

Bibliid: 0350-2953 (2019) 45(1): 1-10

UDK: 631.3; 631.5

Originalni naučni rad

Original scientific paper

INTENZITET BUKE I VIBRACIJA U KABINI SAMOHODNE RADNE MAŠINE I NJIHOV MOGUĆI UTICAJ NA ZDRAVLJE RUKOVAOCA NOISE AND VIBRATIONS INTENSITY INSIDE THE CABIN OF A SELF- PROPELLED MACHINE AND POSSIBLE EFFECTS ON OPERATOR'S HEALTH

Simikić Mirko¹, Prokeš Bela², Savin Lazar¹, Lomen Ivan², Stojić Boris³¹ Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8,² Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika, Novi Sad, Futoška 121,³Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6.**e-mail: simikic@polj.uns.ac.rs**

SAŽETAK

Istražen je intenzitet buke i vibracija u kabini samohodne radne mašine visokog klirensa Hidromatiks S-PST, koja je namenja za izvođenje specifičnih agrotehničkih operacija u ratarstvu. Intenzitet buke je meren u kabini, u visini glave rukovaoca. Da bi se utvrdio intenzitet vibracije „celog tela“ kojima su rukovaoci izloženi prilikom upotrebe samohodne radne mašine merenja su vršena na sedištu te mašine. Za utvrđivanje vibracije „šaka-ruke“ merenja su vršena na volanu i upravljačkoj palici samohodne radne mašine. Navedena merenja su vršena, kako u režimu kretanja mašine po asfaltiranom putu, tako i u režimu kretanja mašine po zemljanom putu i oranici. Rezultati merenja intenziteta buke u kabini samohodne radne mašine, u oba režima kretanja, ukazuju da su efektivni nivoi buke bili ispod granične vrednosti izloženosti buci propisane Pravilnikom. Rezultati merenja intenziteta i vibracija „celog tela“ i vibracija „šaka-ruke“ tzv. Dnevna izloženost vibracijama (A(8) (m/s²)), takođe, u oba režima kretanja, ukazuju da su dnevni nivoi izloženosti vibracijama rukovaoca samohodne radne mašine bili daleko ispod Dnevne granične vrednosti izloženosti, pa čak i Dnevne akcione vrednosti izloženosti propisanih Pravilnikom, za obe vrste vibracija. Ovakvi rezultati merenja intenziteta nivoa buke i vibracija ističu da se tokom eksploatacije samohodne radne mašine Hidromatiks S-PT, ne očekuju oštećenja zdravlja rukovaoca mašinom, a koja mogu biti uzrokovana bukom i vibracijama.

Ključne reči: samohodna radna mašina, buka, vibracija „celog tela“, vibracija „šaka-ruka“, uticaj na zdravlje.

1. UVOD

U savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji većina radnji se obavlja traktorom sa odgovarajućim priključnim mašinama, kao i drugim specijalizovanim mašinama koje imaju sopstveni pogon i specifične uređaje u skladu sa namenom (Prokeš et al, 2012). Traktori sa specijalno visokim klirensom su samohodne radne mašine koje se koriste kod kultura s užim razmakom redova, a veće visine, gde ne mogu da se koriste standardni traktori, jer bi došlo do velikog povijanja i oštećenja useva (Bugarin et al, 2014).

