 | 1,9 | 0,4763 | 309 | 5,1 | 1029 | 17,1 | 335 |
| s_m | 0,0749 | | | | | | | |

Tablica 4.10 Stupnjevi pronalazjenja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije u salonu pločastog namještaja tvornice

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalazjenja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|--|------------|---------------------------------------|------------|---|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | | | | | min |
| 1 | 0,315 | 1,9 | 0,6209 | 121 | 2,0 | 403 | 6,7 | 267 |
| 2 | 0,301 | 1,9 | 0,3902 | 192 | 3,2 | 642 | 10,7 | 406 |
| 3 | 0,239 | 1,9 | 0,3968 | 189 | 3,2 | 631 | 10,5 | 317 |
| 4 | 0,3635 | 1,9 | 0,6093 | 123 | 2,1 | 411 | 6,8 | 314 |
| 5 | 0,246 | 1,9 | 0,4150 | 181 | 3,0 | 603 | 10,1 | 312 |
| 6 | 0,231 | 1,9 | 0,4453 | 169 | 2,8 | 562 | 9,4 | 273 |
| 7 | 0,24 | 1,9 | 0,4577 | 164 | 2,7 | 547 | 9,1 | 276 |
| 8 | 0,299 | 1,9 | 0,4384 | 171 | 2,9 | 571 | 9,5 | 359 |
| AVRG | 0,2793 | 1,9 | 0,4717 | 164 | 2,7 | 546 | 9,1 | 316 |
| s_m | 0,0476 | | | | | | | |

Tablica 4.11 Stupnjevi pronalazjenja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije iverice na kružnoj pili u stolariji

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalazjenja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|--|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,301 | 1,9 | 0,7201 | 658 | 11,0 | 2193 | 36,6 | 220 |
| 2 | 0,399 | 1,9 | 1,9811 | 239 | 4,0 | 797 | 13,3 | 106 |
| 3 | 0,6145 | 1,9 | 1,0501 | 451 | 7,5 | 1504 | 25,1 | 308 |
| 4 | 0,1795 | 1,9 | 3,9364 | 120 | 2,0 | 401 | 6,7 | 240 |
| 5 | 0,414 | 1,9 | 1,2969 | 365 | 6,1 | 1218 | 20,3 | 168 |
| 6 | 0,3535 | 1,9 | 1,2003 | 395 | 6,6 | 1316 | 21,9 | 155 |
| 7 | 0,493 | 1,9 | 2,6209 | 181 | 3,0 | 603 | 10,0 | 99 |
| 8 | 0,5985 | 1,9 | 1,0032 | 472 | 7,9 | 1574 | 26,2 | 314 |
| 9 | 0,233 | 1,9 | 0,5549 | 854 | 14,2 | 2846 | 47,4 | 221 |
| 10 | 0,572 | 1,9 | 1,0526 | 450 | 7,5 | 1500 | 25,0 | 286 |
| 11 | 0,6665 | 1,9 | 0,9532 | 497 | 8,3 | 1657 | 27,6 | 368 |
| 12 | 0,41 | 1,9 | 0,7339 | 646 | 10,8 | 2152 | 35,9 | 294 |
| 13 | 0,2615 | 1,9 | 1,4044 | 337 | 5,6 | 1125 | 18,7 | 98 |
| AVRG | 0,5798 | 1,9 | 2,3602 | 436 | 7,3 | 1453 | 24,2 | 221 |
| s_m | 0,15702 | | | | | | | |

Tablica 4.12 Stupnjevi pronalazjenja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije jelovine na ravnalici u stolariji

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalazjenja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|--|-------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,362 | 1,9 | 0,6569 | 948 | 15,8 | 3162 | 52,7 | 290 |
| 2 | 0,429 | 2,1 | 0,7887 | 715 | 11,9 | 2382 | 39,7 | 259 |
| 3 | 0,3095 | 2,1 | 0,5282 | 1067 | 17,8 | 3557 | 59,3 | 279 |
| 4 | 0,223 | 1,9 | 0,4147 | 1502 | 25,0 | 5008 | 83,5 | 283 |
| 5 | 1,7935 | 1,9 | 1,1213 | 556 | 9,3 | 1852 | 30,9 | 115 |
| 6 | 0,5665 | 2,1 | 0,9302 | 606 | 10,1 | 2020 | 33,7 | 290 |
| 7 | 0,5645 | 2,1 | 0,9081 | 621 | 10,3 | 2069 | 34,5 | 296 |
| 8 | 0,2455 | 1,9 | 0,7061 | 882 | 14,7 | 2941 | 49,0 | 183 |
| 9 | 0,399 | 1,9 | 0,876 | 711 | 11,9 | 2371 | 39,5 | 106 |
| 10 | 0,1615 | 1,9 | 0,3669 | 1698 | 28,3 | 5661 | 94,3 | 97 |
| 11 | 0,3435 | 1,9 | 0,7007 | 889 | 14,8 | 2964 | 49,4 | 258 |
| 12 | 0,2055 | 1,9 | 0,3976 | 1567 | 26,1 | 5223 | 87,1 | 272 |
| 13 | 0,3005 | 2,1 | 0,5261 | 1071 | 17,9 | 3572 | 59,5 | 272 |
| 14 | 0,2325 | 1,75 | 0,4399 | 1538 | 25,6 | 5126 | 85,4 | 302 |
| 15 | 0,385 | 1,9 | 0,6352 | 981 | 16,3 | 3270 | 54,5 | 319 |
| AVRG | 0,4347 | 2,0 | 0,6664 | 1024 | 17,1 | 3412 | 56,9 | 241 |
| s_m | 0,3946 | | | | | | | |

Tablica 4.13 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije bukve na kružnoj pili u stolariji

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,481 | 1,9 | 2,2603 | 687 | 11,5 | 2291 | 38,2 | 112 |
| 2 | 0,333 | 1,9 | 0,8634 | 1799 | 30,0 | 5997 | 100,0 | 203 |
| 3 | 0,2525 | 1,9 | 0,6041 | 2571 | 42,9 | 8571 | 142,9 | 220 |
| 4 | 0,3755 | 1,9 | 0,7374 | 2107 | 35,1 | 7022 | 117,0 | 268 |
| 5 | 0,6565 | 1,9 | 1,1182 | 1389 | 23,2 | 4631 | 77,2 | 309 |
| 6 | 3,558 | 1,9 | 4,3667 | 356 | 5,9 | 1186 | 19,8 | 310 |
| 7 | 0,4575 | 1,9 | 0,7921 | 1961 | 32,7 | 6537 | 108,9 | 304 |
| 8 | 0,8105 | 2,1 | 1,3933 | 1009 | 16,8 | 3362 | 56,0 | 277 |
| 9 | 0,529 | 1,9 | 1,1848 | 1311 | 21,9 | 4370 | 72,8 | 235 |
| 10 | 0,494 | 1,9 | 0,8099 | 1918 | 32,0 | 6393 | 106,6 | 321 |
| AVRG | 0,7948 | 1,9 | 1,4130 | 1511 | 25,2 | 5036 | 83,9 | 256 |
| s_m | 0,9838 | | | | | | | |

Tablica 4.14 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije iverice na lamelo glodalici u stolariji

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,484 | 1,9 | 0,979 | 360 | 6,0 | 1202 | 20,0 | 26 |
| 2 | 0,229 | 1,9 | 1,747 | 202 | 3,4 | 673 | 11,2 | 69 |
| 3 | 0,3625 | 1,9 | 0,5628 | 627 | 10,5 | 2090 | 34,8 | 339 |
| 4 | 0,316 | 1,9 | 0,501 | 704 | 11,7 | 2348 | 39,1 | 332 |
| 5 | 0,242 | 1,9 | 0,4122 | 856 | 14,3 | 2854 | 47,6 | 309 |
| 6 | 0,3895 | 1,9 | 0,6193 | 570 | 9,5 | 1899 | 31,7 | 331 |
| 7 | 0,779 | 1,9 | 1,1517 | 306 | 5,1 | 1021 | 17,0 | 356 |
| 8 | 0,157 | 1,9 | 0,2639 | 1337 | 22,3 | 4457 | 74,3 | 313 |
| 9 | 0,47 | 1,9 | 0,814 | 434 | 7,2 | 1445 | 24,1 | 304 |
| 10 | 0,909 | 1,9 | 1,5045 | 235 | 3,9 | 782 | 13,0 | 318 |
| 11 | 0,6015 | 1,9 | 1,0992 | 321 | 5,4 | 1070 | 17,8 | 288 |
| 12 | 0,363 | 1,9 | 0,6521 | 541 | 9,0 | 1804 | 30,1 | 293 |
| 13 | 0,184 | 1,9 | 0,6588 | 536 | 8,9 | 1786 | 29,8 | 147 |
| 14 | 0,241 | 1,9 | 0,4498 | 785 | 13,1 | 2615 | 43,6 | 282 |
| AVRG | 0,4091 | 1,9 | 0,8154 | 558 | 9,3 | 1860 | 31,0 | 265 |
| s_m | 0,2235 | | | | | | | |

