

UDK 636.083.312:63-492.2:636.1

Ljiljana Janković, Brana Radenković-Damnjanović, Marijana Vučinić, Milutin Đorđević<sup>1</sup>

## KARAKTERIZACIJA ČESTICA PRAŠINE U VAZDUHU SMEŠTAJNIH OBJEKATA ZA KONJE

### Kratak sadržaj

U radu su ispitivane kvantitativne i kvalitativne osobine čestica prašine u vazduhu 30 štala za konje u selima u okolini Beograda i Požarevca. Ispitivanja su obavljena u zimskoj i letnjoj sezoni. Sva merenja su ponovljena tri puta. Kvantitativna i kvalitativna analiza uzorkovane prašine obavljena je koniometrijskim metodom. Vazduh je uzorkovan na visini od 80 cm (zona disanja konja). Takođe je uzorkovan 15 minuta pre radnih aktivnosti u štalama, kao što su izđubavanje i hranjenje konja, u toku radnih aktivnosti i 15 i 30 minuta posle radnih aktivnosti. Istraživanjima su ustanovljene znatno veće koncentracije prašine u zimskoj nego u letnjoj sezoni. Koncentracija čestica prašine respiratorne frakcije je takođe bila veća u zimskim nego u letnjim mesecima. Najviše su bile zastupljene čestice prašine nepravilnog i sferičnog oblika.

**Ključne reči:** prašina, vazduh, konj, štala.

Ljiljana Janković, Brana Radenković-Damnjanović, Marijana Vučinić, Milutin Đorđević<sup>2</sup>

## CHARACTERISATION OF AIRBORNE DUST PARTICLES IN HORSE STALLS

### Abstract

In the study qualitative and quantitative properties of airborne dust particles in 30 horse stalls were examined during winter and summer months in villages near Belgrade and Požarevac in Serbia. All measures were repeated three times in each stall. Quantitative and qualitative analyses of sampled dust particles were performed by conometric method. Air were sampled 80 cm (horse breathing area).. Also, air were sampled 15 minutes before custom daily working activities, such as waste removal from stalls and horse feeding, during these activities, 15 and 30 minutes after these activities. The investigation disclosed the statistically higher level of airborne dust particles in winter months than in summer months. The level of respiratory fraction in airborne dust samples was also higher during winter than summer months. Dust particles of irregular and spherical shape dominated.

**Key words:** dust, air, horse, stall.

<sup>1</sup> Dr Ljiljana Janković, red. prof.; dr Brana Radenković-Damnjanović, red. prof.; dr Marijana Vučinić, docent; dr Milutin Đorđević, docent; Katedra za zoohigijenu, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

<sup>2</sup> Prof. Ljiljana Janković, PhD, Prof. Brana Radenković-Damnjanović, PhD, Docent Marijana Vučinić, PhD, Docent Milutin Đorđević, PhD, Faculty of Veterinary Medicine, Belgrade

## UVOD

Zagađivači vazduha kojima se pridaje najveći značaj sa zdravstvenog aspekta jesu štetni gasovi i prašina. U zavisnosti od količine, fizičkih osobina (veličina i oblik čestica) i hemijskog sastava, prašina na živi svet ispoljava različite štetne uticaje. Ovo negativno delovanje na živi svet može biti neposredno i posredno. Neposredno na čoveka i životinje prašina deluje mehaničkom iritacijom kože i sluzokože disajnih organa, kao aerosolni alergen, a respiratornom frakcijom nepovoljnog hemijskog sastava izaziva različite poremećaje organa za disanje. Ovo posebno važi za industrijsku prašinu, koja je glavni etiološki činilac različitih pneumokonioza čoveka i životinja (silikoza, antrakoza, azbestoza i sl.).

Čestice prašine predstavljaju i epizootološko-epidemiološki problem jer na svojoj površini mogu nositi različite mikroorganizme (bioaerosol) i zato imaju funkciju mehaničkog vektora.

U zavisnosti od količine i hemijskog sastava, prašina u vazduhu može predstavljati i potencijalnu opasnost za nastanak eksplozija i požara.