Samohodne radne mašine su specifična motorna vozila, prvenstveno namenjena izvođenju specijalnih radnih operacija, a osposobljena su i za kretanje putevima i učestvovanje u saobraćaju. Pravilnik o podeli motornih i priključnih vozila i tehničkim uslovima za vozila u saobraćaju na putevima svrstava radne mašine u vrstu TR, prema čemu su i definisani tehnički uslovi koje ova vrsta vozila mora da zadovolji (Ružić et al, 2016). Specifičnosti samohodnih radnih mašina namenjenih poljoprivrednim radovima su u tome što se proizvode u malim serijama ili pojedinačno, i obično su usko specijalizovane za obavljanje neke konkretne agrotehničke operacije. Iz tog razloga je njihova konstrukcija diktirana prvenstveno funkcionalnosti rada u poljoprivredi, a kretanje po javnim putevima je prateća funkcija. Sledi da u svakom aspektu eksploatacije radnih mašina postoje rizici, kako za vozača/rukovaoca, osobe u blizini izvođenja radova, tako i za druge učesnike u saobraćaju, (Gligorijević et al, 2015; Petrović et al, 2014; Simikić et al, 2011). Kod montiranja priključaka veće mase kao što su rezervoari prskalica ili orošivača, treba voditi računa da je težište priključka što niže i bliže površini zemljišta, kako bi se što manje remetila i pogoršavala stabilnost traktora. Obično se ovi delovi postavljaju u zoni hodnog mehanizma traktora, između prednjeg i zadnjeg mosta sa malom širinom, a većom visinom i dužinom, kako bi prohodnost agregata bila što bolja, (Bugarin et al, 2014).

Obzirom da se poljoprivredna mehanizacija u Srbiji godišnje upotrebljava između 400 i 700 sati (Nikolić et al, 2009), kvalitet poljoprivredne mehanizacije ima značajan uticaj na zdravlje svojih rukovaoca. Ona svoj uticaj na zdravlje vozača-rukovaoca ostvaruje direktno putem fizičkih i hemijskih štetnosti poreklom iz radne sredine (buka, vibracije, izduvni gasovi, prašina i sl), izazivajući profesionalna oboljenja, i indirektno, putem višestrukih i raznorodnih uzroka, pojavu bolesti vezanih uz rad (Mačvanin et al, 2010; WHO, 1985).

Cilj rada je da se na primeru samohodne radne mašine Hidromatiks S-PST istraži intenzitet buke, vibracija "celog tela" i vibracija "šaka-ruka" u kabini, odnosno, na odgovarajućim delovima (sedište rukovaoca, volan i upravljačka palica) i razmotri njihovi mogući zdravstveni efekti na rukovaoca tom mašinom.

2. MOGUĆI ZDRAVSTVENI EFEKTI BUKE I VIBRACIJA

2.1. Mogući zdravstveni efekti buke

Buka predstavlja svaki zvuk koji kod čoveka izaziva subjektivni osećaj neprijatnosti. Uticaj buke na organizam izloženih osoba ogleda se u obliku auditivnih efekata – na slušni aparat i u obliku ekstraauditivnih efekata – na ostali deo organizma. Oba oblika mogu biti akutni i hronični po trajanju. Auditivni efekti ogledaju se u oštećenju slušne osetljivosti manjeg ili većeg stepena. Akutni efekat, ili akutna akustična trauma, posledica je kratkotrajnog izlaganja veoma visokim nivoima zvučnog pritiska (pucanj, eksplozija) i ogleda se u prolaznom gubitku sluha, obično na jednom uhu, ali može imati i posledice u vidu pucanja bubne opne. U slučaju duževremenog izlaganja relativno niskim nivoima zvučnog pritiska (industrijska buka) javlja se hronična akustična trauma ili „profesionalna naglupost ili gluvoća“, koja se karakteriše manjim ili većim stepenom gubitka slušne osetljivosti, koja je međutim, trajnog karaktera – izgubljeni sluh se ne može povratiti. Ekstraauditivni efekti buke ogledaju se u dejstvu na srčano-sudovni sistem, nervni sistem, žlezde sa unutrašnjim lučenjem, reproduktivni sistem, želudačno crevni sistem, promene u krvnoj slici pa čak i na vid. (Arandelović, Jovanović 2009).