2) Podaci za uzorke ukupne frakcije sakupljane opremom A

Tablica 4.15 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine hrastovine na radnom mjestu pored kružne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,7355 | 1,9 | 2,805 | 951 | 16 | 3170 | 53 | 137 |
| 2 | 2,0635 | 1,9 | 3,7974 | 702 | 12 | 2341 | 39 | 254 |
| 3 | 4,8423 | 1,9 | 7,6996 | 346 | 6 | 1155 | 19 | 331 |
| 4 | 1,4995 | 1,9 | 2,3559 | 1132 | 19 | 3774 | 63 | 335 |
| 5 | 5,934 | 2,2 | 5,9939 | 384 | 6 | 1281 | 21 | 450 |
| 6 | 0,646 | 1,9 | 2,0238 | 1318 | 22 | 4393 | 73 | 168 |
| 7 | 2,586 | 1,9 | 3,823 | 698 | 12 | 2326 | 39 | 356 |
| 8 | 1,231 | 1,9 | 3,9505 | 675 | 11 | 2251 | 38 | 164 |
| 9 | 0,66 | 1,9 | 4,2362 | 630 | 10 | 2099 | 35 | 82 |
| 10 | 1,1635 | 1,7 | 5,9001 | 505 | 8 | 1684 | 28 | 116 |
| 11 | 2,661 | 1,9 | 4,0832 | 653 | 11 | 2177 | 36 | 343 |
| 12 | 1,339 | 1,9 | 2,2444 | 1188 | 20 | 3961 | 66 | 314 |
| AVRG | 2,1134 | 1,9 | 4,0761 | 765 | 12,8 | 2551 | 42,5 | 254 |
| s_m | 1,6893 | | | | | | | |

Tablica 4.16 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine hrastovine na radnom mjestu pored tračne brusilice u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|---------------------------------------|------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,8065 | 1,9 | 1,1629 | 4395 | 73,2 | 14649 | 244,2 | 365 |
| 2 | 1,9205 | 1,7 | 2,7288 | 1676 | 27,9 | 1933 | 32,2 | 414 |
| 3 | 0,059 | 1 | 0,8551 | 3146 | 52,4 | 10485 | 174,8 | 69 |
| 4 | 0,531 | 1,7 | 3,056 | 1496 | 24,9 | 4988 | 83,1 | 102 |
| 5 | 0,5715 | 1,9 | 2,5709 | 1988 | 33,1 | 6626 | 110,4 | 117 |
| 6 | 0,327 | 1,7 | 1,4796 | 3090 | 51,5 | 10302 | 171,7 | 130 |
| 7 | 2,202 | 1,9 | 3,5334 | 1446 | 24,1 | 4821 | 80,4 | 328 |
| 8 | 1,387 | 1,9 | 4,1011 | 1246 | 20,8 | 4154 | 69,2 | 178 |
| 9 | 1,7575 | 1,9 | 5,4412 | 939 | 15,7 | 3131 | 52,2 | 170 |
| 10 | 1,844 | 1,65 | 3,4599 | 1283 | 21,4 | 4276 | 71,3 | 323 |
| 11 | 3,201 | 1,9 | 5,2159 | 980 | 16,3 | 3266 | 54,4 | 323 |
| 12 | 0,945 | 1,9 | 1,5941 | 3206 | 53,4 | 10687 | 178,1 | 312 |
| 13 | 0,2975 | 1,9 | 1,8421 | 2774 | 46,2 | 9248 | 154,1 | 85 |
| 14 | 0,3505 | 1,9 | 1,7569 | 2909 | 48,5 | 9696 | 161,6 | 346 |
| 15 | 0,562 | 1,7 | 1,0018 | 4564 | 76,1 | 15215 | 253,6 | 330 |
| AVRG | 1,1175 | 1,8 | 2,6533 | 2343 | 39,0 | 7565 | 126 | 239 |
| s_m | 0,8966 | | | | | | | |

Tablica 4.17 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na radnom mjestu pored dvolisne kružne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | | | | | min |
| 1 | 0,0075 | 1,9 | 0,996 | 409 | 6,8 | 1364 | 22,7 | 172 |
| 2 | 0,9035 | 2,8 | 0,787 | 351 | 5,9 | 1172 | 19,5 | 410 |
| 3 | 0,3075 | 1,9 | 1,0308 | 395 | 6,6 | 1318 | 22,0 | 157 |
| 4 | 0,31 | 1,9 | 1,5392 | 265 | 4,4 | 883 | 14,7 | 106 |
| 5 | 0,437 | 1,8 | 0,7516 | 573 | 9,5 | 1908 | 31,8 | 323 |
| 6 | 0,233 | 1,7 | 0,6653 | 685 | 11,4 | 2283 | 38,0 | 206 |
| 7 | 0,2945 | 1,9 | 0,9394 | 434 | 7,2 | 1446 | 24,1 | 165 |
| 8 | 0,489 | 1,7 | 0,8289 | 550 | 9,2 | 1832 | 30,5 | 347 |
| AVRG | 0,3728 | 2,0 | 0,9423 | 458 | 7,6 | 1526 | 25,4 | 236 |
| s_m | 0,2582 | | | | | | | |

Tablica 4.18. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne frakcije vlaknatica na radnom mjestu pored jednolisne kružne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | | | | | min |
| 1 | 1,188 | 1,7 | 1,7647 | 544 | 9,1 | 1813 | 30,2 | 396 |
| 2 | 0,92 | 1,7 | 3,0233 | 317 | 5,3 | 1058 | 17,6 | 179 |
| 3 | 0,6725 | 1,7 | 0,979 | 980 | 16,3 | 3268 | 54,5 | 404 |
| 4 | 0,271 | 1 | 0,897 | 1819 | 30,3 | 6063 | 101,1 | 302 |
| 5 | 0,716 | 1,7 | 1,186 | 809 | 13,5 | 2697 | 45,0 | 355 |
| 6 | 0,8235 | 1,7 | 1,319 | 728 | 12,1 | 2425 | 40,4 | 367 |
| 7 | 2,003 | 1,9 | 3,4007 | 253 | 4,2 | 842 | 14,0 | 310 |
| AVRG | 0,9420 | 1,6 | 1,7957 | 779 | 13,0 | 2595 | 43,3 | 330 |
| s_m | 0,5439 | | | | | | | |

Tablica 4.19 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na radnom mjestu pored jednolisne kružne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | | | | | min |
| 1 | 1,9205 | 1,7 | 2,7288 | 479 | 8,0 | 1598 | 26,6 | 414 |
| 2 | 0,2125 | 1,7 | 0,5841 | 2239 | 37,3 | 7465 | 124,4 | 214 |
| 3 | 0,156 | 1,7 | 0,4498 | 2908 | 48,5 | 9694 | 161,6 | 204 |
| 4 | 0,966 | 1,9 | 1,6891 | 693 | 11,5 | 2310 | 38,5 | 301 |
| 5 | 2,0965 | 1,9 | 2,8366 | 413 | 6,9 | 1375 | 22,9 | 389 |
| 6 | 0,516 | 1,9 | 1,3647 | 858 | 14,3 | 2859 | 47,6 | 199 |
| 7 | 1,355 | 1,9 | 2,055 | 570 | 9,5 | 1898 | 31,6 | 347 |
| 8 | 1,1075 | 1,9 | 1,9049 | 614 | 10,2 | 2048 | 34,1 | 306 |
| 9 | 0,1835 | 1,9 | 0,714 | 1639 | 27,3 | 5464 | 91,1 | 257 |
| AVRG | 0,9459 | 1,8 | 1,5919 | 1157 | 19,3 | 3857 | 64,3 | 292 |
| s_m | 0,7412 | | | | | | | |

Tablica 4.20 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine bukovine na radnom mjestu pored tračne pile u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,0835 | 1 | 0,3394 | 3333 | 55,6 | 11111 | 185,2 | 246 |
| 2 | 1,2275 | 1,7 | 2,017 | 330 | 5,5 | 1100 | 18,3 | 358 |
| 3 | 0,368 | 1,7 | 0,672 | 990 | 16,5 | 3301 | 55,0 | 322 |
| 4 | 0,4815 | 1,9 | 0,8591 | 693 | 11,6 | 2310 | 38,5 | 295 |
| 5 | 0,8755 | 1,9 | 1,2764 | 467 | 7,8 | 1555 | 25,9 | 361 |
| 6 | 0,783 | 1,9 | 1,1108 | 536 | 8,9 | 1787 | 29,8 | 371 |
| 7 | 0,593 | 1,9 | 1,2004 | 496 | 8,3 | 1653 | 27,6 | 260 |
| 8 | 1,16 | 1,9 | 3,3181 | 179 | 3,0 | 598 | 10,0 | 184 |
| 9 | 0,942 | 1,9 | 1,2844 | 464 | 7,7 | 1545 | 25,8 | 384 |
| 10 | 0,513 | 1,9 | 0,7087 | 840 | 14,0 | 2801 | 46,7 | 381 |
| 11 | 0,1765 | 1,9 | 0,3318 | 1795 | 29,9 | 5982 | 99,7 | 280 |
| AVRG | 0,6549 | 1,8 | 1,1926 | 920 | 15,3 | 3068 | 51,1 | 313 |
| s_m | 0,3771 | | | | | | | |