Velike količine prašine u vazduhu smanjuju njegovu transparentnost, što otežava različite aktivnosti čoveka i životinja, stvara osećaj neprijatnosti i nesigurnosti. Transparentnost vazduha je smanjena i usled taloženja prašine na prozorska stakla. Na ovaj način veće količine prašine u vazduhu smanjuju i intenzitet osvetljenja i vidljivost u objektima za smeštaj životinja.

Svojim prisustvom u vazduhu i taloženjem, prašina predstavlja i estetski problem zatvorenih prostorija, iz kojeg se lako može doneti zaključak i o higijensko-sanitarnim uslovima u određenom prostoru. Čestice prašine se talože na horizontalne površine koje onečišćavaju. Vazдушna strujanja istaloženu prašinu ponovo podižu na veće visine i distribuiraju čestice prašine na manje ili veće udaljenosti od mesta taloženja.

Danas se kao sinonim za prašinu vazduha pretežno sastavljenu od čestica u čvrstom stanju i sitnih kapljica tečnosti organskog porekla koristi termin „bioaerosol“. U bioaerosolu su manjim delom zastupljene čestice prašine, kapljice tečnosti neorganskog porekla, čestice poreklom od izumrlih ćelija epidermisa, epitela sluzokoža prirodnih otvora, sasušanih ekskreta i sekreta (feces, urin, iskašljica i sl.), čestice hrane, prostirke i mikroorganizama, kao

i onih koji su strujanjem vazдушnih masa, odnosno razmenom gasova sa spoljašnjom sredinom, dospeli u unutrašnjost objekta (Janković i sar., 2011).

U objektima za smeštaj životinja koncentracije prašine su različite. One često prelaze granice preporučenih, dozvoljenih vrednosti za određenu vrstu životinja i radno osoblje.

Prosečna veličina čestica bioaerosola varira od 0,001 do 100  $\mu\text{m}$ . Pored toga što rizik za zdravstveno stanje životinja i čoveka predstavlja ukupna inhalatorna frakcija (čestice bioaerosola manje od 10  $\mu\text{m}$ ), veoma je bitno istaći činjenicu da do alveola dopiru samo čestice prašine prečnika manjeg od 5  $\mu\text{m}$ , koje predstavljaju takozvanu respiratornu frakciju (Airaksinen i sar., 2005; Butera i sar., 1991; Clements i sar., 2007b). Kako je već istaknuto, pored mehaničke iritacije kože i sluzokoža konjunktiva i gornjih partija respiratornog trakta, čestice respiratorne frakcije mogu biti i glavni uzrok kako pneumokonioza, tako i bakterijskih, virusnih i gljivičnih infekcija (Berndt i sar., 2008).

Oblik čestica prašine u vazduhu objekata za smeštaj životinja je raznovrstan, počev od čestica sferičnog oblika, pa sve do čestica igličastog oblika, oštrih i nazubljenih ivica. Najveći potencijal mehaničke iritacije kože i sluzokoža poseduju čestice igličastog oblika. Usled potencijala mehaničke iritacije kože i sluzokoža, ove čestice bioaerosola mogu biti uzrok ekcema, alergijskih dermatitisa, konjunktivitisa, rinitisa, laringitisa i traheitisa neinfektivne etiologije (Mohd Azam Khan i sar., 2005).

Ukupan broj čestica prašine i mikroorganizama u vazduhu objekata u kojima borave životinje uslovljen je načinom smeštaja životinja, gustinom naseljenosti, načinom ishrane, uzrastom životinja, funkcionisanjem ventilacionog sistema, načinom izdubavanja, mikroklimatskim uslovima, a na prvom mestu temperaturom i relativnom vlažnosti vazduha, depozicijom čestica prašine na površinama objekta i brzinom strujanja vazдушnih masa (Đorđević i sar., 2001). Kvantitet i kvalitet prašine u vazduhu objekata za smeštaj životinja uslovljen je i dnevnim variranjima aktivnosti životinja i tehnoloških operacija koje se sprovode unutar objekta (ishrana, napajanje, izdubavanje i dr.).