2.2. Mogući zdravstveni efekti vibracija „celog tela“

Uticaj vibracija "celog tela" se javlja kada se čovek nalazi na- ili u- medijumu koji vibrira i one tada deluju na celo telo npr. kada sedi, leži ili stoji na nekoj vibrirajućoj potpornoj površini (platforme, sedište vozila, poljoprivredne mašine itd.) (Prokeš i dr, 2012). Poremećaji zdravlja se javljaju postepeno, obično posle 2 do 7 godina rada na radnim mestima gde su radnici izloženi opštim vibracijama. U početku se oboleli žale na česte i uporne glavobolje, osećaj „težine“ u glavi, napade vrtoglavice, opšti zamor, razdražljivost i poremećaj sna. Ako se nastavi sa izlaganjem vibracijama „celog tela“, bolest nastavlja da se razvija u pravcu daljeg oštećenja organa za ravnotežu, ali i mozga (slabost, hronična iscrpljenost, stalna pospanost, gubitak telesne težine); perifernih živaca u telu – jednog ili više njih (smanjena osetljivost na dodir, bol, usporenje brzine mišićne reakcije); cirkulacije krvi u perifernim delovima tela najčešće u donjim ekstremitetima (bolovi u nogama, osećaj „mravinjanja“, bledilo stopala, sniženje temperature i promene na koži); na kostima donjih ekstremiteta i u krsno-trtičnom delu kičmenog stuba (razgradnja kosti (osteoporoza), pojava cista u kostima, „kljunastih“ proširenja itd); mišićnog tkiva i njene mase, tetiva (cepanje i pucanje tetiva na mestu pripoja na kosti). Moguće su i pojave tzv "udaljenih" promena, kao što su poremećaj u ishrani i radu srčanog mišića, lučenja želudačnog soka, poremećaji žlezda sa unutrašnjim lučenjem, promene u metabolizmu nekih hranljivih materija itd. (Mikov, 2007).

2.3. Mogući zdravstveni efekti vibracija „šaka ruka“

Vibracije „šaka-ruka“ jesu mehaničke vibracije koje kada se prenesu na sistem šaka-ruka predstavljaju rizik za bezbednost i zdravlje zaposlenog, a naročito od nastanka vaskularnih, koštanih ili oštećenja zglobova, neuroloških ili mišićnih poremećaja. Poremećaji se razvijaju u fazama, tako što u početku preovlađuju funkcionalni poremećaji, koji imaju reverzibilni karakter, a kasnije sa napredovanjem procesa, dolazi do razvika i organskih promena, najčešće ireverzibilnih. Prvi stadijum oboljenja (početni) karakteriše postepeni i neosetni razvatak kliničkih simptoma na osnovu lakih funkcionalnih poremećaja centralnog i vegetativnog nervnog sistema. Javlja se poremećaj senzibiliteta distalnog tipa i poremećaj tonusa kapilara. Povremeno se javljaju bolovi i trnjenje prstiju i ručja, obilno znojenje dlanova i povišena osetljivost na hladnoću. Ovi simptomi su naročito izraženi noću. Promene koje nastaju u prvom stadijumu bolesti imaju funkcionalni karakter i potpuno su reverzibilne. Drugi stadijum karakteriše umereno izraženi klinički znaci i simptomi. Javljaju se izraženiji poremećaji krvotoka praćeni napadima spazma i bledim prstima – šake su hladne na dodir. Bolovi i parestezije se javljaju veoma često i dugo traju i javljaju se ne samo u prstima i šaci, već i u lakatnim i ramenim zglobovima, a takođe i u mišićima i tetivama podlaktice. Rendgenski se mogu naći više ili manje izražene promene na koštano-zglobnom aparatu – osteoporoza, osteofiti, ognjišta resorpcije i skleroze, artrotične promene u lakatnim zglobovima. Sem navedenih, u ovom stadijumu nađen je i čitav niz drugih poremećaja: bradikardija, disproteinemija, želudačno-crevni poremećaj i dr.

Treći, a naročito četvrti, stadijum se javljaju ralativno retko, i karakterišu se simptomima i promenama sličnim onima u drugom stadijumu, koji su, međutim, znatno rasprostranjeniji i izraženiji. Značajne promene se javljaju i u funkcionalnom stanju centralnog netvnog

sistema u obliku asteničnih i neurotskih reakcija, remeti se funkcija kardiovaskularnog i endokrinog sistema. Posebno od interesa je hiperfunkcija štitne žlezde (Mikov, 2007).