Tablica 4.21. Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine bukovine na radnom mjestu pored stolne glodalice u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,7875 | 1,9 | 0,9684 | 457 | 7,6 | 1524 | 25,4 | 428 |
| 2 | 0,3945 | 1,9 | 0,5102 | 868 | 14,5 | 2892 | 48,2 | 407 |
| 3 | 0,3675 | 1,9 | 0,6491 | 682 | 11,4 | 2273 | 37,9 | 298 |
| 4 | 0,3455 | 1,9 | 1,5028 | 295 | 4,9 | 982 | 16,4 | 121 |
| 5 | 0,954 | 1,9 | 1,6249 | 272 | 4,5 | 908 | 15,1 | 309 |
| 6 | 0,4405 | 1,65 | 0,7761 | 657 | 10,9 | 2189 | 36,5 | 344 |
| 7 | 0,6305 | 1,9 | 1,0809 | 410 | 6,8 | 1365 | 22,8 | 307 |
| 8 | 0,691 | 1,9 | 1,3129 | 337 | 5,6 | 1124 | 18,7 | 277 |
| 9 | 0,121 | 1,65 | 1,9754 | 258 | 4,3 | 860 | 14,3 | 212 |
| 10 | 0,0895 | 1,7 | 1,5954 | 310 | 5,2 | 1034 | 17,2 | 330 |
| AVRG | 0,4822 | 1,8 | 1,1996 | 455 | 7,6 | 1515 | 25,3 | 303 |
| s_m | 0,2803 | | | | | | | |

Tablica 4.22 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine hrastovine na radnom mjestu pored ravnalice u tvornici

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stV} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|---------------------------------------|--------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 1,661 | 1,9 | 1,2464 | 1534 | 25,6 | 5115 | 85,2 | 368 |
| 2 | 0,7875 | 1,9 | 0,9684 | 1975 | 32,9 | 6583 | 109,7 | 428 |
| 3 | 0,531 | 1,9 | 0,7433 | 2573 | 42,9 | 8577 | 142,9 | 376 |
| 4 | 0,661 | 1,9 | 0,9428 | 2029 | 33,8 | 6762 | 112,7 | 369 |
| 5 | 0,4365 | 1,7 | 0,7443 | 2872 | 47,9 | 9573 | 159,5 | 345 |
| 6 | 4,4055 | 1 | 1,524 | 2384 | 39,7 | 7948 | 132,5 | 289 |
| 7 | 0,4765 | 1,9 | 0,7398 | 2585 | 43,1 | 8617 | 143,6 | 339 |
| 8 | 0,342 | 1,9 | 0,5042 | 3793 | 63,2 | 12644 | 210,7 | 357 |
| 9 | 0,198 | 1,9 | 0,4055 | 4716 | 78,6 | 15722 | 262,0 | 308 |
| 10 | 1,016 | 1,9 | 1,7362 | 1102 | 18,4 | 3672 | 61,2 | 308 |
| 11 | 0,2285 | 1,7 | 0,4036 | 5296 | 88,3 | 17654 | 294,2 | 333 |
| AVRG | 0,9767 | 1,8 | 0,9053 | 2805 | 46,8 | 9351 | 155,9 | 347 |
| s_m | 1,2113 | | | | | | | |

Tablica 4.23 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na radnom mjestu u montaži namještaja

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stV} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,611 | 1,7 | 0,9483 | 192 | 3,2 | 641 | 10,7 | 379 |
| 2 | 0,5325 | 1,7 | 0,9106 | 200 | 3,3 | 668 | 11,1 | 344 |
| 3 | 0,5655 | 1,7 | 0,9370 | 195 | 3,2 | 649 | 10,8 | 355 |
| 4 | 0,343 | 1,7 | 0,5882 | 310 | 5,2 | 1034 | 17,2 | 343 |
| 5 | 0,3855 | 1,7 | 0,5477 | 333 | 5,5 | 1110 | 18,5 | 414 |
| 6 | 0,3465 | 1,7 | 0,5942 | 307 | 5,1 | 1023 | 17,1 | 343 |
| 7 | 0,405 | 1,7 | 0,7285 | 250 | 4,2 | 834 | 13,9 | 327 |
| 8 | 0,4365 | 1,7 | 0,7442 | 245 | 4,1 | 817 | 13,6 | 345 |
| 9 | 0,375 | 1,7 | 0,6684 | 273 | 4,5 | 910 | 15,2 | 330 |
| 10 | 0,285 | 1,7 | 0,6074 | 300 | 5,0 | 1001 | 16,7 | 276 |
| 11 | 0,3275 | 1,7 | 0,7057 | 258 | 4,3 | 862 | 14,4 | 273 |
| 12 | 0,301 | 1 | 1,1944 | 260 | 4,3 | 865 | 14,4 | 252 |
| 13 | 0,3505 | 1 | 1,0130 | 306 | 5,1 | 1020 | 17,0 | 346 |
| AVRG | 0,4050 | 1,7 | 0,7837 | 264 | 4,4 | 879 | 14,7 | 333 |
| s_m | 0,1034 | | | | | | | |

Tablica 4.24 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice u salonu pločastog namještaja

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,333 | 1,7 | 0,7336 | 204 | 3 | 679 | 11 | 267 |
| 2 | 0,2155 | 1,7 | 0,3937 | 380 | 6 | 1266 | 21 | 322 |
| 3 | 0,307 | 1,7 | 0,5697 | 262 | 4 | 875 | 15 | 317 |
| 4 | 0,339 | 1,7 | 0,6351 | 235 | 4 | 785 | 13 | 314 |
| 5 | 0,3915 | 1,7 | 0,7381 | 203 | 3 | 675 | 11 | 312 |
| 6 | 0,2115 | 1,7 | 0,4557 | 328 | 5 | 1093 | 18 | 273 |
| 7 | 0,2765 | 1,7 | 0,5893 | 254 | 4 | 845 | 14 | 276 |
| 8 | 0,1315 | 1 | 0,6675 | 381 | 6 | 1269 | 21 | 197 |
| AVRG | 0,2757 | 1,6 | 0,5978 | 281 | 4,7 | 936 | 15,6 | 285 |
| s_m | 0,0847 | | | | | | | |

Tablica 4.25 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na kružnoj pili u stolariji

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 2,4995 | 1,9 | 5,9797 | 364 | 6,1 | 1212 | 20,2 | 220 |
| 2 | 1,7095 | 1,9 | 8,4881 | 256 | 4,3 | 854 | 14,2 | 106 |
| 3 | 1,922 | 1,9 | 3,2844 | 662 | 11,0 | 2207 | 36,8 | 308 |
| 4 | 0,71 | 1,9 | 15,5702 | 140 | 2,3 | 466 | 7,8 | 240 |
| 5 | 1,9455 | 1,9 | 6,0949 | 357 | 5,9 | 1189 | 19,8 | 168 |
| 6 | 1,101 | 1,9 | 3,7386 | 582 | 9,7 | 1939 | 32,3 | 155 |
| 7 | 2,279 | 1,9 | 12,1159 | 179 | 3,0 | 598 | 10,0 | 99 |
| 8 | 6,1165 | 1,9 | 10,2523 | 212 | 3,5 | 707 | 11,8 | 314 |
| 9 | 2,556 | 1,9 | 4,2979 | 506 | 8,4 | 1687 | 28,1 | 313 |
| 10 | 1,45 | 1 | 4,9319 | 838 | 14,0 | 2793 | 46,5 | 294 |
| 11 | 0,5445 | 1 | 1,9039 | 2170 | 36,2 | 7234 | 120,6 | 286 |
| 12 | 1,1525 | 1 | 3,1318 | 1319 | 22,0 | 4398 | 73,3 | 368 |
| 13 | 1,397 | 1 | 4,7517 | 870 | 14,5 | 2899 | 48,3 | 294 |
| 14 | 0,894 | 1,9 | 4,8013 | 453 | 7,5 | 1510 | 25,2 | 98 |
| AVRG | 1,8769 | 1,6 | 6,3816 | 636 | 10,6 | 2121 | 35,3 | 233,07 |
| s_m | 1,3773 | | | | | | | |

Tablica 4.26 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine jelovine na ravnalici u stolariji