Veliki broj konja provede veći deo svog životnog veka u zatvorenim smeštajnim objektima, u štalama, u kojima su izloženi negativnom uticaju zaga-

divača vazduha u gasovitom i čvrstom obliku. Jedan od takvih zagađivača je prašina u vazduhu štala. Brojni su činioci koji utiču na koncentraciju čestica prašine u vazduhu smeštajnih objekata za konje, a na prvom mestu su to vrsta, kvalitet i oblik hraniva i vrsta i kvalitet prostirke. Međutim, kako je zona disanja konja približno ekvivalentna zoni ishrane konja, to vrsta, kvalitet i oblik hraniva imaju jači uticaj na količinu prašine u vazduhu od prostirke. Kvalitet vazduha u štalama je od presudnog značaja za zdravlje i upotrebnu vrednost konja, jer je respiratorni trakt konja osetljiviji na zagađivače u vazduhu od ostalih domaćih životinja. Kod konja je nekoliko oboljenja respiratornih organa dovedeno u direktnu vezu sa kvalitetom vazduha, a među njima je najčešća rekurentna opstrukcija disajnih puteva, ranije poznata kao hronična opstruktivna bolest pluća i zapaljenje disajnih puteva (Robinson, 2000; Art i sar., 2002; Ainsworth i sar., 2003; Robinson, 2003; Robinson i sar., 2006; Couetil i sar., 2005; 2007). Kod starijih konja, prašina u vazduhu obično prouzrokuje zapaljenje donjih disajnih puteva, dok je kod mlađih konja učestalije zapaljenje gornjih disajnih puteva. Takođe, stalno udisanje čestica prašine znatno pogoršava akutna infektivna zapaljenja disajnih puteva konja. Holcombe i sar. (2001) su ustanovili da je štalsko držanje u direktnoj vezi sa inflamacijom donjih i gornjih disajnih puteva mlađih konja. Utvrđeno je da je kod velikog broja klinički zdravih konja sa odličnim radnim i sportskim osobinama često prisutno zapaljenje disajnih puteva prouzrokovano prisustvom prašine u vazduhu (Couetil i sar., 2005, 2007; Ainsworth i sar., 2003; Woods i sar., 2003). Pored štetnog uticaja na zdravstveno stanje konja, prašina u vazduhu štala negativno utiče i na zdravlje radnika koji svakodnevno u njima borave. Zato je od značaja ispitivanja količine i osobina čestica prašine u vazduhu smeštajnih objekata za konje.

Prašina u vazduhu štala ispoljava negativan uticaj na zdravlje konja i radnika. Negativan uticaj je direktno proporcionalan količini prašine, i to respiratorne frakcije prečnika ispod 5  $\mu\text{m}$  u obliku čestica prašine respiratorne frakcije, pri čemu čestice ovalnog i izduženog oblika poseduju sposobnost da penetriju kroz zid alveola (Riihimäki i sar., 2008).

Cilj ovih istraživanja je određivanje količine i kvaliteta prašine u štalama za konje u zavisnosti od godišnjeg doba (leto/zima), prostorne (vertikalne) distribucije i radnih aktivnosti u štalama (izdubrava-

nje i hranjenje), kao i procena rizika, na osnovu ustanovljenih kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja, koji prašina predstavlja za zdravlje konja i čoveka.

## MATERIJAL I METODE RADA

Materijal za ova istraživanja bio je vazduh smeštajnih objekata za konje na privatnim gazdinstvima Beograda i Požarevca.

Za istraživanja je odabrano 30 privatnih gazdinstava koja poseduju konje i smeštajne objekte za konje konvencionalnog tipa.

Uzorkovanje vazduha je obavljeno u zimskoj i letnjoj sezoni. U svakoj štali vazduh je uzorkovan u tri nezavisna ciklusa, što znači da je za analizu ukupno uzeto 90 uzoraka vazduha u zimskoj i 90 uzoraka vazduha u letnjoj sezoni. Uzorkovanje vazduha u letnjoj sezoni obavljeno je u periodu od 25. juna do 18. avgusta 2008. godine. Uzorkovanje vazduha u zimskoj sezoni obavljeno je u periodu od 11. januara 2009. do 04. marta 2009. godine.