3. MATERIJAL I METOD RADA METODOLOGIJA MERENJA BUKE I VIBRACIJA

3.1. Metodologija merenja buke i izračunavanje dnevne ekspozicije buci

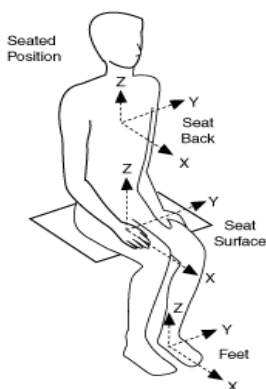
Merenje buke u radnoj okolini – kabini samohodne radne mašine, obavljeno je u skladu sa Pravilnikom o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju buci (Sl, glasnik RS, br. 96/2011 i 78/2015), koji propisuje dnevnu graničnu vrednost izloženosti i dnevnu akcionu vrednost izloženosti, i u skladu sa standardom SRPS EN ISO 9612:2012 Akustika-Određivanje izloženosti buci u radnoj okolini-Inženjerska metoda. Za merenje nivoa buke u ovom radu korišćen je fonometar Brüel & Kjær tip 2250 (Slika 1), a dobijeni podaci su analizirani sa aplikacijom BZ-5503 Measurement Partner Suite. Merenja nivoa buke u kabini mašine su izvršena u 2 slučaja: kada se samohodna radna mašina kretala na asfaltnom putu, i kada se kretala na zemljanom putu i njivi.



Sl. 1. Fonometar firme Brüel & Kjær tip 2250
Fig. 1. Sound-level meter Brüel & Kjær type 2250

3.2. Metodologija merenja vibracija i izračunavanje dnevne ekspozicije vibracijama

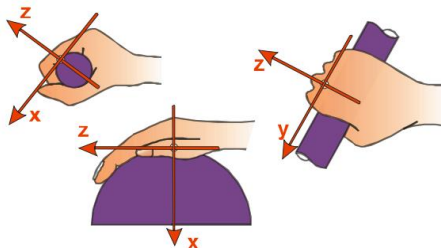
Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju vibracijama („Službeni glasnik“, broj 93/2011, koji se primenjuje od 01.01.2015. godine) propisuje granične i akcione vrednosti izloženosti, kako za vibracija „celog tela“, tako i za vibracije „šaka ruka“, a prema kojim vrednostima je vršena i interpretacija rezultata izvršenih merenja.



Sl. 2. Pravci merenja ubrzanja – vibracije „celog tela“
Fig. 2. The directions of the acceleration measurements - whole body vibrations

Procena nivoa izloženosti mehaničkim vibracijama „celog tela“ (Slika 2) izvršena je na osnovu izračunate vrednosti dnevne izloženosti normirane na osmočasovni referentni period A(8), a koja vrednost se izračunava kako je definisano u poglavljima 5, 6 i 7, Prilogom A i Prilogom B standarda ISO 2631-1 (1997).

Procena nivoa izloženosti mehaničkim vibracijama „šaka-ruka“ (Slika 3) takođe je izvršena na osnovu izračunate vrednosti dnevne izloženosti normirane na osmočasovni referentni period A(8), a koja vrednost se izračunava kako je definisano u poglavljima 4 i 5, i Prilogom A standarda ISO 5349-1 (2001).



Sl. 3. Pravci merenja ubrzanja - vibracije „šake-ruke“
Fig. 3. Vibration measurement axes - “hand-arm” vibrations

U svrhu merenja vibracija u ovom radu korišten je aparat za merenje humanih vibracija firme Brüel & Kjær tip 4447 (Slika 4), sa akcelerometrom tip 4524-B integrisanim u podlogu za sedenje Seat Pad tip 4515-B-002 što se uobičajeno koristi za merenje humanih vibracija celog lica koja upravljaju vozilima, kao i akcelerometar za šaka-ruka merenja tip 4520-B-001 i odgovarajućim adapterima za šaku-ruku.