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,789 | 1 | 2,7207 | 694 | 11,6 | 2313 | 38,5 | 290 |
| 2 | 0,7535 | 1,5 | 1,9395 | 649 | 10,8 | 2163 | 36,0 | 259 |
| 3 | 0,9095 | 1,5 | 2,1732 | 579 | 9,7 | 1930 | 32,2 | 279 |
| 4 | 1,3055 | 1,9 | 2,4279 | 409 | 6,8 | 1364 | 22,7 | 283 |
| 5 | 0,5925 | 1,9 | 2,7117 | 366 | 6,1 | 1221 | 20,4 | 115 |
| 6 | 0,588 | 1,5 | 1,3517 | 931 | 15,5 | 3103 | 51,7 | 290 |
| 7 | 0,6065 | 1,5 | 1,366 | 921 | 15,4 | 3071 | 51,2 | 296 |
| 8 | 0,548 | 1,9 | 1,5761 | 630 | 10,5 | 2101 | 35,0 | 183 |
| 9 | 1,7095 | 1,9 | 2,968 | 335 | 5,6 | 1116 | 18,6 | 106 |
| 10 | 0,547 | 1,9 | 1,2464 | 797 | 13,3 | 2657 | 44,3 | 97 |
| 11 | 0,601 | 1,9 | 1,226 | 810 | 13,5 | 2701 | 45,0 | 258 |
| 12 | 1,217 | 1,9 | 2,3549 | 422 | 7,0 | 1406 | 23,4 | 272 |
| 13 | 0,7375 | 1,5 | 1,8076 | 696 | 11,6 | 2321 | 38,7 | 272 |
| 14 | 1,067 | 1,5 | 2,3554 | 534 | 8,9 | 1781 | 29,7 | 302 |
| 15 | 2,9115 | 1,9 | 10,1481 | 98 | 1,6 | 326 | 5,4 | 151 |
| AVRG | 0,9922 | 1,7 | 2,5582 | 591 | 9,9 | 1972 | 32,9 | 230 |
| s_m | 0,6292 | | | | | | | |

Tablica 4.27 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine bukve na kružnoj pili u stolariji

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | | | | min | h | min | h | |
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 3,4285 | 1,9 | 16,1114 | 68 | 1,1 | 226 | 3,8 | 112 |
| 2 | 1,561 | 1,9 | 4,0472 | 269 | 4,5 | 898 | 15,0 | 203 |
| 3 | 1,7935 | 1,9 | 4,2907 | 254 | 4,2 | 847 | 14,1 | 220 |
| 4 | 1,6135 | 1,9 | 3,1687 | 344 | 5,7 | 1147 | 19,1 | 268 |
| 5 | 2,136 | 1,9 | 3,6382 | 300 | 5,0 | 999 | 16,7 | 309 |
| 6 | 2,5345 | 1,9 | 5,3358 | 204 | 3,4 | 681 | 11,4 | 310 |
| 7 | 1,102 | 1 | 3,625 | 572 | 9,5 | 1905 | 31,8 | 304 |
| 8 | 1,5065 | 1,5 | 3,6258 | 381 | 6,3 | 1270 | 21,2 | 277 |
| 9 | 2,1545 | 1,9 | 4,8253 | 226 | 3,8 | 753 | 12,6 | 235 |
| 10 | 1,241 | 1 | 3,866 | 536 | 8,9 | 1787 | 29,8 | 321 |
| AVRG | 1,9071 | 1,7 | 5,2534 | 315 | 5,3 | 1051 | 17,5 | 256 |
| s_m | 0,6907 | | | | | | | |

Tablica 4.28 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine iverice na lamelo glodalici u stolariji

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 1,143 | 1 | 4,396 | 605 | 10,1 | 2016 | 33,6 | 260 |
| 2 | 0,772 | 1 | 3,803 | 699 | 11,7 | 2330 | 38,8 | 203 |
| 3 | 3,046 | 1 | 8,9853 | 296 | 4,9 | 986 | 16,4 | 339 |
| 4 | 3,9715 | 1 | 11,9624 | 222 | 3,7 | 741 | 12,3 | 332 |
| 5 | 0,724 | 1 | 2,343 | 1135 | 18,9 | 3782 | 63,0 | 309 |
| 6 | 1,1965 | 1 | 3,6148 | 735 | 12,3 | 2451 | 40,9 | 331 |
| 7 | 1,4705 | 1 | 4,1306 | 644 | 10,7 | 2145 | 35,8 | 356 |
| 8 | 1,3015 | 1 | 4,1582 | 639 | 10,7 | 2131 | 35,5 | 313 |
| 9 | 1,9175 | 1,9 | 3,3198 | 421 | 7,0 | 1405 | 23,4 | 304 |
| 10 | 1,1295 | 1,9 | 1,8694 | 748 | 12,5 | 2495 | 41,6 | 318 |
| 11 | 1,2075 | 1,9 | 2,2067 | 634 | 10,6 | 2113 | 35,2 | 288 |
| 12 | 1,8595 | 1,9 | 3,3402 | 419 | 7,0 | 1396 | 23,3 | 293 |
| 13 | 1,823 | 1,9 | 6,9527 | 201 | 3,4 | 671 | 11,2 | 138 |
| 14 | 1,779 | 1,5 | 4,2057 | 421 | 7,0 | 1405 | 23,4 | 282 |
| AVRG | 1,6672 | 1,4 | 4,6634 | 559 | 9,3 | 1862 | 31,0 | 290 |
| s_m | 0,8861 | | | | | | | |

4.1.2 Rezultati određivanja stupnjeva pronalaženja uzorka i količine uzorka mjernom opremom B

U donjim tablicama 4.29 do 4.32 prikazani su izračunati podaci za stupanj pronalaženja uzorka ($t_{\min P}$) i stupanj količine uzorka ($t_{\min K}$) u minutama i satima. Korištene mase odnosno masene koncentracije respirabilne i ukupne frakcije drvnih čestica određivane su za stolariju pored stolarskih strojeva te za vrijeme montaže namještaja. Vrste drva odnosno vrste drvnih materijala uglavnom su vrste drva hrastovina, jelovina te iverica i vlaknatice koje se kao i hrastovina smatraju tvrdim drvnim materijalima.

1) Podaci za uzorke respirabilne frakcije sakupljane opremom B

Tablica 4.29 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije za stolariju F

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,191 | 2 | 0,1969 | 412 | 6,9 | 1374 | 22,9 | 482 |
| 2 | 0,117 | 2 | 0,1254 | 647 | 10,8 | 2156 | 35,9 | 448 |
| 3 | 0,23 | 2 | 0,2597 | 313 | 5,2 | 1042 | 17,4 | 433 |
| 4 | 0,274 | 2 | 0,3036 | 267 | 4,5 | 891 | 14,8 | 439 |
| 5 | 0,182 | 2 | 0,1892 | 429 | 7,1 | 1430 | 23,8 | 481 |
| 6 | 0,216 | 2 | 0,2303 | 352 | 5,9 | 1174 | 19,6 | 449 |
| 7 | 0,158 | 2 | 0,1655 | 490 | 8,2 | 1634 | 27,2 | 454 |
| 8 | 0,197 | 2 | 0,2115 | 384 | 6,4 | 1279 | 21,3 | 447 |
| 9 | 0,204 | 2 | 0,2203 | 368 | 6,1 | 1228 | 20,5 | 446 |
| 10 | 0,192 | 2 | 0,2112 | 384 | 6,4 | 1281 | 21,3 | 440 |
| 11 | 0,319 | 2 | 0,3300 | 246 | 4,1 | 820 | 13,7 | 482 |
| 12 | 0,25 | 2 | 0,2590 | 313 | 5,2 | 1044 | 17,4 | 481 |
| 13 | 0,134 | 2 | 0,1377 | 589 | 9,8 | 1965 | 32,7 | 484 |
| 14 | 0,219 | 2 | 0,2229 | 364 | 6,1 | 1213 | 20,2 | 487 |
| 15 | 0,138 | 2 | 0,1428 | 568 | 9,5 | 1895 | 31,6 | 482 |
| AVRG | 0,2014 | 2,0 | 0,2137 | 409 | 6,8 | 1362 | 22,7 | 462 |
| s_m | 0,0541 | | | | | | | |

Tablica 4.30 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka respirabilne frakcije za stolariju G