Vazduh je uzorkovan na visini od 80 cm (zona disanja konja) i to u periodu 15 minuta pre početka radnih aktivnosti (hranjenje i izdubavanje), u toku samih aktivnosti i 15 minuta i 30 minuta posle prestanka radnih aktivnosti.

Uzorkovanje vazduha, kao i kvantitativna i kvalitativna analiza čestica prašine u vazduhu obavljena je koniometrijskom metodom (WHO, 1995). Koristio se koniometar proizvođača *Carl Zeiss, Jena*, koji poseduje uređaj za uzorkovanje vazduha i optički uređaj za kvantitativnu i kvalitativnu analizu čestica prašine.

Koniometrijskom analizom su utvrđivani sledeći pokazatelji kvaliteta štalskog vazduha: ukupna koncentracija prašine (broj čestica/  $\text{m}^3$  vazduha), koncentracija respiratorne frakcije (broj čestica  $<5\mu\text{m}^3$  vazduha), zastupljenost i odnos čestica sferičnog, ovalnog, izduženog i nepravilnog oblika u respiratornoj frakciji ( $<5\mu\text{m}$ ).

Statistička obrada podataka urađena je u programima Vassar Stats (©Richard Lowry 1998–2007, Vassar College, Poughkeepsie, NY, USA) i MedCalc.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

U tabelama 1. i 2. su dati rezultati statističke analize razlika između ukupnog broja čestica prašine

u zimskom i letnjem periodu (tabela 1) i statističke analize razlika između apsolutnog broja čestica prašine respiratorne frakcije, takođe u zimskom i letnjem periodu (tabela 2) za nivo zone disanja konja od 80 cm.

**Tabela 1.** Razlika u ukupnom broju čestica prašine u vazduhu smeštajnih objekata za konje između zimskog i letnjeg perioda ( $N = 90$ ;  $nh10^{-6}m^3$ )

Vreme merenja	Visina uzorkovanja vazduha (cm)		Statistički pokazatelji značajnosti razlika
	80		
	Zima	Leto	
15 minuta pre dnevnih operacija	25,08±5,12	12,36±4,48	Razlika = -12,72 95% CI = -14,135 do -11,305 t = -17,737 DF = 178 P < 0,0001
U toku dnevnih operacija	33,34±9,21	22,38±4,28	Razlika = -10,96 95% CI = -13,073 do -8,847 t = -10,238 DF = 178 P < 0,0001
15 minuta posle dnevnih operacija	29,45±7,12	19,25±3,39	Razlika = -10,2 95% CI = -11,84 do -8,56 t = -12,271 DF = 178 P < 0,0001
30 minuta posle dnevnih operacija	27,26±4,62	14,42±3,11	Razlika = -12,84 95% CI = -13,998 do -11,682 t = -21,872 DF = 178 P < 0,0001

**Tabela 2.** Razlika u broju čestica prašine respiratorne frakcije ( $< 5 \mu m$ ) u vazduhu smeštajnih objekata za konje između zimskog i letnjeg perioda ( $N = 90$ ;  $nh10^{-6}m^3$ )

Vreme merenja	Visina uzorkovanja vazduha (cm)		Statistički pokazatelji značajnosti razlika
	80		
	Zima	Leto	
15 minuta pre dnevnih operacija	10,33±3,76	7,78±3,03	Razlika = -2,55 95% CI = -3,554 do -1,546 t = -5,010 DF = 178 P < 0,0001
U toku dnevnih operacija	17,08±3,16	11,89±3,18	Razlika = -5,19 95% CI = -6,123 do -4,257 t = -10,983 DF = 178 P < 0,0001
15 minuta posle dnevnih operacija	16,66±3,77	10,12±2,48	Razlika = -6,54 95% CI = -7,479 do -5,601 t = -13,749 DF = 178 P < 0,0001
30 minuta posle dnevnih operacija	13,89±3,26	8,29±3,08	Razlika = -5,6 95% CI = -6,533 do -4,667 t = -11,846 DF = 178 P < 0,0001

Iz tabele 1. se uočava da je ukupan broj čestica prašine u vazduhu štala za konje, u zimskoj sezoni, statistički značajno veći od ukupnog broja čestica prašine u letnjoj sezoni u zoni disanja konja, u svim vremenskim intervalima merenja za nivo verovatnoće od  $P < 0.0001$ .