Sl. 4. Instrument za merenje humanih vibracija firme Brüel & Kjær tip 4447
Fig. 4. An Instrument for human vibration measurements firme Brüel & Kjær type 4447

Merenje vibracija „celog tela“ vršeno je tako što je rukovao samohodne radne mašine sedeći na svom sedištu – praktično sedeći na podlozi - akcelerometru, upravljao mašinom krećući se po različitim, napred navedenim, podlogama. Merenje vibracija „šake-ruke“ je vršeno na taj način da je adapter fiksiran za volan i upravljačku palicu samohodne radne mašine i spojen sa odgovarajućim akcelerometrom.

Nakon merenja na mašini, izračunavanje vrednosti dnevne izloženosti normirane na osmočasovni referentni period (A(8)), praktično je vršeno pomoću računara i softverskog paketa Vibration Explorer tip 4447.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

U tabeli 1, 2, 3 i 4 predstavljeni su rezultati merenja buke u kabini i vibracija na sedištu, volanu i komandnoj palici samohodne radne mašine visokog klirensa Hidromatiks S-PST.

Tab. 1. Rezultati merenja buke u kabini mašine

Tabl. 1. Results of noise measurements in a machinery cabin

Parametri Parameters	Granična vrednost Limit value	Akciona vrednost Action value	Izmerene efektivne vrednosti izloženosti (8h) Measured effective values of exposure (8h)
Prilikom kretanja mašine po asfaltnom putu When the machine travelling along the asphalted road			
¹ N.d.i (² D.p.n.e) $L_{EX,8h}$ dB(A)	85	80	75.3
³ V.v.z.p (⁴ C-w.p.s.p.l) LC_{peak} dB(C)	137	135	105.9
Prilikom kretanja mašine po zemljanom putu i njivi When the machine travelling along the dirt road and furrows			
¹ N.d.i (² D.p.n.e) $L_{EX,8h}$ dB(A)	85	80	76.3
³ V.v.z.p (⁴ C-w.p.s.p.l) LC_{peak} dB(C)	137	135	107.8

¹N.d.i - Nivo dnevne izloženosti; ²D.p.n.e - Daily personal noise exposure

³V.v.z.p - Vršna vrednost zvučnog pritiska; ⁴C-w.p.s.p.l - C-weighted peak sound pressure level

Vidi se da su izmerene efektivne vrednosti izloženosti buci kojima je izložen rukovaoc samohodne radne mašine Hidromatiks S-PST ispod granične vrednosti, pa čak i ispod akcione vrednosti koje propisuje Pravilnik, i to kako u pogledu nivoa dnevne izloženosti, tako i u pogledu vršne vrednosti zvučnog pritiska. Ova tvrdnja za izmerene efektivne vrednosti izloženosti buci odnosi se, kako na nivo buke u kabini samohodne radne mašine prilikom kretanja po asfaltnom putu, tako i na nivo buke u kabini prilikom njenog kretanja po zemljanom putu i njivi.

U skladu sa navedenim rezultatima, može se zaključiti da kod rukovaoca samohodnom radnom mašinom Hidromatiks S-PST ne treba očekivati oštećenja slušnog aparata, kao ni druga oštećenja zdravlja koja mogu nastati prilikom izlaganja osoba povišenim nivoima buke.

Na osnovu podataka iz tabele 2 zapaža se da se dnevna izloženost vibracijama (A(8)), u svim režimima rada, nalazi ispod dnevne granične i dnevne akcione vrednosti izloženosti za vibracije po tipu „celog tela“.

Na tabelama 3 i 4 vidi se da se dnevna izloženost vibracijama (A(8)), i na volanu, i na upravljačkoj palici samohodne radne mašine Hidromatiks S-PST, takođe nalaze ispod dnevne granične i dnevne akcione vrednosti izloženosti za vibracije po tipu „šaka ruka“. Ovo kako prilikom kretanja samohodne radne mašine po asfaltnom putu, tako i prilikom kretanja po zemljanom putu i njivi.