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, t_{minP} | | Stupanj količine uzorka, t_{minK} | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|----------------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | mg | L/min | mg/m ³ | min | h | min | h | min |
| 1 | 0,402 | 2 | 0,5776 | 449 | 7 | 1495 | 25 | 328 |
| 2 | 0,237 | 2 | 0,3784 | 685 | 11 | 2283 | 38 | 308 |
| 3 | 0,389 | 2 | 0,6138 | 422 | 7 | 1407 | 23 | 310 |
| 4 | 0,436 | 2 | 0,6489 | 399 | 7 | 1331 | 22 | 321 |
| 5 | 0,191 | 2 | 0,2817 | 920 | 15 | 3066 | 51 | 323 |
| 6 | 0,11 | 2 | 0,1632 | 1588 | 26 | 5293 | 88 | 322 |
| 7 | 0,519 | 2 | 0,7456 | 348 | 6 | 1159 | 19 | 329 |
| 8 | 0,652 | 2 | 1,2085 | 214 | 4 | 715 | 12 | 257 |
| 9 | 0,469 | 2 | 0,6769 | 383 | 6 | 1276 | 21 | 328 |
| 10 | 0,173 | 2 | 0,5888 | 440 | 7 | 1467 | 24 | 136 |
| 11 | 0,187 | 2 | 0,6622 | 391 | 7 | 1304 | 22 | 133 |
| AVRG | 0,3423 | 2,0 | 0,5950 | 567 | 9,5 | 1891 | 31,5 | 281 |
| s_m | 0,1728 | | | | | | | |

2) Podaci za uzorke ukupne frakcije sakupljane opremom B

Tablica 4.31 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine za stolariju F

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m^3 | min | h | min | h | min |
| 1 | 1,358 | 2 | 1,4003 | 634 | 10,6 | 2112 | 35,2 | 482 |
| 2 | 1,5 | 2 | 1,6949 | 523 | 8,7 | 1745 | 29,1 | 433 |
| 3 | 2,09 | 2 | 2,3584 | 376 | 6,3 | 1254 | 20,9 | 434 |
| 4 | 0,922 | 2 | 1,0217 | 868 | 14,5 | 2895 | 48,2 | 439 |
| 5 | 1,128 | 2 | 1,1726 | 757 | 12,6 | 2522 | 42,0 | 481 |
| 6 | 1,633 | 2 | 1,7411 | 510 | 8,5 | 1699 | 28,3 | 449 |
| 7 | 1,179 | 2 | 1,4530 | 611 | 10,2 | 2035 | 33,9 | 387 |
| 8 | 1,242 | 2 | 1,3338 | 665 | 11,1 | 2217 | 37,0 | 447 |
| 9 | 1,925 | 2 | 2,0782 | 427 | 7,1 | 1423 | 23,7 | 446 |
| 10 | 2,073 | 2 | 2,2813 | 389 | 6,5 | 1296 | 21,6 | 440 |
| 11 | 2,766 | 2 | 2,8592 | 310 | 5,2 | 1034 | 17,2 | 482 |
| 12 | 2,935 | 2 | 3,0411 | 292 | 4,9 | 973 | 16,2 | 481 |
| 13 | 1,705 | 2 | 1,7514 | 507 | 8,4 | 1689 | 28,1 | 484 |
| 14 | 2,07 | 2 | 3,0979 | 286 | 4,8 | 955 | 15,9 | 320 |
| 15 | 2,238 | 2 | 2,3103 | 384 | 6,4 | 1280 | 21,3 | 482 |
| AVRG | 1,7843 | 2,0 | 1,9730 | 503 | 8,4 | 1675 | 27,9 | 446 |
| s_m | 0,5915 | | | | | | | |

Tablica 4.32 Stupnjevi pronalaženja uzorka i količine uzorka ukupne prašine za stolariju G

| | Masa uzorka, m | Količina protoka, Q | Masena koncentracija, m_c | Stupanj pronalaženja uzorka, $t_{\min P}$ | | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} |
|-------------|----------------|---------------------|-----------------------------|---|-------------|---------------------------------------|-------------|---|
| | mg | L/min | mg/m^3 | min | h | min | h | min |
| 1 | 2,009 | 2 | 2,8865 | 675 | 11,2 | 2250 | 37,5 | 328 |
| 2 | 2,337 | 2 | 3,1931 | 610 | 10,2 | 2034 | 33,9 | 363 |
| 3 | 2,153 | 2 | 3,3975 | 573 | 9,6 | 1911 | 31,9 | 310 |
| 4 | 2,083 | 2 | 3,0988 | 629 | 10,5 | 2096 | 34,9 | 322 |
| 5 | 1,003 | 2 | 1,4794 | 1317 | 21,9 | 4389 | 73,2 | 323 |
| 6 | 0,858 | 2 | 1,2734 | 1530 | 25,5 | 5099 | 85,0 | 322 |
| 7 | 4,425 | 2 | 6,3441 | 307 | 5,1 | 1024 | 17,1 | 329 |
| 8 | 4,844 | 2 | 8,9554 | 218 | 3,6 | 725 | 12,1 | 258 |
| 9 | 2,74 | 2 | 3,9510 | 493 | 8,2 | 1644 | 27,4 | 328 |
| 10 | 0,967 | 2 | 3,2914 | 592 | 9,9 | 1973 | 32,9 | 136 |
| 11 | 2,447 | 2 | 8,6375 | 226 | 3,8 | 752 | 12,5 | 133 |
| AVRG | 2,3515 | 2,0 | 4,2280 | 652 | 10,9 | 2172 | 36,2 | 286 |
| s_m | 1,2987 | | | | | | | |

4.2 Rezultati analize utjecaja vrste mjernih uređaja na stupnjeve pronalaženja uzorka i količine uzorka

Rezultati statističkog testiranja pokazali su u kojoj je mjeri značajna razlika između stupnjeva pronalaženja uzorka ($t_{\min P}$) i stupnjeva količine uzorka ($t_{\min K}$) za pojedinu vrstu mjerne opreme. Time bi dobili odgovor na pitanje s kojim od dvaju mjernih uređaja za sakupljanje lebdećih čestica drvene prašine treba više vremena za pronalaženje uzorka lebdeće čestice odnosno pronalaženje dovoljne količine uzorka za njeno pouzdano vaganje.

4.2.1 Rezultati analize utjecaja vrste mjernih uređaja za sakupljanje respirabilne frakcije čestica

Tablica 4.33 prikazuje rezultate statističkog testiranja stupnjeva pronalaženja uzorka ($t_{\min P}$) i stupnjeva količine uzorka ($t_{\min K}$) dobivenih iz vrijednosti potrebnih za određivanje masene koncentracije respirabilnih čestica sakupljenih s dvije različite vrste mjerne opreme.

Tablica 4.33 Rezultati testiranja razlika stupnjeva pronalaženja uzorka ($t_{\min P}$) i stupnjeva količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilnih čestica za obje vrste mjerne opreme

| Testirana varijabla za respirabilnu frakciju | Vrsta mjerne opreme | Broj uzorka, N | Aritmetička sredina (min) | Standardna devijacija (min) | Razina signifikantnosti, p |
|--|---------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| $t_{\min P}$ | A | 154 | 633,3 | 827,9 | 0,07 |
| | B | 26 | 475,6 | 272,2 | |
| $t_{\min K}$ | A | 154 | 2111,1 | 2759,8 | 0,08 |
| | B | 25 | 1596,7 | 842,1 | |

Iz tablice 4.33 vidljivo je da se stupnjevi pronalaženja uzorka ($t_{\min P}$) i stupnjevi količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilnih čestica za dvije različite mjerne opreme značajno **ne razlikuju** ($p = 0,07$ odnosno $p = 0,08$). Obje razine signifikantnosti veće su od granične razine od 0,05. Iz podataka deskriptivne statistike vidljivo je veliko rasipanje podataka (standardna devijacija) oko aritmetičkih sredina koje nepouzdana pokazuju da je potrebno dulje vremena prikupljati uzorke respirabilne frakcije pri određivanju masene koncentracije lebdećih čestica s mjernom opremom A.

4.2.2 Rezultati analize utjecaja vrste mjernih uređaja za sakupljanje ukupne prašine

U odnosu na prethodnu analizu, drugačiji je rezultat dobiven za podatke sakupljanja uzoraka ukupne prašine. U tablici 4.34 rezultati statističkog testiranja pokazali su značajnu razliku stupnjeva pronalaženja uzorka ($t_{\min P}$) i stupnjeva količine uzorka ($t_{\min K}$) ukupne prašine za dvije različite mjerne opreme ($p \ll 0,01$). Iz ovih rezultata deskriptivne statistike također je vidljivo veliko rasipanje podataka (standardna devijacija) oko aritmetičkih sredina ali ovdje je moguće pouzdano ($p \ll 0,01$) tvrditi da je potrebno dulje vremena prikupljati uzorke pri određivanju masene koncentracije ukupne prašine s mjernom opremom A negoli s mjernom opremom B. Bolja poздanost sakupljanja uzoraka, prema tome bila je opremom B negoli opremom A.