Iz tabele 2. se uočava da je broj čestica prašine respiratorne frakcije u vazduhu štala za konje, u

zimskoj sezoni, statistički značajno veći od broja čestica prašine respiratorne frakcije u letnjoj sezoni u zoni disanja konja, u svim vremenskim intervalima merenja za nivo verovatnoće od  $P < 0.0001$ .

U tabeli 3. dati su rezultati statističke analize razlika između relativnog broja čestica prašine respiratorne frakcije u zimskom i letnjem periodu za nivo zone disanja konja od 80 cm.

**Tabela 3.** Razlika relativnog broja čestica prašine respiratorne frakcije ( $< 5 \mu\text{m}$ ) u vazduhu smeštajnih objekata za konje između zimskog i letnjeg perioda (%)

Vreme merenja	Visina uzorkovanja vazduha (cm)		Statistički pokazatelji značajnosti razlika
	80		
	Zima	Leto	
15 minuta pre dnevnih operacija	41,19	62,94	Razlika = 21,75% 95% CI= 7,504 do 35,996 $h^2 = 7,680$ DF = 1 P = 0,0056
U toku dnevnih operacija	51,23	53,13	Razlika = 1,90% 95% CI= -12,69 do 16,49 $h^2 = 0,011$ DF = 1 P = 0,9156
15 minuta posle dnevnih operacija	56,57	52,57	Razlika = 4,00% 95% CI= -10,536 do 18,536 $h^2 = 0,15$ DF = 1 P = 0,6971
30 minuta posle dnevnih operacija	50,95	57,49	Razlika = 6,54% 95% CI= -7,985 do 21,065 $h^2 = 0,534$ DF = 1 P = 0,4648

Iz priložene tabele jasno se uočava da je procentualni udeo čestica prašine respiratorne frakcije, u letnjoj sezoni, u nivou disanja konja, statistički značajno veći od procentualnog udela čestica prašine iste frakcije u zimskom periodu, 15 minuta pre početka radnih aktivnosti, za nivo verovatnoće od  $P = 0.0056$ .

U tabeli 4. prikazana je procentualna zastupljenost čestica prašine respiratorne frakcije u zimskoj i letnjoj sezoni u odnosu na njihov oblik, i to u zoni disanja konja na visini od 80 cm iznad poda.

**Tabela 4.** Procentualna zastupljenost čestica prašine različitih oblika u respiratornoj frakciji (%), u zoni disanja konja (80 cm)

Vreme merenja	Oblik čestica prašine respiratorne frakcije u zoni disanja konja							
	Sferičan		Ovalan		Izdužen		Nepravilan	
	Zima	Leto	Zima	Leto	Zima	Leto	Zima	Leto
15 minuta pre dnevnih operacija	22,18	45,02	10,13	6,54	7,59	5,18	60,01	43,26
U toku dnevnih operacija	3,23	27,13	19,31	7,41	9,22	7,09	68,24	58,37
15 minuta posle dnevnih operacija	11,52	32,01	15,42	7,13	8,28	6,63	64,78	54,23
30 minuta posle dnevnih operacija	18,92	36,93	11,86	6,89	7,87	6,07	61,35	50,11