Tab. 2. Rezultati merjenja vibracija na sedištu mašine (vibracije po tipu „celo telo”)**Tab. 2.** Results of vibrations measurements on machinery seat (whole body vibrations)

Parametri Parameters	Zahtevi Demands (m/s ²)	Dnevna izloženost vibracijama (8h) Daily exposure to vibrations (8h) A(8) (m/s ²)
Prilikom kretanja mašine po asfaltnom putu When the machine travelling along the asphalted road		
¹ D.g.v.i. (² D.e.l.v.)	1.15	0.324
³ D.a.v.i. (⁴ D.e.a.v.)	0.5	
Prilikom kretanja mašine po zemljanom putu i njivi When the machine travelling along the dirt road and furrows		
¹ D.g.v.i. (² D.e.l.v.)	1.15	0.453
³ D.a.v.i. (⁴ D.e.a.v.)	0.5	

¹ D.g.v.i. - Dnevna granična vrednost izloženosti; ² D.e.l.v. - Daily exposure limit value

³ D.a.v.i. - Dnevna akciona vrednost izloženosti; ⁴ D.e.a.v. - Daily exposure action value

Tab. 3. Rezultati merjenja vibracija na volanu mašine (po tipu „šaka-ruka”)**Tab. 3.** Results of vibrations measurements on machinery steering wheel (hand arm vibr.)

Parametri Parameters	Zahtevi Demands (m/s ²)	Dnevna izloženost vibracijama (8h) Daily exposure to vibrations (8h) A(8) (m/s ²)
Prilikom kretanja mašine po asfaltnom putu When the machine travelling along the asphalted road		
¹ D.g.v.i. (² D.e.l.v.)	5.0	0.777
³ D.a.v.i. (⁴ D.e.a.v.)	2.5	
Prilikom kretanja mašine po zemljanom putu i njivi When the machine travelling along the dirt road and furrows		
¹ D.g.v.i. (² D.e.l.v.)	5.0	0.988
³ D.a.v.i. (⁴ D.e.a.v.)	2.5	

¹ D.g.v.i. - Dnevna granična vrednost izloženosti; ² D.e.l.v. - Daily exposure limit value

³ D.a.v.i. - Dnevna akciona vrednost izloženosti; ⁴ D.e.a.v. - Daily exposure action value

Tab. 4. Rezultati merjenja vibracija na upravljačkoj palici mašine (po tipu „šaka-ruka”)**Tab. 4.** Results of vibrations measurements on machinery control stick (hand arm vibr.)

Parametri Parameters	Zahtevi Demands (m/s ²)	Dnevna izloženost vibracijama (8h) Daily exposure to vibrations (8h) A(8) (m/s ²)
Prilikom kretanja mašine po asfaltnom putu When the machine travelling along the asphalted road		
¹ D.g.v.i. (² D.e.l.v.)	5.0	0.625
³ D.a.v.i. (⁴ D.e.a.v.)	2.5	
Prilikom kretanja mašine po zemljanom putu i njivi When the machine travelling along the dirt road and furrows		
¹ D.g.v.i. (² D.e.l.v.)	5.0	0.873
³ D.a.v.i. (⁴ D.e.a.v.)	2.5	

¹ D.g.v.i. - Dnevna granična vrednost izloženosti; ² D.e.l.v. - Daily exposure limit value

³ D.a.v.i. - Dnevna akciona vrednost izloženosti; ⁴ D.e.a.v. - Daily exposure action value

U skladu sa navedenim rezultatima, može se zaključiti da kod rukovaoca samohodnom radnom mašinom Hidromatiks S-PST ne treba očekivati oštećenja organizma koje se mogu pojaviti kao posledica izlaganja kako vibracijama po tipu „celog tela“, tako ni vibracijama po tipu „šaka-ruka“.

5. ZAKLJUČAK

Izmerene efektivne vrednosti izloženosti buci kojima je izložen rukovaoc samohodne radne mašine Hidromatiks S-PST ispod su granične vrednosti, pa čak i ispod akcione vrednosti koje propisuje Pravilnik, i to kako u pogledu nivoa dnevne izloženosti, tako i u pogledu vršne vrednosti zvučnog pritiska. Ovo se odnosi kako na nivo buke u kabini samohodne radne mašine prilikom kretanja po asfaltnom putu, tako i na nivo buke u kabini prilikom njenog kretanja po zemljanom putu i njivi.