Tablica 4.34 Statistički obrađeni stupnjevi pronalaženja uzoraka ($t_{\min P}$) i stupnjevi količine uzorka ($t_{\min K}$) ukupne prašine za obje vrste mjerne opreme

| Testirana varijabla za ukupnu prašinu | Vrsta mjerne opreme | Broj uzorka, N | Aritmetička sredina (min) | Standardna devijacija (min) | Razina signifikantnosti, p |
|---------------------------------------|---------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| $t_{\min P}$ | A | 157 | 1004,8 | 1067,6 | $\ll 0,01$ |
| | B | 26 | 565,7 | 304,1 | |
| $t_{\min K}$ | A | 157 | 3326,1 | 3556,0 | $\ll 0,01$ |
| | B | 26 | 1885,6 | 1013,7 | |

4.3 Rezultati analize utjecaja stvarnog vremena sakupljanja uzoraka na stupnjeve pronalaženja uzorka i količine uzorka

Postojeće dobivene mase uzoraka i masene koncentracije respirabilne frakcije i ukupne prašine određivane su kroz stvarno vrijeme sakupljanja (t_{stv}) koje se može dovesti u odnos s izračunatim vremenima potrebnim za sakupljanje pouzdane količine uzorka ($t_{\min P}$ i $t_{\min K}$). Time se ispituje značaj utjecaja stvarnog vremena kroz koje su sakupljeni postojeći uzorci iz čijih značajki (masa, masena koncentracija, količina protoka zraka) su zapravo izračunati stupnjevi pronalaženja uzorka i stupnjevi količine uzorka.

Tablica 4.35 prikazuje statistički obrađena stvarna vremena sakupljanja uzoraka sa stupnjevima pronalaženja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilne frakcije i ukupne prašine za mjernu opremu A i B te Pearsonov koeficijent korelacije dviju testiranih varijabli ($t_{\text{stv}} - t_{\min P}$ odnosno $t_{\text{stv}} - t_{\min K}$). Statističkim testiranjem korelacije pokazalo se da ne postoji značajna

povezanost (k iznosi od $-0,1$ do 0) stvarnog vremena sakupljanja i potrebnog vremena sakupljanja za pouzdanost pronalženja i količine uzorka.

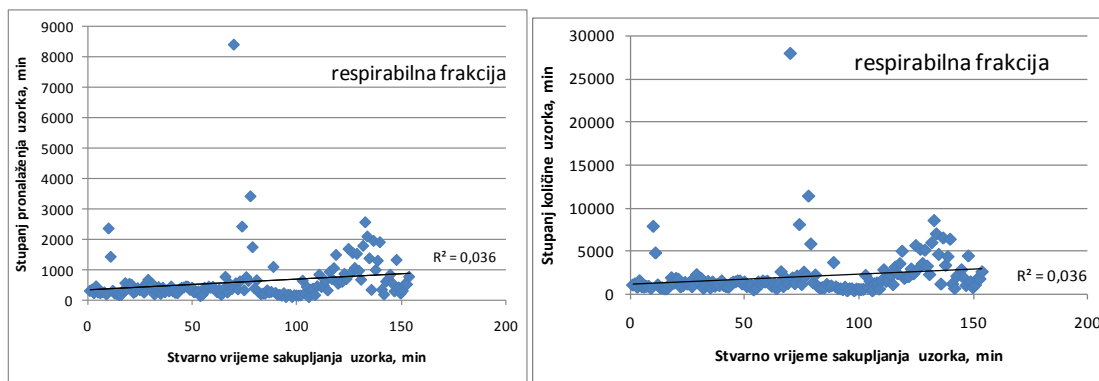
Iz tablice je vidljivo da je stvarno vrijeme sakupljanja uzoraka mjernom opremom A trajalo kraće (4,6 sati) od sakupljanja mjernom opremom B (6,4 odnosno 6,3 sata). Ukoliko bolju pouzdanost sakupljanja uzorka izražavamo nižim stupnjem pronalženja uzoraka ($t_{\min P}$) odnosno nižim stupnjem količine uzorka ($t_{\min K}$), onda je pokazatelj varijabli vidljiv iz tablice 4.35. Očekivano, i ovdje se pokazala bolja pouzdanost kod sakupljanja mjernom opremom B koje je dulje trajalo jer su stupnjevi pronalženja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) nižih vrijednosti od onih za sakupljanje mjernom opremom A. Za obje vrste mjerne opreme pouzdanost sakupljanja respirabilne frakcije je veća od pouzdanosti sakupljanja ukupne prašine.

Tablica 4.35 Statistički obrađena stvarna vremena sakupljanja uzoraka sa stupnjevima pronalženja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilne frakcije i ukupne prašine za mjernu opremu A i B

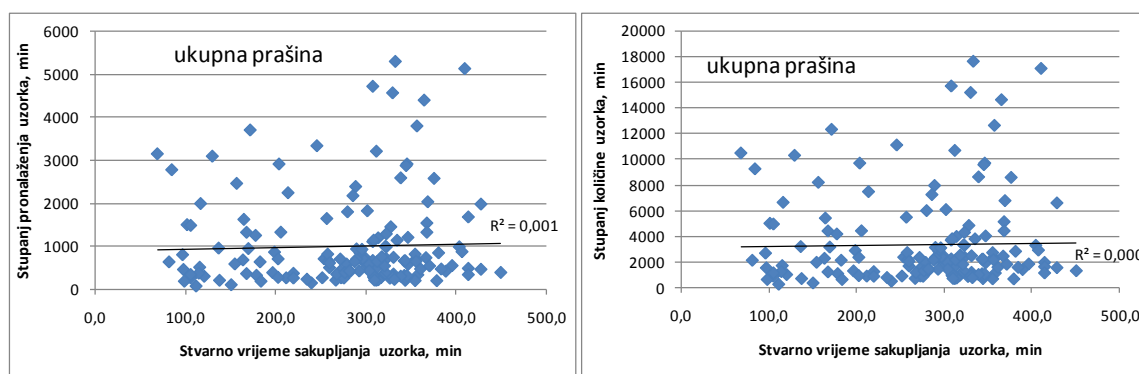
| Vrsta mjerne opreme | Vrsta lebdećih čestica | Aritmetička sredina, (h) | | | Pearsonov koeficijent korelacije, k | |
|---------------------|------------------------|---|--|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| | | Stvarno vrijeme sakupljanja, t_{stv} | Stupanj pronalženja uzorka, $t_{\min P}$ | Stupanj količine uzorka, $t_{\min K}$ | $t_{\text{stv}} - t_{\min P}$ | $t_{\text{stv}} - t_{\min K}$ |
| A | Respirabilna frakcija | 4,6±1,7* | 10,6 | 35,2 | 0 | 0 |
| | Ukupna prašina | 4,6±1,7* | 16,7 | 55,4 | 0 | 0 |
| B | Respirabilna frakcija | 6,4±1,5* | 7,6 | 26,6 | -0,1 | -0,1 |
| | Ukupna prašina | 6,3±1,5* | 9,4 | 31,4 | 0 | 0 |

*aritmetičkoj sredini ovdje je dodan i podatak o standardnoj devijaciji

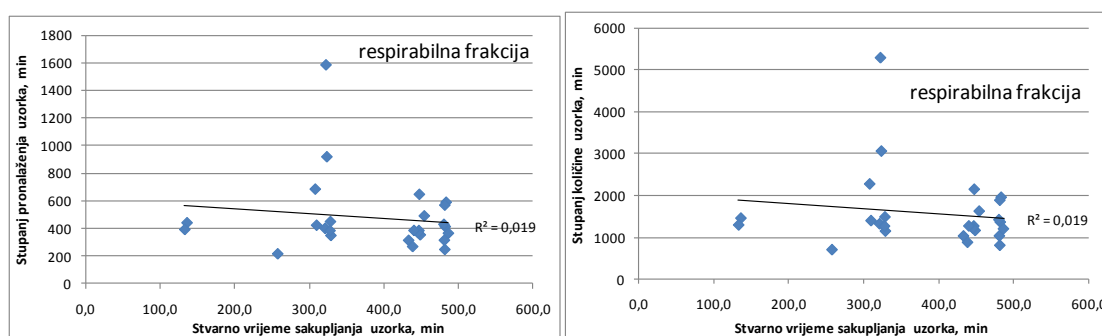
Stvarno vrijeme sakupljanja nije jedini čimbenik pouzdanosti sakupljanja uzoraka jer ona ovisi još i o vrsti opreme (poglavlje 4.2) i masenoj koncentraciji (poglavlje 4.4). Postoji jedino statistički nepouzdana pretpostavka (k je $-0,1$) o očekivanom trendu poboljšanja pouzdanosti sakupljanja povećanjem stvarnog vremena sakupljanja uzoraka (ukoliko niži stupanj pronalženja uzorka i količine uzorka u tim slučajevima smatramo boljom pozdanošću uzorka). Dijagrami na slikama od 4.1 do 4.4 prikazuju slabu, negativnog i pozitivnog trenda, ili nikakvu povezanost varijabli ($k=0$).