Kako se može uočiti, i u zimskoj i u letnjoj sezoni, najviše su zastupljene čestice nepravilnog oblika, kako 15 minuta pre početka radnih aktivnosti, tako i u toku samih radnih aktivnosti i 15 i 30 minuta po njihovom prestanku. U zimskom periodu, pre početka radnih aktivnosti, procentualni udeo čestica prašine respiratorne frakcije nepravilnog oblika iznosi 60,01%, a u letnjem periodu 43,26%. U toku radnih aktivnosti, njihova procentualna zastupljenost se povećava na 68,24% u zimskoj sezoni i na 58,37% u letnjoj sezoni. Na drugom mestu po procentualnoj zastupljenosti su čestice prašine respiratorne frakcije sferičnog oblika, koje su 15 minuta pre početka radnih aktivnosti u zimskom periodu zastupljene sa 22,18%, a u letnjem periodu sa 45,02%. Međutim, i u letnjoj i u zimskoj sezoni, u toku radnih aktivnosti, dolazi do smanjenja procentualne zastupljenosti čestica sferičnog oblika, tako da su u zimskoj sezoni zastupljene sa 3,23%, a u letnjoj sa 27,13% u odnosu na period pre početka radnih aktivnosti. Na trećem mestu po procentualnoj zastupljenosti su čestice ovalnog oblika, a zatim čestice izduženog oblika. U zimskoj sezoni, pre početka radnih aktivnosti, čestice ovalnog oblika su zastupljene sa 10,13%, a njihov procentualni udeo se povećava u toku radnih aktivnosti na 19,31%. I u letnjoj sezoni se njihov procentualni udeo povećava sa 6,54% pre početka radnih aktivnosti na 7,41% u toku radnih aktivnosti. Na četvrtom mestu po zastupljenosti su čestice izduženog oblika. I njihov procentualni udeo se povećava u toku radnih aktivnosti, i to sa 7,59% pre početka radnih aktivnosti na 9,22% u toku radnih aktivnosti u zimskom periodu i sa 5,18% pre početka radnih aktivnosti na 7,09% u toku njihovog izvođenja u letnjem periodu. Dinamika promene procentualne zastupljenosti čestica razli-

čitih oblika u zoni disanja konja, u zimskom i letnjem periodu, u zavisnosti je od vremena uzorkovanja (pre, u toku i posle radnih aktivnosti).

## DISKUSIJA

Prosečan apsolutni broj svih čestica prašine u vazduhu 30 štala za konje u ovim istraživanjima ispoljio je variranja u zavisnosti od sezone i vremena uzorkovanja vazduha.

Pokazalo se da je u toku zimske sezone ukupan broj čestica prašine veći od ukupnog broja čestica prašine u letnjoj sezoni i da u zoni disanja konja 15 minuta pre početka izdubaravanja i hranjenja konja iznosi  $25,08 \pm 5,12 \text{h}10^{-6} \text{m}^3$  u zimskoj i  $12,36 \pm 4,48 \text{h}10^{-6} \text{m}^3$  u letnjoj sezoni.

Radne aktivnosti kao što su izdubaravanje i hranjenje konja dovode do povećanja ukupnog broja čestica prašine, kako u zimskoj ( $33,34 \pm 9,21 \text{h}10^{-6} \text{m}^3$ ) tako i u letnjoj ( $22,38 \pm 4,28 \text{h}10^{-6} \text{m}^3$ ) sezoni u odnosu na njihov broj pre početka radnih aktivnosti. Utvrđeno je da je ovo povećanje statistički značajno (zimski sezona:  $t = 7,436$ ,  $P < 0.0001$  i letnja sezona:  $t = 15,342$ ;  $P < 0.0001$ ), kao i da je ukupan broj čestica prašine u vazduhu štala, u zimskoj sezoni, statistički značajno veći od ukupnog broja čestica prašine u vazduhu štala, u letnjoj sezoni ( $t = 17,737$ ;  $DF = 178$ ;  $P < 0.0001$ ). Do potpunog smanjenja ukupnog broja čestica prašine na nivo ustanovljen pre započinjanja radnih aktivnosti ne dolazi ni 30 minuta posle njihovog prestanka. Pola sata posle prestanka radnih aktivnosti, ukupan broj čestica prašine u zoni disanja konja, u zimskoj sezoni, iznosi  $27,26 \pm 4,62 \text{h}10^{-6} \text{m}^3$ , a u letnjoj sezoni iznosi  $14,42 \pm 3,11 \text{h}10^{-6} \text{m}^3$ . Ukupan broj čestica