Takođe, dnevna izloženost vibracijama (A(8)), kako onih po tipu „celog tela“, tako i onih po tipu „šaka-ruka“, izmerenih na sedištu mašine, odnosno, izmerenih na volanu i upravljačkoj palici mašine, nalaze se ispod dnevne granične i dnevne akcione vrednosti izloženosti za odgovarajući tip vibracija. I ovo kako prilikom kretanja samohodne radne mašine Hidromatiks S-PST po asfaltnom putu, tako i prilikom kretanja po zemljanom putu i njivi.

U skladu sa navedenim rezultatima, može se zaključiti da kod rukovaoca samohodnom radnom mašinom Hidromatiks S-PT ne treba očekivati bilo kakva oštećenja organizma koje se mogu pojaviti kao posledica izlaganja buci i vibracijama koju stvara mašina prilikom njene upotrebe.

6. LITERATURA

- [1] Arandjelović M, Jovanović J (2009) Vibraciona bolest. U: Arandjelović M, Jovanović J. Medicina rada. Prvo elektronsko izdanje za student integrisanih akademskih i osnovnih strukovnih studija, Niš, 67-71. www.medradanis.rs/docs/knjiga_medicina_rada.pdf
- [2] Bugarin R, Bošnjaković A, Sedlar A. (2014): Mašine u voćarstvu i vinogradarstvu, Edicija osnovni udžbenik, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str. 344.
- [3] Gligorijević K., Oljača M., Pajić M., Zlatanović I., Dražić M., Radojičić D.: Posledice nesreće sa učešćem traktora i drugih mobilnih poljoprivrednih mašina u uslovima poljoprivredne proizvodnje Srbije za period od 2005. do 2010. godine, Traktori i pogonske mašine, 20 (2015) 3/4, 21-27.
- [4] Kareem Abdullah M, Abd Ali Hamid Al-Mafraji A. (2011). Measurement of transmited vibration to tractor seat. Journal of Engineering. 5(17): 1260 -1268
- [5] Mačvanin N, Prokeš B, Furman T. (2010). Vozači-rukovaoci poljoprivrednih mašina - karakteristike bolesti vezanih uz rad. Savremena poljoprivredna tehnika 36(4): 465-472).
- [6] Malinović N, Mehandžić R. (2006). Mehanizacija za profitabilnu poljoprivrednu proizvodnju, Savremena poljoprivredna tehnika 32(3-4): 132 – 142.
- [7] Mikov M. (2007) Vibracije i vibraciona bolest. U: Mikov M. Medicina rada. Ortomedics, Novi Sad , 56-65.
- [8] Nikolić R. (2009). Stanje i opremanje poljoprivrede mehanizacijom u 2010. godini.