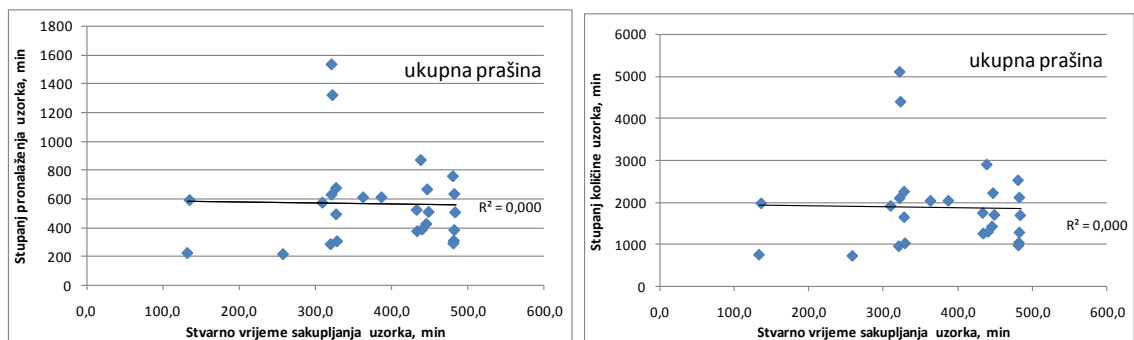
Slika 4.1 Dijagram povezanosti stupnja pronalazjenja uzorka i količine uzorka sa stvarnim vremenom sakupljanja respirabilne frakcije mjernom opremom A



Slika 4.2 Dijagram povezanosti stupnja pronalazjenja uzorka i količine uzorka sa stvarnim vremenom sakupljanja ukupne prašine mjernom opremom A



Slika 4.3 Dijagram povezanosti stupnja pronalazjenja uzorka i količine uzorka sa stvarnim vremenom sakupljanja respirabilne frakcije mjernom opremom B



Slika 4.4 Dijagram povezanosti stupnja pronalazanja uzorka i količine uzorka sa stvarnim vremenom sakupljanja ukupne prašine mjernom opremom B

4.4. Rezultati analize utjecaja vrijednosti masene koncentracije na pozdanost sakupljanja uzorka drvene prašine

Pretpostavka je da bi trajanje sakupljanja uzoraka lebdećih čestica za pouzdano određivanje masene koncentracije zapašenosti radnog prostora trebalo trajati kraće ukoliko je veća zapašenost okolnog zraka. Statističkim analizama pokazala bi se povezanost dobivenih masenih koncentracija sa stvarnim vremenom sakupljanja uzoraka (t_{stV}) i izračunatim vrijednostima potrebnog vremena za pouzdano sakupljanja uzoraka. Potrebno trajanje sakupljanja izraženo je stupnjevima pronalazanja uzoraka (t_{minP}) i količine uzorka (t_{minK}).

4.4.1 Rezultati analize povezanosti masene koncentracije i stvarnog vremena sakupljanja uzoraka

Statistički je analizirana povezanost masene koncentracije i stvarnog vremena sakupljanja. Pokazala se relativno jaka negativna korelacija kod sakupljanja uzoraka respirabilne frakcije ($k = -0,7$) i ukupne prašine ($k = -0,6$) mjernom opremom B. Nešto slabija negativna korelacija pokazala se kod sakupljanja mjernom opremom A respirabilne frakcije ($k = -0,4$) i ukupne prašine ($k = -0,3$).

Može se sa sigurnošću zaključiti da je u slučaju manje zapašenosti okolnog zraka tj. nižih masenih koncentracija lebdećih drvnih čestica potrebno dulje sakupljati uzorke za pouzdano određivanje masene koncentracije negoli u slučaju veće zapašenosti okolnog zraka. I ta je tvrdnja značajnija za rezultate analize podataka dobivenih mjernom opremom B.

4.4.2 Rezultati analize povezanosti masene koncentracije i potrebnog trajanja sakupljanja mjernom opremom A

Nadalje, statistički je analizirana povezanost masene koncentracije i potrebnog trajanja sakupljanja odnosno stupnjeva pronalaženja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilne frakcije i ukupne prašine za mjernu opremu A (tablica 4.36).

Tablica 4.36 Statistički obrađene masene koncentracije (m_c) u korelaciji sa stupnjevima pronalaženja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilne frakcije i ukupne prašine za mjernu opremu A

| Testirana varijabla za mjernu opremu A | Masena koncentracija, m_c | | Pearsonov koeficijent korelacije, k | |
|--|--|--|-------------------------------------|--------------------|
| | Aritmetička sredina (mg/m^3) | Standardna devijacija (mg/m^3) | $m_c - t_{\min P}$ | $m_c - t_{\min K}$ |
| Respirabilna frakcija | 0,7795 | 0,569 | -0,2 | -0,2 |
| Ukupna prašina | 2,7458 | 2,674 | -0,3 | -0,3 |

Ovdje su dobivene nešto slabije povezanosti varijabli jer koeficijenti neaktivne korelacije nešto niži i iznosi od -0,2 do -0,3. Zbog ove relativno nezatne povezanosti postoji nepouzdana pretpostavka da je potrebno dulje sakupljati lebdeće čestice ukoliko je zapašenost okolnog zraka manja.

4.4.3 Rezultati analize povezanosti masene koncentracije i potrebnog trajanja sakupljanja mjernom opremom B

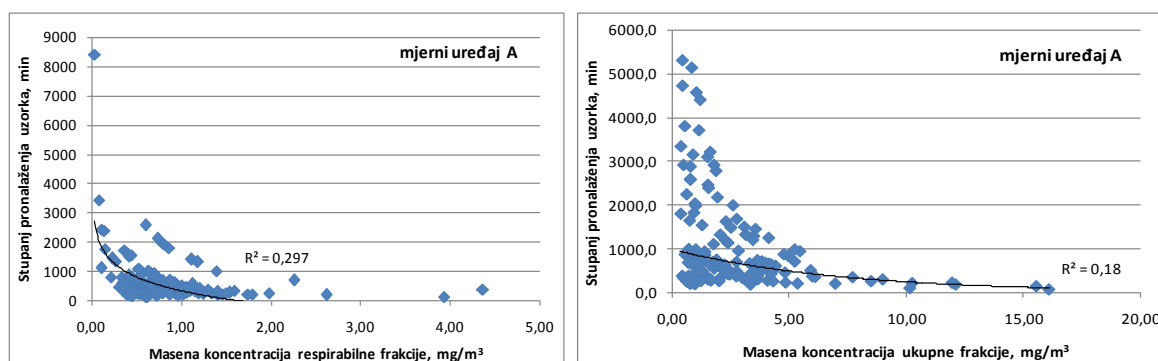
Nešto jača povezanost varijabli dobivena je vezano uz mjernu opremu B jer koeficijenti negativne korelacije iznose od -0,3 do -0,5. Ovdje je s nešto većom sigurnošću moguće tvrditi isto što i za mjernu opremu A, da je potrebno dulje sakupljati lebdeće čestice ukoliko je zapašenost okolnog zraka manja i obratno.

Tablica 4.37 Statistički obrađene masene koncentracije (m_c) u korelaciji sa stupnjevima pronalazanja uzoraka ($t_{\min P}$) i količine uzorka ($t_{\min K}$) respirabilne frakcije i ukupne prašine za mjernu opremu B.

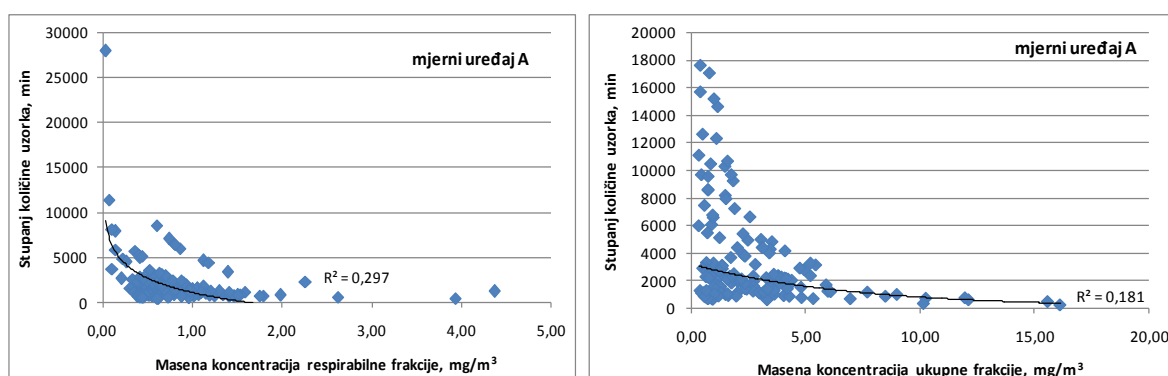
| Testirana varijabla za mjernu opremu B | Masena koncentracija, m_c | | Faktor korelacije, k | |
|--|--|--|----------------------|--------------------|
| | Aritmetička sredina (mg/m^3) | Standardna devijacija (mg/m^3) | $m_c - t_{\min P}$ | $m_c - t_{\min K}$ |
| Respirabilna frakcija | 0,3751 | 0,262 | -0,3 | -0,3 |
| Ukupna prašina | 2,9270 | 2,068 | -0,5 | -0,5 |

O slučaju obje vrste mjerne opreme nešto je pouzdanija navedena tvrdnja za sakupljanje ukupne prašine negoli za sakupljanje respirabilne frakcije, i to za 0,1 vrijednosti koeficijenta.