prašine pre je pokazatelj higijenskog statusa štale nego zdravstvenog rizika za konje i radno osoblje. Za procenu zdravstvenog rizika koristi se apsolutni i relativni broj čestica prašine respiratorne frakcije, čiji je prečnik manji od 5  $\mu\text{m}$ , kao i oblik čestica prašine respiratorne frakcije. Prema rezultatima drugih istraživača, koji su koristili koniometrijski metod (Art i sar., 2002) za kvantitativnu i kvalitativnu karakterizaciju čestica prašine u vazduhu štala, apsolutni broj čestica prašine respiratorne frakcije može da varira od 2,28 do 166,28/cm<sup>3</sup> vazduha. U ovim istraživanjima apsolutni broj čestica prašine respiratorne frakcije, u zoni disanja konja, iznosio je 10,33±3,76/cm<sup>3</sup> vazduha u zimskoj sezoni (41,19%), 15 minuta pre početka radnih aktivnosti i u letnjoj sezoni 7,78±3,03/cm<sup>3</sup> (62,94%). Rezultati za apsolutni i relativni broj čestica prašine respiratorne frakcije u saglasnosti su sa rezultatima koje su dobili Art i sar. (2002). Mada je ukupan broj čestica prašine veći u zimskoj sezoni i mada je veći apsolutni broj čestica prašine respiratorne frakcije, takođe, u zimskoj sezoni, ipak su čestice respiratorne frakcije, u vazduhu štala, procentualno zastupljenije u zoni disanja konja u letnjoj sezoni i ova razlika je statistički značajna (zima : leto = 41,19% : 62,94%;  $h^2 = 7.680$ ,  $P = 0.0056$ ).

Ispitivanja oblika čestica u respiratornoj frakciji prašine, u zoni disanja konja, otkrila su da su procentualno najzastupljenije čestice nepravilnog oblika, kojih 15 minuta pre početka radnih aktivnosti ima 60,01% u zimskoj sezoni i 43,26% u letnjoj sezoni. Na drugom mestu po zastupljenosti su čestice sferičnog oblika (zimska sezona: 22,18% i letnja sezona: 45,02%), a zatim čestice ovalnog (zimska sezona: 10,13% i letnja sezona: 6,54%) i izduženog oblika (zimska sezona: 7,59% i letnja sezona: 5,18%). Prema navodima Mohd Azam Khan i sar. (2005), samo čestice ovalnog i izduženog oblika čiji je prečnik manji od 5  $\mu\text{m}$  poseduju sposobnost da dopru do alveola i penetriraju alveolarni epitel, tako da one predstavljaju zdravstveni rizik za konje, a posebno u zimskoj sezoni, kada konji sve vreme provode u zatvorenim štalama pri niskom obimu ventilacije. U istraživanjima ovih autora, čestice prašine ovalnog i izduženog oblika bile su zastupljene sa 15,11%, i to 15 minuta pre početka radnih aktivnosti. U ovim istraživanjima, u zimskoj sezoni, u zoni disanja konja, zbir procentualnog udela čestica ovalnog i izduženog oblika iznosi 17,62%, dok u letnjoj sezoni iznosi 11,72%. U odnosu na rezultate Mohd Azam Khan i sar. (2005), u

istraživanjima koja su bila predmet ovog rada, u zimskoj sezoni, ustanovljena je veća procentualna zastupljenost čestica ovalnog i izduženog oblika, a u letnjoj sezoni manja. Ovakav nalaz predstavlja još jedan dokaz da su konji u toku zimskih meseci izloženi većem zdravstvenom riziku od negativnog uticaja prašine nego u letnjim mesecima, kada veći deo vremena provode izvan štala. U toku radnih aktivnosti povećava se procentualni udeo čestica ovalnog i izduženog oblika, tako da i radne aktivnosti, kao što su izdubavanje i hranjenje, predstavljaju dodatni zdravstveni rizik ne samo za konje, već i za radnike.

### ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata se može zaključiti da rizik po zdravstveno stanje konja u ispitivanim štalama predstavlja, pored velike koncentracije prašine, i oblik čestica prašine respiratorne frakcije. Ovakvo stanje ukazuje na neodgovarajuću ventilaciju štala kako u zimskoj, tako i u letnjoj sezoni. Zato vlasnicima treba savetovati da koriguju postojeće sisteme ventilacije u svojim štalama, a to se odnosi na prirodnu ventilaciju, odnosno da što češće provetravaju štale, da konjima omoguće što duži boravak izvan štala, kao i da za ishranu koriste kvalitetno seno, koje treba navlažiti pre nego što ga raspodele konjima, kao i da izbegavaju skladištenje sena na tavanskom prostoru iznad zone disanja konja.