- Traktori i pogonske mašine 14(5): 7-22.
- [9] Petrović P., obradović D., Petrović M., Petrović Ž: Poprečna stabilnost i zakretanje točkova traktora sa aspekta bezbednosti u eksploataciji, Traktori i pogonske mašine, 19(2014)3, 38-48.
- [10] Poznanović N., Ružić., Stojić B.: Uvećanje bočne stabilnosti traktora primenom mehanizma za sprečavanje zakretanja prednje osovine, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 39, No. 1, 1-76, 2013.
- [11] Prokeš, B., Mačvanin, N., Savin, L., Simikić, M., Lomen, I. 2012. Mogući zdravstveni efekti vibracija na vozače traktora i mere za njihovu prevenciju. Savremena poljoprivredna tehnika 38(3):243-253.
- [12] Ružić D, Stojić B, Galamboš S, Milisavić P. (2016): Dinamičke karakteristike poljoprivredne samohodne radne mašine od značaja za eksploatacionu bezbednost, Traktori i pogonske mašine, 21(2/3): 58-62.
- [13] Scarlett AJ, Price S., Stayner RM. (2007): Whole-body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors Journal of Terramechanics 44: 65–73
- [14] Seruadio. P. Belfiore N.P. (2007): Analysis of driving seat vibration in high forward speed tractor, Journal Biosystems Engineering 97(2):171- 180.
- [15] Simikić M., Savin L., Alimpić Z., Tomić M., Nikolić R. Saobraćajne nezgode sa traktorima na javnim putevima Južnobačkog okruga, Traktori i pogonske mašine, 16 (2011) 2, 104-110
- [16] Verma D.K and Khan A.A (2011): Vibration transmissibility from seat to human operator head during tractor driving in vertical direction, International Journal of Advances in Engineering Research, 2(6). ISSN: 2231-5152.
- [17] Pravilnik o podeli motornih i priključnih vozila i tehničkim uslovima za vozila u saobraćaju na putevima, Službeni glasnik Republike Srbije br. 40/12 i 102/14
- [18] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju buci (Sl. glasnik RS, br. 96/2011 i 78/2015)
- [19] SRPS EN ISO 9612:2012 Akustika-Određivanje izloženosti buci u radnoj okolini- Inženjerska metoda.
- [20] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju vibracijama („Službeni glasnik“, broj 93/2011.
- [21] ISO 2631-1:1997 Standarda - Mehaničke vibracije i udari-Evaluacija izlaganja ljudi vibracijama na celo telo.
- [22] ISO 5349-1 (2001). Mechanical vibration -- Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration
- [23] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, Službeni glasnik Republike Srbije br. 41/09, 53/10, 101/11, 32/13 i 55/14
- [24] WHO. (1985). Identification and control of work-related diseases. Report of WHO Expert Committee (TRS 714). Geneva: World Health Organization.
- [25] www.ni.com/white-paper/6957/en
- [26] <http://resource.isvr.soton.ac.uk/HRV/VIBGUIDE/HAV%20Good%20practice%20Guide%20V7.7%20English%20260506.pdf> (*EU Good practice Guide HAV v7.7*)

NOISE AND VIBRATIONS INTENSITY INSIDE THE CABIN OF A SELF-PROPELLED MACHINE AND POSSIBLE EFFECTS ON OPERATOR'S HEALTH

Simikić Mirko¹, Prokeš Bela², Savin Lazar¹, Lomen Ivan², Stojić Boris³

¹ Faculty of Agriculture, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8

² Institute for Health Care Workers, Novi Sad, Futoška 121

³ Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

e-mail: simikic@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

This paper presents a research on the noise intensity and vibrations in the cabin of a self-propelled machine with high clearance, Hidromatiks S-PST, designed for specific farming operations in crop growing. Noise inside the cabin was measured at operator's head level. In order to determine the intensity of "whole body vibrations" that the operators are exposed to while using the self-propelled machines, the vibrations were measured at the seat of the machine. "Hand-arm vibrations" were measured at the steering wheel and control stick of the machine. The measurements were performed during travelling on different surfaces: asphalted road, dirt road, and furrows. The results of measured noise level indicated that the effective values obtained from the cabin of a self-propelled machine travelling over asphalted surface, dirt road and furrows were below the limit values of exposure to noise set by the Rulebook. The results showed that travelling of a self-propelled machine on asphalted road, dirt road and furrows had "whole body vibrations" and "hand-arm vibrations", i.e. Daily values of exposure to vibrations ($A(8)$ (m/s^2)), far below the Daily limit values of exposure, and even below the Daily action values of exposure set by the Rulebook, for both types of vibrations.

Such results obtained from measured level of noise and vibrations imply that the operators using self-propelled machinery Hidromatiks S-PT, are not in risk of damaging their health, which damages can be caused by noise and vibrations.

Key words: Self-propelled machine, Noise, "Whole body vibrations", "Hand-arm vibrations", Possible health effects.

Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektu „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“ evidencioni broj TR 31046, koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

Primljeno: 30. 01. 2019. god.

Prihvaćeno: 13. 02. 2019. god.