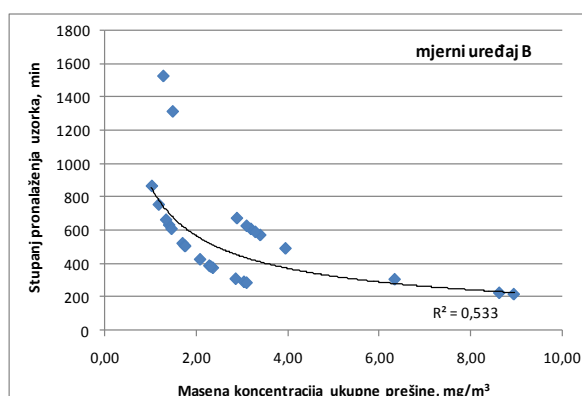
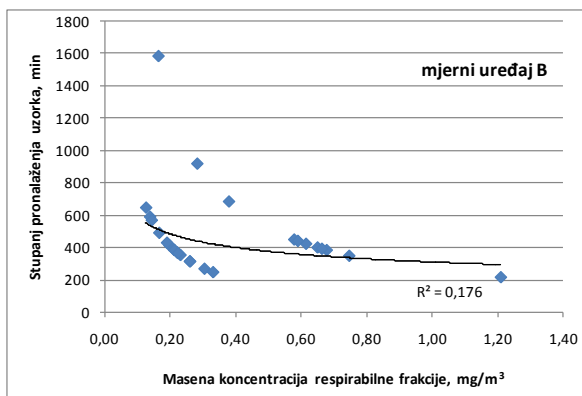
Dijagramima na donjim slikama od 4.5 do 4.8 vidljiva je poveznost analiziranih varijabli.



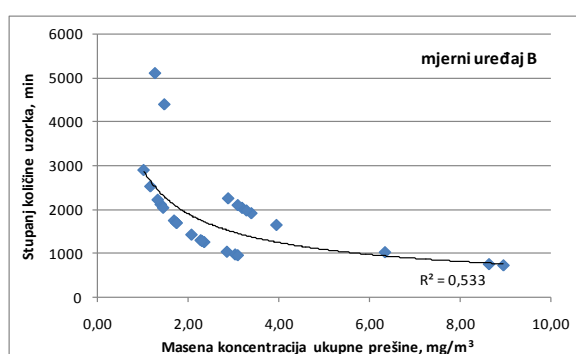
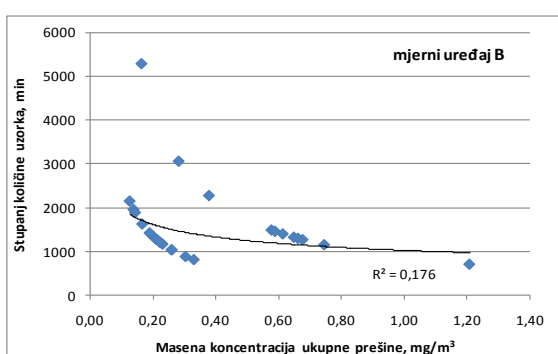
Slika 4.5 Dijagram povezanosti stupnja pronalazanja uzorka s masenom koncentracijom respirabilne frakcije i ukupne prašine sakupljene mjernom opremom A



Slika 4.6 Dijagram povezanosti stupnja količine uzorka s masenom koncentracijom respirabilne frakcije i ukupne prašine sakupljene mjernom opremom A



Slika 4.7 Dijagram povezanosti stupnja pronalazanja uzorka s masenom koncentracijom respirabilne frakcije i ukupne prašine sakupljene mjernom opremom B



Slika 4.8 Dijagram povezanosti stupnja količine uzorka s masenom koncentracijom respirabilne frakcije i ukupne prašine sakupljene mjernom opremom B

5. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata statističke obrade velikog broja podataka može se zaključiti da je bolja pouzdanost sakupljanja uzoraka opremom B nego li opremom A, što se moglo pretpostaviti s obzirom da je oprema B novijeg datuma proizvodnje, a ovo istraživanje je te navode i potvrdilo. Ta je tvrdnja pouzdanija za sakupljanje ukupne prašine nego za respirabilnu frakciju.

Isto tako može se zaključiti da je za obje vrste mjerne opreme pouzdanost sakupljanja respirabilne frakcije veća od pouzdanosti sakupljanja ukupne prašine, te da je potrebno dulje sakupljati lebdeće čestice ukoliko je zapašenost okolnog zraka manja i obratno. Određivane masene koncentracije lebdećih drvnih čestica preporuča se za različite vrste drva s posebnim naglaskom na tvrde vrste zbog veće kancerogenosti prašine, a u Hrvatskoj i zbog velike zastupljenosti u proizvodnji. Kao temeljni zaključak, ovog rada i sličnih radova definitivno se može ostvariti nada da će zaposlenici u drvnjoj industriji jednoga dana imati još bolje uvjete i čišće uvjete rada, kao i to da će drvni sektor jednog dana postati čista industrija, kao i sirovina koju koriste koja je više nego kvalitetna, obnovljiva i rijetko zagađuje okoliš.

6. LITERATURA

1. Čavlović, A., 2012: Interna skripta iz kolegija Zaštita industrijskog okoliša. Recenzirana interna skripta:
<http://www.sumfak.unizg.hr/OdsjekKolegij.aspx?mhlD=3&mvID=89>
2. Čavlović, A., Jug, M., Crnić, D., 2010: Zaštita radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenoj prašini tvrdih vrsta drva. „Drvo je prvo – prijenos znanja u praksu kao put izlaska iz krize : Ambijenta 2010, Zagrebački Velesajam, 75-84.
3. Hall, A., Teschke, K., Davies, H., Demers, P., Marion, S., 2002: Exposure Levels and Determinants of Softwood Dust Exposures in BC Lumber Mills, 1981 – 1997. AIHAJ, 63(11/12), 709 – 714.
4. Kos, A., Horvat, D., Šega, K., 1999: Istraživanje nekih čimbenika zaprašenosti radne okolice u pogonima za finalnu obradbu drva. Drvna industrija, Vol 50 (1); str. 11-18.
5. Kos, A., Horvat, D., Šega, K., 2000: Ovisnost kakvoće otprašivanja o kraćim prekidima rada kombiniranoga stroja. Drvna industrija, Vol 51 (2); str. 69-75.
6. Kos, A., Beljo Lučić, R., Horvat, D., 2001: Istina i dvojbe o kancerogenosti drvne prašine bukovine i hrastovine. Međunarodno savjetovanje "Drvo, materijal budućnosti u dizajnu namještaja", Ambijenta 2001, 51-59
7. Kos, A., 2002: Istraživanje utjecaja režima rada radnih strojeva i kakvoće odsisa na radno okruženje pogona finalne obrade drva. Doktorska disertacija
8. Kos, A., Beljo Lučić, R., Horvat, D., Šega, K., 2002: Research of air quality at woodworking places in furniture factory. III. Međunarodna vedecka konferencia “Trieskove a beztrieskove obradbenie dreva '02”, Stary Smokovec – Tatry, 103 – 109.
9. Kos, A., Beljo-Lučić, R., Horvat, D., Šega, K., Bešlić, I., 2002: Čimbenici koji utječu na zaprašenost u drvoprerađivačkim pogonima. Drvna industrija 53 (3), 131 – 140.

10. Puntarić,D., Kos, A.,Šmit, Z., Zečić,Ž., Šega,K., Beljo Lučić, R., Horvat,D., Bošnjir J.,2005: Wood Dust Exposure in Wood Industry and Forestry: Coll. Antropol. 29 (2005) 1: 221–225
11. Svjatkov, S., 1969: Pneumatski transport usitnjenog drva, Zavod za tehnologiju drveta, Sarajevo, 80-88.
12. Council Directive 2004/37/EC of 29 April 2004 on the protection of workers from the risk related to exposure to carcinogens or mutagens at work (sixth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Council Directive 89/391/EEC). Official Journal of the European Union L 158, 30/04/ 2004
13. HRN CEN/TR 15230:2007 HRN CEN/TR 15230:2007, Atmosfera radnih prostora – Smjernice za uzorkovanje inhalabilnih, torakalnih i respirabilnih frakcija aerosola (CEN/TR 15230:2005)
14. Pravilnika o izradi procjene opasnosti (NN 126/2003)
15. Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti karcinogenim ili mutagenim tvarima (NN 40/2007)
16. EN ISO 10882-1:2001,Zdravlje i sigurnost pri zavarivanju i srodnim postupcima – Uzorkovanje lebdećih čestica i plinova u području disanja radnika –1. dio: Uzorkovanje lebdećih čestica (ISO 10882-1:2001)