### LITERATURA

1. Ainsworth D. M., Grunig G., Matychak M. B., et al. *Recurrent airway obstruction (RAO) in horses is characterized by IFN-gamma and IL-8 production in bronchoalveolar lavage cells.* Vet Immunol Immunopathol 2003; 96: 83–91.
2. Airaksinen S., Heiskanen M.-L., Heinonen H.-T., Laitinen J., Laitinen S., Linnainmaa M., Rautiala S. *Variety in dustiness and hygiene quality of peat bedding.* Ann Agric Environ Med 2005; 12: 53–59.
3. Berndt A., Derksen F. J., Robinson E. *Endotoxin concentrations within the breathing zone of horses are higher in stables than on pasture.* The Veterinary Journal 2008; doi:10.1016/j.tvjl.2008.09.001.
4. Butera M., Smith J. H., Morrison W. D., Hacker R. R., Kains F. A., Oglilvie J. R. *Concentration*

- of respirable dust and bioaerosols and identification of certain microbial types in a hog-growing facility.* Can J Anim Sci 1991; 71: 271–277.
5. Clements J. M., Pirie R. S. *Respirable dust concentrations in equine stables. Part 2: The benefits of soaking hay and optimising the environment in a neighbouring stable.* Res Vet Sci 2007b; 83: 263–268.
  6. Couetil L. L., Hoffman A. M., Hodgson J., et al. *Inflammatory airway disease in horses, ACVIM consensus statement.* J Vet Intern Med 2007; 21: 356–361.
  7. Couetil L. L., Ward M. P. *Climatic and aeroallergen risk factors for chronic obstructive pulmonary disease in horses.* American Journal of Veterinary Research, 2005; 66: 5, 818–824.
  8. Đorđević M., Vučinić M., Radenković-Damjanović B. *The total number of dust particles and the portion of the respirable dust fraction in the air of a swine fattening building.* Acta Veterinaria 2001; 51: 5–6, 359–364.
  9. Fleming K., Hessel E. F., Van den Weghe H. F. A. *Evaluation of factors influencing the generation of ammonia in different bedding materials used for horse keeping.* J Equine Vet Sci 2008b; 28: 223–231.
  10. Holcombe S. J., Robinson N. E., Derksen F. J., Bertold B., Genovese R., Miller R., de Feiter Rupp H., Carr E. A., Eberhart S. W., Boruta D., Kaneene J. B. *Effect of tracheal mucus and tracheal cytology on racing performance in Thoroughbred racehorses.* Equine Veterinary Journal 2006; 38: 300–304.
  11. ISO 7708: Air quality: particle size fraction definitions for health-related sampling, 1995.
  12. Janković Lj., Radenković-Damnjanović B., Pintarič Š., Dobeic M., Đorđević M., Pešić B. *Uticaj bioaerosola sa farme živine na zdravlje radnika, 22. savetovanje veterinara Srbije sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova i kratkih sadržaja, Zlatibor, 2011; 205–217.*
  13. Mohd Azam Khan, G. K., Fauziah O., Ong Eet Ling. *Energy Dispersive X-ray Microanalysis of Dust Particles in Equine Stable.* Journal of Biological Sciences 2005; 5(2): 233–235.
  14. Riihimäki M., Raine A., Elfman L., Pringle J. *Markers of respiratory inflammation in horses in relation to seasonal changes in air quality in a conventional racing stable.* The Canadian Journal of Veterinary Research 2008; 72: 432–439.
  15. Robinson N. E., Karmaus W., Holcombe S. J., Carr E. A., Derksen F. J. *Airway inflammation in Michigan pleasure horses: prevalence and risk factors.* Equine Veterinary Journal 2006; 38: 293–299.
  16. WHO. Air quality standard. Europe, WHO, 1995.
  17. Woods P. S., Robinson N. E., Swanson M. C., Reed C. E., Broadstone R. V., Derksen F. J. *Airborne dust and aeroallergen concentration in a horse stable under two different management systems.* Equine Vet J 1993; 25: 172–174.